

# E&

ÉNERGIE & CHANGEMENT  
UNE PUBLICATION DES PROGRAMMES NATIONAUX DE RECHERCHE 70 ET 71

20

FAÇONNER LE CHANGEMENT  
TROUVER  
L'ÉQUILIBRE PAR  
ESSAIS-  
ERREURS



6

INTERVIEW  
« LE JEU  
AVEC LES  
FORCES  
ME FASCINE »

10

POURQUOI CHANGER  
QUELQUE CHOSE ?  
« CELUI QUI  
POSSÈDE UN  
POURQUOI PEUT  
SUPPORTER  
PRESQUE TOUS  
LES COMMENT »

16

POURQUOI PAS ?  
DE LA VOLONTÉ  
À L'ACTION

# CHÈRE LECTRICE, CHER LECTEUR,

Les motivations à l'origine des changements vont de l'urgence de la survie quotidienne au « luxe » de la curiosité la plus pure. Deux forces contradictoires sont alors à l'œuvre : la volonté de tout changer ou presque et l'ambition de conserver au maximum les acquis en les préservant du changement. Évidemment, elles sont aussi unilatérales et vaines l'une que l'autre.

Depuis que l'homme sait façonner son environnement et simplifier son existence grâce à des outils, il s'efforce de se reposer un maximum sur la technique et de changer sa façon d'être aussi peu que possible.

Pourquoi est-il si difficile de changer notre comportement ? Et, qu'est-ce qui nous y incite malgré tout ? De nouvelles technologies ? D'autres lois et règlements ? Plus de raison et de discernement ? De bons modèles ? L'argent ?

Mais avant et surtout, il faut un but ! Référons-nous ici à une citation que l'on prête au philologue et philosophe Friedrich Nietzsche : « Celui qui possède un pourquoi qui le fait vivre peut supporter tous les comment. »

Si, compte tenu de la densité du tissu social et des multiples interdépendances, le changement en soi ne peut constituer un but, la Stratégie énergétique 2050, en revanche, en fixe un. Elle accompagne la Suisse dans l'inexorable transformation de son système énergétique vers la mondialisation et la décentralisation.

Dans cette édition du magazine E&, nous entendons aussi montrer comment atteindre les objectifs énergétiques : de l'énergie nécessaire à l'accomplissement des tâches quotidiennes au sport de haut niveau, dans lequel on ne saurait réussir à établir régulièrement de nouveaux records sans déployer un maximum d'énergie, de passion et de discipline.

Les principes ne s'appliquent pas uniquement à la sphère politique ou à l'entreprise (par exemple, au gérant d'une centrale hydroélectrique) mais à chacun de nous à sa propre échelle.

Les programmes nationaux de recherche « Virage énergétique » (PNR 70) et « Gérer la consommation d'énergie » (PNR 71) entrent dans leur phase finale. Depuis le début des projets, quatre années se sont écoulées. Les chercheuses et chercheurs ont acquis de nouvelles connaissances importantes dans de nombreux domaines et échangé avec différents acteurs. Bien entendu, la transformation du système énergétique et les travaux de recherche menés en ce sens sont encore loin d'être terminés. Il est pratiquement impossible d'évaluer les avancées qui seront accomplies d'ici à 2050, l'échéance fixée pour la stratégie énergétique en vigueur.

Les programmes nationaux de recherche 70 et 71 ont donné les impulsions nécessaires pour avancer sur la voie de la transformation, un défi que les acteurs de l'économie et de la recherche énergétique ainsi que la société tout entière s'apprêtent à relever. Nous espérons que cette dernière édition du magazine E& suscitera l'enthousiasme de la prochaine génération pour les enjeux fascinants qui relèvent de la transformation du système énergétique.

Prof. Hans-Rudolf Schalcher  
Président du comité de direction du PNR 70  
Professeur émérite de l'ETH Zurich

Prof. Dr. Andreas Balthasar  
Président du comité de direction du PNR 71,  
Séminaire de sciences politiques, Université de Lucerne

## IMPRESSUM

Éditeur :  
Fonds national suisse de la recherche  
scientifique FNS  
Wildhainweg 3, case postale 8232, CH-3001 Berne  
T +41 (0)31 308 22 22  
www.fns.ch

Production :  
Programmes nationaux de recherche PNR 70 et PNR 71  
pnr70@snf.ch / www.pnr70.ch  
pnr71@snf.ch / www.pnr71.ch

Rédaction :  
Andreas Balthasar, Stefan Husi, Andrea Leu,  
Marius Leutenegger Daniel Meierhans, Geneviève Ruiz,  
Hans-Rudolf Schalcher, Oliver Wimmer

Conception :  
CRK - Kommunikation, Kreation & Kino  
Katja Rügsegger

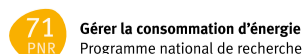
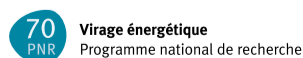
Illustrations :  
Lucia Hunziker, Diana Fischer mit Anna Hickl | p. 1  
Nicole Gerber | p. 4  
Dieter Seeger | pp. 7  
CRK | p. 7, p. 11., pp. 18-21

Impression :  
Ilg Druck und Medien, 3752 Wimmis  
Impression neutre pour le climat.

Commandes :  
Le magazine E& peut être  
commandé gratuitement à l'adresse [www.energie-et.ch](http://www.energie-et.ch),  
site sur lequel il peut également être téléchargé.

E& a remporté en 2018 un Red Dot Award  
dans la catégorie « Communication Design »

© Mai 2019, Fonds national suisse, Berne



# CONTENU

5



RÉFLEXIONS

ÉNERGIE LIBRE

6

INTERVIEW

« LE JEU AVEC  
LES FORCES  
ME FASCINE »

10

POURQUOI CHANGER QUELQUE CHOSE ?

« CELUI QUI POSSÈDE  
UN POURQUOI PEUT  
SUPPORTER PRESQUE  
TOUS LES COMMENT »



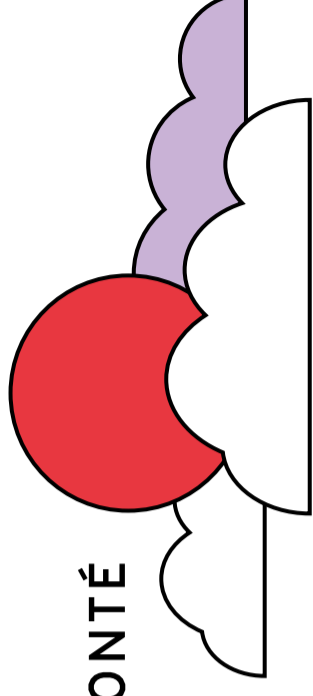
14

NEXT GENERATION

16

POURQUOI PAS ?

DE LA VOLONTÉ  
À L'ACTION



20

FAÇONNER LE CHANGEMENT

TROUVER L'ÉQUILIBRE  
PAR ESSAIS-ERREURS

PRÉVENTION DES RISQUES  
ET BONNE ACTION

TOUR DE SUISSE







J'aime les jeux d'esprit. L'un d'entre eux pourrait-être : « À quoi pourrait bien ressembler notre monde dans cent ans ? » Parfois, je voudrais pouvoir faire un bond en avant d'un siècle et découvrir, l'espace de quelques instants, l'organisation de notre société de demain. Tout indique que nous sommes maintenant à la croisée des chemins, à l'aube d'une époque qui nous oblige à poser des jalons déterminants pour notre avenir. Sur le plan écologique, j'irais même jusqu'à dire que nous sommes au bord du gouffre. Il suffit de penser notamment à la pénurie de ressources, à la pollution de l'environnement, à l'extinction des espèces. Sur le plan technique, nous nous apprêtons à faire un gigantesque bond en avant. L'intelligence artificielle, les nanotechnologies et le génie génétique révolutionneront l'avenir. Le secteur de l'énergie n'est pas en reste, loin de là. Les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire ou éolienne, ne représentent que la partie visible de l'iceberg. Sous la surface, le potentiel est tel qu'il annonce un changement de paradigme.

Pour comprendre où nous allons, il est tout aussi instructif et fascinant de jeter un regard sur le passé. Inventeur, physicien et ingénieur électricien, Nikola Tesla a vécu il y a près d'un siècle. C'est à lui que nous devons notamment notre système de courant alternatif. Parmi les 280 brevets qu'il a déposés, citons ni plus ni moins que celui du premier système de transmission radio. Réussir la transmission d'énergie et d'informations sans fil constituait son projet de vie et son idéal à atteindre. Malheureusement, il n'est jamais parvenu à mettre pleinement en œuvre sa vision. Nikola Tesla a voulu construire une tour qui, sous l'effet de la tension électrique, permettrait la transmission d'énergie et d'informations partout dans le monde via l'ionosphère. La tour de Wardencllyffe sur Long Island est restée inachevée : J.P. Morgan, son investisseur, a mis fin au financement pendant la construction lorsqu'il a réalisé que la tour était en premier lieu destinée à la transmission d'énergie et non à la transmission d'informations. Entrepreneur et banquier privé, J.P. Morgan espérait surtout obtenir des avantages financiers grâce à la transmission d'informations boursières depuis l'Europe et avait, semble-t-il, peu d'intérêt pour les nouvelles technologies énergétiques.



Outre un visionnaire en matière de transmission énergétique, Nikola Tesla s'intéressait aussi à la production d'énergie en elle-même. Il a notamment déposé un brevet pour un appareil destiné à utiliser l'énergie du rayonnement qui devait servir à capter « l'énergie libre ». Le phénomène n'est à ce jour pas reconnu par la communauté scientifique, car il déjoue les lois physiques établies. Une machine

qui pourrait capter cette « énergie libre » décrirait en fait un mouvement perpétuel (*perpetuum mobile*). Les défenseurs et prétendus inventeurs de ce genre de technologies affirment toujours, pour leur part, que leurs inventions sont délibérément occultées parce qu'elles risquent de remettre en question le statu quo. En effet, nul n'a intérêt à diffuser une technologie non lucrative, car il s'agit d'énergie librement à disposition de toutes et tous.

Mes connaissances en physique sont malheureusement insuffisantes pour déterminer qui a raison. Mais comme je l'ai dit, j'aime les jeux d'esprit, et l'idée de l'énergie libre donne des ailes à mon imagination. Imaginez : un monde où l'électricité serait pour ainsi dire gratuite et accessible pratiquement partout. À la veille de l'introduction de la 5G et de l'Internet des objets, l'idée d'une ville entièrement numérique ne paraît plus ni lointaine ni saugrenue. Force est de constater que les visions de Nikola Tesla en matière de transmission des données sans fil à l'échelle mondiale se sont réalisées. L'avenir nous dira si la transmission d'énergie sans fil était quant à elle une utopie ou si l'inventeur était tout simplement en avance sur son temps. Puisque nous parlons de changement : Rupert Sheldrake, auteur et biologiste britannique, a soulevé une question subversive. Pourquoi les lois de la nature qui régissent, organisent et transforment l'univers ne pourraient-elles pas, elles aussi, changer ? Donnons-nous au moins la possibilité de jouer également avec cette idée.

## Qu'est-ce que le mot « Énergie » évoque pour vous ?

Par où commencer ? Tout ce qui fascine et m'occupe est une question d'énergie. Le ski est l'un des rares sports dans lequel la force primaire ou l'énergie que l'on utilise ne vient pas de nous. Un sprinter fait appel à ses muscles, mais un skieur est entraîné par la gravité. Tu dois essayer de maîtriser une force qui est toujours plus grande que toi. Ce jeu avec les forces me fascine également dans l'aviation. Et tout s'articule toujours autour de l'énergie dans le domaine de la physique.

## L'été dernier, vous avez passé un bachelor en physique à l'EPF de Zurich. Est-ce que vous pouvez envisager de vous consacrer aussi à la science après votre carrière sportive ?

À vrai dire, je ne me considère pas comme une physicienne. J'ai obtenu mon bachelor à l'EPFZ et c'est une toute petite étape sur le chemin. Entamer des études de physique juste après avoir arrêté la compétition n'était peut-être pas la meilleure idée. Je pensais qu'il était facile de rester assise et d'étudier toute la journée et que je pouvais le faire indéfiniment. Mais, non ! Lors du premier cours, lorsque le professeur a annoncé qu'il fallait compter avec un investissement de 60 heures par semaine, je me suis dit : impossible ! Au bout de quatre semaines, j'ai fait le bilan et je suis arrivée sans problème aux dites 60 heures. C'était pour le moins intensif vu mes autres obligations, mais j'ai poursuivi mon cursus régulier. Et maintenant, après six mois de « pause dans mes études », je commence à avoir envie d'entamer le master. Mais, tout comme la compétition sportive, une carrière scientifique exige un réel engagement.

## Avez-vous déjà un thème qui vous passionne ?

Deux domaines m'intéressent beaucoup. J'ai écrit mon travail de bachelor sur le premier : la neige. C'est une matière complexe et qui n'a pas encore réellement été étudiée de manière approfondie, car il est très difficile de travailler avec la neige. Effectuer des recherches sur la neige est un véritable cauchemar ! Elle se modifie en permanence. L'autre thème qui me tient à cœur est l'aéronautique.

## Revenons un instant sur ce point. Vous imaginez-vous aux commandes d'un avion électrique ?

Tout à fait. De nombreux développements vont dans cette direction. Mais la propulsion électrique n'est que l'un des nombreux potentiels d'amélioration offerts par l'aviation. Un avion présente une résistance au frottement plus faible et doit par conséquent être plus efficace qu'une voiture ou un train, sinon cela n'aurait aucun sens. J'ai calculé que, lorsque je me rends au Tessin, je consomme moins de carburant avec un petit avion qu'avec une voiture, parce que je progresse en ligne droite et que la distance est donc plus courte. Et parce que les avions légers d'aujourd'hui nécessitent beaucoup moins de carburant. Ce qui n'enlève rien au potentiel restant à exploiter.

## Vos études ont-elles modifié votre rapport à l'énergie ?

Oui, mais pas seulement cela. De manière générale, le fait de poursuivre mes études a aussi modifié ma façon de penser et d'argumenter. À l'EPFZ, on nous inculque que la nature de la réalité doit être appréhendée avec circonspection. J'ai appris à étudier les faits en détail et à les justifier avec logique. En ce qui concerne l'énergie, il m'apparaît évident que notre attitude face à la gestion de l'énergie et le changement climatique constituent les plus grands défis de notre temps. Mais je ne suis pas de nature pessimiste. Je ne vois aucune raison que la recherche ne trouve pas de solution – si elle dispose de suffisamment de moyens et de temps. Nous devons économiser l'énergie et découvrir des sources d'énergie durables qui affectent moins le climat. Il incombe aux futures physiciennes et physiciens d'apporter des solutions à cette problématique.

## Le climat fait aussi débat sur les pistes de ski. Ce thème était-il d'actualité lorsque vous étiez encore en course ?

Bien sûr que le changement climatique constituait déjà une préoccupation. On ne peut ignorer les changements qui interviennent lorsqu'on y est continuellement confronté. Tu te rends tous les ans sur le même glacier et tu constates chaque année qu'il a encore reculé de manière impressionnante. Depuis mes débuts en Coupe d'Europe, huit glaciers européens ne permettent plus de s'entraîner en été. Avant, c'était possible en juillet, maintenant il faut attendre le mois d'octobre. En 2006, nous avions skié à Engelberg durant tout l'été. C'est impensable aujourd'hui.





Dominique Gisin a été sacrée championne olympique de descente en 2014 à Sotchi ; elle est déléguée du Conseil de fondation de l'Aide sportive suisse.

## Comment les sportifs gèrent-ils les hauts et les bas ?

Chacun à sa manière. Je suis vraisemblablement une sorte de caméléon. Lorsque je remarque qu'une route est bloquée ou qu'une porte se ferme, cela me préoccupe un certain temps, mais pas très longtemps. Je trouve beaucoup plus intéressant de me concentrer sur les possibilités qui s'offrent encore. Même si mon objectif à long terme est toujours demeuré le même au niveau sportif, mon parcours n'a rien d'une ligne droite. En 2015, j'avais tout misé sur le Championnat du monde. Et puis je me suis blessée de manière inattendue ! Sur le chemin du retour, je ne savais qu'une seule chose, c'est que je n'allais certainement pas finir ma carrière dans un lit. Je savais que la saison serait difficile, mais je me suis quand même positionnée au moins une fois dans les dix meilleures dans toutes les disciplines. Après tout ce que j'avais traversé, c'était une belle conclusion.

## Vous êtes aujourd'hui déléguée du Conseil de fondation de l'Aide sportive suisse et vous apportez votre soutien aux sportives et sportifs. À quoi reconnaît-on qu'un jeune athlète a le potentiel d'un champion ?

Ce sont dans un premier temps les associations sportives ou Swiss Olympic qui décident quels sont les athlètes qui méritent d'être encouragés. Nous vérifions ensuite s'ils ont des besoins matériels. Nous ne soutenons pas ceux qui disposent de suffisamment de moyens, mais uniquement ceux auxquels le sport ne permet pas de s'en sortir financièrement. Nombreux sont les athlètes qui finissent leur carrière endettés. Je trouve que ce n'est pas normal. Ces athlètes donnent tout et représentent notre pays. Ils méritent de vivre décemment. C'est mon coach mental qui m'a transmis les meilleurs indicateurs pour juger de la capacité de quelqu'un à atteindre le sommet : quelle est la force de la passion qui l'anime ? Et avec quelle rapidité peut-il la transformer en performances ? Naturellement, cecler ne vaut pas uniquement pour le sport, mais aussi pour la culture et la recherche.

## Que faire lorsqu'on identifie le potentiel d'un sportif mais qu'il s'y « prend mal » ?

Dans ce cas, je dois toujours me maîtriser. Je meurs d'envie d'intervenir. Naturellement, surtout en ce qui concerne le ski. Le fait que mon parcours n'ait pas toujours évolué de façon linéaire n'y est certainement pas étranger. J'ai connu presque toutes les situations. Mais, ce n'est pas parce que quelque chose a fonctionné pour moi qu'il en ira de même pour les autres. Je ne dis jamais à quelqu'un de faire les choses de telle ou telle manière, je lui demande plutôt : « As-tu déjà réfléchi aux raisons qui pourraient expliquer que... ? » Ce qui caractérise les meilleurs athlètes ou de manière générale les gens qui sont à la pointe, c'est qu'ils se remettent en permanence en question et cherchent des solutions. C'est la raison pour laquelle j'essaie toujours de stimuler leur réflexion.

## Personnellement, comment vous ressentez-vous ?

Le ski est toujours en tête de liste. Je pratique beaucoup d'activités physiques et j'aime profiter de la nature. Durant ma première année à l'EPFZ, il m'a été très difficile de supporter l'absence de fenêtres dans les amphithéâtres. Sinon, je me nourris de petits plaisirs : écouter de la musique en voiture ou dans le train. Ça tombe bien parce que je dois beaucoup voyager. Et avoir tout simplement du temps sans rien de prévu.



# L'économie énergétique en pleine transition

## Un premier marché local de l'électricité est en service en Suisse

L'électricité produite localement doit être consommée localement – telle est l'idée des initiateurs du projet «Quartierstrom». Toute personne qui possède une installation photovoltaïque ne vend plus l'électricité au fournisseur d'énergie, mais directement à son voisin. L'idée se concrétise depuis janvier 2019: à Walenstadt, 37 ménages et un centre pour personnes âgées s'échangent de l'électricité. Le tarif est déterminé par l'offre et la demande de tous les participants et la transaction est automatiquement traitée via une blockchain. L'objectif de ce projet pilote est de développer un concept pratique et de créer ainsi la base pour des marchés locaux de l'électricité.

### Voici comment fonctionne le marché local de l'électricité



### Les participants au projet

Le projet «Quartierstrom» bénéficie du soutien de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) dans le cadre du programme pilote, de démonstration et programme phare. Un vaste consortium issu de la recherche et de l'économie travaille en étroite collaboration sur ce projet:

#### Groupe d'experts:

Swibi AG  
BKW SA  
CFF

**EPF Zurich, Bits to Energy Lab** (logiciel, matériel, recherche comportementale, interface utilisateur, conception du marché)  
**Haute école spécialisée de Lucerne** (logiciel)  
**Université de Saint-Gall, Bosch IoT-Lab** (logiciel)  
**SCS Supercomputing Systems** (matériel, logiciel)  
**Cleantech21** (business, affaires juridiques)  
**ZHAW** (business, affaires juridiques)  
**Wasser- und Elektrizitätswerk Walenstadt** (partenaire d'exécution)  
**Sprachwerk GmbH** (communication)

Actualités et informations sur  
[www.quartier-strom.ch](http://www.quartier-strom.ch)

# « CELUI QUI POSSÈDE UN POURQUOI PEUT SUPPORTER PRESQUE TOUS LES COMMENT »

POURQUOI CHANGER  
QUELQUE CHOSE ?  
10

Les raisons appelant l'adaptation d'un système énergétique sont légion : pénurie de ressources, dépendance envers des fournisseurs peu fiables, émergence de nouvelles technologies, changements de valeurs ou survenance de catastrophes. Cependant, le principal moteur du changement reste la conviction que celui-ci est nécessaire.

L'emblématique homme d'affaires américain Jack Welch estimait en son temps que les êtres humains tiennent trop au statu quo pour être partisans du changement. L'expérience quotidienne montre qu'il avait vu juste. Comment expliquer sinon que plus de 90 % des assurés restent fidèles à leur caisse d'assurance maladie alors même que 87 % d'entre eux ne sont pas convaincus d'avoir trouvé la solution la mieux adaptée à leurs besoins ? De nombreux résultats du Programme national de recherche 71 font eux aussi état d'une certaine indifférence à l'égard des changements. Par ailleurs, l'homme<sup>2</sup> aime de toute évidence repousser les limites et relever de nouveaux défis. Sinon, il n'aurait jamais marché sur la lune et n'aurait pas continué à développer ses connaissances.

## L'homme, un être autodéterminé

L'être humain est-il curieux et ouvert à la nouveauté ou, au contraire, est-il à ce point pétri d'habitude qu'il aborde le moindre changement avec scepticisme ? Cette question, nous l'avons posée à Volker Kiel, professeur au Zentrum Leadership, Coaching & Change Management de l'Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW). Volker Kiel accompagne les organisations dans la mise en œuvre des processus de changement. Selon l'expert, il est tout bonnement impossible de classer l'être humain dans l'une ou l'autre catégorie. « L'homme est avant tout un

être autonome, autodéterminé et motivé par ses besoins. Et, parmi ceux-ci, l'épanouissement personnel et l'autodétermination revêtent une grande importance. » Tout un chacun s'organise de manière à se réaliser facilement. « L'homme peut considérer le changement comme une entrave en ce sens qu'il porte atteinte à sa capacité d'autodétermination. »

## Les raisons doivent être évidentes

Conclusion : le changement doit être soutenu par celles et ceux qui en anticipent les conséquences. Car toute nouveauté imposée de l'extérieur se heurte à une résistance. « Il faut démontrer le bien-fondé du changement », explique Volker Kiel. « Les individus doivent comprendre les conséquences qu'ils subiront personnellement à long terme en cas de maintien du statu quo. » Et le professeur de citer Friedrich Nietzsche : « Celui qui possède un pourquoi qui le fait vivre peut supporter tous les comment. » Concrètement, chacun accepte de s'engager sur la voie du changement, fût-elle contraignante, dès lors qu'il en admet la raison. Volker Kiel estime que le changement n'est pas nécessairement une source de plaisir, bien au contraire. « La littérature américaine conseille toujours de susciter l'enthousiasme pour le changement. Mais le plaisir ne saurait être une fin en soi. L'homme doit s'ouvrir au changement et s'y intéresser. L'euphorie peut même nuire à la gravité de la réflexion. Résultat : l'engouement retombe vite sous le coup de la déception. »

## Le prix du changement

À présent, comment définir les enseignements que l'on peut en tirer pour la transformation énergétique, c'est-à-dire pour l'un des plus grands (enjeux) de changement, auxquels notre société est confrontée ? Volker Kiel explique : « Il incombe aux expert(e)s de démontrer, faits et chiffres à l'appui, en quoi cette transformation est inexorable et quelles seraient les conséquences d'un maintien du statu quo. » Les individus doivent être associés à toutes les décisions. Volker Kiel estime, qu'à cet égard, la Suisse peut tirer son épingle du jeu : « La Suisse a la particularité d'impliquer l'ensemble des concitoyen(ne)s dans les processus de décision. C'est pourquoi je suis optimiste. Si on parvient à amener les individus sur la voie de la raison, on parviendra aussi à transformer le système énergétique. » Selon le professeur, il faut encore développer des visions concrètes : « Nous avons besoin de visions d'avenir. On assiste à une prise de conscience croissante mais il importe de savoir où on va. » Dans cette perspective, rien ne sert de peindre l'avenir en rose. « On est en droit de présenter le changement comme un défi à relever. Tout changement à un prix, un prix que tout être doué de raison qui connaît et comprend les raisons sous-jacentes est prêt à payer. »







« CELUI QUI POSSÈDE UN POURQUOI PEUT  
SUPPORTER PRESQUE TOUS LES COMMENT »

POURQUOI CHANGER  
QUELQUE CHOSE ?  
12

## LE TOP DU TOP!

### Innovation

Les innovations offrent parfois des avantages si grands – du moins, à première vue – qu’elles ne tardent pas à remplacer les modèles éprouvés. C’est à l’innovation que l’on doit, par exemple, la baisse du coût de l’énergie conjuguée à l’augmentation de la production et de la fiabilité. C’est pourquoi la roue hydraulique en usage avant notre ère s’est aussi bien imposée que le lac de barrage servant à la production d’électricité au cours du siècle dernier.

L’innovation peut aussi améliorer considérablement l’existant. Grâce aux nouvelles technologies, les éoliennes sont moins bruyantes, les pompes à chaleur plus économiques et les capteurs solaires plus performants. Dans l’histoire de l’humanité, l’innovation est sans nul doute l’un des principaux moteurs de la transformation des systèmes énergétiques.

Dans le cadre du programme national de recherche 70, de nombreux projets se sont aussi intéressés aux

## CONNAÎTRE LES RES- SOURCES À DIS- POSITION

### Indépendance

L’économie énergétique a pris depuis longtemps une dimension internationale : les sources d’énergie

Indep



# PLUS JAMAIS ÇA !

## Un événement traumatisant

Des catastrophes ponctuelles peuvent influencer considérablement l'appréciation des risques. À ce titre, elles constituent des moteurs importants de la transformation des systèmes énergétiques. En témoignent les développements depuis la catastrophe de Fukushima en 2011 : à peine six mois après la fusion du cœur du réacteur de la centrale japonaise, la Suisse a décidé de sortir du nucléaire. « Fukushima a créé un véritable raz-de-marée en réveillant la peur du nucléaire qui était enfouie au plus profond de notre être », fait observer Dominikus Vogl, chercheur en sciences sociales à l'Université de Berne. Dans une étude consacrée aux conséquences des événements de 2011, il démontre également que l'émotion suscitée par une catastrophe ne retombe que progressivement. Les accidents des réacteurs de Tchernobyl en 1986 puis de Three Mile Island en 1979 ont entaché durablement la réputation du nucléaire. Malgré toutes les affirmations contraires, l'énergie nucléaire continue d'être jugée peu sûre.

Toutefois, certains événements sont aussi refoulés dans la conscience collective, si bien qu'ils ne sont pas suivis d'effets ou alors avec beaucoup de retard. C'est en particulier le cas pour les catastrophes insidieuses. Si nul ne peut occulter Fukushima et ses conséquences, nombreux sont ceux qui ferment les yeux sur des évolutions moins visibles mais durables. Le changement climatique qui est parfois encore remis en question est un parfait exemple. Volker Kiel estime que, le cas échéant, il faut s'en tenir aux faits pour amorcer un changement de mentalité. Et celui-ci d'ajouter : « Il faut sensibiliser les individus aux dangers et aux risques. Sur ce point, nous sommes sur la bonne voie. »

innovations techniques, notamment à la géothermie profonde. Celle-ci permettrait d'exploiter la chaleur à une profondeur comprise entre 400 et 5000 mètres sous terre. L'énergie géothermique terrestre étant pratiquement inépuisable, elle représente l'une des ressources les plus prometteuses pour l'approvisionnement énergétique.

# À L'ABRI DU BESOIN !

## Pénurie de ressources

Une société est parfois amenée à adapter son système énergétique parce que les ressources utilisées jusqu'à alors ne permettent tout simplement plus de satisfaire la demande. Prenons l'exemple du bois : pendant des siècles, il a été le combustible le plus utilisé dans le monde. La consommation intensive a eu des conséquences dramatiques : alors que la forêt recouvrait encore 90 % de la surface de l'Europe au Ve siècle, elle ne représentait déjà plus que 20 % au XVIe siècle. Conséquence : il n'y avait plus assez de bois pour couvrir la demande, raison pour laquelle ce combustible a été remplacé par le charbon.

Dès le XVIe siècle, des experts britanniques ont supposé que les réserves de charbon s'épuiseront à leur tour. Voilà pourquoi l'Écosse en a interdit l'exportation dès 1563. Dans une étude publiée en 1885, le physicien Rudolf Clausius a fait part de ses préoccupations quant à l'épuisement des ressources en combustibles fossiles. Dans une vision résolument moderne, il a prôné l'introduction d'une « économie guidée par la sagesse » qui ne dilapiderait pas le patrimoine légué par les générations d'hier. Depuis, peu de choses ont changé. Si les plus sombres prévisions sur la fin des énergies fossiles se sont avérées inexacts, nul n'envisage à ce jour qu'un système énergétique durable puisse ne pas s'appuyer sur celles-ci.

sont exportées d'un pays à l'autre, le courant électrique est acheté à l'étranger. Conséquences : les dépendances qui en résultent envers d'autres États peuvent inciter une société à changer son système énergétique.

L'histoire de la Suisse est jalonnée d'exemples éloquentes. La dépendance au charbon allemand a entraîné le développement massif de l'énergie hydraulique et l'intensification de l'électrification à l'issue de la Première Guerre mondiale et après une pénurie de charbon lourde de conséquences. Les autorités suisses et aussi les producteurs d'énergie locaux se sont également mobilisés après le choc pétrolier de 1973 : l'Organisation des pays arabes exportateurs de pétrole (OPAEP) avaient alors décrété un embargo sur le pétrole à destination des États occidentaux en raison de leur soutien à Israël dans la guerre du Kippour. Le prix du baril a alors flambé. C'est à cette époque que la Suisse a commencé à réduire sa dépendance aux combustibles fossiles, notamment en développant l'énergie nucléaire. Alors que la part du pétrole dans la consommation énergétique brute s'élevait à 79 % en 1971, elle ne représente aujourd'hui plus qu'environ 40 %.

Ce chiffre montre que la Suisse est encore loin d'être autosuffisante sur le plan énergétique. Ce faisant, elle partage le sort de nombreux États : l'Europe continue d'importer des combustibles fossiles pour plus d'un milliard d'euros par jour. De nombreux États exportateurs sont considérés comme politiquement peu fiables : c'est notamment le cas de la Russie, de l'Arabie saoudite, de la Libye et du Venezuela. C'est pourquoi, dans nombre de pays, la réduction des dépendances constitue un moteur essentiel de la transformation du système énergétique.

Néanmoins, les nouvelles énergies renouvelables aussi peuvent créer des dépendances. Un projet de recherche a notamment étudié les risques d'une dépendance énergétique aux parcs éoliens off-shore en mer du Nord et aux centrales solaires thermiques en Afrique du Nord.

**Projets de recherche :**  
Énergie hydroélectrique et géothermique (PNR 70)  
Risques liés à l'approvisionnement en électricité renouvelable (PNR 70)

# TOUT REPENSER DEPUIS LE DÉBUT !

## Changement de valeurs

Les bouleversements sociaux ont un impact déterminant sur le système énergétique. À la fin des années 1960, un changement de valeurs en profondeur s'est amorcé dans de nombreuses régions. Alors qu'à l'issue de la Seconde Guerre mondiale, les sociétés mettaient tout en œuvre pour construire une prospérité sans précédent, les conséquences écologiques de l'économie effrénée se faisaient de plus en plus sentir. La crise du pétrole a montré au grand jour l'épuisement des ressources et marqué « la fin de la croissance », selon la formule consacrée qui a fait le tour du monde. Une jeune génération, galvanisée par le Mouvement des droits civiques aux États-Unis, la guerre froide et la menace nucléaire, a prôné la rupture avec l'ancien modèle de consommation et l'adoption d'un mode de vie nouveau, post-matérialiste. Dans de nombreux pays, des organisations environnementales et des partis écologistes se sont créés.

Un mode de vie écologique et socialement acceptable constitue une mégatendance, qui se manifeste aujourd'hui sous d'innombrables formes – de la mobilité électrique aux objectifs d'une société à 2000 watts en passant par les jardins urbains, la suffisance énergétique, le recyclage ou encore l'économie collaborative. Gaspiller l'énergie est devenu critiquable. Quelle prise de conscience par rapport aux années 1960 ! Nul ne se préoccupait alors de la déperdition de chaleur dans sa maison.

# the DAILY PLANNER

## goals

- Vivre une vie plus respectueuse de l'environnement
- Boire plus d'eau
- Réparer vélo
- Abaisser empreinte écologique

06:15 Se lever...

07:15 Coupe menstruelle ou serviette hygiénique ?

Chaque serviette  
consomme env. 6,7 Wh.

Par an = 1742 Wh =  
1,7 kWh (260 serviettes)

Chaque coupe consomme  
env. 2,01 Wh. Elle peut  
néanmoins être utilisée  
pendant trois ans...  
Par an = env. 0,69 kWh

07:30 De la maison au bureau à vélo.

08:00 Entrebâiller la fenêtre ou aérer par à-coups ?

Une fenêtre entrebâillée  
entraîne une perte  
d'énergie d'env. 1500 kWh  
par an.

À l'inverse, aérer quelques  
minutes plusieurs fois  
par jour n'entraîne qu'une  
perte de 1200 kWh par an.

09:00

**Quelle quantité d'énergie et de CO<sub>2</sub> peut-on économiser en apportant seulement quelques modifications à notre vie quotidienne ? Les élèves de la classe 20d du gymnase de Hofwil ont planché sur la question.**

L'organisateur journalier fournit une nouvelle base qui permet de prendre les décisions quotidiennes d'un point de vue climatique. Il vise à sensibiliser les lecteurs à l'énergie grise générée par certains comportements. Nous pouvons dès à présent lutter au quotidien contre la crise climatique\*. La réussite se cache parfois dans les détails. De petites modifications permettent déjà de réduire ses propres émissions de CO<sub>2</sub>. Il est



10:00 --STAY HYDRATED--

10:30

11:00

12:30 Réchauffer un plat au four ou au microondes ?

Réchauffer le repas du midi/soir au microondes.  
= env. 0,01 kWh

Réchauffer un plat au four  
= env. 0,39 kWh  
Soit près de 40 fois plus !

13:00 - Grève climatique -

14:00

15:00

16:00 Aller faire ses courses...

17:00 Réparer vélo ! STAY HYDRATED!

18:00 Préparer souper...

19:30 Vaisselle

20:00 SOIRÉE CINÉ avec AMIS !!!

1h DVD = 12 MJ = env. 3,3 kWh  
Du fait de l'emballage et du transport, la consommation d'énergie est plus élevée que celle d'un film en streaming.

1h de streaming = 3,7 MJ  
= env. 2,2 kWh

22:00

23:00 Zzz...

Liste de courses :

- Serviette coupe
- Souper
- Pneu de vélo
- Popcorn

très important de ne pas « donner de leçons de morale » dans ce genre de situation. Nous ne voulons pas dénoncer des coupables en matière de climat ni dicter à quelqu'un comment il doit vivre. Que chacun fasse ce qu'il peut, l'essentiel est d'avoir conscience de l'importance de cette thématique et de ses conséquences.

\* À dessein « crise climatique », car changement est trop gentil. Nous vivons une crise climatique et devrions la traiter comme telle.

Sources :  
<https://bit.ly/2Wii9XE> <https://bit.ly/2U3WKYx>  
<https://bit.ly/2OmhWUv> <https://bit.ly/2WmhtV5>

La majorité des Suisses souhaitent adopter des comportements durables. Mais, dans la pratique, intégrer des gestes simples, comme remplacer ses ampoules, est plus facile que d'intégrer des gestes conséquents, comme renoncer à l'avion. Le changement viendra-t-il des jeunes générations ?

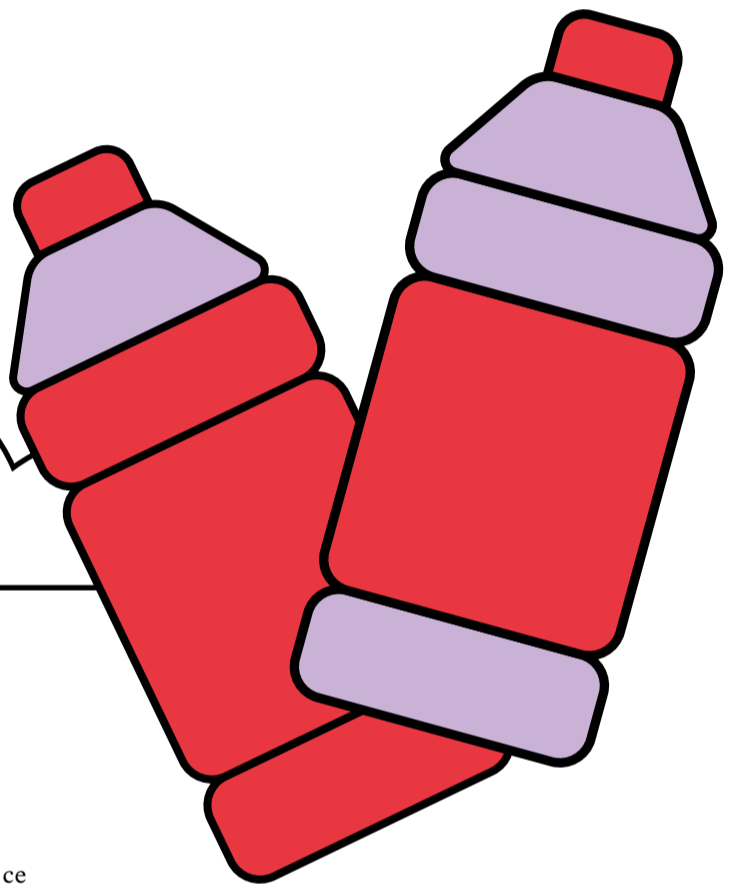
Le 18 janvier 2019, 22000 étudiants défilaient dans plusieurs villes suisses en faveur du climat. Cette manifestation reflète ce que plusieurs enquêtes démontrent : la protection de l'environnement figure parmi les principales préoccupations des Helvètes, qui se disent en majorité prêts à soutenir les énergies renouvelables. Dans ce domaine, la volonté de changement est palpable, et pas seulement auprès des jeunes générations. Mais la principale difficulté réside encore dans le passage à l'action. « Dans nos enquêtes, nous constatons souvent un fossé entre les intentions de comportements écologiques affichées par les individus et leurs comportements réels », observe Oriane Sarrasin, maître assistante en psychologie sociale à l'Université de Lausanne. Plusieurs explications permettent de saisir ce phénomène.

## De la pression sociale aux changements d'habitudes

Tout d'abord la pression sociale : « Il ne faut pas la minimiser, explique Oriane Sarrasin. Lors d'un sondage, les individus ressentent, consciemment ou non, une pression à se situer dans la norme. Certaines personnes vont donc enjoliver leur volonté de consommer moins d'énergie. » Une autre difficulté réside dans la double dimension abstraite et concrète du changement climatique et des solutions pour lutter contre. Le premier est perçu comme distant en temps et en lieu, ce qui peut entraîner que les gens ne se sentent pas concernés, ou alors générer des

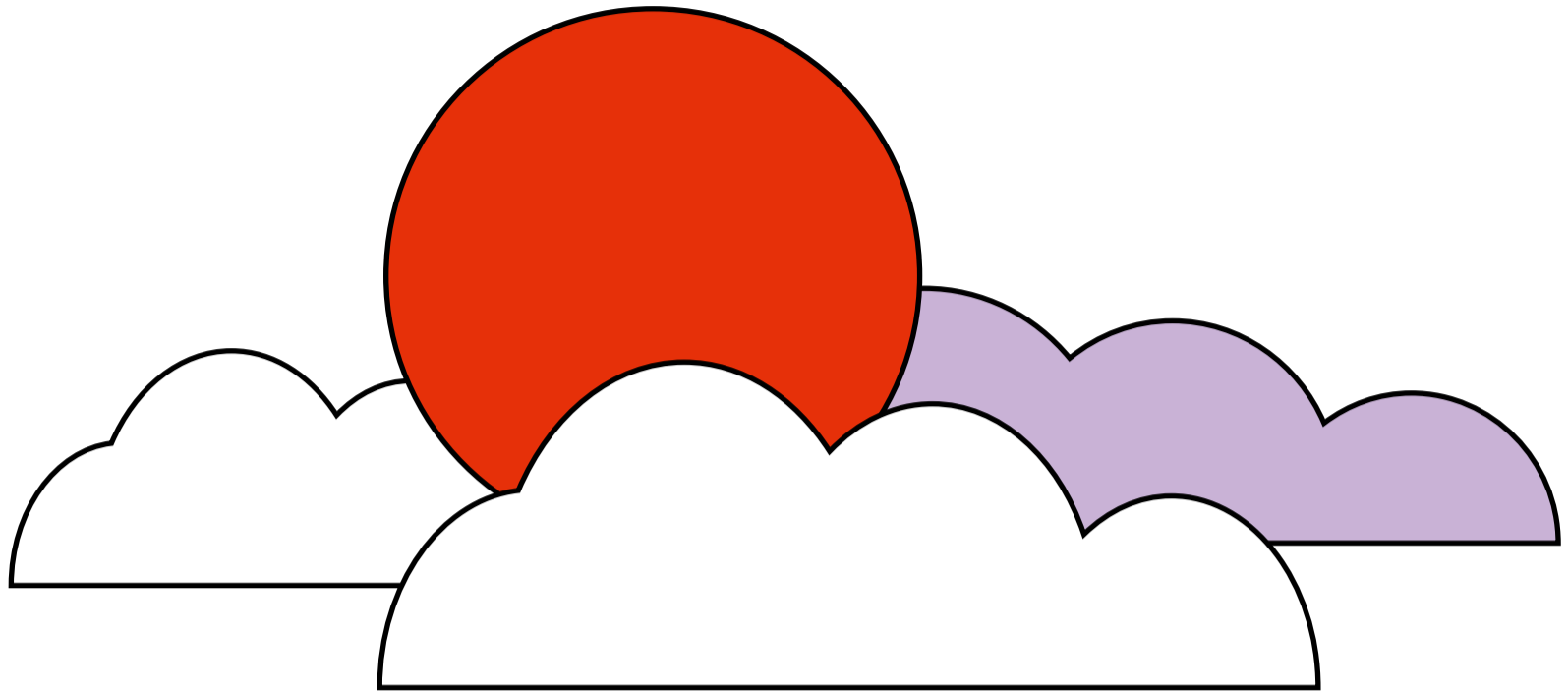
peurs. Au contraire, les gestes écologiques du quotidien s'avèrent très concrets : trier ses déchets, se déplacer, cuisiner différemment. Il est par ailleurs parfois difficile de faire le lien entre ses actions quotidiennes et sa consommation d'énergie réelle.

Transformer ses habitudes représente surtout un processus complexe, qui va au-delà de la volonté. Cette dernière n'expliquerait qu'une partie de l'adoption de nouveaux gestes verts. Les chercheurs du projet « Modes de vie durables et consommation d'énergie » du PNR 71 mentionnent que, pour modifier ses habitudes, il faut notamment se sentir capable d'effectuer une action. Cette capacité est en lien avec les infrastructures (Y a-t-il des pistes cyclables qui me permettent de me rendre au travail à vélo en sécurité ?) ou avec des aptitudes individuelles (Suis-je physiquement capable de me déplacer à vélo ?). Dans de nombreux domaines, pour être en mesure de modifier ses comportements, il faut être bien informé et avoir accès à des dispositifs adaptés.









## De la difficulté de renoncer au plaisir

La question du coût qu'un comportement écologique implique est également importante, d'autant plus qu'il varie d'un individu à l'autre. « Il est en lien avec le temps, l'argent et le plaisir, détaille Oriane Sarrasin. Remplacer sa voiture par les transports publics n'aura par exemple pas le même coût pour un jeune urbain que pour une mère célibataire habitant à la campagne. » Quant à la notion de plaisir, il reste évidemment difficile pour l'être humain d'y renoncer : pour certains c'est passer ses vacances sous les tropiques, pour d'autres manger de la viande ou encore conduire... « Intervenir dans ces champs-là est délicat, car c'est perçu comme intrusif, explique Oriane Sarrasin. Difficile actuellement d'imaginer une campagne publique enjoignant à ne plus prendre l'avion pour partir en vacances ! »

Certains traits de caractère favoriseraient également le passage à l'acte écologique : le sentiment de culpabilité ou le fait d'être perfectionniste. Par contre, le cynisme ou l'égoïsme auraient plutôt tendance à éloigner l'individu des comportements verts. Toutes ces tendances sont observées par la recherche. Mais il est important aussi de distinguer les gestes écologiques faciles des gestes écologiques plus conséquents. Car les actions dites simples, comme celle de changer les ampoules de son logement, sont davantage en lien avec l'identité verte de l'individu. Mais l'influence de celle-ci diminue lorsqu'on aborde les gestes plus complexes, comme renoncer à l'avion ou à une maison individuelle. « Ce genre d'actions sont en lien avec le niveau socio-économique et le revenu, avance Oriane Sarrasin. Ceux qui les intègrent le font davantage par manque de moyens que par choix. » Comment comprendre cette situation ? « Les valeurs de notre société restent matérialistes, poursuit Oriane Sarrasin. Cela met du temps à évoluer. »

## Des valeurs matérialistes en évolution

Pia Furchheim, spécialiste en marketing à l'Université des sciences appliquées de Zurich, a étudié une des plus importantes catégories de consommateurs en Suisse : les matérialistes verts. Il s'agit de personnes au bénéfice d'un revenu moyen à élevé, qui essaient sincèrement de limiter leur empreinte écologique. Elles vont investir dans l'isolation de leur maison, dans une voiture hybride ou consommer moins de viande. Mais il sera difficile pour la plupart de renoncer à leurs vacances aux Maldives ou au dernier iPhone. « Les matérialistes verts ont ceci d'intéressant qu'ils cristallisent les conflits de valeurs de notre société, analyse Pia Furchheim. Ils ont la volonté d'adopter des comportements durables, mais n'arrivent pas toujours à s'éloigner de l'injonction consumériste. Car le problème, c'est que les biens matériels représentent encore le principal indicateur du statut social. Or il est difficile d'ignorer cela. »

Pia Furchheim reste toutefois optimiste. Les matérialistes verts se trouvent souvent dans une période de transition vers l'intégration de comportements plus écologiques. Cela se nomme « l'effet de contagion » : les gestes verts dits faciles représentent un premier pas avant l'intégration d'actions plus conséquentes. Mais l'espoir de la chercheuse réside surtout dans les jeunes générations, qui ont grandi avec des valeurs différentes, orientées vers le sens des choses plutôt que vers leur accumulation : « Pour de nombreux jeunes, le statut est davantage défini par la qualité des expériences de leur vie, plutôt que par les biens matériels. » Couplée à ces valeurs, leur volonté de se comporter de façon durable se concrétisera beaucoup plus facilement dans les gestes du quotidien.

Geneviève Ruiz – journaliste RP

Projets de recherche :  
« Modes de vie durables et consommation d'énergie » (PNR 71)  
« Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse ? » (PNR 71)



## Des Nudges pour contrer l'effet rebonds

Mieux isoler son logement permet d'épargner de l'énergie. Ce bilan positif a néanmoins une conséquence fâcheuse : il permet aux individus d'épargner de l'argent. Or qui dit davantage de revenu disponible dit aussi, dans la plupart des cas, consommation supplémentaire. Et celle-ci peut souvent annihiler les effets positifs de départ pour l'environnement. Lorsqu'on s'achète une plus grosse voiture avec l'argent épargné sur sa facture de chauffage, par exemple.

Cela se nomme « l'effet rebond ». Il n'est pas nouveau : ce mécanisme économique avait déjà été révélé en 1865 par l'économiste anglais William Stanley Jevons. Mais il suscite un nouvel intérêt dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050. « L'effet rebond représente un obstacle potentiel pour la réalisation des objectifs de réduction d'énergie », explique Ueli Haefeli, Consultant senior à L'Interface

Politikstudien Forschung Beratung de Lucerne, qui a participé au projet « Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse ? » du PNR 71. « Il pourrait diminuer entre 10 et 30 % les gains d'efficacité énergétique. »

Comment lutter contre ce phénomène ? Il est difficile de contrôler, taxer ou légiférer sur ce que font les individus avec l'argent épargné grâce à l'amélioration des performances énergétiques. Les spécialistes considèrent que l'information et la sensibilisation du public jouent un rôle important. « Une fiche pourrait être remise aux habitants d'un logement rénové, avec des conseils pour dépenser l'argent épargné dans des alternatives moins coûteuses à l'environnement », considère Ueli Haefeli. On appelle cela des Nudges ou « coups de coude » en français.



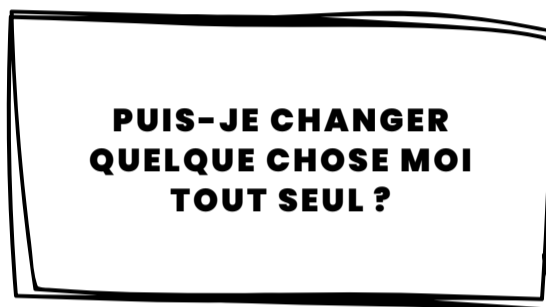
# TROUVER L'ÉQUILIBRE PAR ESSAIS-ERREURS



**EST-CE QUE JE  
VEUX CHANGER LE  
MONDE ?**

La transformation de notre système énergétique ne saurait s'opérer sans rompre l'équilibre actuel. C'est pourquoi le physicien Didier Sornette recommande d'éviter de se lancer dans des transformations inutiles. Cependant, c'est aux êtres humains et à eux seuls de décider dans quelle voie s'engager. Plus nous laissons d'options ouvertes, plus grande sera notre marge de manœuvre à long terme.

**NON OUI !**



**PUIS-JE CHANGER  
QUELQUE CHOSE MOI  
TOUT SEUL ?**



**OUI !**

**NON**

**NON**



**QUELQU'UN  
D'AUTRE PEUT-IL  
FAIRE MIEUX ?**

**OUI !**

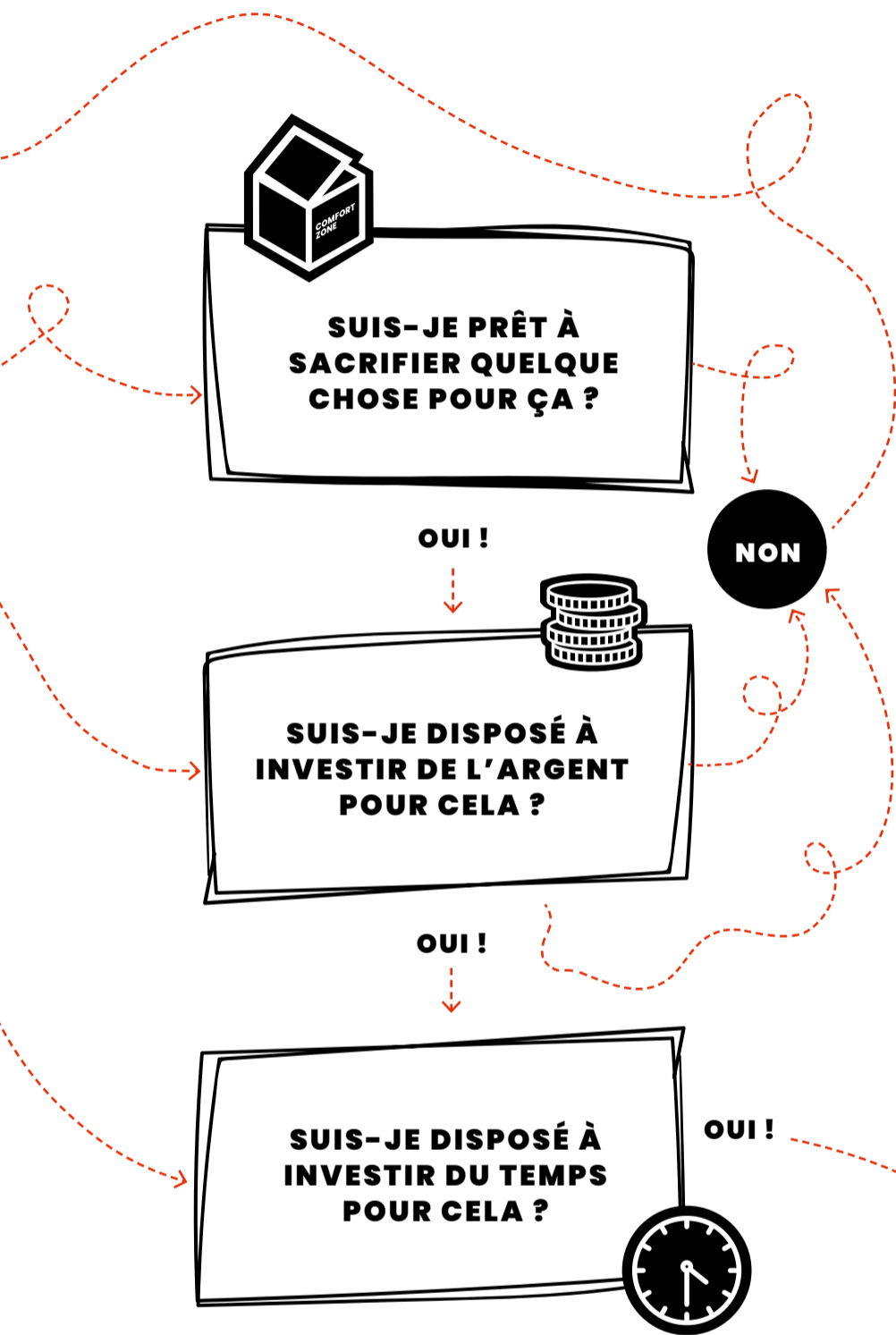
D'un point de vue technologique, nous avons les moyens de nous affranchir de notre dépendance néfaste aux énergies fossiles. La question est plutôt de savoir quel sera le prix à payer, car cette transformation a indéniablement un coût.

« Le changement, quel qu'il soit, ébranle l'ordre établi et implique un prix à payer. Plus les différents acteurs sont liés et dépendants les uns des autres, plus le prix à payer est élevé », constate Didier Sornette, titulaire de la chaire de risques entrepreneuriaux à l'EPF de Zurich. Ce spécialiste des analyses et des prévisions s'intéresse aux systèmes complexes, du marché financier aux tremblements de terre et, depuis peu, au secteur énergétique. Ce faisant, il mène une réflexion bien au-delà des enjeux économiques. Notre système énergétique s'est développé au fil des siècles, de sorte qu'il influe aujourd'hui pratiquement sur tous les domaines de la vie. Le physicien est convaincu que la remise en question radicale d'un système à ce point imbriqué aura inévitablement des conséquences sociales et politiques.

## **Effondrement suite à une transformation radicale**

Didier Sornette renvoie à l'exemple des États d'Europe de l'Est après la dissolution de l'Union soviétique. La transformation complète d'une économie planifiée à une économie de marché a engendré une récession généralisée ; les anciennes structures économiques se sont effondrées, alors que les nouvelles n'ont pu être mises en place que lentement.

Le spécialiste des systèmes peine à comprendre la décision des États, comme la Suisse, qui entendent non seulement s'affranchir de leur dépendance aux énergies fossiles mais aussi renoncer entièrement à l'énergie nucléaire. Une telle décision implique, en effet, de repenser entièrement la production d'électricité dans notre pays, en passant d'une production centralisée à une production fortement décentralisée. Pour Sornette, cette prise de risque supplémentaire est d'autant plus inconcevable qu'il parvient dans ses propres analyses à la conclusion que – sur l'ensemble du cycle de vie – l'énergie nucléaire s'avère plus respectueuse de l'environnement que ne le sont



les énergies éolienne et solaire. En outre, des réacteurs de troisième et quatrième génération, grâce à une conception entièrement nouvelle, permettraient à l'avenir d'exclure pratiquement les risques actuels et de réduire considérablement le problème du stockage définitif des déchets radioactifs. Pour développer les innovations nécessaires, il faudrait mettre en place une sorte de « super-programme Apollo » à l'échelle mondiale.

**La science ne justifie aucune décision politique**

De toute évidence, choisir comment produire de l'électricité pour le monde de demain n'est pas qu'une question de coûts de production, de montants des dommages et de risques. Une telle décision résulte davantage d'un arbitrage entre les préférences et considérations complexes des différents acteurs de notre société.

Le philosophe Michael Esfeld, qui enseigne à l'Université de Lausanne, fait observer que les résultats des études nous aident en premier lieu à évaluer les conséquences de nos décisions. Il souligne qu'aucune décision politique ne saurait être justifiée scientifiquement : « Si les lois de la nature sont soumises au déterminisme, les sujets de recherche, l'approche privilégiée et la méthode de pondération des résultats sont cependant le fruit de nos choix. La physique en

elle-même ne préconise aucune recommandation d'action. »

**Diversité et principe de Popper**

La transformation du système énergétique constitue un défi de grande envergure. Pour opérer le changement fondamental qui s'impose, il est indispensable d'agir simultanément sur de nombreux leviers, comme le démontrent notamment plusieurs études des Programmes nationaux de recherche 70 et 71. Toute la difficulté consiste à trouver la juste mesure pour rompre l'ordre établi sans entraîner des effets indésirables démesurés.

Michael Esfeld voit dans l'approche empirique par essais et erreurs, théorisée par le philosophe Karl Popper, la voie la plus prometteuse. Cette approche fonctionne d'autant mieux que les solutions à disposition sont nombreuses et variées. Didier Sornette approuve aussi cette conclusion : « Du point de vue de la théorie systémique, on a intérêt à toujours garder le maximum d'options possible et à ne pas se fixer des objectifs trop érigés. » On dispose ainsi d'une plus grande marge de manœuvre si nos visions de l'avenir ne se réalisent pas exactement comme prévu, ce qui arrive toujours tôt ou tard. Voilà au moins un point sur lequel philosophes et physiciens sont unanimes.

Daniel Meierhans –  
journaliste scientifique et technologique



Si les milieux économiques révisent leur position en matière de politique énergétique, c'est avant tout en raison des risques de responsabilité. Pourtant, selon David Bresch, chercheur à l'EPF de Zurich qui assurait il y a deux ans encore l'évaluation des risques environnementaux chez Swiss Re, la volonté personnelle des décideurs de laisser une empreinte positive joue un rôle pratiquement aussi important.

**Monsieur Bresch, comment êtes-vous parvenu à la conclusion que nous devons impérativement revoir notre gestion de l'énergie ?**

En tant que citoyen helvétique, j'ai été particulièrement impressionné par un graphique de MétéoSuisse qui illustre la hausse des températures. En effet, depuis le milieu des années 1980, la température moyenne annuelle dans notre pays a toujours dépassé, sans exception, la valeur moyenne de la période 1960-1990. De surcroît, celle-ci ne cesse d'augmenter. Des spécialistes ont tiré la sonnette d'alarme dès le milieu des années 1990. En 1995 déjà, Swiss Re a, par exemple, admis la réalité du changement climatique.

**Aujourd'hui comme hier, les représentants et représentantes politiques manquent de détermination. Ces derniers temps cependant, les milieux économiques exercent une pression plus forte. Plus de 400 groupes financiers opérant à l'échelle internationale se sont unis pour exiger des mesures enfin efficaces.**

En effet, les milieux économiques prennent davantage conscience qu'un maintien du statu quo compromet les rendements futurs. Il existe trois niveaux de risque, qu'il convient de distinguer : d'abord, les coûts directs augmentent sous l'effet des événements météorologiques. Ensuite, les risques de transition sont aujourd'hui encore plus importants : si des entreprises manquent le changement vers une économie à faible émission de carbone, elles devront assumer des coûts d'autant plus élevés que la transition sera tardive. Enfin, le risque qui, à mon sens, joue un rôle majeur dans la transition n'est autre que le risque de responsabilité. Toute entreprise, qui maintient le statu quo en connaissance de cause, pourrait être tenue responsable rétrospectivement.

**Malgré tout, les entreprises n'adoptent pas une position commune en la matière.**

Globalement, on constate une détermination plus importante du côté des entreprises actives à l'échelle internationale, car elles assument un leadership technologique dans leur domaine et bénéficient d'une forte notoriété dans le public. Ces entreprises jouent un rôle de pionnier en amorçant un changement irréversible.

**A contrario, de nombreuses entreprises ont aussi intérêt à maintenir le statu quo pour préserver leur modèle d'affaires.**

Il n'y a pas que les facteurs économiques qui comptent. Il ressort des relations que j'entretiens avec les capitaines d'industrie et, plus encore, avec les responsables de PME en Suisse que l'impulsion nécessaire au changement tient au moins pour moitié à la volonté personnelle. Les cadres, en grande majorité, ont l'ambition de faire état de bons résultats commerciaux mais aussi, sur le plan personnel, de laisser une empreinte positive. Ils ont tous des amis, des enfants voire des petits-enfants. Et ils veulent – comme nous tous d'ailleurs – pouvoir les regarder en face, maintenant et encore dans 20 ans, sans avoir mauvaise conscience.

## ZURICH

Pour Lucas Bretschger, une chose est sûre : « Les prestations environnementales doivent être taxées de manière appropriée. » Une telle mesure ne devrait pas affecter l'économie pour autant que les coûts soient répartis équitablement. Lucas Bretschger et les collaborateurs de la chaire d'économie de ressources à l'EPF de Zurich ont déterminé, à l'aide de modèles de calcul, comment réformer notre système fiscal pour améliorer la qualité de l'environnement tout en soutenant la croissance économique. « Nos travaux démontrent la possibilité d'atteindre ces deux objectifs à première vue contradictoires », explique Lucas Bretschger. Les recettes issues des taxes environnementales doivent être affectées à des fins précises ou redistribuées au public. Si elle est bien menée, une réforme de la fiscalité écologique améliore la qualité de l'environnement, optimise le système fiscal et contribue au développement économique. Dans le cadre de leur projet du PNR 71, les chercheurs se sont concentrés sur ce dernier aspect. À l'aide des modèles numériques élaborés par leurs soins, ils ont démontré que la réforme de la fiscalité écologique peut avoir un impact positif sur la croissance à long terme pour autant que les taxes ne soient pas fixées d'emblée à un niveau trop élevé. « Si la réforme de la fiscalité environnementale est bien menée, la Suisse peut tirer parti d'une économie sans carbone », conclut l'économiste.

Projet de recherche :  
« Réforme fiscale écologique et croissance endogène » (PNR 71)

## BIRMENS DORF

Pour réformer un réseau aussi complexe que celui de notre système énergétique, il faut agir sur de nombreux leviers. Les coopératives énergétiques, par exemple, interviennent à plusieurs niveaux, comme en témoignent les travaux de l'équipe d'Irmi Seidl, composée de spécialistes en sciences sociales de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). « Les coopératives assument souvent un rôle pionnier dans le développement de la politique énergétique locale, et il n'est pas rare qu'elles collaborent étroitement avec les communes », explique Irmi Seidl. Les citoyennes et citoyens qui participent au financement des coopératives s'engagent aussi bénévolement, se forment au domaine de l'énergie et s'impliquent dans les processus de décision politique. Une telle démarche renforce l'adhésion aux changements dans toute la région. Dans le meilleur des cas, il en résulte une véritable dynamique en faveur des énergies renouvelables, qui se traduit par d'autres initiatives, notamment le déploiement d'infrastructures d'électromobilité ou d'autres installations de production d'énergie renouvelable. Irmi Seidl se montre impressionnée par le fait que l'approvisionnement régional en énergie renouvelable passe avant tout, tant pour les membres des coopératives que pour les communes. La plupart du temps, les bénéfices sont réinvestis, le rendement n'étant pas une priorité.

Projet de recherche :  
« Financement collectif des énergies renouvelables » (PNR 71)

## SAINT-GALL

« Que la Suisse parvienne ou non à un accord sur l'électricité avec l'Union européenne, il y aura forcément des gagnants et des perdants », indique Peter Hettich, directeur de l'Institut für Finanzwissenschaft, Finanzrecht und Law and Economics de l'Université de Saint-Gall. « Il en résultera, dans un cas comme dans l'autre, autant de défis à relever que d'opportunités à saisir. » Pour délimiter le cadre dans lequel il est possible d'organiser la politique énergétique suisse – avec ou sans accord avec l'Union européenne – le juriste et son équipe se sont entourés de spécialistes des sciences politiques et de l'économie d'entreprise pour élaborer, ces derniers mois, les bases juridiques et politiques requises. Pour ce faire, ils se sont également entretenus avec de nombreux décideurs de la politique, de l'administration et de l'économie en Suisse et à Bruxelles. Les chercheurs entendent à présent s'appuyer sur ces investigations pour élaborer des scénarios et des recommandations d'action à l'intention des responsables politiques. Selon Peter Hettich, cette étude complémentaire n'a pas vocation à contribuer à l'atteinte d'un objectif politique défini. Elle vise davantage à améliorer la qualité des documents de décision présentant les différentes mesures possibles : « Idéalement, nous contribuons à la prise de décisions politiques plus rationnelles. » À titre personnel, Peter Hettich est convaincu que, d'une manière ou d'une autre, l'avenir appartient à celles et ceux qui abordent les changements avec ouverture d'esprit et sens de l'initiative.

Projet de recherche :  
« Intégration du système énergétique suisse dans la politique énergétique européenne » (Étude complémentaire des PNR 70 et 71)

Les recherches sur le financement collectif de la production d'énergie, les effets d'une réforme de la fiscalité écologique et les différentes solutions possibles concernant le marché intérieur européen de l'électricité sont autant d'éléments sur lesquels s'appuyer pour esquisser le futur énergétique de la Suisse.





Les programmes nationaux de recherche « Virage énergétique » (PNR 70) et « Gestion de la consommation d'énergie » (PNR 71) du Fonds national suisse étudient les aspects scientifiques, technologiques et socio-économiques qui assureront une transition énergétique réussie.

Plus de 300 chercheuses et chercheurs engagés dans une centaine de projets de recherche ont dégagé des connaissances afin de réduire substantiellement la consommation d'énergie,

de développer de nouvelles technologies et d'établir les conditions-cadres sociétales qui permettront leur traduction dans la pratique au cours des dix à trente années à venir.

En raison de nombreuses synergies, les PNR 70 et 71 se déroulent parallèlement et travaillent main dans la main. Des informations complémentaires sur les différents projets de recherche et les programmes nationaux de recherche sont disponibles aux adresses [www.pnr70.ch](http://www.pnr70.ch) et [www.pnr71.ch](http://www.pnr71.ch).