

**Zeitschrift:** Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique  
**Herausgeber:** Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique  
**Band:** 32 (2020)  
**Heft:** 125: L'esprit novateur au secours du climat  
  
**Rubrik:** Dossier : maîtriser le climat

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

La distanciation sociale ne saurait résoudre la crise du climat. Des porteurs d'espoir défient l'ambiance de fin du monde: les gaz à effet de serre doivent être réduits et l'humanité doit maîtriser les conséquences du réchauffement. Notre Dossier présente des solutions pragmatiques et d'autres encore, utopiques.

**Tenter d'éviter la catastrophe**  
Les possibilités de recours à l'inventivité humaine pour lutter contre le réchauffement climatique sont innombrables. Que ce soit par le stockage de dioxyde de carbone pour le ralentir ou par d'autres mesures pour mieux faire face à un monde plus chaud. Des photographes ont arpентé déserts, montagnes et usines pour documenter les projets les plus saisissants. Les uns témoignent d'audace, d'autres de désespoir.

Photo de droite: Une fois adultes, ces petits conifères devraient fixer beaucoup de carbone sous forme de bois et d'aiguilles, améliorant ainsi le bilan CO<sub>2</sub> de l'Islande. Ils serviront aussi à lutter contre l'érosion des sols. Comme la majorité des essences, originaires d'Alaska, sont interdites d'importation, elles sont cultivées sur l'île elle-même. Photo: Josh Haner



# Partons tous dans l'espace

Quitter la Terre et la préserver comme réserve naturelle, ou influencer le climat grâce aux nouvelles technologies? Ces deux grandes visions pour sauver l'humanité des conséquences du réchauffement planétaire soulèvent de nombreuses questions éthiques.

Texte Nicolas Gattlen

«Nous devons aller dans l'espace pour sauver la Terre», a déclaré le patron d'Amazon, Jeff Bezos, en mai 2019 à Washington lors de la présentation de son projet d'alunisseur. Propriétaire de la société spatiale Blue Origin, il a également déjà une idée précise de la manière d'y parvenir. Son entreprise doit aider la NASA à envoyer des astronautes sur la Lune avant la fin de cette décennie pour y construire une station-relais habitée permanente.

Le voyage doit ensuite se poursuivre vers la planète Mars. Selon Jeff Bezos, ces deux corps célestes disposent de ressources que nous devrions extraire et exploiter à grande échelle. Au final, l'industrie et la production d'énergie seraient entièrement transférées dans l'espace, alors que l'ensemble de l'humanité vivrait en apesanteur dans des colonies spatiales. C'est ainsi que la Terre pourrait être conservée comme habitat naturel, sous la forme d'une réserve naturelle que les humains pourraient visiter de temps à autre.

«Cette vision relève d'un fantasme de toute-puissance», constate Andreas Brenner, professeur de philosophie à l'Université de Bâle. «Elle repose en outre sur l'idée que nous pourrions vivre plutôt bien sans la Terre. Mais l'homme fait partie intégrante de la nature qu'il contribue à façonner et qui le soutient et le forme à son tour», dit le chercheur spécialiste en éthique de l'environnement. En isolation et coupé de la nature, l'homme déปรirait.

Ce qui irrite toutefois le plus Andreas Brenner est «l'arrogance monstrueuse» qui transparaît ici. «Voilà quelqu'un qui s'exprime au nom de l'humanité entière. Et de surcroît quelqu'un qui a contribué à un mode de vie qui a participé à la destruction de la planète, qui l'a fortement encouragé et en a tiré profit.» Toutefois, tout le monde ne participe pas au pillage de la Terre. «Un milliard de personnes vivent très différemment. Devraient-elles aussi quitter la Terre? Et qu'en est-il de nos descendants? Si nous émigrions dans l'espace, nous leur enlevons la liberté de décider eux-mêmes comment et où ils veulent vivre.»

Pour Andreas Brenner, l'homme n'est pas un élément fondamentalement nuisible qu'il faut écarter pour le bien de la nature. «Certes, une partie de l'humanité a provoqué de graves dommages au siècle dernier, dit-il. Mais nous pouvons résoudre ces problèmes en poursuivant des projets de vie qui ne nécessitent pas une utilisation destructrice des ressources.» Andreas Brenner y voit même une obligation morale qu'il déduit des principes de justice et de responsabilité. «Nous, les super-riches, nous accappons une telle part des ressources terrestres qu'il n'en reste

plus assez pour les autres. Et pour obtenir ces avantages, nous externalisons les dommages et les risques dans l'espace et dans le temps. C'est irresponsable.»

Anna Deplazes Zemp, éthicienne de l'environnement et directrice du projet de recherche «People's Place in Nature» à l'Université de Zurich, nous renvoie à nos responsabilités. Elle a de nombreux arguments pour cela. Nous avons besoin de la nature et devons donc la préserver pour nous-mêmes, pour les autres et pour les générations futures. Mais cette perspective ne serait pas suffisante à elle seule, car «il en découlerait qu'il n'y a pas de problème à détruire des écosystèmes qui ne semblent pas directement utiles à l'homme». Les êtres vivants, les écosystèmes ou encore la Terre ont aussi une valeur intrinsèque et sont dignes d'être protégés pour eux-mêmes. Cette conception serait basée «sur un principe métaphysique des valeurs», estime Anna Deplazes Zemp.

Cependant, pour la spécialiste, nous serions surtout responsables parce que l'homme fait lui-même partie de la nature et entretient avec elle des liens à bien des égards. «De ces relations particulières découlent des valeurs qui appellent à une gestion responsable de la nature.» Nous ne pouvons pas nous y soustraire, dit l'éthicienne de l'environnement, même en fuyant dans l'espace. Parce que nous devrions également en assumer la responsabilité sur un autre astre.

## Evacuation dans l'espace réservée aux nantis

Peut-être serons-nous tout de même obligés de fuir bientôt. «Nous déployer dans l'espace est la seule solution qui peut encore nous sauver», déclarait en mai 2017 l'astrophysicien Stephen Hawking lors d'une intervention à Trondheim, en Norvège – et il exhortait à faire vite: l'humanité doit être en mesure de coloniser une autre planète dans les cent prochaines années. Stephen Hawking, entre-temps décédé, se disait convaincu que nous pouvions réussir, estimant que nous disposions déjà quasiment des technologies nécessaires et affirmant que la colonisation de planètes lointaines «n'est plus de la science-fiction».

Ben Moore, professeur d'astrophysique à l'Université de Zurich, est sceptique. Il s'attend certes à ce qu'une base soit construite sur la Lune dans les dix prochaines années et que des hommes se posent sur Mars d'ici à cent ans. Mais la colonisation de l'espace par des millions ou des milliards de personnes lui semble irréaliste. Les conditions de vie sur Mars étant extrêmement hostiles, il faudrait d'abord la transformer en un habitat semblable à la Terre. Ce proces-

sus est appelé «terraformation». «Cela peut sembler génial, dit Ben Moore, mais relève encore totalement de la science-fiction.» Il est également quasi inconcevable d'arriver à amener 7,5 milliards de personnes dans l'espace. Pour coloniser Mars, Elon Musk – fondateur de Tesla et entrepreneur spatial privé comme Jeff Bezos – veut construire des fusées réutilisables, capables de transporter 100 passagers. Dans le meilleur des cas, le prix du voyage s'élèverait à 140 000 dollars par personne. La fuite sur Mars dans un futur proche ne pourrait donc être envisagée que par un nombre très restreint de personnes.

Une évacuation ne s'avérera même pas nécessaire, croient pour leur part certains partisans de la géo-ingénierie. Pour éviter la catastrophe, ils veulent intervenir dans le système climatique comme des ingénieurs du monde. Mais sommes-nous en droit de prendre le rôle de constructeurs du monde et de manipuler délibérément le système climatique? «Il le faut, même», affirme Ivo Wallimann-Helmer, éthicien de l'environnement à l'Université de Fribourg et coauteur d'un livre blanc sur les chances et les risques de la géo-ingénierie. Lors de la Conférence sur le climat à Paris, en 2015, les gouvernements s'étaient fixé pour objectif de réduire le réchauffement climatique à bien moins de 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle afin d'éviter un changement climatique dangereux. Cet objectif ne pourrait très probablement être atteint qu'en recourant à la géo-ingénierie. «Les deux tiers de toutes les analyses scientifiques qui considèrent que le respect de la limite des 2 °C est possible reposent sur cette hypothèse. Il est donc logique de réfléchir dès maintenant à la gouvernance équitable de ces technologies», estime Ivo Wallimann-Helmer.

La recherche examine deux approches différentes. La première a pour objectif de prélever le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère en l'y pompant, comme veut le faire l'entreprise zurichoise Climeworks (voir p. 21). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime que les projets permettant l'élimination durable de CO<sub>2</sub> sont indispensables pour respecter la barre des 2 °C. Cette technique n'en est encore cependant qu'au stade expérimental et ne garantit pas que l'on pourra développer à temps des capacités suffisantes pour obtenir des résultats substantiels. C'est pourquoi le GIEC table en priorité sur la culture de plantes à croissance rapide, telles que le maïs, que l'on peut brûler pour produire de l'énergie. Le CO<sub>2</sub> émis dans ce cadre doit être capté et stocké. Les technologies nécessaires sont au point et plusieurs installations commerciales sont déjà en service. Selon les scénarios et les calculs du GIEC, les besoins en émissions négatives se situeront entre 12 et 16 milliards de tonnes par an (à partir de 2050) et pour les couvrir, il faudra réserver 300 à 800 millions d'hectares

de terres aux plantes énergétiques. Cela équivaut à 1 ou 2 fois la superficie de l'Inde ou – selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) – entre un cinquième à plus de la moitié de toutes les surfaces actuellement cultivées au niveau mondial.

### **Lutte éternelle contre les symptômes**

La deuxième approche envisagée par le GIEC vise à influencer le rayonnement solaire dans le but de réduire le réchauffement climatique. Un effet de refroidissement pourrait par exemple être obtenu en dispersant des particules réfléchissantes de soufre dans la stratosphère. L'effet serait analogue à celui d'une grande éruption volcanique. Des nuages artificiels au-dessus des mers entraîneraient également un refroidissement. Toutefois, les manipulations de ce type pourraient modifier le régime des précipitations et engendrer des sécheresses et des intempéries. «Elles n'ont encore jamais été testées à grande échelle et représentent actuellement des risques pratiquement impossibles à évaluer. Conformément au principe de précaution, il faut donc faire preuve de la plus grande retenue», explique Ivo Wallimann-Helmer.

La géo-ingénierie suscite en outre divers conflits éthiques et pose des questions d'équité, selon le spécialiste, par exemple concernant l'utilisation du sol et de l'eau ou la répartition des risques et des

effets secondaires. «Une diminution du rayonnement solaire n'a pas les mêmes effets partout sur la Terre. A qui reviendrait donc la décision? Et comment pourrait-on dédommager les personnes lésées? Les questions d'équité mondiale et régionale devraient également être clarifiées et le cas échéant faire l'objet d'une réglementation internationale.» Et d'ajouter qu'il faut également prendre en compte les générations futures: «Si nous diffusons par exemple des aérosols dans l'atmosphère, nous contraignons nos descendants à poursuivre cette lutte contre les symptômes, faute de quoi ils risquent d'être confrontés à une forte hausse des températures et à des problèmes considérables pour la société et les écosystèmes.»

La charge sera plus lourde encore si nous misons exclusivement sur la géo-ingénierie et que le développement de ces techniques ne progresse pas assez vite. «La géo-ingénierie incite à renoncer aux efforts pour réduire les émissions», explique l'éthicien de l'environnement. «Ne rien faire contre le changement climatique et placer ses espoirs dans des solutions techniques est aussi une décision éthique, cependant très dangereuse.»

Nicolas Gattlen est journaliste indépendant à Kaisten (AG).

## **«Les multiples relations entre l'homme et la nature engendrent des valeurs qui exigent une gestion responsable de la nature.»**

Anna Deplazes Zemp,  
Ethicienne de l'environnement

En haut: La grotte de glace est sculptée dans le glacier du Rhône depuis 150 ans. A l'aide de bâches en polyester, on veut réflechir les rayons du soleil afin de ralentir la fonte de l'attraction touristique.

Photo: Ørjan F. Ellingsvåg

En bas: Dans la vallée de la Mort (Nevada), des miroirs capturent la lumière du soleil et la dirigent vers la tour centrale pour y chauffer du sel fondu. Stocké sous terre, il sert à produire de l'électricité 24 heures sur 24 grâce à une turbine à vapeur. Le Crescent Dunes Project a manqué son objectif de 110 MW de puissance. L'usine a été arrêtée en 2019, après un peu plus de trois ans d'exploitation.

Photo: James Stilling

A droite: Des nuages de foehn au-dessus d'Ormont-Dessous (VD) semblent avoir été créés par l'homme, mais sont bien naturels. Or, divers projets, très controversés, visent à produire des nuages artificiels au-dessus de la mer pour refroidir le climat.

Photo: Pierre-Yves Massot



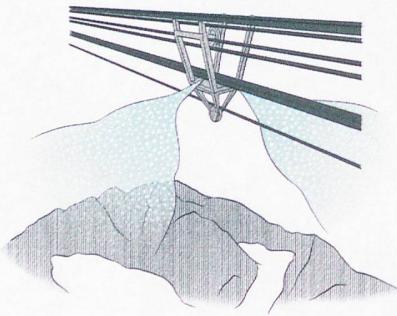
# Projets pour un climat agréable

Freiner le réchauffement ou s'y adapter? Les deux nécessitent notamment des innovations techniques. Un journaliste spécialiste du domaine dresse le portrait de dix start-up et projets qui tentent quelque chose de nouveau pour le climat.

Texte Sven Titz Illustrations Lui Chi Wong

## Glaciers armés pour l'été

Projet: Mortalive  
Objectif: empêcher la fonte des glaciers  
Lieu: Samedan (GR)  
Etat des travaux: essai pratique à l'été 2020 ou 2021



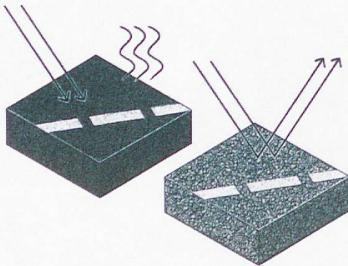
Les glaciers suisses fondent très vite. Est-ce inéluctable? Felix Keller pense que leur recul pourrait éventuellement être freiné en les enneigeant.

Le scientifique de l'Academia Engiadina y a pensé en pêchant. «L'idée est simple: garder l'eau de fonte au sommet pour produire en hiver, sans électricité, de la neige qui protégera la glace en été.» Lors de températures négatives, des conduites d'eau suspendues saupoudreraient le glacier de neige. L'été, elle refléterait dès lors intensément la lumière du soleil et le glacier fondrait moins. Si l'eau était captée dans un lac de fonte situé plus haut, une pompe ne serait même pas nécessaire.

Le projet «Mortalive» vise ainsi à sauver le glacier Morteratsch. L'idée est folle, mais Felix Keller a tout de même su convaincre d'autres chercheurs et deux partenaires industriels de réaliser un essai pratique au Piz Corvatsch.

## Revêtements routiers frais pour jours de canicule

Entreprise: Grolimund & Partner  
Objectif: meilleur climat l'été dans les villes  
Lieu: Berne  
Etat des travaux: phase de tests durant l'été 2020



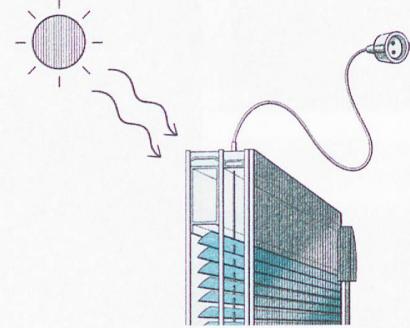
En été, les villes se réchauffent plus que leurs environs. Ce phénomène peut atteindre plusieurs degrés la nuit. Il augmente le risque de franchir des seuils critiques pour la santé en période de canicule. Une des causes importantes: les revêtements routiers foncés qui absorbent beaucoup de lumière du soleil.

C'est pourquoi, cet été, à Berne on veut tester des revêtements qui s'échauffent moins. «Nous essayons des adjonctions de roches claires et la coloration des revêtements», explique Vincent Roth de Grolimund & Partner. Des sondes de température dans l'apprêt et des enregistrements par caméras infrarouges mesureront à quel point on peut réduire l'échauffement. Le bureau d'ingénieurs collabore avec l'entreprise Hans Weibel SA et l'Office des ponts et chaussées de Berne. L'ETH Zurich fournit des modèles de calcul.

Il ne faut pas attendre de miracle du projet. Des revêtements plus respectueux du climat pourraient toutefois atténuer un peu le réchauffement des villes.

## Fenêtres et façades flexibles

Entreprise: Innovative Windows  
Objectif: améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments  
Lieu: Manno (TI)  
Etat des travaux: spin-off de la Haute école spécialisée de la Suisse italienne (SUPSI) en 2019



A l'ère du changement climatique induit par les humains, toits et façades sont des éléments de construction essentiels pour protéger les bâtiments de l'échauffement. La encore jeune spin-off Innovative Windows développe des fenêtres qui protègent de la lumière du soleil, tout en produisant de l'électricité.

Le concept: placer un store vénitien équipé de cellules solaires entre deux vitres, qui le protègent ainsi des deux côtés contre les influences de l'environnement.

Reste à savoir si ces stores solaires ont une chance sur le marché, car de nombreuses approches similaires existent déjà: un groupe de l'ETH Zurich a développé des panneaux solaires pour les façades qui s'orientent automatiquement en fonction du soleil. Ou, moins high-tech: des toits végétalisés empêchant l'échauffement, récoltant l'eau de pluie et augmentant l'humidité de l'air.

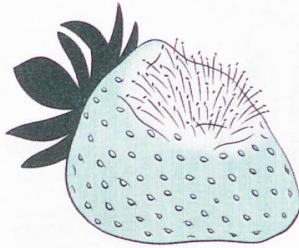
## Moins de moisissures, moins de gaspillage alimentaire

Entreprise: Agrosustain

Objectif: protéger fruits et légumes contre les moisissures

Lieu: Nyon (VD)

Etat des travaux: spin-off de l'Université de Lausanne en 2018, coopérations et investisseurs trouvés



La production d'aliments dégage des gaz à effet de serre. Lorsqu'il faut jeter des fruits et des légumes moisis, ces émissions sont aussi gaspillées. L'emploi de fongicides contre les moisissures préserve donc le climat.

Mais de nombreux antifongiques chimiques posent problème: «Selon leur concentration, ils peuvent nuire à la biodiversité et à la santé», dit Olga Dubey, qui a fondé la start-up Agrosustain pour trouver des fongicides de remplacement naturels.

Agrosustain a tiré une première substance de l'arabette des dames, une mauvaise herbe commune. Au total, cinq fongicides biologiques sont en préparation. Ils ne laissent pas de résidus en se décomposant, selon Olga Dubey. Des collaborations avec l'institut de recherche Agroscope et le détaillant Migros doivent permettre de développer des produits commercialisables. Les investisseurs sont déjà trouvés.

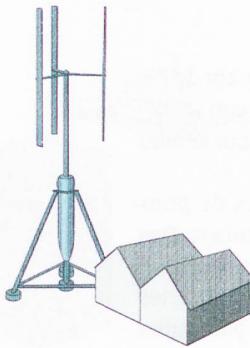
## L'axe vertical pour réduire le bruit

Entreprise: Agile Wind Power

Objectif: permettre la production d'électricité locale

Lieu: Dübendorf (ZH)

Etat des travaux: installation pilote à Düsseldorf depuis 2019



Au lieu de l'axe horizontal usuel, Agile Wind Power développe des éoliennes avec un rotor à axe vertical. Selon l'entreprise, elles auraient l'avantage d'être nettement moins bruyantes et d'épargner oiseaux et chauves-souris. Ainsi, ces éoliennes verticales pourraient être un produit de niche de production décentralisée d'électricité, par exemple à proximité de zones d'habitation.

La construction d'une installation pilote a débuté en 2019 près de Düsseldorf. Les pales du modèle «Vertical Sky A32», haut de 105 mètres, sont régulées en continu pour maintenir une faible charge mécanique et un rendement élevé. D'une puissance de 750 kW, les éoliennes sont déjà prêtes pour la production en série: à l'avenir, elles seront fabriquées près de Brême.

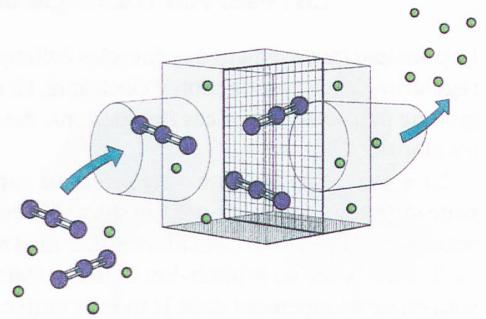
## Dans la serre à partir de l'air

Entreprise: Climeworks

Objectif: réduire la concentration de CO<sub>2</sub>

Lieu: Hinwil (ZH)

Etat des travaux: spin-off de l'ETH Zurich en 2009, 14 installations en service



Start-up suisse exemplaire dans la protection du climat, Climeworks a fait les gros titres avec ses filtres à CO<sub>2</sub>. Quatorze installations sont déjà en service – la plus grande à Hinwil (ZH).

Au cœur de la technologie: un filtre à granulés contenant des amines courantes dans l'industrie. Celles-ci lient le CO<sub>2</sub> à l'humidité de l'air. Chauffé à 100 degrés Celsius, le filtre relâche le gaz.

Ce CO<sub>2</sub> hautement concentré est vendu aux exploitants de serres ou aux fabricants de boissons gazeuses, entre autres. Une installation pilote d'Islande stocke, elle, le gaz dans le sous-sol pour obtenir des émissions négatives. Climeworks a aussi conclu, en 2019, des collaborations avec Svante (Canada) et Antecy (Pays-Bas), entreprises qui suivent des méthodes alternatives pour capter le CO<sub>2</sub> dans l'air. En avance sur son temps, Climeworks semble sur la bonne voie pour jouer un rôle central sur ce marché.

# Ce qu'il faut continuer à explorer d'urgence

Des questions importantes restent ouvertes dans la recherche pour résoudre le réchauffement climatique.

## Le réservoir d'énergie du futur

Le principal inconvénient des énergies éolienne et solaire vient de l'irrégularité de leur production d'électricité. Là où aucun réseau intelligent ne peut compenser ces fluctuations, des réservoirs sont censés les amortir.

La Suisse dispose d'une gigantesque capacité en lacs de pompage-turbinage, mais elle ne peut guère la développer davantage. Des batteries géantes sont considérées comme l'alternative de choix. Actuellement, celle au lithium-ion domine. Mais de nouvelles batteries sont en développement dans le monde entier. Le Japon en particulier mise également très fortement sur l'hydrogène pour stocker l'énergie.

D'autres concepts visent à convertir le courant en combustible, air pressurisé ou chaleur. On envisage même des réservoirs mécaniques: des tours de béton auto-assemblées dont les blocs redescendent quand c'est nécessaire. Reste à voir si cette technique est suffisamment armée contre les pannes. La diversité des approches montre toutefois que le réservoir de l'avenir n'est pas encore trouvé.

## La quantité de précipitations à venir

Les chercheurs parviennent aujourd'hui déjà à évaluer plutôt bien à quel point les températures vont augmenter. Mais c'est plus difficile pour les précipitations. Et cela vaut également pour la Suisse.

En 2018, un groupe de recherche dirigé par le National Centre for Climate Services a élaboré des scénarios détaillés pour la Suisse. L'ampleur des changements des précipitations dépendra fortement des futures émissions de gaz à effet de serre. Elles sont incertaines, mais on perçoit certaines tendances. Les hivers seront probablement plus humides dans le nord de l'Europe et plus secs dans le sud.

La Suisse est entre deux, mais il devrait aussi y pleuvoir davantage, même si les étés y seront plus secs. A l'avenir, il y aura vraisemblablement plus de précipitations extrêmes en été et également en hiver. En été, les extrêmes tendraient à devenir plus fortes en cas d'averses et d'orages.

Ces incertitudes au sujet de la pluie compliquent l'adaptation, par exemple dans l'agriculture et la sylviculture.

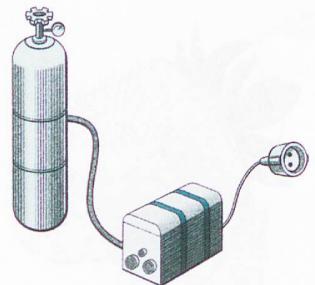
## Piles efficientes pour trafic respectueux du climat

Entreprise: EH Group Engineering

Objectif: augmenter l'autonomie dans l'électromobilité

Lieu: Renens (VD)

Etat des travaux: start-up créée en 2017, augmentation de la production



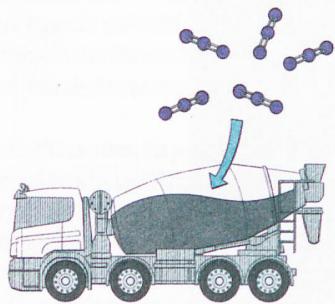
Les piles à combustible produisent de l'électricité par réaction électrochimique entre le combustible et un oxydant. Près de Lausanne, la start-up EH Group Engineering développe des piles particulièrement compactes pour l'utilisation d'hydrogène. Lorsque celui-ci est produit avec du courant issu d'énergies renouvelables, l'emploi de ce type de piles est très respectueux du climat.

Les piles d'EH Group sont empilées de façon plus compacte que les autres, tout en restant très légères et efficientes. Selon l'un des collaborateurs, Christopher Brandon, elles sont particulièrement adaptées au secteur de la mobilité – voitures, bus ou bateaux.

Au cours des douze prochains mois, la production devrait atteindre le niveau requis, selon la start-up.

## Du béton avec moins de ciment

Entreprises: Neustark et Oxara  
Objectif: vers des constructions durables  
Lieux: Berne et Zurich  
Etat des travaux: spin-off de l'ETH Zurich en 2019; installation pilote en construction

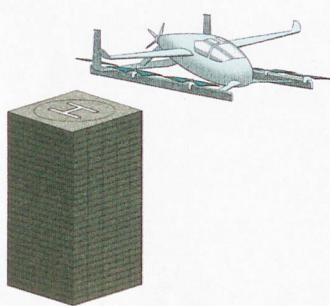


Construction et protection du climat sont peu compatibles: la production de ciment dégage beaucoup de CO<sub>2</sub>. Mais des solutions existent: la spin-off Neustark améliore le recyclage du béton. Normalement, les gravats sont simplement intégrés à un nouveau mélange. Neustark choisit d'injecter d'abord du CO<sub>2</sub> dans les débris. Se forme alors du calcaire qui ferme les pores, rendant le matériau plus adapté pour du nouveau béton et réduisant la consommation de ciment. Si le CO<sub>2</sub> nécessaire provient de la biomasse, le gaz peut même être extrait de l'air. Une installation pilote commerciale est actuellement créée près de Berne.

La spin-off Oxara transforme pour sa part le matériau d'excavation non pollué en béton sans ciment: des additifs minéraux le rendent plus malléable et accélèrent son durcissement. Le produit convient pour les éléments de construction non porteurs. Le développement de la technique pour le marché est encore en cours.

## Dans les airs avec les taxis électriques

Entreprise: Aurora Swiss Aerospace  
Objectif: permettre des vols courts émettant peu de CO<sub>2</sub>  
Lieu: Lucerne  
Etat des travaux: premier vol en janvier 2019



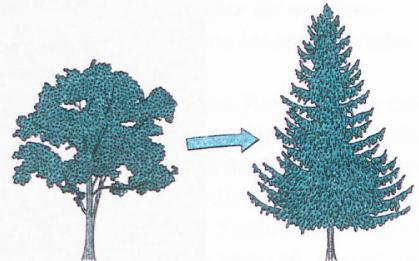
Aujourd'hui déjà, des drones bourdonnent partout. Verra-t-on bientôt aussi des taxis électriques volants? La filiale de Boeing Aurora Swiss Aerospace participe au développement d'un tel engin. Ces taxis peuvent contribuer à protéger le climat si l'énergie pour leur construction et l'électricité pour le vol sont issues de sources pauvres en CO<sub>2</sub>.

Huit hélices font décoller et atterrir le Passenger Air Vehicle à la verticale. Le premier vol a réussi en janvier 2019. Pour le vol horizontal, l'engin a des ailes et une autre hélice de propulsion. Mais la transition du décollage au vol stationnaire reste encore un casse-tête pour les développeurs.

Le taxi volant devrait transporter deux à quatre passagers sur une distance de 80 kilomètres au plus. Reste encore des questions de sécurité et de bruit à résoudre. Il faudra probablement encore des années jusqu'à ce que cet appareil soit opérationnel.

## Arbres étrangers mieux adaptés localement

Projet: Forêts protectrices adaptées au climat  
Objectif: préparer les forêts protectrices à des étés plus chauds  
Lieu: rampe sud du tunnel du Lötschberg  
Etat des travaux: projet de recherche de 2019 à 2021



La rampe sud d'accès au tunnel de faîte du Lötschberg sillonne entre Brigue et Hohtenn en Valais, protégée par une forêt de chênes, d'érables, de bouleaux et de robiniers partiellement irriguée. «Les arbres protègent la ligne ferroviaire des avalanches, des chutes de pierres et de l'érosion», note la géologue Nicole Viguier de la compagnie ferroviaire du BLS. Or, ces arbres risquent de pâtir des températures élevées dues au changement climatique.

Pour que la forêt protectrice le reste, le BLS, l'Office fédéral de l'environnement, l'institut de recherche WSL et le canton cherchent des espèces adaptées. Les experts se demandent par exemple s'il faut miser sur des essences exotiques telles que le douglas, tolérant à la chaleur.

Après une étude de la littérature, une carte des peuplements est en cours d'élaboration. Sera établi ensuite un concept pour des surfaces d'échantillonnage et d'observation. Puis les études sur le terrain montreront quels arbres sont les mieux adaptés.

Sven Titz est journaliste scientifique indépendant à Berlin.

# «Le cas de Greta Thunberg soulève la question de la légitimation démocratique»

Dans les discussions sur la crise climatique, on entend souvent des doutes sur la capacité des démocraties à disposer des instruments nécessaires à une action efficace. Karin Ingold, politologue, prend position.

Interview Samuel Schlaefli Photo Ruben Hollinger



## Experte du climat

**Karin Ingold** est professeure à l'Institut de sciences politiques de l'Université de Berne et au Centre Oeschger pour la recherche sur le climat (OCCR), ainsi qu'au Département des sciences sociales de l'environnement de l'Eawag.

**Karin Ingold, le biophysicien James Lovelock a dit un jour que l'humanité ne pourrait surmonter le changement climatique qu'en l'abordant comme une guerre. La démocratie devrait alors être suspendue.**

Dans les démocraties de négociation, dont la Suisse est un exemple type idéal, la prise de décision est parfois incroyablement longue. Et de telles démocraties ne produisent généralement que des politiques dites douces, car les compromis rassemblent toujours l'avis de nombreux individus. De tels processus mènent rarement à des solutions novatrices et spectaculaires. En parallèle, il est évident que les démocraties sont particulièrement aptes à apporter la paix. Les politiques légitimées et à large assise ne provoquent peut-être pas de profonds bouleversements à court terme, mais garantissent le soutien populaire à long terme, ce qui est au moins aussi important.

**Néanmoins, vous aussi écrivez que le développement durable et la démocratie ne sont pas toujours compatibles.**

Oui, car nos décideurs ont en général un mandat de quatre ans. Après deux ans au plus tard, ils s'occupent plus de leur réélection que des contenus politiques. Dès lors, encourager des changements comportementaux tels que la réduction de ses déplacements en avion et en voiture ne sert pas cet objectif. Les mandats pourraient être prolongés, mais cette mesure limiterait la liberté des citoyens à ne pas réélire les députés qui ont fait de fausses promesses.

**Depuis deux ans, la jeunesse est un nouvel acteur dans la politique climatique, qui estime que la politique classique des partis ne défend pas ses intérêts et elle manifeste. Qu'en est-il des possibilités de participation dans le système démocratique?**

De nombreuses scènes peuvent être occupées hors des affaires politiques normales. Le mouvement des «Fridays for future» de Greta Thunberg pose, lui, la question de la légitimation démocratique. Personne ne l'a élue pour participer à l'élaboration de la politique. Pourquoi est-elle autorisée à s'exprimer devant les Nations unies et pas quelqu'un d'autre? Les citoyennes et citoyens n'ont pas pu l'élire et ne pourront pas mettre fin à son mandat. Il est difficile de comprendre selon quels critères elle a été choisie pour participer aux processus de décisions politiques.

**Que penser de la création de comités parlementaires où les exigences des jeunes et des générations futures seraient représentées? Le philosophe Bernward Gesang propose des «conseils du futur» en guise de troisième chambre.**

Cela soulève immédiatement une série de questions: qui sont ces représentants de la génération future? Sont-ils élus démocratiquement? Sont-ils censés être des «Nostradamis» capables de prédire l'avenir? Les ressources dont les générations futures auront besoin pour vivre peuvent encore être calculées. Mais qu'en est-il des besoins? Qui sait aujourd'hui ce que seront leurs besoins à l'avenir? Il est plus important de nous assurer aujourd'hui que nos descendants bénéficient des mêmes principes démocratiques que les nôtres.

**Les scientifiques sont-ils sous-représentés dans le système politique actuel?**

Si vous pensez à des sièges réservés aux scientifiques au parlement – je ne cautionnerai jamais cela, car cela restreindrait la démocratie. La

mission du Parlement est de représenter les valeurs d'une société. En tant que citoyenne, je ne veux pas de voix non légitimées démocratiquement au Parlement, mais pouvoir l'élire et le révoquer selon mes propres conceptions. Je mets en garde contre la politisation de la science. Il existe d'autres moyens, plus efficaces, pour renforcer l'évidence en politique: augmenter les ressources des comités extraparlementaires où siègent des scientifiques qui conseillent le gouvernement et le Parlement, par exemple. Ou investir davantage dans la formation politique et la communication scientifique.

**Dans les négociations internationales sur le climat, la Suisse est souvent perçue comme pionnière. Pourquoi dans le pays lui-même, les projets sur ce sujet n'avancent-ils que lentement?**

Il s'agit de deux chantiers complètement différents. Les délégations climatiques sont assez petites et hétérogènes, les ONG et les scientifiques y ont un certain poids. Mais quand la discussion porte sur une taxe sur le CO<sub>2</sub> à l'échelle nationale, une association pétrolière, le TCS ou une association de propriétaires fonciers, une organisation de défense des consommateurs vont également y participer. Le niveau d'implication est déterminant.

**Le Conseil fédéral ne devrait-il pas travailler de manière plus énergique pour ancrer les dispositions internationales sur le plan national?**

Cela ne fonctionne pas ainsi. J'en veux pour preuve ce bel exemple: après la conférence sur le climat de Rio en 1992, le ministre de l'Environnement de l'époque et ancien conseiller fédéral Flavio Cotti est rentré en Suisse avec l'idée d'introduire une taxe sur le CO<sub>2</sub> sur le plan national. Le monde économique suisse et certains partis politiques s'en sont tellement offusqués que le gouvernement n'a même pas tenté l'amorce de l'élaboration d'un projet de loi. C'est ainsi: en Suisse, les grandes idées révolutionnaires ont du mal à s'imposer.

**La crise du coronavirus a pourtant montré que le Conseil fédéral pouvait prendre des mesures sévères pour protéger la population. Ne devrait-il pas avoir des prérogatives similaires en matière de crise climatique?**

Ces deux crises se distinguent par deux caractéristiques essentielles: la nature de l'impact et l'horizon temporel. Les mesures ordonnées par le Conseil fédéral n'ont pas seulement pu être mises en œuvre parce que la population croit aux ordres venus d'en haut, mais aussi parce qu'elle s'est effectivement sentie personnellement concernée. Le fait d'être touché directement aide à la réussite d'une politique. Dans le cas du climat, ce sentiment n'est pas encore assez fort. Cela vaut aussi pour l'horizon temporel: la crise climatique s'inscrit sur le long terme, ses effets réellement graves se produiront dans quelques années ou décennies. De nombreux décideurs ont plus de 60 ou 70 ans et ne sont de toute manière plus concernés. Alors qu'avec le Covid-19, la crise est immédiate et aiguë.

Samuel Schlaefli est journaliste indépendant à Bâle.

# Les idéologies anéantissent les faits

Lorsque quelqu'un se situe politiquement à droite ou à gauche, il est possible d'en déduire si cette personne souhaite lutter contre le changement climatique ou non. Pourtant, on pourrait parfaitement miser sur des valeurs identiques.

Texte Samuel Schlaefli

Aux Etats-Unis, l'affiliation à un parti permet presque à coup sûr de savoir si une personne est convaincue ou non que la crise climatique est provoquée par l'activité humaine. Selon un sondage Gallup réalisé en 2016, 75% des démocrates pensaient que les effets du réchauffement global étaient déjà visibles, contre seulement 41% chez les républicains. Et ce, bien que 97% des experts scientifiques reconnus soient convaincus que la crise climatique est le fait de l'activité humaine et de ses effets catastrophiques pour l'humanité. Ulf Hahnel, psychologue de l'environnement à l'Université de Genève, s'est penché sur la manière dont le scepticisme climatique se transmet des élites des partis aux électeurs et sur les mécanismes psychologiques à l'œuvre. Avec une équipe de chercheurs, il a donc analysé un échantillon de 176 électeurs démocrates et 157 républicains ayant participé à un sondage un mois avant les élections américaines du 8 novembre 2016 et deux semaines après le scrutin.

L'évaluation montre qu'après l'élection du républicain Donald Trump, les sondés des deux bords ont eu des sentiments plus positifs pour le parti du nouveau président. L'acceptation des faits relatifs au changement climatique avait par ailleurs diminué. Il est apparu que ce revirement d'attitude était porté par les émotions suscitées par le parti.

«Nos résultats confirment des études antérieures selon lesquelles l'affiliation et l'identité politiques en termes d'attitude vis-à-vis du changement climatique sont plus importantes que la formation, le revenu, le sexe ou l'âge», résume Ulf Hahnel. Aux Etats-Unis, au Brésil et au Canada, cet effet est particulièrement marqué. Néanmoins, il se manifeste aussi en Suisse. Lors de la votation sur la nouvelle loi sur l'énergie de 2017, Ulf Hahnel a démontré que la position face à la sortie du nucléaire et à la promotion des énergies renouvelables dépendait en premier lieu de l'idéologie politique des votants.



**«Nous vivons dans un souci constant de réduction de la complexité. C'est pourquoi on s'approprie volontiers les points de vue de son groupe de référence. Cela nous décharge.»**

Ulf Hahnel

Ulf Hahnel explique aussi pourquoi l'idéologie politique est tentante pour la formation de l'opinion: «Nous vivons dans un souci constant de réduction de la complexité. C'est pourquoi on s'approprie volontiers les points de vue de son groupe de référence – dont les partis politiques. Cela nous décharge.»

Cela vaudrait particulièrement pour des thèmes complexes tels que le changement climatique, qui ne sont pas encore assez importants dans le quotidien de nombreuses personnes pour les motiver à s'intéresser sérieusement aux faits. «Des études montrent également que le discrédit ciblé de scientifiques s'est avéré très efficace en ce qui concerne les attitudes à l'égard du changement climatique.» Nous sommes en effet tous soumis à un biais dit de confirmation, signifiant que nous confirmons volontiers nos propres points de vue par des informations et opinions identiques. Les doutes semés par les modèles politiques semblent donc avoir plus de poids que les faits eux-mêmes.»

Ulf Hahnel voit cependant des possibilités de contrecarrer la polarisation croissante et de s'adresser de façon plus efficace à l'ensemble des différents camps politiques.

La communication sur le changement climatique se concentre en général davantage sur le système de valeurs des citoyens libéraux et moins sur celui des conservateurs. «Une communication plus équilibrée, intégrant des valeurs conservatrices telles que l'autorité, la loyauté et la préservation de la pureté de la nature pourrait motiver les deux groupes politiques à agir contre le changement climatique.» De plus, l'auteur de tels messages joue un rôle important: les émetteurs neutres, comme les scientifiques, sont mieux acceptés des deux côtés, explique le chercheur. «C'est ce que montre notamment le débat public sur la crise du coronavirus, dans lequel les chercheurs sont écoutés par les deux camps.»

En haut: Les microalgues (*Chlorella vulgaris*) dans ce bassin près de Poitiers, en France, savent presque tout faire. Nourries de déchets ménagers, elles produisent du méthane, brûlé ensuite pour obtenir de l'électricité. Le CO<sub>2</sub> alors dégagé est pompé dans le bassin (processus visible sur la photo), pour stimuler à son tour la croissance des algues. Celles-ci sont ensuite récoltées et transformées en biocarburant.

Photo: Pascal Goetgheluck

En bas: Beaucoup de gens pensent que les éoliennes qui envahissent le paysage, comme ici dans le parc de Randowhöhe, en Allemagne (Brandebourg) sont inesthétiques. Selon l'Office fédéral de l'énergie allemand, la force éolienne est néanmoins indispensable pour produire de l'énergie renouvelable en hiver. Sa part dans la production d'électricité doit passer de 0,2 à 7% d'ici à 2050. Au Danemark, elle a déjà atteint 50%.

Photo: Janis Chavakis

