

# TechnoScope

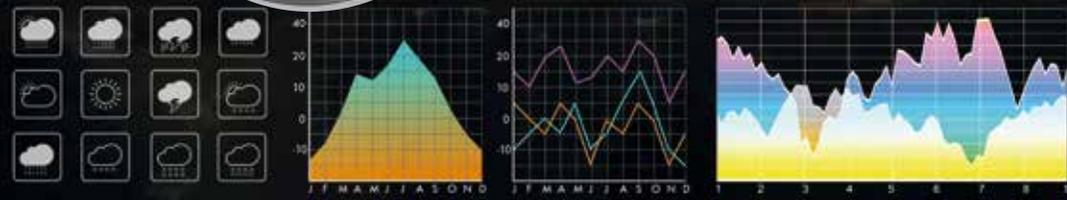
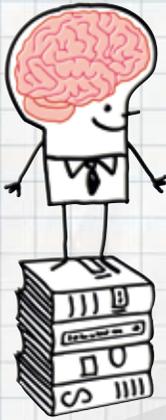
by satw 1/21



## Comment reproduire le climat?

Nuages, atmosphère, océans, volcans, précipitations, ensoleillement, gaz à effet de serre, utilisation des sols: avec toutes ses interactions, un système aussi complexe que le climat de notre planète est impossible à reproduire en laboratoire. Afin de comprendre comment certains changements peuvent impacter les conditions de vie sur notre planète, les chercheurs utilisent donc des «**modèles climatiques**». Ces vastes programmes informatiques reposent sur des équations mathématiques, qui sont elles-mêmes fondées sur les lois de la physique. Alimentés en données provenant d'observations et d'expériences, les **programmes de simulation** calculent les futurs changements climatiques possibles. Les résultats de ces modèles sont donc des scénarios qui établissent des hypothèses du type «si A, alors B».

Les modèles sont des représentations simplifiées de la réalité. Même les modèles climatiques ne sont jamais que des approximations d'une évolution probable du climat et leurs conclusions sont d'autant plus incertaines que le scénario décrit est éloigné dans le futur. Ils constituent toutefois un instrument utile pour comprendre le système climatique et évaluer les **risques et opportunités** des différents changements. De plus, c'est la seule chose dont nous disposons actuellement: «Si nous avons accès à des observations du futur, nous leur ferions évidemment davantage confiance qu'aux modèles», explique Tom Knutson, un climatologue reconnu aux États-Unis, «mais malheureusement, aucune observation du futur n'est encore disponible.»



# Des recherches menées à des hauteurs glaciales

Bise cinglante, neige éternelle, quatre mille mètres d'altitude. Sommes-nous au royaume de la Princesse des glaces? Possible. Ce qui est sûr en tout cas, c'est que nous sommes dans l'une des stations de recherche les plus hautes d'Europe, à 3571 mètres d'altitude. Les visiteurs attentifs le devineront dès qu'ils apercevront la coupole de l'observatoire du Sphinx. Mais le Jungfraujoch n'est pas un site dédié uniquement aux observations astronomiques. Une série de projets et de mesures y sont également menés dans le cadre de la recherche sur le climat. En particulier l'état de l'atmosphère et ses changements constituent un axe prioritaire des recherches menées au Jungfraujoch. La station de recherche fait partie de plusieurs réseaux nationaux et internationaux, comme le Global Atmosphere Watch, qui exploitent les données recueillies à l'échelle mondiale.



## Pourquoi ce choix?

La haute altitude et l'air pur du Jungfraujoch offrent des conditions idéales pour traiter les questions spécifiques relatives à l'environnement, la glaciologie, la géophysique, la météorologie, l'astronomie, l'étude des radiations ou la médecine. Des recherches y sont effectuées depuis longtemps. Mais depuis la construction de l'institut de recherche alpin en 1931, les scientifiques peuvent effectuer leurs recherches avec davantage de confort et de sécurité. Le chemin de fer de la Jungfrau,

dont la mise en service en 1912 a mis un terme aux expéditions risquées, y a aussi fortement contribué. Ce chemin de fer ne doit pas seulement sa construction à l'essor du tourisme alpin; le Conseil fédéral a approuvé sa construction à la condition que celui-ci soutienne financièrement la station de recherche.



## Fonctionnement

La station de recherche alpine du Jungfraujoch fonctionne selon le principe de scientifique en résidence et est ouverte aux chercheurs du monde entier. La physique, la médecine, la glaciologie et de nombreuses autres disciplines y sont représentées. Les chercheurs ne séjournent que temporairement dans la station. En effet, ils effectuent la majeure partie de leur travail, comme l'évaluation des données de mesure, dans leur institut de recherche. Les appareils de mesure installés dans la station, qui servent à environ 50 projets de recherche, transmettent plus de 100 variables mesurées aux postes de travail concernés via Internet. Seuls les gardiens (deux couples qui se relaient) occupent la station en permanence. Ils s'occupent des invités, de l'infrastructure et des appareils de mesure, et fournissent plusieurs fois par jour à MétéoSuisse des observations météorologiques à l'œil nu, par exemple les types de nuages, leur altitude ou la visibilité.



## Que mesure-t-on?

Les mesures météorologiques, qui ont motivé les recherches au Jungfraujoch, sont maintenant effectuées de manière automatique. Ces données servent aux prévisions météorologiques, mais également

de base à la recherche sur le climat et mettent en évidence les conséquences du changement climatique dans l'espace alpin. Au Jungfraujoch, on a enregistré, entre 1937 et 2005, une augmentation de la température annuelle moyenne d'environ 1.8°C, et entre 1961 et 2005, 60% de jours en plus où la température a dépassé 0°C en été.

La composition de l'atmosphère terrestre, en particulier la concentration en CO<sub>2</sub>, est surveillée au moyen de mesures extrêmement précises. Il est possible ainsi d'identifier des sources de polluants atmosphériques et d'acquérir de nouvelles connaissances sur la qualité de l'air et le changement climatique.

Les aérosols, de fines particules en suspension, influencent directement le climat en dispersant ou en absorbant la lumière du soleil. Mais ils peuvent également avoir un effet indirect en modifiant les propriétés des nuages. Au Jungfraujoch, on étudie la répartition des particules d'aérosols, leur interaction avec les nuages et leur rôle dans la formation de glace dans les cirrus.

D'autres projets portent sur la surveillance de la radioactivité et du rayonnement cosmique, les répercussions d'un séjour en haute montagne sur le corps humain ou la viabilité des micro-organismes qui ont été transportés par le sable du Sahara jusqu'aux Alpes. Bien entendu, la recherche sur le glacier d'Aletsch et le permafrost constitue également une priorité.



Découvrez la galerie de photos de la station de recherche du Jungfraujoch sur notre site Web [bit.ly/Technoscope\\_Climat](http://bit.ly/Technoscope_Climat)

# LA FIN DE LA GLACE ÉTERNELLE?

Les Romains qualifiaient les Alpes de «**locus terribilis**»: un lieu horrible fait de débris, d'éboulements et d'avalanches, de cimes embrumées, de masses colossales de neige et de glace éternelles, dans lequel vivaient des farfadets et des dragons. Même le pasteur Gabriel Walsler, l'un des premiers naturalistes de Suisse, a employé l'expression «**horribles montagnes de glace**» pour désigner les glaciers sur sa carte des Alpes de 1768. Ce n'est que bien plus tard que les Alpes sont devenues synonymes de splendeur et de nature intacte. Un lieu merveilleux qui attire des visiteurs du monde entier.

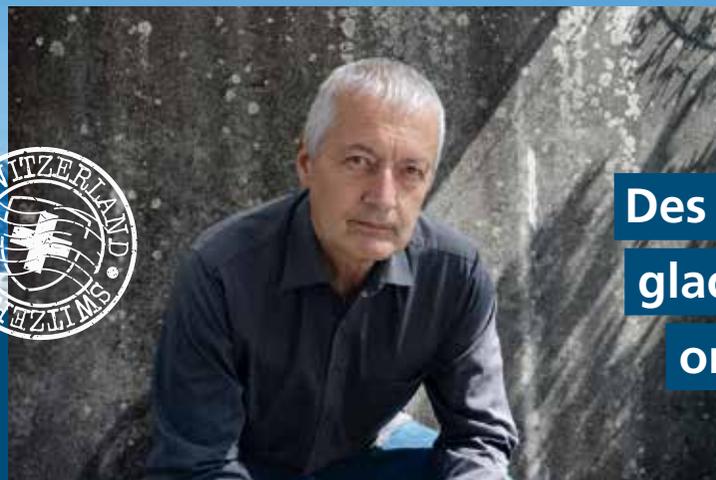
Mais les glaciers ne sont pas seulement l'une des attractions touristiques les plus populaires de Suisse: leur croissance et leur fonte ont également façonné ses paysages. Ils ont érodé les roches, creusé des vallées et, là où ils se sont retirés, des lacs ont rempli les anciens bassins glaciaires. Les immenses roches qu'ils ont transportées en aval ont donné lieu à des blocs erratiques, tandis que les éboulis, débris et graviers déversés par les langues glaciaires se sont déposés pour former des moraines.

La dernière avancée des glaciers remonte à la période du petit âge glaciaire, vers 1850. Leur

surface totale était alors de 1700 km<sup>2</sup> environ – soit la taille du canton de Zurich. Depuis lors, la température moyenne en Suisse a augmenté de presque deux degrés et les glaciers se sont remis à fondre. Depuis 1985, leur recul s'est accéléré à une telle vitesse que la moitié des quelques 1500 glaciers suisses risquent de disparaître au cours des 30 prochaines années. La situation est donc devenue critique pour une énorme réserve d'eau: près de 17 pour cent des réserves d'eau potables suisses sont tributaires de la glace des glaciers.

La science considère depuis longtemps les glaciers comme des indicateurs climatiques sensibles. En Suisse, c'est le réseau des relevés glaciologiques suisse (Glamos) qui observe leurs mouvements et leurs changements. Il les mesure et les documente de manière précise, à l'aide notamment de photos ou de vues aériennes et par satellite, qui sont aujourd'hui évaluées de manière automatique au moyen de méthodes numériques ultra-modernes.

Amédée Zryd a étudié la physique à l'EPFL. Les glaciers ont toujours fasciné ce randonneur à ski valaisan passionné. Rien d'étonnant donc à ce qu'il ait rédigé sa thèse de doctorat sur le mouvement des glaciers.



Des quantités de  
glace colossales  
ont disparu.

## Aussi haute que la Tour Eiffel

Interview avec le spécialiste des glaciers Amédée Zryd

### Pourquoi la science s'intéresse-t-elle aux glaciers?

**Amédée Zryd:** Lorsque l'on observe les glaciers, on est pour ainsi dire au premier rang pour suivre les changements climatiques. Et il y a aussi une autre raison essentielle.

### Laquelle?

Les glaciers alpins ont un impact sur notre vie quotidienne, même si nous n'en sommes pas toujours conscients.

### En quoi les glaciers sont-ils liés à notre quotidien?

Ce sont de grandes réserves d'eau naturelles qui fondent et sont disponibles lorsque nous en avons le plus besoin: quand il fait chaud. Grâce aux glaciers, nous disposons d'une quantité d'eau suffisante en été pour l'agriculture et les barrages qui nous permettent

de produire une grande partie de l'électricité du pays.

### Mais désormais, les glaciers alpins fondent.

Pas seulement dans les Alpes. Les glaciers disparaissent partout dans le monde, même dans l'Himalaya, dans les Andes ou aux pôles. Il s'agit moins de leur longueur que du volume de glace perdu.

### Parce que le climat devient plus doux dans les Alpes?

Le climat évolue de telle manière qu'aujourd'hui l'hydrologie ressemble davantage à celle du Jura, avec beaucoup d'eau dans les fleuves au printemps et en automne, et des étés secs. Les réserves d'eau des barrages pourraient donc diminuer à long terme. Nous devons déterminer dans quelle mesure nous

# Comment mesure-t-on le climat?



les utiliserons à l'avenir pour la population, l'agriculture ou la production d'électricité.

## Que se passe-t-il dans les Alpes lorsque la «neige éternelle» fond?

C'est une question centrale de la recherche glaciologique. Il est certain que les risques vont changer. Auparavant, l'un des risques en haute montagne était par exemple la vidange brutale des lacs glaciaires. Aujourd'hui, des flancs escarpés menacent de s'effondrer sans l'influence stabilisatrice de la glace. C'est ce que nous devons surveiller.

## Jusqu'à quand aurons-nous encore des glaciers en Suisse?

Un grand nombre des petits glaciers, comme le Glacier de la Plaine Morte dans le Valais, disparaîtront d'ici 30 à 50 ans. Les plus grands, comme le glacier d'Aletsch ou le glacier du

Rhône, diminueront mais ne disparaîtront pas complètement.

## Qu'est-ce qui vous impressionne le plus depuis toutes ces années où vous observez les mouvements des glaciers valaisans?

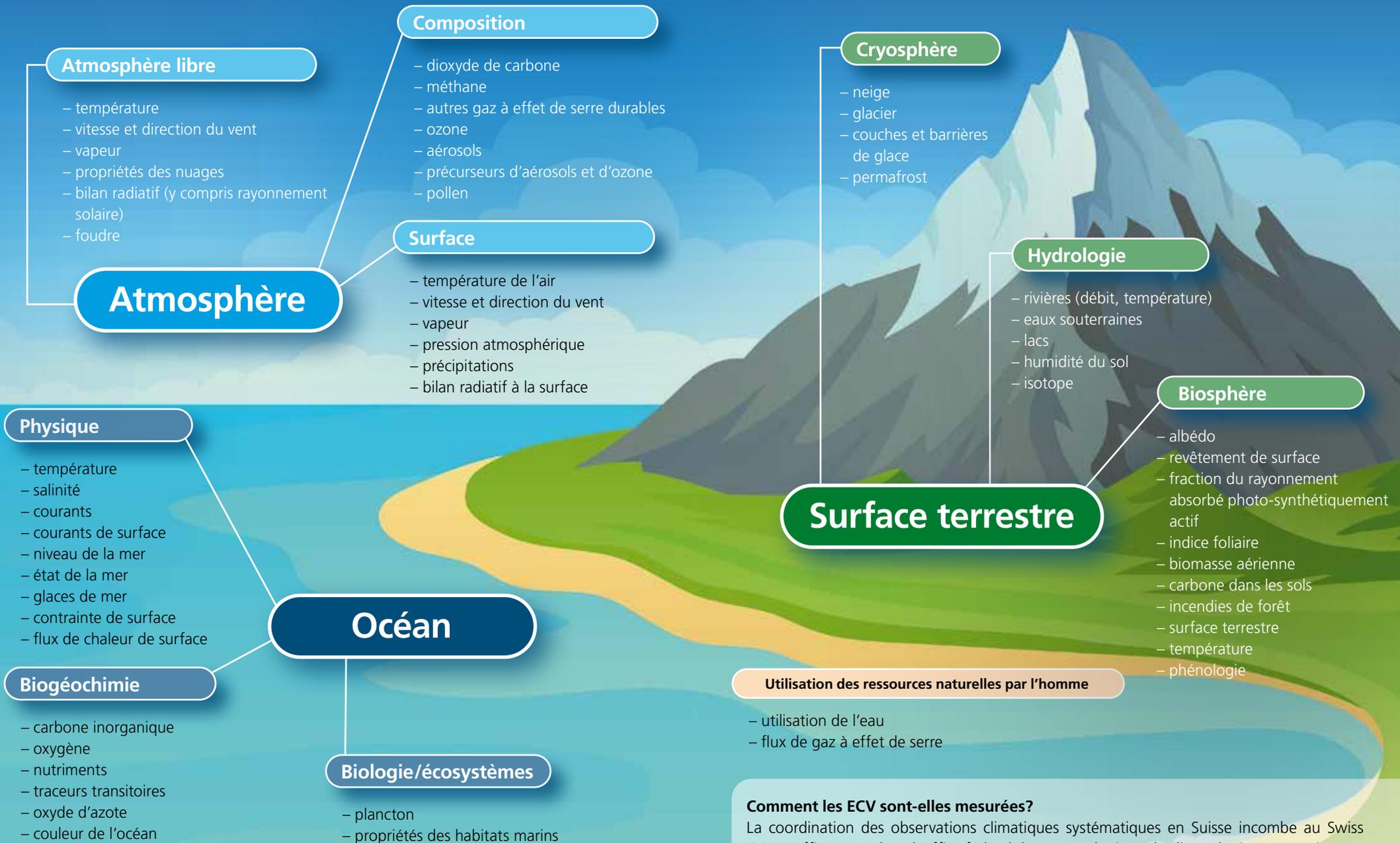
J'ai toujours le souffle coupé quand je me trouve au pied d'une moraine verticale, presque aussi haute que la Tour Eiffel, en sachant que la glace s'élevait à cette hauteur il y a 150 ans. Je réalise alors une chose que les chiffres d'un rapport ne pourront jamais exprimer: nous avons déjà perdu des masses de glaces colossales.

**Le changement climatique n'est pas un phénomène local. Il touche l'ensemble du globe terrestre. Reconstruire les conditions climatiques passées et évaluer les nouvelles conditions posent donc un défi tant sur le plan de la technique que de la coordination.**

En 1992, le système mondial d'observation du climat (GCOS) a été créé dans le but de coordonner les observations climatiques systématiques à l'échelle mondiale, comme requis par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (UNFCCC). Le GCOS veille à ce que les données mesurées et les observations effectuées, qui sont requises pour répondre

aux préoccupations d'ordre climatique, soient recueillies et fournies à tous les utilisateurs potentiels. Une tâche principale du GCOS consiste à définir une série de variables climatiques essentielles – atmosphériques, océaniques et terrestres (Essential Climate Variables, ECV) – qui contribuent de manière décisive à la caractérisation du climat planétaire.

## Le climat est mesuré à l'aide de 50 variables climatiques (Essential Climate Variables, ECV).



Le GCOS a défini plus de 50 VCE dont 33 sont mesurées en Suisse.

[bit.ly/obervationclima](https://bit.ly/obervationclima)

# Comment sauver le climat?

L'intervention sur le climat à l'aide de moyens techniques est appelée «génie climatique». Il existe principalement deux approches techniques visant à maîtriser le réchauffement climatique. La première a pour objectif de refroidir la planète en réduisant le rayonnement solaire. La seconde, appelée «Carbon Dioxide Removal (CDR)», vise à filtrer le dioxyde de carbone de l'air, puis à le stocker de manière permanente. Ces deux approches n'en sont toutefois qu'à leurs balbutiements.

Lorsque de sombres nuages d'orage se forment en été, il arrive quelques fois dans les zones rurales que des fusées anti-grêle remplies d'iodure d'argent soient envoyées dans le ciel. Les minuscules cristaux de sel peuvent absorber les gouttelettes d'eau

et provoquer ainsi la formation de petits grésils au lieu de gros grêlons, ce afin de ne pas endommager les champs ni les vergers. Ces fusées anti-grêle sont une tentative visant à manipuler la météo à l'aide de la technique. Leur avantage est toutefois discutable. Un peu moins nombreuses, d'autres approches ciblant le climat de la planète entière sont encore plus controversées.



## Idées du génie climatique

### Un voile pour refroidir

Sans soleil, la Terre serait un amas de glace où il n'y aurait pas de vie. Mais sur une Terre qui se réchauffe trop fortement, une quantité moindre de soleil serait suffisante. Le but du «Radiation Management» est de renvoyer une partie du rayonnement solaire dans l'espace, à l'instar des particules de soufre dans le nuage de poussières qui a voilé le ciel après l'éruption du volcan Pinatubo en 1991 et fait baisser la température moyenne mondiale de 0,5° Celsius. On pourrait parvenir au même résultat grâce à l'utilisation ciblée de particules métalliques réfléchissantes dans la stratosphère. Des nuages artificiels constitués de vapeur d'eau salée ou des voiles solaires réfléchissantes tendues dans l'espace pourraient aussi intercepter les rayons du soleil.

### Chasseurs de CO<sub>2</sub>

D'autres méthodes de génie climatique ciblent l'une des causes principales du changement climatique: la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Une approche vise à filtrer le CO<sub>2</sub> de l'air au moyen d'arbres artificiels, puis à le stocker de manière sûre sous terre ou dans les grandes profondeurs. Une autre vise à ensemercer les océans avec du fer afin de stimuler la croissance des algues qui peuvent absorber le dioxyde de carbone via la photosynthèse.

Les opposants se montrent critiques face à ces deux approches. Ils mettent en garde contre le fait d'intervenir dans un système aussi complexe que le climat dont on ignore encore beaucoup de choses. Cela pourrait avoir des conséquences totalement imprévues et perturber par exemple la répartition des précipitations ou le système mondial des vents, ce qui aurait des conséquences fatales. Les politiciens craignent que les États puissants modifient le climat à leur avantage et que les pays pauvres soient laissés pour compte. Les organisations de protection de la nature redoutent aussi que ces solutions techniques ne poussent les hommes à négliger la protection du climat. Selon les partisans de l'ingénierie climatique, il n'existe toutefois aucune alternative: actuellement, ils voient mal comment les objectifs climatiques pourraient être atteints sans l'aide de la technique.

