

E&

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

6

INTERVIEW

« CRÉER DES
ESPACES POUR
LIBÉRER LA
CRÉATIVITÉ. »



10

PASSÉ

RETOUR VERS
LE FUTUR

17

PRÉSENT

UNE ÉPOQUE
DE TRANSITION

20

AVENIR

EFFET DE CHOC
PROPRE À
LA FICTION



CHÈRE LECTRICE, CHER LECTEUR,

Énergie et fiction – un titre étrange pour un magazine scientifique, qui n’a pas l’habitude de traiter d’imaginaire, mais de faits concrets, tangibles et bien réels. L’expérience nous a pourtant appris que bien des aspects aujourd’hui concrets, tangibles et réels sont apparus un jour en tant que fiction et que les grands changements sont souvent nés d’imaginaires particulièrement fertiles.

Nous nous trouvons actuellement à nouveau au cœur d’un tel processus de changement. Qui aurait pu penser il y a encore quelques années que nous nous donnerions comme objectif de réduire massivement notre consommation d’énergie, alors que nous prétendons à toujours plus de richesse et de confort ? Ou que nous chercherions à couvrir une part aussi importante que possible de notre consommation avec des énergies renouvelables issues de l’eau, du vent, du soleil, de la géothermie et de la biomasse ? Si les citoyennes et les citoyens ont adhéré à ces objectifs, c’est parce qu’ils les considèrent comme pertinents et réalistes.

Pourtant, certains persistent à croire que tout ceci restera à l’état de coûteuse fiction. Aussi, pour ne pas donner raison aux sceptiques, nous devons préparer notre système énergétique – centrales électriques, réseaux, solutions de stockage, etc. – pour l’avenir, grâce à une bonne planification et des idées nouvelles.

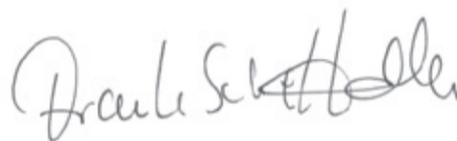
Les humains ont de tout temps été fascinés par les nouvelles technologies. « Toute technologie suffisamment avancée est indiscernable de la magie », affirmait Sir Arthur Charles Clarke, un auteur de science-fiction majeur, pour décrire cette fascination. L’International Consumer Electronics Show à Las Vegas a cependant permis de constater à quelle vitesse cette

technologie de pointe peut perdre sa magie lorsqu’elle vient à manquer d’énergie : en raison d’une panne de courant occasionnée par une forte pluie, les lumières ont cessé de clignoter, les robots se sont immobilisés et l’intelligence artificielle s’est tue.

La fascination ou la magie ne doit donc pas nous faire oublier que la technologie ne peut pas vaincre les lois de la nature et ne constitue pas une finalité en soi, mais doit être au service de l’homme dans son milieu de vie naturel – aujourd’hui et à l’avenir. Pour y parvenir, il faut des idées, des fictions et des visions – ce qui rend la science et la recherche nécessaires. En effet, nous sommes loin de tout connaître des technologies garantissant la fiabilité et la rentabilité de notre système énergétique.

Cependant, préparer notre conscience énergétique et notre rapport à l’énergie à cet avenir énergétique est au moins aussi important que le développement de nouvelles solutions techniques. Cela fait aussi partie de nos axes de recherche.

Ce numéro de notre magazine « Energie & » est très largement consacré aux idées de nos ancêtres, aux défis et aux solutions de notre époque, ainsi qu’aux perspectives pour les générations futures. Vous aussi, n’hésitez pas à laisser libre cours à votre imagination !



Prof. Dr. Frank Scheffold
Département de physique de l’Université de Fribourg et délégué du Conseil national de la recherche pour le PNR 70

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,
Daniel Meierhans, Geneviève Ruiz, Hans-Rudolf Schalcher,
Brigitte Ulmer, Oliver Wimmer

Conception :
CRK – Kommunikation, Kreation & Kino

Illustrations :
Magdiel Lopez | S. 1
Lucian Hunziker | S. 4, S. 10, S. 11, S. 12, S. 13
CRK | S. 7, S. 16, S. 18, S. 21

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

Commandes :
Le magazine « Energie & » peut être commandé gratuitement à l’adresse www.energie-et.ch, site sur lequel il peut également être téléchargé.

© Mai 2018, Fonds national suisse, Berne



CONTENU

5

RÉFLEXIONS

DE L'IMAGINATION
À L'ÉNERGIE :
UN RÉCIT-CADRE



6

INTERVIEW

« CRÉER DES ESPACES
POUR LIBÉRER LA
CRÉATIVITÉ. »

10

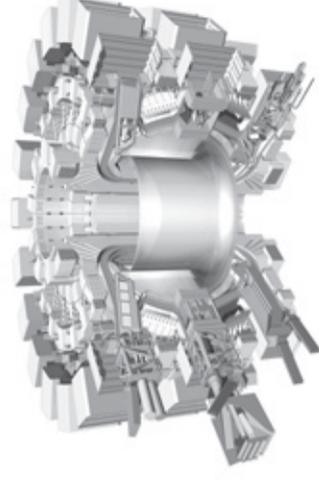
PASSÉ

RETOUR VERS
LE FUTUR



14

NEXT GENERATION



20

AVENIR

EFFET DE CHOC
PROPRE À LA FICTION

« NOUS SOMMES À
L'ORÉE D'UN ÂGE DE
LA LUMIÈRE »

TOUR DE SUISSE

17

PRÉSENT

UNE ÉPOQUE
DE TRANSITION

UN MILLION
D'ANNÉES





Le premier cinéma au monde remonte à environ 17 000 ans : la grotte de Lascaux, dans le sud-ouest de la France. À la lumière vacillante des torches, on y montre des scènes de chasse et ce, déjà en couleur. Avec la courbure de l'écran minéral, donnant le sentiment de la 3D, c'est presque de l'IMAX. Pourtant le but premier de ces séances n'était peut-être pas le divertissement. Selon les anthropologues, ces représentations servaient à préparer la chasse. On se laissait transposer dans l'univers de la chasse jusqu'à ressentir des poussées d'adrénaline bien que l'on soit en sécurité. Pourquoi ? Lorsqu'une histoire est bien racontée, notre subconscient ne distingue plus clairement entre la réalité et l'imaginaire. Pour moi, c'était clairement du cinéma. Peut-être même avec du pop-corn.

Si le rapport entre énergie et imagination n'est pas évident à première vue, il apparaît toutefois à celui qui creuse un peu la question. Après tout, les meilleures histoires se sont de tout temps racontées autour du feu, qui est sans doute la forme la plus archaïque d'énergie. Le feu a aussi permis d'oxyder les pierres avec lesquelles nos ancêtres ont orné les parois pour illustrer leurs histoires. Ainsi, la fiction est aussi vieille que le feu.

Intéressons-nous à une deuxième source d'énergie archaïque : la force physique humaine. Achetée et vendue sur le marché des esclaves, elle a longtemps joué un rôle déterminant dans la vision de l'homme et dans la valeur de notre espèce (en tant qu'« énergie renouvelable »). Heureusement la créativité humaine a permis d'inventer des alternatives à ces pratiques inhumaines, notamment en tirant profit de la force du vent et de l'eau. Avant l'ère chrétienne déjà, de grandes roues mues par le vent et l'eau servaient à entraîner des meules, affranchissant ainsi les esclaves d'un travail qui a coûté la vie à un certain nombre d'entre eux. En dépit de leur potentiel de simplification de la vie, ces deux inventions sont restées peu diffusées et longtemps inexploitées.

C'est cette circonstance étrange que décrit le philosophe indien Vishal Mangalwadi dans son ouvrage « Le livre qui a façonné votre monde – Comment la Bible a créé l'âme de la civilisation occidentale » : bien que le monde de l'antiquité eût connaissance de nombreux acquis techniques, il ne les a pas mis en œuvre à grande échelle faute de disposer du récit-cadre (c'est-à-dire de la perception du monde) nécessaire ou de la vision de l'humain associée. L'être humain étant voué à travailler dur, personne ne ressentait le besoin de lui faciliter son pénible labeur. C'est précisément la narration biblique de la chute dans le péché qui a conduit à atténuer cette malédiction du travail ardu et à s'ouvrir aux énergies alternatives.

Dans l'Inde de mon père, les dieux sont généralement des danseurs ou des rêveurs. Dans la Bible, le créateur est au contraire un « travailleur ». Aussi, d'un point de vue biblique le travail en lui-même était perçu comme positif. C'est suite à la chute dans le péché que la situation a changé : le travail est devenu souffrance. « C'est à la sueur de ton visage que tu



mangeras du pain ... » Désormais l'être humain n'est plus originellement destiné à souffrir. Et si le Christ a racheté le péché originel sur la croix, il doit bien être possible de s'affranchir de la malédiction du labeur. Telle était la motivation des moines chrétiens du XI^e siècle lorsqu'ils ont délégué les tâches monotones aux moulins à vent et à

eau. Ceci a eu pour conséquence directe de rendre l'homme disponible pour des tâches plus créatives. Ainsi, il a trouvé le temps d'observer la nature, d'élaborer d'autres moyens de faciliter le travail ou encore de s'investir dans l'art et la culture. Mais le temps ainsi libéré existe-t-il encore ? Ou la dictature du « profit maximum » a-t-elle réaccaparé de façon absolue et exclusive la capacité de travail des êtres humains ?

D'une part, les exigences de rendement vont croissant dans le monde du travail, d'autre part l'automatisation et l'intelligence artificielle atteignent des proportions tellement inouïes qu'elles poussent à l'extrême le rêve des moines. Jusqu'à 800 millions d'emplois pourraient être perdus en l'espace de quelques années. Lorsque la délégation du travail est ainsi poussée jusqu'à l'absurde, la question du sens s'impose de plus en plus. Or le sens est précisément une question capitale du récit-cadre. En effet, toutes les histoires ne conduisent pas au succès. Disposons-nous encore d'énergie pour le vrai progrès, ou devenons-nous les « batteries » à la Matrix d'un monde militaro-industriel robotisé – un peu comme des esclaves sans travail ?

Le mot latin pour « livre » et « libre » est le même : liber. Aux États-Unis, l'esclavage n'a été aboli qu'après qu'un livre, « La case de l'oncle Tom », ne devienne un best-seller. Cet ouvrage de fiction de Harriet Beecher Stowe a réussi à réaliser ce que la politique avait échoué à faire. La concrétisation de la transition énergétique nécessiterait-elle donc une histoire d'accident nucléaire ?

L'énergie nucléaire, où tout tourne autour d'un cœur, constitue d'ailleurs une bonne image pour les humains. En accédant au cœur de notre humanité, on trouve infiniment plus d'énergie que ce qu'il n'y paraît de l'extérieur. Il nous faut réapprendre à libérer cette créativité intérieure. Peut-être la fiction peut-elle nous y aider. Mais pour cela, il faut privilégier la lecture ! Regarder Netflix est non seulement une activité extrêmement énergivore, parce que basée sur le cloud, mais dégrade en outre notre capacité d'imagination. Contrairement au visionnage passif de la télévision, la lecture nous permet d'exercer notre « muscle » d'imagination. Or c'est lui qui est capable de décupler à l'infini notre force physique.

Y a-t-il suffisamment de ressources et d'énergie pour les humains ? Oui, car la principale ressource c'est l'être humain lui-même. Il faut simplement trouver le récit-cadre adéquat.

Professeur Kupper, à quel moment l'être humain a-t-il commencé à s'interroger sur l'avenir ?

Cela dépend de la définition que vous donnez de l'avenir. Depuis toujours, les hommes et les femmes se sont interrogés sur ce qui adviendra plus tard. En faisant par exemple des provisions en vue de temps difficiles. Mieux vaudrait poser la question ainsi: quelle posture adoptent les sociétés humaines face à l'idée d'un lendemain ou d'un avenir éloigné?

L'historien Lucian Hölscher donne une réponse à cette question dans son livre « Entdeckung der Zukunft » consacré à la découverte du futur. Selon lui, les humains ont commencé relativement tard à élaborer une vision d'avenir pour eux-mêmes ou pour la société. Pendant longtemps en effet, on a pensé que l'avenir arrivait de lui-même (l'avenir comme ce qui est « à venir »). Ce n'est qu'au XVIII^e siècle qu'une nouvelle approche se fait jour avec la notion de « futur ». Le futur est alors compris comme un lendemain vers lequel on va, et qu'il est même possible de façonner.



En tant qu'historien, et en appliquant la théorie selon laquelle « tout se répète », êtes-vous en mesure de prédire l'avenir ?

Non, absolument pas. Les circonstances dans lesquelles se déroule une évolution sont toujours nouvelles. Il est concevable en revanche d'imaginer des futurs possibles à partir des expériences du passé. Mais là encore, il s'agit d'une manière relativement nouvelle d'aborder l'avenir: alors que le futur s'est longtemps décliné uniquement au singulier, on a vu apparaître dans les années 1960, avec l'arrivée de l'ordinateur, l'idée selon laquelle il n'y aurait pas un seul futur mais plusieurs développements possibles. Ces scénarios prospectifs ont – comme souvent – d'abord été utilisés à des fins militaires et plus tard également exploités pour la société tout entière ou dans le domaine de la politique énergétique. Les Suisses travaillent depuis les années 1970 à l'élaboration de scénarios énergétiques. Il faut d'ailleurs signaler qu'à cette époque déjà, un scénario avait été développé mettant en œuvre des énergies renouvelables et faisant totalement abstraction de l'énergie nucléaire, lequel scénario avait été taxé de « pure fiction » par l'économie énergétique.

Restons dans le domaine de l'énergie. De quelle manière l'énergie influence-t-elle l'évolution d'une société ?

L'énergie est un bon indicateur des possibilités dont dispose une société: quelle quantité d'énergie les êtres humains peuvent-ils mobiliser pour façonner leur univers? L'exploitation de sources d'énergie supplémentaires a permis à des sociétés de croître au-delà de leurs propres limites. Considérées d'un point de vue historique, ces évolutions constituent des ruptures extrêmes. Chaque fois qu'une nouvelle forme d'énergie est apparue, la consommation par habitant a été multipliée. Ainsi, les sociétés agraires disposaient de deux à cinq fois plus de ressources énergétiques que les chasseurs-cueilleurs et la quantité d'énergie consommée a encore doublé lorsque les hommes se sont mis à exploiter le charbon. Avec l'arrivée du pétrole, la consommation par habitant a triplé, alors même que la population mondiale connaissait une très forte croissance!

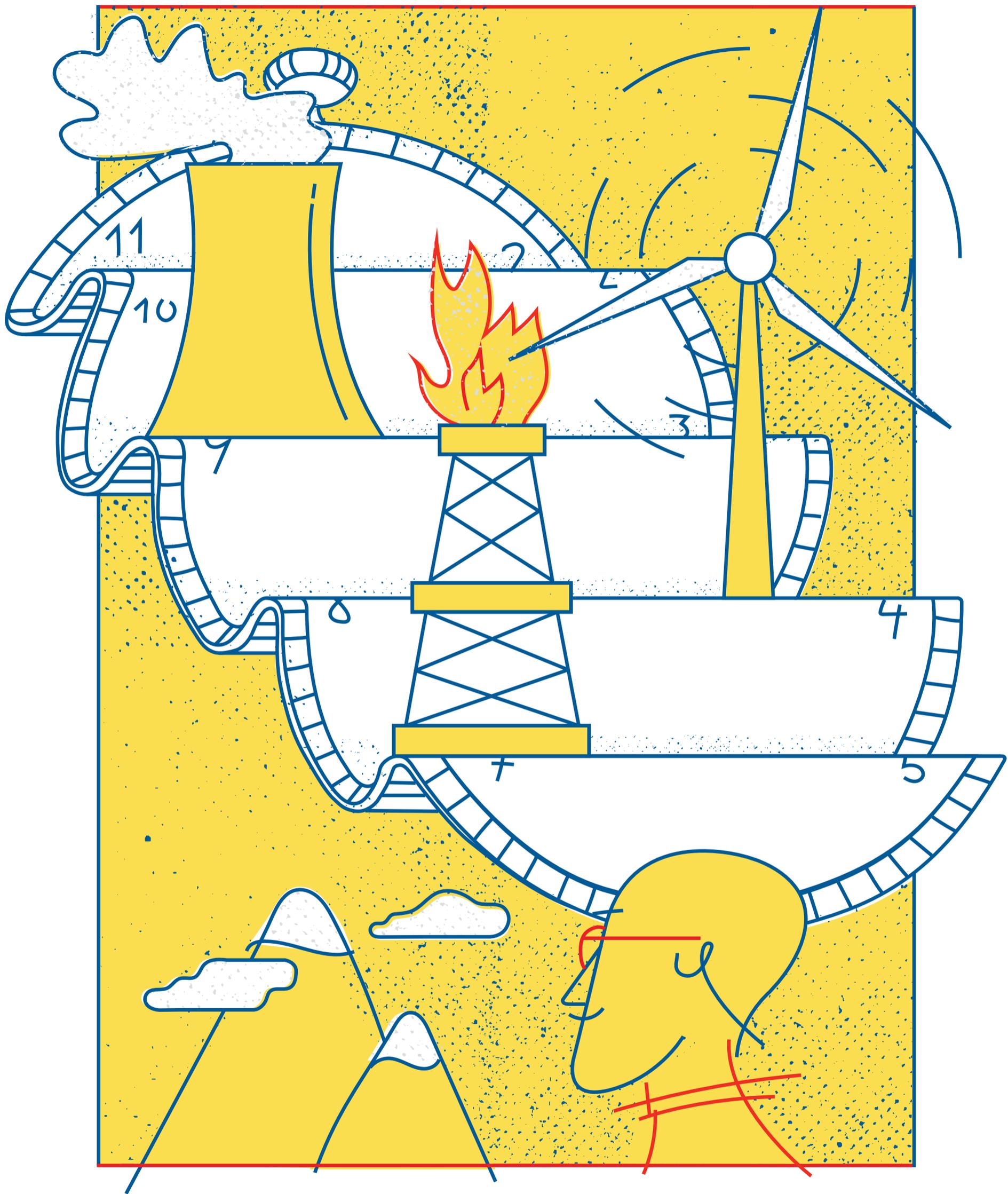
Les combustibles fossiles se présentaient comme une source d'énergie nouvelle et puissante, qui se distinguait aussi par le fait qu'elle n'était plus exploitée et consommée sur place mais devait être transportée du site de production au lieu de consommation.

Comment ces innovations ont-elles pu s'imposer ?

Je parle souvent à mes étudiants de Joseph Schumpeter et du processus qu'il a appelé la « destruction créatrice ». Selon ce modèle, les structures anciennes doivent être supplantées et éliminées afin que puisse naître quelque chose de nouveau. Le secteur de l'énergie change naturellement, mais au cours de ces 200 dernières années, il s'est surtout caractérisé par son expansion. Force est de constater qu'à travers les époques, jamais aucun nouveau système n'est venu remplacer l'ancien mais s'est au contraire ajouté à lui.

Pourriez-vous nous donner un exemple ?

L'exemple du charbon est très parlant: avec l'arrivée du pétrole, des grandes centrales hydrauliques et de l'énergie nucléaire, la part du charbon dans la consommation énergétique a certes faibli, mais en chiffres absolus, elle demeure cependant encore très importante au niveau mondial. Joseph Schumpeter nous dirait ici que cela vient du fait que les structures des systèmes énergétiques sont solidement enracinées et ne peuvent disparaître aussi rapidement. La branche énergétique connaît bien sûr elle aussi des crises et des pertes, mais on n'a jamais assisté jusqu'ici à la destruction complète d'aucun système énergétique.



Le professeur Patrick Kupper dirige l'Unité Histoire économique et sociale à l'Université d'Innsbruck. Il est l'auteur, avec Irene Pallua, de l'étude intitulée « Les régimes énergétiques en Suisse depuis 1800 » (en allemand : <http://bit.ly/2cAcRoS>) (résumé en français : <http://bit.ly/2tuHxUv>).

Qu'est-ce que cela induit pour la transformation en cours du système énergétique?

Nous nous trouvons aujourd'hui confrontés au défi de devoir concevoir un système énergétique durable. Cela est impossible à réaliser dans le cadre des anciennes structures. De nouvelles structures doivent donc émerger, tant du côté de la production que de la consommation. Cela implique un changement complet de paradigme.

Dans une étude que vous avez menée, vous avez analysé les « régimes énergétiques » des 200 dernières années. Qu'est-ce qui selon vous caractérise un régime énergétique?

Ce qui différencie de la manière la plus évidente un régime d'un autre, c'est la source d'énergie elle-même, ainsi que les technologies et infrastructures de production, de transport, de distribution et de consommation qui y sont liées. Ces technologies et infrastructures sont incorporées à la société avec les normes et les valeurs correspondantes.

En quoi est-il utile d'analyser ces différents régimes?

L'Office fédéral de l'énergie, qui a commandité cette étude, souhaitait avoir une compréhension claire et historiquement fondée des phénomènes ayant mené à la situation que l'on connaît aujourd'hui. Il est important de faire cette démarche, en particulier dans le secteur énergétique, où les structures se sont développées sur de longues périodes et possèdent une grande force d'inertie. Comme nous l'avons évoqué précédemment, le système actuel est le fruit de deux siècles de constante expansion du secteur énergétique, phénomène qu'il convient à présent d'interrompre.

Le futur système énergétique devra être organisé de manière décentralisée. Voyez-vous déjà apparaître cette tendance qui tournerait le dos aux grosses infrastructures historiques pour privilégier une multitude de petites installations?

À franchement parler, je ne vois pas actuellement de transformation de ce type se faire jour à grande échelle. Deux évolutions parallèles perdurent. Il y a par exemple d'un côté les parcs éoliens offshore – reliés aux puissants réseaux de transport européens et qui s'apparentent plutôt au phénomène des grandes infrastructures des siècles derniers – et de l'autre côté, il existe des producteurs d'énergie solaire ou des communautés basées sur l'autoconsommation qui se classent dans la tendance de l'auto-suffisance et de l'autonomie locale. Ce qui va réussir à s'imposer en définitive dépendra des objectifs que se fixera la société et de sa propre volonté de transformation.

Avons-nous besoin pour mener cette transformation de personnalités phares et de pionniers, comme nous en avons connus auparavant dans l'histoire?

Je n'aime pas parler de pionniers de cette manière. Bien sûr, ceux-ci ont marqué l'histoire. Mais s'ils ont pu concrétiser leurs idées et leur vision, c'est aussi parce que la société et les circonstances l'ont permis.

Je citerai deux exemples opposés pour étayer mon discours. Le premier concerne les énergies renouvelables dans l'histoire toute récente: le virage énergétique adopté par l'Allemagne, qui a été amplement critiqué pour les coûts qu'il génère, a néanmoins permis la percée des technologies solaires, car la société était confiante dans le fait que l'investissement en valait la peine. En guise de second exemple, rappelons-nous que des recherches sur les énergies alternatives avaient déjà été menées dans l'entre-deux-guerres, développement vite étouffé dans l'œuf par l'afflux de pétrole après la Seconde Guerre mondiale. S'y est adjoint ensuite la vision d'une nouvelle ère atomique, largement répandue dans la société, et qui a fondamentalement influencé l'attribution des subsides de recherche et l'orientation des entreprises.

Si nous souhaitons aujourd'hui souscrire à l'idée d'un système énergétique durable, il nous faut créer des espaces qui feront entrevoir des perspectives et permettront de libérer la créativité.

A futuristic white car with solar panels on its roof is shown flying over a mountain landscape. The car is sleek and aerodynamic, with a driver visible in the cockpit. The background features a bright sun in a clear blue sky and a range of rugged mountains with some snow patches. The overall scene is bright and optimistic, suggesting a clean, sustainable future.

L'énergie solaire comme nous
ne l'avons encore jamais vue.

Chez Flisom, nous croyons fermement dans un avenir où des panneaux solaires pourront être installés sur n'importe quel toit, façade, voiture, train, bus ou tout autre appareil consommant de l'électricité. Notre rêve est de pouvoir utiliser de l'électricité solaire propre – pratiquement gratuite – dont le potentiel est déjà en train de se révéler : nous développons les cellules solaires de la prochaine génération avec nos partenaires du Programme national de recherche « Virage énergétique » (PNR 70). Nous modifions ainsi le paysage énergétique en Suisse et par-delà des frontières.





Avant la découverte des combustibles fossiles, l'énergie était fournie par le soleil, le bois, le vent et l'eau. Pour l'avenir, un retour à ces sources d'énergie « archaïques » est aujourd'hui envisagé. Fiction ? Éventualité ? Ou bientôt réalité ?

Les humains n'aiment souffrir ni du froid, ni de la faim. Ce sont ces besoins élémentaires qui guident leur quête permanente de formes de production d'énergie toujours plus performantes. Depuis que la maîtrise du feu a ouvert à nos ancêtres des possibilités insoupçonnées, la roue n'a cessé de tourner dans la même direction : l'humain est une créature expansive, qui aspire avant tout à améliorer sa qualité de vie. Plus il dispose d'énergie à cet effet, plus il en utilise. L'histoire de l'humanité est celle d'une longue optimisation de la production d'énergie : le feu a permis à l'Homo sapiens de cuire ses aliments, de faire fondre des métaux pour fabriquer des outils, de chauffer l'argile pour le transformer en récipients de stockage de la nourriture et en briques pour bâtir des maisons. Les moulins à eau ont remplacé la force physique jusqu'à ce que la machine à vapeur ne libère la puissance de production industrielle. Enfin, le pétrole a marqué l'avènement de l'énergie bon marché. Ce concentré d'énergie a ouvert la voie à deux siècles de croissance, épaulés ultérieurement par l'électricité en abondance issue des centrales nucléaires.

« Or blanc »

Malgré la révolution du charbon et de la machine à vapeur, le bois et l'énergie hydraulique n'ont jamais cessé d'être utilisés. Tout particulièrement en Suisse, ces sources d'énergies « archaïques » ont joué un rôle dans le processus d'industrialisation. À la lumière de l'histoire de l'énergie, nous semblons technologiquement et mentalement prédestinés à poursuivre le développement des formes d'énergie traditionnelles.

Conformément à la Stratégie énergétique 2050, l'avenir passe par un retour à l'exploitation du soleil, de l'eau, du vent et du bois – en appliquant toutefois des méthodes innovantes : modules photovoltaïques plus efficaces, multifonctions et plus esthétiques, et exploitation du potentiel de développement de l'énergie hydraulique et de la combustion du bois.

À son apogée, au début des années 1970, l'hydraulique assurait 90% de la production d'électricité suisse, contre 59% aujourd'hui. Une stratégie de développement durable de cet « or blanc » permettrait d'en accroître l'utilisation.

Les centrales hydroélectriques existantes devraient être assainies selon des principes écologiques, tout en améliorant leur puissance et leur souplesse. De nouvelles centrales à accumulation pourraient être érigées dans les régions alpines, par exemple dans les zones de retrait des glaciers.

L'obstacle majeur à un recours accru à l'énergie hydraulique est le faible prix de l'électricité sur le marché européen, qui grève la rentabilité de l'exploitation et des investissements dans l'hydraulique. La faiblesse des taxes sur les émissions de CO₂ va également au détriment de l'hydraulique. Un cadre réglementaire approprié permettrait de faire évoluer le marché en faveur de l'hydraulique.

réduire de 60% la consommation de bois pour la production de chaleur d'ici 2050, n'est pas judicieux en matière de gestion des ressources. Selon lui, le potentiel inutilisé du bois-énergie pourrait être exploité pour le chauffage, la chaleur à distance et la cogénération de chaleur et d'électricité. La production d'électricité dans des installations de gazéification du bois et des centrales à cycle combiné de grande envergure permettrait de réduire les coûts. Utilisé dans des centrales de cogénération à bois (comme celle de Zurich-Aubrugg), qui alimentent un réseau de chaleur en fonction des besoins tout en produisant de l'électricité, le bois-énergie peut contribuer à longueur de journée à l'approvisionnement électrique et compléter la production des installations photovoltaïques, notamment durant la période hivernale.

Sous-estimé et sous-utilisé

Le bois, qui ne contribue actuellement qu'à hauteur de 4% à la consommation d'énergie, est une source d'énergie sous-utilisée. Selon Thomas Nussbaumer, responsable du groupe spécialisé Bio-énergie à la Haute école de Lucerne, la part du bois-énergie pourrait être augmentée de 50% d'ici 2035. Améliorer la technique de combustion à l'aide des méthodes disponibles et réduire ainsi les émissions polluantes permettrait d'intensifier l'utilisation du bois tout en restant respectueux des ressources. Le recours à des foyers à combustion échelonnée constitue une mesure importante à cet égard. Thomas Nussbaumer estime que le scénario préconisé par la Stratégie énergétique 2050, qui prévoit de

Il existe ainsi toute une série de mesures techniquement réalisables, susceptibles de renforcer à l'avenir l'utilisation de sources d'énergies séculaires. Cependant, en raison de l'effet de rebond qu'engendrent souvent les gains d'efficacité, en se traduisant par exemple par une hausse de la consommation, on peut légitimement s'interroger sur l'opportunité d'un changement fondamental pour un mode de vie plus raisonnable, c'est-à-dire une utilisation plus attentive et plus économe de l'énergie. Des études poussées cherchent à déterminer dans quelle mesure de tels objectifs pourraient être conciliés avec l'expansivité naturelle de l'être humain.

Brigitte Ulmer – Journaliste et auteure



Projets de recherche:
Combustibles renouvelables pour produire de l'électricité (PNR 70)
Une nouvelle génération du photovoltaïque (PNR 70)
L'avenir de l'énergie hydroélectrique en Suisse (PNR 70)
Énergie hydroélectrique et géothermique (PNR 70) / sous-projet « Adequate sediment handling at high-head hydropower plants to increase scheme efficiency » (bit.ly/2Gymlwp)
Combustion du bois et production d'énergie dans les bâtiments (PNR 70)

Part du bois dans la consommation d'énergie finale

Explication : en valeur absolue, la consommation de bois est restée quasiment inchangée au cours des 100 dernières années. Mais cela signifie aussi que la part relative du bois dans la consommation énergétique totale a diminué de manière fortement disproportionnée. Alors que le bois couvrait 17,2% de la consommation d'énergie finale en 1910, il ne représentait plus que 13% en 1950, 3,8% en 1980 et 4,6% en 2016. Il serait toutefois possible de revenir à environ 6,8% d'ici 2035.

Source:
Office fédéral de l'énergie OFEN



Le bois : une énergie propre



La combustion du bois peut conduire à l'émission de particules fines nocives pour la santé. À première vue, la promotion du bois en tant que source d'énergie renouvelable semble par conséquent incompatible avec les objectifs de lutte contre la pollution de l'air. Une meilleure compréhension des processus de conversion de la biomasse permet cependant d'optimiser le fonctionnement des installations de chauffage au bois. Thomas Nussbaumer, de la Haute école de Lucerne, étudie les possibilités de réduction des émissions de poussières primaires et des précurseurs de particules fines secondaires dans les chaudières à bois. Il a analysé à cet effet les mécanismes de formation des polluants avec divers foyers et pour différents modes de fonctionnement : notamment dans les poêles à bois, les chaudières à bûches et

les chauffages à bois à pellets et les chauffages automatiques à bois, aussi bien en conditions idéales qu'en situation d'utilisation inappropriée, par exemple en cas de manque d'air. Il en a conclu que pour les foyers à alimentation manuelle, un combustible approprié et une utilisation adéquate sont décisifs pour limiter les émissions polluantes. En fonctionnement régulier, les chaudières à bois automatiques permettent justement d'atteindre une combustion complète. Leurs fumées ne contiennent pratiquement que des poussières salines issues des cendres, qu'un filtre à particules fines monté en aval permet de capturer.

Projet de recherche:
Combustion du bois et production d'énergie dans les bâtiments (PNR 70)

Énergie et fiction. Une thématique exigeante. Fiction ou pourrait-on aussi parler d'avenir, d'invention et d'utopie ? Notre avenir semble plutôt sombre. La pollution de l'environnement et la consommation d'énergie augmentent, tandis que l'espace et les ressources diminuent. Dans le contexte de ce scénario, nous vous présentons notre invention : l'Energetikum. Capable de transformer en énergie tout et n'importe quoi, c'est la solution rêvée à tous nos problèmes d'énergie.

Andrina Grimm, Cornelis van Gogswaardt, Noemi Lepore, Nadine Bühler
Élèves de l'école cantonale de Romanshorn



PANIK

Ende

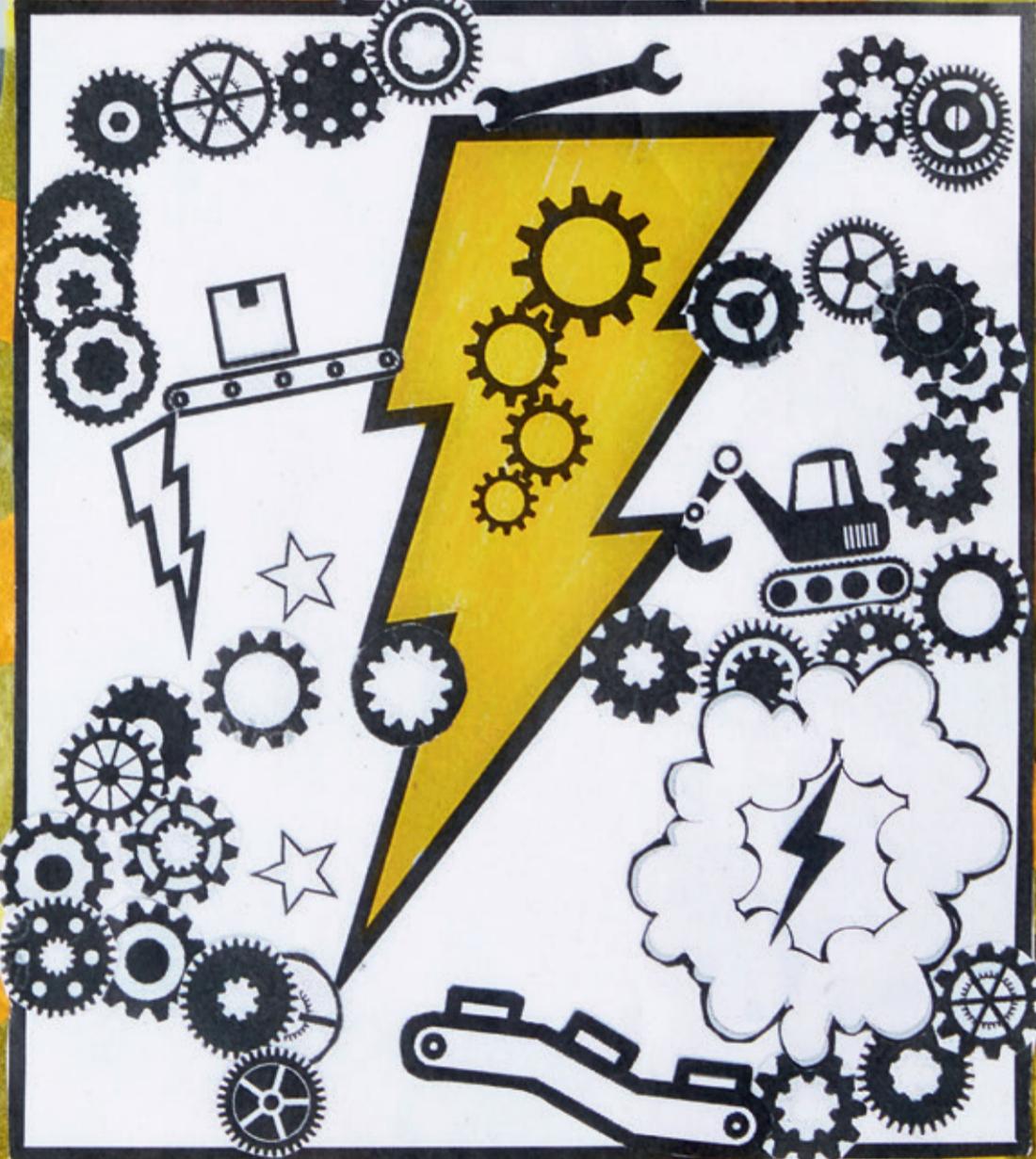
Schirm für Wanderer
den Schirm (Pi, den ersten /
neuentwicklung an Brunner /
ortlaufzeit. Auch dieser Schirm
bestehenden Modell aus. Er ist
ndern richtet sich an verster
lichten Schirm wollen. Samt

IN WAS FÜR EINER WELT LEBEN WIR EIGENTLICH?

OHNE

SKRUPPEL
Abgas





Wozu

Not

Profit ↑
~~Umwelt~~

mit. M
er die
lassen vo
kann m
iniert un
Sitzflächen

igen Flächen
das Polster
ramm ist au
e 14.2, Stand N
Passagen bei P
er Wilhelm Ring z





La nouvelle conception de l'énergie remplace peu à peu l'ancienne. Des résistances doivent néanmoins encore être surmontées pour atteindre les idéaux. Exemple avec la station de ski valaisanne de Crans-Montana.

Crans-Montana est davantage célèbre pour ses discothèques sur les pistes et ses luxueux chalets que pour ses énergies vertes. Le touriste qui arrive sur ce haut-plateau à la vue grandiose est plutôt frappé par l'étalement urbain et l'intense trafic automobile. Se fier uniquement aux apparences serait toutefois trompeur : Crans-Montana a été l'une des premières stations de ski à obtenir le label « Cité de l'énergie » en 2008. Elle a également adhéré à la Convention des maires qui engage des communes à atteindre les objectifs « 3x20 » d'ici 2020 (moins 20% de CO₂, moins 20% d'énergie et plus de 20% d'énergies renouvelables).

Des initiatives basées sur une forte volonté politique

« À l'origine de ces initiatives se trouve une forte volonté politique, avance Yves-Roger Rey, secrétaire général de l'Association des communes de Crans-Montana. Cela va au-delà du marketing touristique, que nous axons peu sur cette thématique. » Parmi les nombreux projets réalisés dans cette ville – dont la population varie de 15 000 à 50 000 habitants en fonction des pics touristiques – on peut citer l'amélioration du réseau de transports publics. « La fréquentation des bus a augmenté de 35% », précise Yves-Roger Rey. De nombreux bâtiments communaux ont été assainis et des installations solaires installées sur certains d'entre eux. Plusieurs projets de chauffage à distance ont été réalisés. « La proportion des renouvelables a fortement augmenté, notamment en ce qui concerne la chaleur », explique Sonia Morand, conseillère « Cité de l'énergie ».

Crans-Montana est donc entrée dans l'ère de la transition énergétique. Mais pour atteindre les objectifs ambitieux, il reste des obstacles. Comme pour toutes les stations de ski, les remontées mécaniques représentent un gros consommateur d'électricité. Si les installations récentes sont à la pointe en matière d'efficacité énergétique, il reste beaucoup à faire. Le plus gros défi, estime Sonia Morand, est toutefois celui du parc immobilier, constitué à 70% de résidences secondaires. « De nombreux bâtiments ont été construits dans les années 1960-70 et leurs propriétaires résident souvent à l'étranger. Certains ne viennent plus à Crans-Montana. Il s'agit de lits « congelés » qui sont souvent chauffés en permanence. »

Des incertitudes liées aux comportements des citoyens

Quant aux projets de chauffage à distance, certains rencontrent de fortes oppositions des riverains. Phénomène « Nimby » (Not In My Back Yard) ? « C'est plus complexe que cela, analyse Isabelle Stadelmann, professeure en sciences politiques à l'Université de Berne. De multiples facteurs font qu'une population locale accepte une infrastructure d'énergie renouvelable ou pas. Parmi ceux-ci, on observe le degré de participation des citoyens au projet, l'idéologie politique dominante ou encore le rejet d'une technologie spécifique. Le fait de se trouver dans une région dont les paysages ont une valeur particulière, comme à la montagne, peut également jouer un rôle. Mais l'acceptation par la population représente une incertitude importante dans une politique de transition énergétique. »

Une autre incertitude réside dans le comportement de la population en matière de consommation énergétique. Si certaines mesures incitatives non monétaires peuvent être activées à cet égard, peuvent-elles toucher les touristes ? Andreas Diekmann, professeur de sociologie à l'ETH Zurich, considère que oui. « Comme pour les autres populations, les injonctions moralistes n'ont pas beaucoup d'effet. Parmi les mesures de motivation non monétaires qui fonctionnent le mieux, on trouve la comparaison, une norme sociale forte. Un hôtel peut indiquer à ses clients que 90% de leurs pairs réutilisent leurs linges plusieurs jours en leur proposant de faire de même. Il peut aussi installer des systèmes qui réduisent automatiquement le gaspillage d'énergie, comme les cartes magnétiques qui ouvrent la chambre et enclenchent l'électricité. Ces mesures ne permettent toutefois de diminuer la consommation que de quelques pourcents. »

L'ancien monde énergétique ne cèdera donc pas si facilement sa place au nouveau. À cet égard, explique Isabelle Stadelmann, le terme « tournant » n'est désormais plus utilisé pour qualifier ce changement : « On ne va pas effectuer de virage ! Il s'agit plutôt d'une lente transition. » Des modifications au niveau des infrastructures, des conceptions et des habitudes quotidiennes, qui prendront plusieurs générations.

Geneviève Ruiz – Journaliste RP

Que va-t-il se passer avec les centrales nucléaires qui cesseront de fonctionner ?

Une centrale nucléaire est composée d'éléments très divers. Plus on s'éloigne du cœur du réacteur, plus la radioactivité décroît. Si l'on prend l'exemple de la désaffectation de la centrale de Mühleberg, on considère que 92% du volume total sont composés de déchets de démolition non radioactifs qui peuvent suivre une filière conventionnelle. Sur les 8% de déchets restants, 6% peuvent être traités ou stockés jusqu'à ce que la radioactivité ait suffisamment décliné pour atteindre le seuil de libération. Sur le volume de départ, il reste donc 2% de déchets radioactifs qui devront être conditionnés.

Quelle est la solution envisagée par la Suisse pour le stockage des déchets nucléaires ?

C'est le dépôt géologique en profondeur. Cette solution est internationalement reconnue comme la plus sûre en l'état des connaissances actuelles. En effet, la conservation des déchets en surface comporte des incertitudes en matière d'évolution de la société ou du climat. L'Europe n'a par exemple jamais connu de période de paix de plus d'un siècle. Nos connaissances en géologie nous permettent par contre de considérer la stabilité de certaines roches pour un million d'années comme réaliste.

Les déchets nucléaires perdent progressivement leur radioactivité. On calcule cela notamment avec le concept de « demi-vie ». Pouvez-vous l'expliquer ?

La radioactivité est un phénomène naturel qui a pour source le noyau de certains isotopes, donc de certains types d'atomes. La « demi-vie » représente la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux d'un isotope radioactif soit désintégrée. Selon les isotopes, elle peut aller de quelques fractions de secondes à plusieurs milliards d'années.

Les centrales nucléaires suisses cesseront de fonctionner, mais leurs déchets à haute activité perdureront jusqu'à un million d'années. Comment les gérer ? Explications avec Olivier Leupin de la Nagra, la société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs.

20 000 femmes, hommes et enfants de l'espèce *Homo erectus* peuplent la Terre.

- 1 mio



Quand allez-vous enfouir les déchets ?

Ce processus prendra plusieurs générations. Le site final sera choisi en 2022 et le projet devra être approuvé par le Parlement et soumis au référendum facultatif. Des recherches géologiques devront ensuite être menées plusieurs années, ainsi que des tests. L'enfouissement des déchets pourra alors débuter vers 2060. Il se poursuivra avec le remblayage de toutes les installations souterraines deux générations plus tard.

Comment gérer un projet à aussi long terme ?

Le grand défi de ce projet, c'est la maîtrise du temps ! Comment transmettre toutes les informations aux générations futures ? Est-ce qu'elles vont oublier ces déchets ? Et comment les signaler ? Certaines questions sont d'ordre philosophique. Notre concept consiste à rendre les déchets difficilement accessibles à leur emplacement final, afin que des sociétés futures sans connaissances techniques adéquates ne puissent pas y accéder.

Un million d'années ... N'est-ce pas de la fiction ?

Ce chiffre est à la fois très élevé – à l'échelle humaine – et très bas – à l'échelle géologique. Conserver les déchets à la surface du sol impliquerait d'attribuer à la société, plutôt qu'à la géologie, le rôle de gardienne. Dans ce cas, prédire l'évolution de la société sur un million d'années relèverait effectivement de la fiction.

L'homme commence à maîtriser le feu.

- 200 000



- 600 000

Homo sapiens, l'homme moderne, apparaît.



+ 100 000



- 11 700

La fin de l'ère glaciaire commence et l'homme devient sédentaire.

+ 269 000

La colonisation de Mars est envisageable.

AUJOURD'HUI

+ 500 000



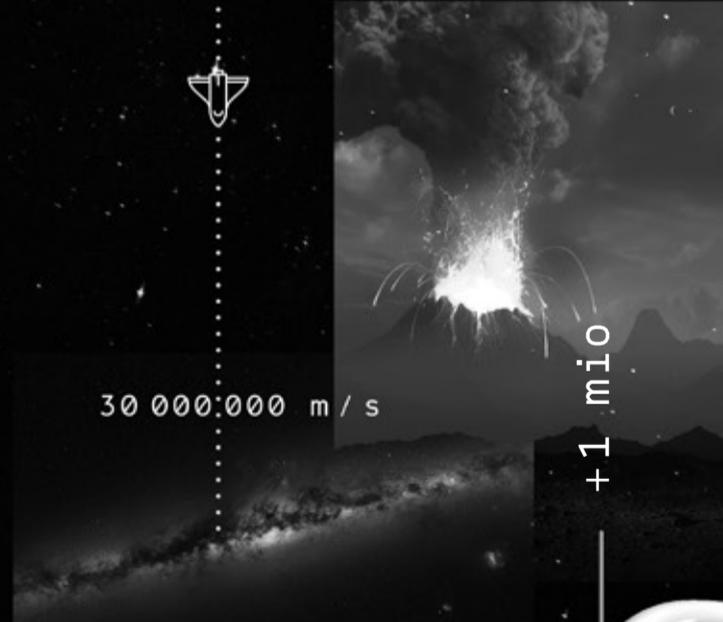
La sonde spatiale Voyager 2 passera à 4,3 années-lumière de Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel nocturne.



Il y a une certaine probabilité qu'un astéroïde d'un km de diamètre frappe la Terre.

30 000 000 m / s

+ 1 mio



Il est possible que l'homme ait commencé à coloniser d'autres planètes de la Voie lactée.

Dans les visions d'avenir les plus audacieuses, l'énergie n'est plus un facteur limitant. Au potentiel du soleil s'ajoutera vraisemblablement celui de la fusion nucléaire. D'autres limites de croissance se font cependant jour et la littérature de science-fiction a abandonné l'idée que la nouveauté naît de la technologie.

« Dans de nombreux univers de science-fiction, l'énergie est disponible à foison et influence rarement l'intrigue », constate Philipp Theisoehn, spécialiste de l'étude de la représentation des habitats extra-terrestres dans la littérature à l'Université de Zurich.

La littérature de science-fiction reflète ainsi un transfert des priorités qui s'est également imposé dans les projections des scientifiques au cours des dernières décennies. En effet, ces derniers misent eux aussi sur le principe de ressources énergétiques illimitées. À lui seul, le soleil fournit à notre planète quelque $1,5 \times 10^{18}$ kWh par an, soit environ 10 000 fois plus que notre consommation actuelle. À cela viendra très probablement s'ajouter le potentiel de la fusion nucléaire d'ici la fin de ce siècle. La mise en œuvre d'un seul kilogramme de mélange de deutérium/tritium peut libérer une énergie thermique de 10^8 kWh, soit l'énergie fournie par environ 10 millions de litre de mazout !

L'écologie et la démographie ont remplacé l'énergie

Si les sources d'énergie sont aujourd'hui considérées comme quasiment inépuisables, cela ne signifie pas pour autant que la fiction littéraire et scientifique évolue dans le sens d'une croissance illimitée. En effet, l'écologie et la démographie se sont substituées à l'énergie en tant que limites de croissance. Comme l'explique Philipp Theisoehn, les scénarios

optimistes de colonies spatiales des années 1950 ont progressivement évolué en visions d'avenir dystopiques, où les humains luttent pour leur survie dans un borbier technique dominé par les pénuries.

Ceci montre clairement qu'à l'instar de toutes nos visions d'avenir la science-fiction est toujours un reflet du présent. Philipp Theisoehn relève toutefois un aspect important sur lequel le débat littéraire sur l'avenir et la futurologie scientifique divergent très nettement : alors que cette dernière reste toujours liée au temps et se sert essentiellement de calculs de modélisation pour extrapoler le présent, la science-fiction adopte volontiers une approche plus disruptive. Elle a pour principe d'introduire des visions inédites, susceptibles de produire un choc. Sur cette base, elle peut ensuite mener une réflexion sur ce qui subsisterait de notre société actuelle dans une version différente du monde.

Futuristes et accéléristes

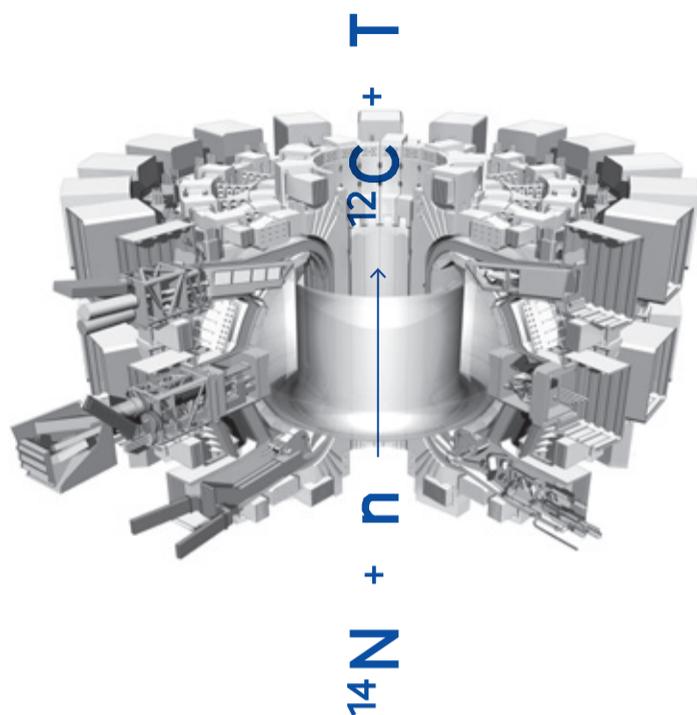
Ainsi, explique Philipp Theisoehn, l'idée que la technologie était elle-même en mesure de créer la nouveauté a progressivement disparu de la fiction au fil du temps. Pour mettre en évidence le développement continu comme fondement de notre société, indépendamment des technologies employées, on peut également établir un parallèle quelque peu grossier entre aujourd'hui et les années 1910-1930, lorsque l'énergie représen-

tait encore un moteur d'avenir. À l'image des « avant-gardes » de l'époque – des futuristes italiens disciples du fascisme au suprématisme et au cosmisme soviétiques – qui glorifiaient la vitesse et la puissance, les extrêmes politiques célèbres aujourd'hui à nouveau l'accélération. En lieu et place de l'énergie, pour les accéléristes de gauche et la droite alternative, les informations et le numérique sont devenus le carburant qui doit conduire à l'effondrement des structures existantes.

L'énergie perd en efficacité

L'expérience montre pourtant qu'une consommation d'énergie accrue ne se traduit pas automatiquement par davantage d'efficacité. Le philosophe et théologien Ivan Illich avait clairement théorisé ce paradoxe dès les années 1970 : si l'on tient compte du temps qu'il faut investir pour gagner l'argent nécessaire à l'acquisition d'une voiture, la vitesse à laquelle un véhicule automobile fait avancer son propriétaire ne dépasse pas 5 km/h en moyenne, soit celle d'un marcheur. Des études antérieures ont également permis à Philipp Theisoehn de relever un détail symbolique : les chantres de l'accélération dans les années 1910-1930 n'avaient à aucun moment développé une vision à long terme d'où la puissance de l'énergie devait mener la société humaine.

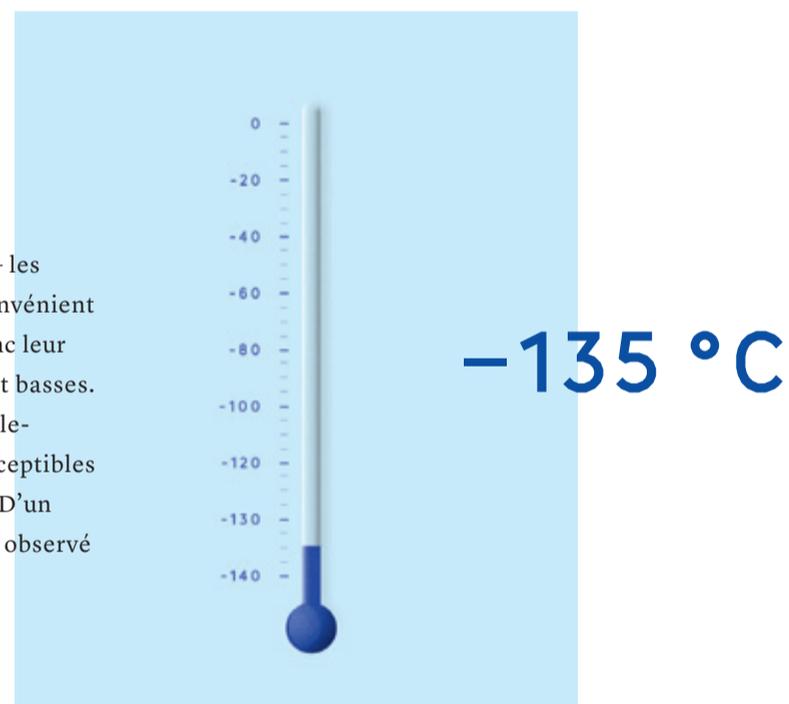
RAMENER LE SOLEIL SUR TERRE



Les activités de recherche sur les réacteurs à fusion, débutées il y a plus de 60 ans, semblent enfin entrer dans leur dernière ligne droite. En 2035, le réacteur ITER, situé en France, doit produire pour la première fois durant quelques centaines de secondes de l'énergie de fusion à hauteur de 500 mégawatts. Pour ce faire, on fusionne les noyaux de deux isotopes lourds de l'hydrogène, le deutérium et le tritium. Cette réaction nécessite des conditions de pression moins extrêmes que la fusion de deux noyaux d'hydrogène « normaux », telle qu'elle se produit à l'intérieur du soleil. Il faudra attendre au moins 2050 pour que cette technologie puisse être mise en œuvre dans des centrales à but commercial. Une fois opérationnelle, elle devrait fournir de l'énergie en abondance. Pour l'instant, la question de savoir si le jeu en vaut la chandelle reste cependant ouverte.

LA RÉSISTANCE S'ESTOMPE

Roulements de roues sans frottement et accumulateurs de courant sans pertes – les supraconducteurs sont des matériaux miracles qui présentent toutefois un inconvénient majeur : pour que leur résistance électrique atteigne zéro et qu'ils atteignent donc leur état supraconducteur, ils doivent être refroidis à des températures extrêmement basses. La température de transition maximale pour un matériau solide se situe actuellement à -135°C . La recherche se concentre par conséquent sur les matériaux susceptibles de transporter le courant sans pertes dans des conditions ambiantes normales. D'un point de vue théorique, rien ne s'oppose à leur existence et l'effet a déjà pu être observé durant quelques picosecondes.



3 Li Lithium	2 1	49 In Indium	2 8 15 15 3
	73 Ta Tantal		2 8 18 32 11 2

L'OBSTACLE DES ÉLÉMENTS RARES

Si les sources d'énergie sont aujourd'hui considérées comme quasiment inépuisables, cela ne signifie pas pour autant que tout deviendra automatiquement possible. Pratiquement toutes les technologies de production d'énergie sont tributaires de matières premières spécifiques, disponibles en quantité limitée sur Terre. Ainsi, la fusion nucléaire nécessite un isotope donné du lithium permettant de produire du tritium, un isotope de l'hydrogène apte à la fusion. À l'instar de tous les composants électroniques modernes, le photovoltaïque, les batteries et l'éolien dépendent de la disponibilité de métaux rares comme le tantale, l'indium et le lithium. Un épuisement des ressources de ces composants sonnerait le glas d'un grand nombre de technologies d'avenir si aucune alternative n'est trouvée.

Le soleil est notre seule véritable source d'énergie durable. Pour la chimiste Greta Patzke de l'Université de Zurich, le potentiel de la lumière s'étend bien au-delà du domaine de l'énergie.

Madame Patzke, vos recherches ont trait à la photosynthèse artificielle, qui vise à convertir la lumière du soleil en énergie chimique, à l'instar de ce que font les plantes. Quelle est votre vision personnelle de notre avenir énergétique ?

Je suis née dans les années 1970, c'est-à-dire au moment d'une première apogée technologique majeure. Bien des choses ont changé depuis. Il est évident qu'on ne peut pas continuer à brûler nos réserves d'hydrocarbures comme nous l'avons fait et, à mes yeux, il n'y a pas de solution tout-en-un et simple d'apparence pour résoudre les défis auxquels nous sommes confrontés. Au lieu de cela, des systèmes décentralisés et adaptés aux spécificités locales sont nécessaires. J'ai l'espoir que cela conduira les gens à abandonner leur rôle de consommateur et à prendre davantage leurs responsabilités, de sorte qu'à terme cela débouche sur plus de solidarité.

Quel rôle peut jouer la photosynthèse artificielle dans le futur que vous décrivez ?

Il s'agit d'une technologie émergente parmi d'autres, dont il est à ce jour difficile d'estimer l'importance qu'elle prendra. Ce dont je suis cependant convaincue, c'est que la lumière solaire deviendra l'une de nos principales sources d'énergie. Le soleil est notre seul fournisseur d'énergie durable et pratiquement inépuisable, ce qui en fait un élément moteur pour de nombreux projets de recherche à travers le pays. La photosynthèse artificielle a l'avantage de stocker l'énergie lumineuse sous une forme moléculaire, qui permet de la libérer ensuite à la demande en tant qu'énergie de réaction. Dans le cas du photovoltaïque, la lumière solaire est directement transformée en énergie électrique dont le stockage nécessite une deuxième étape. En contrepartie, cette technique possède une meilleure efficacité de conversion primaire. Bien sûr, nous continuerons également à exploiter directement le soleil pour sa chaleur (solaire thermique). De même, par son rôle dans le climat, le soleil influence aussi considérablement l'énergie éolienne et hydraulique.

Quels sont les défis chimiques liés à l'exploitation de la lumière en tant que source d'énergie ?

Lorsqu'on se plonge dans les détails, les choses deviennent réellement passionnantes. À titre d'exemple, nous sommes récemment parvenus à créer un catalyseur moléculaire pour le craquage de l'eau (ou l'oxydation) ayant certaines similitudes avec le noyau de catalyseur inorganique intervenant dans la photosynthèse naturelle. Étrangement, ses composants se comportent quelque peu différemment que prévu. Certains catalyseurs permettant une photosynthèse artificielle efficace peuvent également s'adapter à leur environnement au cours de la réaction. Nous commençons à tirer profit de ces processus. À Zurich, nous bénéficions d'une incroyable densité d'excellents chercheurs, susceptibles d'aborder ce type de questions sous les angles les plus divers. Le pôle de recherche « LightChEC » de l'université fédérale des chimistes, des physiciens ainsi que des chercheurs en matériaux de l'Empa de Dübendorf. Pour moi, le champ des possibilités va encore beaucoup plus loin.



Au-delà du domaine de l'énergie ?

Tout à fait. Le soleil apporte littéralement de la lumière dans les ténèbres. Les humains, ainsi que d'innombrables autres êtres vivants, utilisent des capteurs de lumière (leurs yeux) pour appréhender leur environnement. De même, la lumière peut être utilisée pour le diagnostic médical et la surveillance des écosystèmes. Enfin, l'énergie lumineuse peut être employée à des fins thérapeutiques ou pour tuer des germes. Le potentiel est énorme et nous envisageons d'ores et déjà des partenariats de recherche de grande envergure. Nous sommes pour ainsi dire à l'orée d'un « âge de la lumière » qui se substituera à l'ère du pétrole.

ZURICH

Les déchets peuvent aussi être une matière première. Tout est une question de point de vue. Le groupe de recherche de Stefanie Hellweg à l'Institut des sciences environnementales de l'EPF de Zurich s'est donné pour objectif de tirer le meilleur profit possible des circuits de recyclage des déchets en matières premières. « Ma vision d'avenir est celle d'un système énergétique écologiquement optimisé et économiquement viable par-delà les frontières nationales », indique l'ingénieure en environnement pour résumer l'axe majeur de ses travaux de recherche.

En matière de gestion des déchets, cela implique une valorisation optimale, aussi bien matérielle qu'énergétique. La réutilisation matérielle permet d'économiser des matières premières et, par conséquent, l'énergie nécessaire à leur production. Si le bénéfice net se révèle souvent à l'étranger, l'opération reste pertinente tant que le gain est supérieur à ce que procurerait une valorisation énergétique directe par production de chaleur ou d'électricité dans des usines d'incinération ou des fours à clinker situés en Suisse.

Les chercheurs ont actuellement une connaissance très précise des flux de déchets suisses, ce qui leur permet d'évaluer l'impact environnemental des différents circuits de valorisation et d'élimination. Il s'agit à présent d'optimiser le système de manière cohérente en substituant si possible des produits recyclés aux matériaux dont la production est fortement génératrice de gaz à effet de serre. Selon le cas, cela peut aussi se traduire par une augmentation de la chaleur à distance grâce à l'incinération des déchets régionaux. Enfin, il s'agit d'amorcer au niveau politique le processus de transformation nécessaire à la mise en œuvre des résultats, afin que la vision devienne progressivement réalité à l'avenir.

Projet de recherche : projet conjoint Gestion des déchets pour soutenir la transition énergétique (PNR 70)

LAUSANNE

Une production d'énergie décentralisée, issue de sources renouvelables et contrôlée par les citoyens, tel est l'avenir énergétique idéal selon Majed Chergui. Le directeur du Laboratoire de spectroscopie ultrarapide de l'EPF Lausanne est convaincu que ceci permettrait notamment de réduire les risques de conflits armés qui éclatent fréquemment au sujet des ressources énergétiques centralisées comme le pétrole ou l'uranium. Réaliste, il relativise pourtant son ambition : « Notre travail est une goutte d'eau dans l'océan. Aussi modique soit notre contribution, cela suffit cependant à me motiver. »

Le sujet d'étude principal de l'équipe de Majed Chergui sont les pérovskites et les oxydes métalliques. Ces minéraux devraient permettre de produire des cellules photovoltaïques moins chères et à l'aide de procédés nettement moins énergivores ayant recours à des processus simples de chimie des fluides. En matière d'efficacité de conversion, les pérovskites affichent déjà des performances proches de la technologie bien établie du silicium. Le principal défi reste à ce jour leur stabilité chimique vis-à-vis de la lumière, de la chaleur et de l'humidité. « Je ne doute pas que nous arriverons à surmonter ces obstacles », se projette Majed Chergui. Il fait d'ailleurs preuve de la même assurance à l'égard de sa vision de l'énergie : « Les technologies basées sur le silicium s'imposent dès aujourd'hui dans de nombreuses régions pour l'approvisionnement décentralisé et autonome en énergie. Elles répondent donc manifestement à un besoin de la population. »

Projet de recherche : Pérovskites pour l'énergie solaire (PNR 70)

FRIBOURG

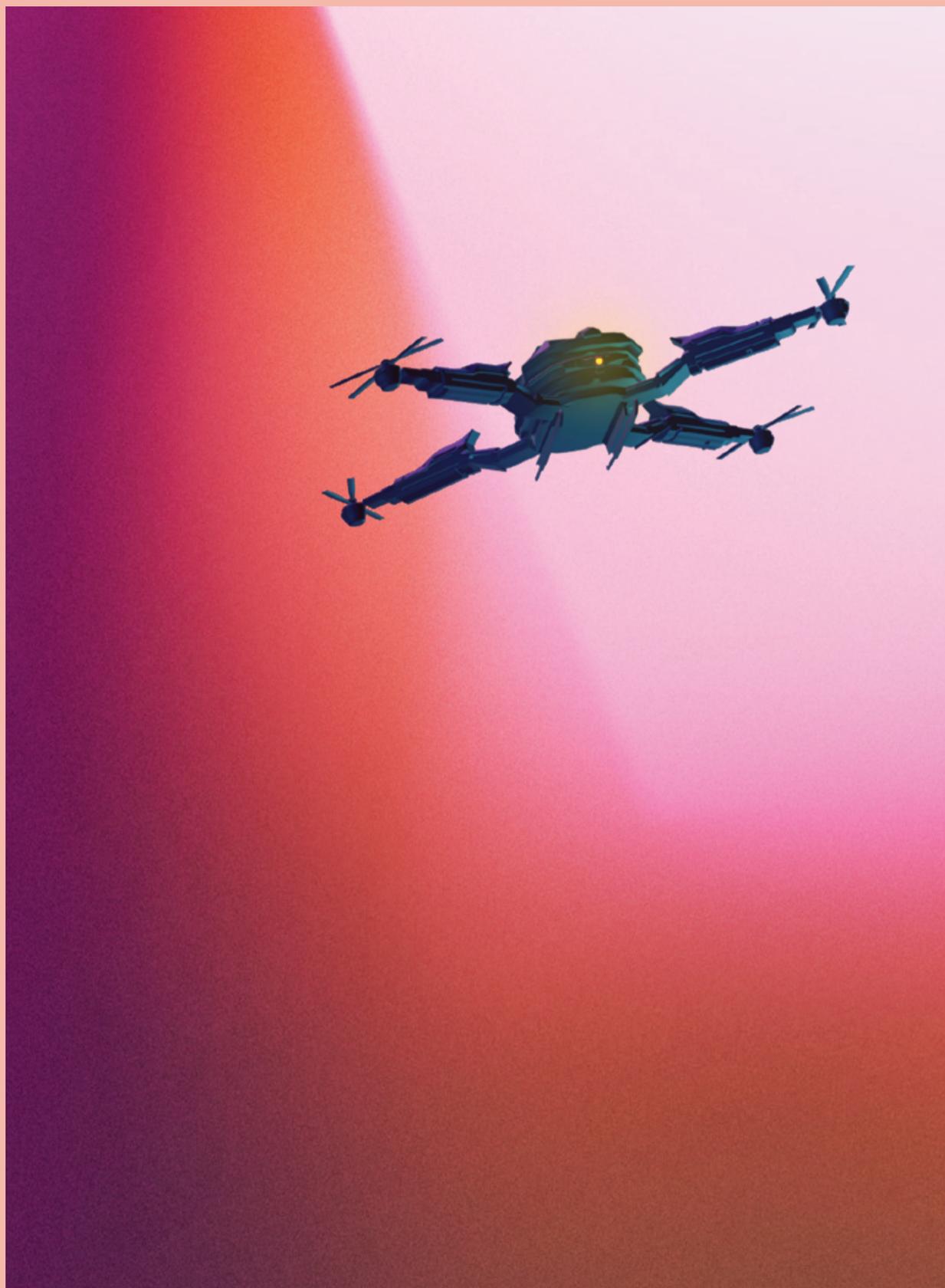
« Ma fiction est électrique. » Ullrich Steiner en est convaincu : en substituant l'électricité à la combustion d'agents énergétiques à base de carbone en guise de source d'énergie principale notre avenir sera plus durable. Dans cette optique, le physicien et chercheur en matériaux à l'Institut Adolphe Merkle de l'Université de Fribourg étudie entre autres les moyens d'améliorer radicalement la technologie des batteries.

Il se concentre notamment sur les oxydes métalliques qui stockent le lithium au niveau de la cathode des batteries lithium-ion. Dans les accumulateurs qui équipent actuellement les téléphones mobiles, les ordinateurs portables ou les voitures électriques, le lithium est uniquement stocké à proximité de la surface de la cathode, ce qui ne représente qu'une infime partie du matériau. Les ions chargés ne peuvent pas pénétrer à l'intérieur des composites céramiques. Le groupe de recherche d'Ullrich Steiner travaille à un procédé permettant de démultiplier la surface utile grâce à un système de ramifications nanoscopiques, à l'instar des structures pulmonaires humaines. Les chercheurs fribourgeois utilisent à cet effet des polymères à auto-organisation. Ils forment des billes de taille micrométrique contenant une structure nanométrique qui est transposée dans l'oxyde métallique souhaité. Puis les billes sont agglomérées pour former le matériau de la cathode.

À quelle échéance cette technologie améliorera-t-elle les performances de la batterie de notre téléphone portable ? « Comme toujours en recherche fondamentale, les résultats de nos travaux ne seront jamais commercialisés tels qu'ils existent actuellement en laboratoire », précise Ullrich Steiner. « Nos découvertes peuvent toutefois servir de base aux ingénieurs pour développer de nouveaux produits qui faciliteront la vie des générations futures. »

Projet de recherche : Batteries lithium-ion nanostructurées (PNR 70)

Électricité décentralisée et citoyens autonomes dans un monde écologique et pacifique : chaque projet de recherche est aussi le reflet de la vision d'avenir personnelle des scientifiques participants.



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.

D'ici fin 2018, plus de 300 chercheuses et chercheurs engagés dans une centaine de projets de recherche auront dégagé des connaissances afin de réduire substantiellement la consommation d'énergie, de développer de nouvelles techno-

logies 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 et www.pnr71.ch.