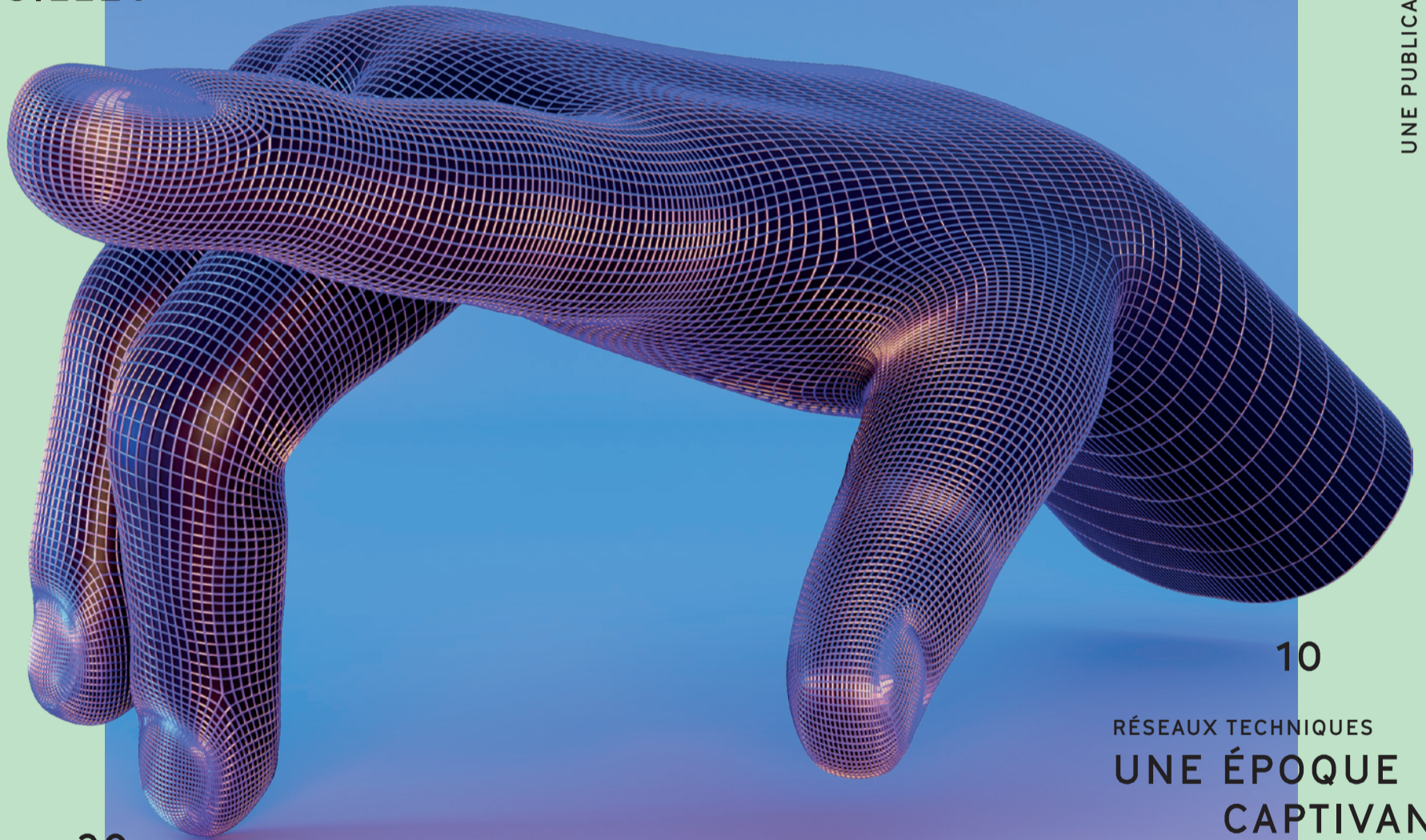


E &

6

CRÉER DES RÉSEAUX D'AVENIR
« ET ÇA
GRÉSILLE ! »



20

RÉSEAUX SOCIAUX

L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE DE
LA SOCIÉTÉ EN
RÉSEAU

10

RÉSEAUX TECHNIQUES
UNE ÉPOQUE
CAPTIVANTE

24

ORGANISATION EN RÉSEAUX
LE FUTUR
APPARTIENT
AUX
COMMUNAUTÉS

CHÈRE LECTRICE, CHER LECTEUR

Le mot « réseau » évoque bien des choses très différentes, mais implique toujours l'idée d'un lien multiple. Il désigne notamment le réseau technique qui nous environne quasiment partout et nous apporte les services nécessaires en continu : le réseau routier, ferroviaire, électrique, téléphonique, de gaz, de chauffage, ou encore de données, mais surtout, le plus vaste d'entre eux : Internet.

En tant qu'humains, nous sommes également liés par d'innombrables réseaux sociaux : la famille, le cercle d'amis, l'école, les études ou le travail, le sport ou la musique, notre commune, notre canton d'origine, notre pays et même notre planète.

Ce lien peut être automatique, simplement car nous faisons partie d'un tout, d'un écosystème global, ou recherché dans un but particulier : depuis toujours, les humains s'organisent pour survivre, affronter leurs ennemis, se divertir, être plus forts, et surtout car ils n'aiment pas être seuls.

Depuis la nuit des temps, ils n'ont cessé d'élaborer de nouvelles façons de se relier et de communiquer, ils se sont rassemblés autour du feu, ont bâti des habitations, construit des routes et des chemins de fer, posé des câbles électriques et téléphoniques, puis enfin créé l'Internet – une évolution rapide et fondamentale qui tend à s'accélérer de nos jours. Essentiellement destinée à relier les personnes il y a quelques années encore, la toile sert désormais de plus en plus à la communication entre machines ; le tournant entre l'Internet des personnes et l'Internet des objets s'est opéré en un éclair.

Dans ce numéro de « Energie & », nous voulons mettre en évidence le lien entre ces réseaux techniques, sociaux et organisationnels, mais aussi aborder ce que cela implique pour notre vie ensemble et notre rapport à l'énergie. En effet, les réseaux nécessitent de l'énergie, et ils peuvent nous aider à la produire comme à l'économiser.

Cette fois encore, nous avons invité divers spécialistes à nous présenter leur vision du sujet, et ils ont mis en lumière des éléments surprenants. Votre curiosité sera récompensée !



Dr. Stefan Husi
Coordinateur de programme PNR 70 et 71

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, Jost Dubacher, Stefan Husi,
Andrea Leu, Geneviève Ruiz, Hans-Rudolf Schalcher,
Brigitte Ulmer, Oliver Wimmer

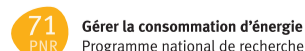
Conception :
cR Kommunikation AG
et Mémo Kommunikation AG

Illustrations :
Studio Wøt | p. 1
Brigitte Fässler | p. 4, S. 17
Mémo Kommunikation AG | p. 12, p. 22, p. 23
Fabian Unternährer | p. 7, p. 8
Joshua Schaub | p. 10, p. 11
Kornel Stadler | p. 26

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.

© Novembre 2017, Fonds national suisse, Berne



CONTENU

5

RÉFLEXIONS

A PROPOS
DU RÉSEAU...



6

CRÉER DES RÉSEAUX D'AVENIR

« ET ÇA GRÉSILLE! »

10

RÉSEAUX TECHNIQUES

UNE ÉPOQUE
CAPTIVANTE

UNE QUESTION
D'ACCEPTION

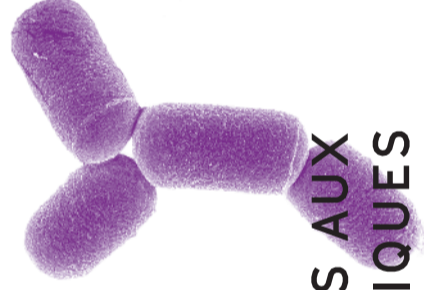
14

NEXT GENERATION

16

RÉSEAUX TECHNIQUES

« JE ME CHAUFFE
À LA GLACE. »



DES PROGRÈS
SCIENTIFIQUES AUX
ALLURES MAGIQUES

20

RÉSEAUX SOCIAUX

L'EFFICACITÉ ÉNERGÉ-
TIQUE DE LA SOCIÉTÉ
EN RÉSEAU

24

ORGANISATION EN RÉSEAUX

LE FUTUR APPARTIENT
AUX COMMUNAUTÉS



LA DÉCENTRA-
LISATION FERA BAISSER
LES COÛTS

TOUR DE SUISSE



Nephila Komaci est une impressionnante tisseuse de toile dont le corps mesure 4 cm et les pattes 12 cm. Elle habite dans le sud de l'Afrique mais les scientifiques ont gardé secret l'endroit précis où ils l'ont rencontrée, de quoi entretenir le mystère ! Découverte en 2009, la Nephila Komaci est une araignée orbitèle dont la toile peut atteindre un mètre d'envergure.

L'*Armillaria ostoyae* s'étend sur 9 kilomètres carrés et déploie, depuis 2400 ans, ses racines sous la terre de la Forêt nationale de Malheur, dans l'Oregon, aux Etats-Unis. Découvert en 2000, il apparaît de façon isolée sous la forme de champignons à chapeau couleur de miel poussant notamment sur les souches d'arbres.

Nora Gomringer mesure 1,75 m et vit à Bamberg. Son activité d'auteure lui a permis de développer un vaste réseau de lecteurs, de fans, de followers et de producteurs. Elle a une pléthore d'amis sur Facebook et d'innombrables abonnés sur Instagram ; elle observe que son site Internet est particulièrement fréquenté les mercredis soirs et les samedis, surtout par des femmes entre 25 et 45 ans, alors que la plupart de ses lecteurs sont certes des femmes mais de 55 ans et plus. Elle constate par ailleurs que la majorité des critiques émises sur ses ouvrages sont rédigées par des hommes. C'est en 2000 - année de la découverte du champignon géant - qu'elle s'est fait un nom auprès du grand public.

Trois réseaux. Trois producteurs. Manquent encore les autres genres de réseaux que l'on a laissés de côté, et ce que l'on oublie au-delà de la structure et des possibilités qu'ils offrent : les mailles, les espaces, l'alternance de plein et de vide.

Le réseau le plus connu du monde frappe par son invisibilité, assimilable à cet égard au tissu mycélien du champignon souterrain qui n'apparaît, tangible, qu'ici ou là. Dans le monde virtuel, seul le produit final est visible : fournisseurs de contenu, appareils, smartphones, ordinateurs, disques durs, clés USB, serveurs, et centres de calcul - ces gros bâtiments où courent des milliers de câbles et où tout bourdonne et clignote dans des caves constamment ventilées pour éviter la surchauffe. Le mot si courant pour évoquer ce réseau virtuel, le « net », trouve son origine en anglais et signifie « filet ».

La masse composée d'une myriade d'individus, agitée, touchante, pensante, recèle plus que toute autre une formidable énergie. Cet élan qui l'anime lui est proprement entropique, et l'énergie qu'elle dégage est rarement perdue. La philosophie du réseau est celle des tisseurs de filets, des innombrables spores, de l'araignée, comme des poètes et autres tresseurs

de mots : elle est à l'image du personnage de Michael Endes, Ygramul la Multiple, une masse dont la voix forme un chœur puissant et envoûtant.

Cette masse, dont les données sont si chères dans tous les sens du terme, est faite d'êtres actifs qu'il a d'abord fallu mettre en mouvement. Et qui dit mouvement dit forcément énergie et interaction d'objets énergétiques. Mais je me répète...

A mon avis, l'argent est le tout premier bien à avoir pris une dimension virtuelle et alimenté un réseau mondial. Pourtant, son ampleur est restée jusqu'à présent imperceptible telle la partie immergée de l'iceberg. A cet égard, la banque en ligne n'est donc qu'une décision logique consistant à gérer et à multiplier des montants virtuels dans des mines invisibles aux proportions gigantesques.

L'intangible peut être échangé à travers le monde entier sans se salir les mains. L'argent n'a pas d'odeur, c'est bien connu. Et pourtant si ! D'une certaine manière, il laisse bien des traces. Dans tous les films policiers, on sait bien que le fugitif qui paie avec sa carte bancaire finira par se faire rattraper. Seul le liquide est une valeur sûre quand on veut rester insaisissable. Intéressant... Depuis les théories de Luhmann sur l'individualisation des structures et systèmes sociaux, la nécessité de relier ces phénomènes isolés a nettement gagné en importance. Dans la pensée, il doit toujours être possible d'associer les données, les faits, les fictions, les objets de l'esprit dans des structures qui offrent à la fois stabilité et possibilité d'expansion. Les espaces entre les mailles de ce filet sont de plus en plus attirants, et le langage s'en fait l'écho. Les insectes qui échappent à l'araignée en ne se prenant pas dans sa

toile deviennent plus malins et habiles, ils sont donc de plus en plus importants, car ils révèlent les mailles qui complètent la structure comme un tissu, comme le bruit répond au silence, comme les couleurs du spectre lumineux comblent l'espace incolore. Ma propre écriture est de ce fait une affaire de réseau.

A l'instar d'autres auteurs de ma génération, j'ai complètement accepté le net

et les réseaux sociaux comme lieux de publication, de communication personnelle, d'observation et de rapprochement, d'envoi et de réception. Lorsque je n'écris aucun poème pendant un mois mais que je publie plus de 60 messages, je pense avoir contribué à la culture littéraire - je laisse à d'autres le soin de juger s'il faut appeler cela de la littérature. Il s'agit de toute façon toujours de paratexte. Pour Facebook, je fais partie des « influenceurs », car je participe au tissage de cette toile sociale au fil de mes mots, comme tant de filaments mycéliens. L'araignée tisse son réseau, le champignon le laisse s'étendre, Nora Gomringer l'entretient.

Nora-Eugenie Gomringer - poète et lauréate du prix Ingeborg Bachmann



Kathrin, comment en êtes-vous arrivée à faire une formation d'électricienne de réseau ?

Par des chemins détournés... Ce n'est certes pas le premier métier qui vient à l'esprit des conseillers d'orientation. Souvent, on vous propose d'abord de travailler dans le commerce, ensuite on vous suggère les professions des soins – électricienne de réseau est très loin dans la liste. Nombreux sont ceux qui ne savent même pas que ce métier existe. J'ai d'abord travaillé comme géomaticienne, ce qui m'avait amenée à relever des mesures sur des lignes électriques, un aspect qui m'avait beaucoup plu. J'ai aussi travaillé en Allemagne et aux Pays-Bas. Un jour, un collègue qui est chef monteur dans une centrale électrique m'a dit que la profession d'électricienne de réseau pourrait me convenir. Il m'a alors proposé de jeter un oeil dans son département.

Votre métier étant très peu connu, qu'en est-il de la relève ?

Elle est en hausse depuis peu. Ma promotion était la plus nombreuse que le centre de formation de Kallnach ait connu – c'est là que tous les cours interentreprises avaient lieu. Avant, on comptait une vingtaine d'élèves par promotion. Maintenant, grâce à la publicité faite pour cette formation dans divers salons professionnels, nombreux sont ceux qui ont pris conscience de l'intérêt que présente ce métier.

Même pour les femmes ?

Ce n'est pas encore très courant. Dans ma classe, nous sommes trois femmes sur une quarantaine d'apprentis. C'est déjà beaucoup : il n'y avait qu'une seule femme dans la promotion précédente, et aucune pendant plusieurs années auparavant. Le centre de formation a dû s'adapter pour nous trois. Il a fallu vite transformer un WC pour handicapés en douches pour nous les femmes. Mais je continue à utiliser les douches des hommes (*rire*), car elles sont équipées de cabines fermées. Cela ne dérange personne.

Vous nous avez dit que, grâce à la promotion faite autour de la profession, les jeunes étaient plus nombreux à vouloir devenir électriciens de réseau. Y a-t-il d'autres raisons ?

Ces derniers temps, on a beaucoup parlé de l'électricité, des réseaux et des voitures électriques dans le contexte de la transition énergétique, ce qui a forcément eu une certaine influence. Ainsi, notre métier devient peut-être plus concret dans l'esprit des gens. Toutefois, la majorité de la population croit encore que le courant arrive tout seul dans leurs prises électriques. La plupart des gens n'ont en effet pas conscience que cette électricité domestique doit d'abord être produite quelque part à grande échelle, puis acheminée.

A quoi ressemble une journée de travail typique ?

Nous nous retrouvons le matin ici à la base pour la réunion de l'équipe et la répartition du travail. Il s'agit là d'un élément capital, car toutes les tâches doivent être clairement définies. On prépare ensuite le matériel et on part sur les chantiers. Une fois sur place, on fait du câblage, de la maintenance ou des réparations. Généralement, on connaît en gros le programme de la semaine, à l'exception des pannes bien sûr.

Qu'est-ce qui vous plaît le plus dans ce métier ?

La variété des tâches : un jour on pose des câbles souterrains, un autre on construit un poste de transformation, le lendemain on travaille dehors sur les lignes aériennes, ou encore on prépare un projet. Tantôt on reste sur le même chantier pendant une semaine, tantôt on change chaque jour de site.

Qu'est-ce que ça fait de monter sur les poteaux électriques ou de travailler sur le réseau haute tension ?

Au début ça faisait bizarre, pas tant à cause de l'électricité que de la hauteur. Dans les premiers temps, il fallait que je respire à fond à partir de 10 mètres de haut mais maintenant je m'y suis habituée. Parfois, les stagiaires réalisent que ce métier n'est pas pour eux. Effectivement, ce n'est pas une profession pour ceux qui ont le vertige.

A quoi pense-t-on quand on travaille avec autant d'électricité ?

Nous nous occupons de la basse tension pour les bâtiments, c'est-à-dire 400 volts, de la moyenne tension à 16 000 volts pour l'alimentation régionale, et aussi de la haute tension à 50 000 volts en cas de panne. On ne pense pas à toute l'électricité que cela représente. En général, les apprentis n'ont de toute façon pas le droit de travailler sous tension. Seules les tâches simples telles que les mesures et le changement de fusibles sont réalisées sous tension. Il m'arrive occasionnellement de prendre conscience que je ne suis qu'à 50 cm d'un câble de 16 000 volts – je me dis alors qu'il faut en avoir conscience mais ne pas avoir peur, sans quoi on se fige.



Kathrin Meyer est en troisième année d'apprentissage pour devenir
électricienne de réseau CFC et travaille sur le site BKW de Schwarzenburg.



Est-ce une évolution de carrière en quelque sorte : plus la tension est haute, plus c'est intéressant ?

Non, ce n'est pas le cas. Tous ceux qui suivent une formation d'électricien de réseau n'ont pas forcément envie de travailler plus tard sur les lignes à très haute tension. Seule une de mes collègues veut absolument travailler dans la réalisation de grandes lignes, mais elle fait figure d'exception.

Avez-vous déjà connu des situations dangereuses ?

Non, pas avec l'électricité, mais lors du démontage d'une ligne aérienne : un poteau est tombé entre des personnes. Heureusement, il n'y a eu aucun blessé. C'est le genre d'accident qui peut arriver sur n'importe quel chantier. Dans ce contexte, une toute petite erreur peut avoir de lourdes conséquences.

A quelle hauteur travaillez-vous lorsque vous réparez les lignes aériennes ?

Les petits poteaux font 10 mètres, les plus hauts 16 mètres. Mais on ne se rend pas vraiment compte de la hauteur lorsqu'on travaille. Ce n'est que lorsqu'on grimpe qu'on réalise, car on prend rapidement beaucoup de hauteur.

Est-ce à celui ou celle qui grimpera le plus vite ? Y a-t-il un esprit de compétition ?

Pendant les cours, il y a une certaine rivalité entre les entreprises, mais une fois au travail, entre collègues, ce n'est pas du tout le cas. Il y a une seule exception : lorsqu'on coupe le courant pour effectuer une réparation. Dans ces cas-là, il faut faire au plus vite, alors on ne va naturellement pas attribuer la tâche au plus lent de l'équipe. On remarque alors que la dynamique du groupe change : tout va plus vite et chaque geste doit être précis du premier coup.

Qu'est-ce qu'évoque pour vous le terme « mise en réseau » ?

Surtout l'électricité et les lignes électriques bien sûr, mais aussi tout ce qui est nécessaire pour que le réseau fonctionne et que la population puisse avoir de l'électricité. C'est une super sensation quand on installe un nouveau poste avec transformateur, sous-station et distributeur à basse tension, et que ça grésille.

La transition énergétique change-t-elle votre approche de ce métier ?

Bien sûr. Pour nous en interne, l'arrêt de la centrale nucléaire de Mühleberg revêtait évidemment une grande importance. Je ne m'inquiète toutefois pas pour l'avenir de mon métier, bien au contraire. Le réseau est de plus en plus sollicité ; comprendre sa conception et son fonctionnement représentera un défi croissant. A l'heure actuelle, l'on se demande même s'il ne faudrait pas prolonger la durée de formation à quatre ans, car on doit toujours multiplier les connaissances et les compétences.

Vous vous occupez essentiellement des réseaux électriques, mais êtes-vous aussi en contact avec les réseaux de télécommunication ?

L'interaction entre les réseaux électriques et de données représente un sujet important, surtout en ce qui concerne les câbles optiques, puisque les données optiques doivent être transformées en signaux électriques. Or, ceux-ci nécessitent du courant. Plus on installe de réseaux de fibre optique, plus il faut en assurer l'alimentation électrique.

Vous occupez-vous également des Smart Grids – ou réseaux intelligents ?

Nous construisons déjà de nouveaux éléments de commande intelligents, mais nous n'en sommes encore qu'au début.

A quoi ressemblera votre métier à l'avenir ?

Aujourd'hui déjà, nous travaillons beaucoup avec les appareils et applis mobiles. Une centrale située à Mühleberg permet d'ailleurs de surveiller et de commander à distance de nombreux éléments du réseau. On peut notamment contrôler un commutateur de ligne aérienne à l'aide d'un moteur, ce qui nous évite d'avoir à nous déplacer pour actionner le commutateur sur place. Des drones sont aussi à l'essai ; à l'avenir, ils devraient pouvoir survoler les lignes pour surveiller leur état.

Une dernière question : si c'était à refaire, choisiriez-vous à nouveau ce métier ?

Oui, absolument. En fin de première année d'apprentissage, je me suis demandé si mon choix avait été judicieux. Mon compagnon est lui-même électricien, plus précisément monteur-électricien, et il m'a récemment avoué qu'il pensait initialement que je ne tiendrais pas plus d'une année. Il s'était toutefois bien gardé de me le dire à l'époque, car cela m'aurait énervée à coup sûr. Maintenant, il est très fier que j'ai persévéré et que ce métier me plaise.

Les pylônes en toile de fond : le réseau électrique suisse à l'aube d'une transformation fondamentale

A l'heure actuelle, les nouvelles énergies renouvelables comme l'éolien, le solaire ou la biomasse couvrent bien 5% de nos besoins en énergie. Parallèlement, tout juste 40% de l'électricité provient des centrales nucléaires qui, à l'avenir, doivent être mises à l'arrêt et remplacées notamment par des installations photovoltaïques et des parcs éoliens.

Il faudra donc trouver des alternatives, non seulement à l'énergie nucléaire, mais également à des millions de tonnes de combustible et de carburant. En effet, les pompes à chaleur qui assurent le confort de nos habitations ont elles aussi besoin d'électricité pour fonctionner, tout comme nos voitures électriques.

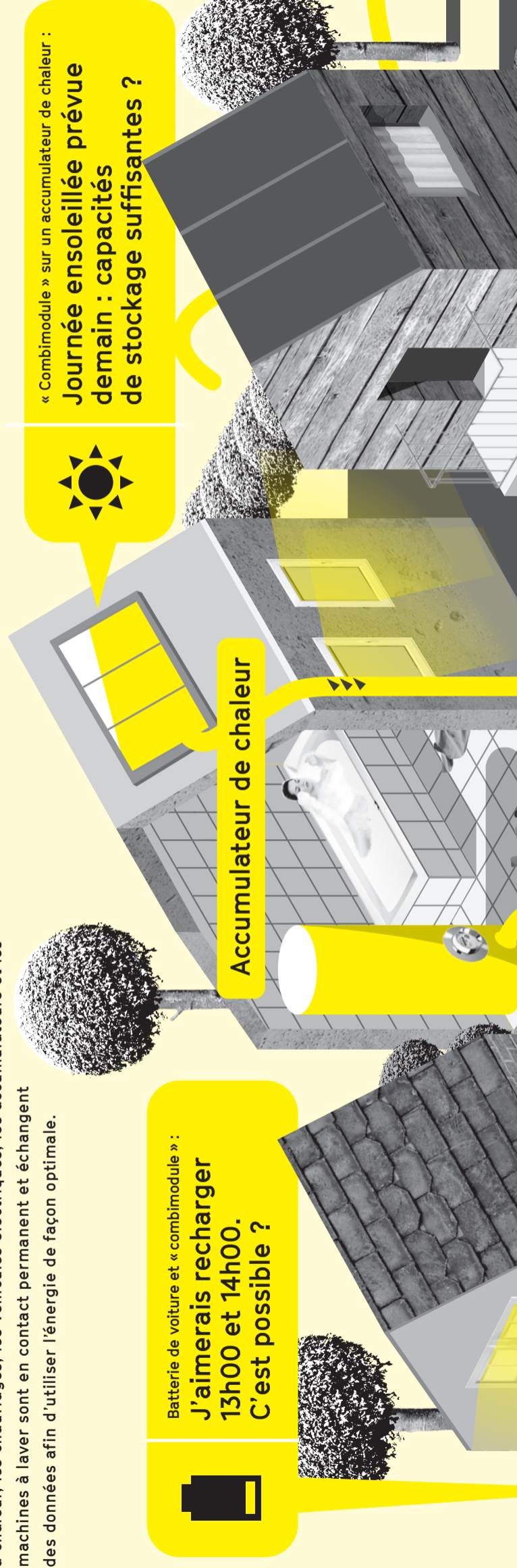
Un réseau électrique développé au fil de plusieurs décennies devra supporter la charge de tous ces usages. Actuellement, il s'étend sur 250 000 kilomètres et comprend sept niveaux : du réseau à très haute tension pouvant atteindre 380 000 volts aux réseaux de distribution locaux auxquels sont connectés nos prises domestiques de 230 volts.

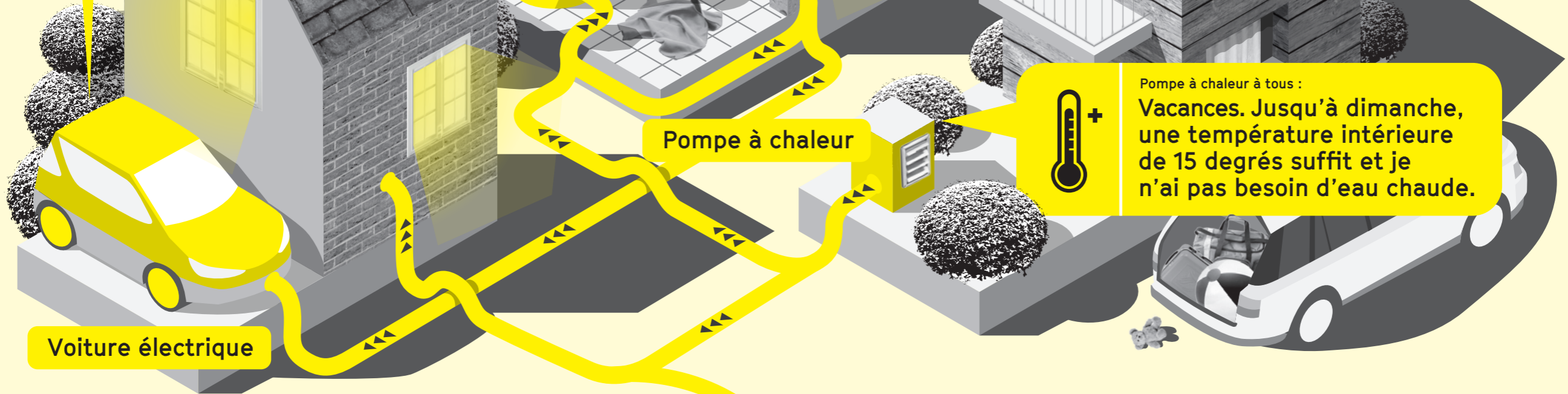
Dans ce système, les transformateurs sont comme des éclusiers : ils permettent de changer la tension électrique, constituent un point de contact technique avec les centrales, assurent la transmission du courant entre divers niveaux de réseau et, ce faisant, jouent un rôle crucial dans la mise en œuvre du virage énergétique.

BRIN DE CAUSETTE

Dans un micro-réseau qui relie localement les producteurs et les consommateurs d'énergie, cela se passe comme entre bons voisins : on fait attention aux autres et on se met d'accord. Les installations solaires, les pompes à chaleur, les chauffages, les véhicules électriques, les accumulateurs et les machines à laver sont en contact permanent et échangent des données afin d'utiliser l'énergie de façon optimale.

« Combimodule » (électricité et chaleur solaires)





Projets de recherche :
 Projet conjoint « Transformateur électronique
 <SwiSS> mettant en œuvre des composants SiC » (PNR 70)
 Projet conjoint « Contrôle en temps réel
 du réseau électrique par logiciel » (PNR 70)

Quand le courant remonte « vers le haut »

Jusqu'à présent, l'électricité issue des grandes centrales électriques alimentait les réseaux de distribution en cascade. Avec la mise en service de milliers de stations solaires, éoliennes ou à biomasse décentralisées, il deviendra de plus en plus fréquent que l'électricité des réseaux de distribution doive passer à des niveaux de tension plus élevés.

« Pour contrôler cette « circulation à contresens », il nous faut des transformateurs modernes et intelligents », explique Nicola Schulz, expert de technique électrique de l'énergie à la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse, à Windisch. Avec son équipe, il travaille donc à l'élaboration d'un transformateur équipé de commutateurs en carbure de silicium pouvant « hacher » le courant électrique et le recomposer plus ou moins à volonté.

Le nouveau Swiss Transformer permettrait en outre de transformer le courant produit localement en courant continu dès les premiers niveaux du réseau. Comme le courant continu réduit le temps de chargement des batteries, les stations de recharge deviendraient non seulement plus pratiques à utiliser mais pourraient en outre fonctionner à l'énergie solaire ou éolienne produite sur place.

De la région, pour la région

Cette forme d'autosuffisance énergétique locale évite ainsi un trafic superflu sur les lignes à haute ou très haute tension. Elle est donc tout à fait souhaitable et ouvre la voie à ce que les spécialistes appellent une microgrid. Il s'agit là de communautés de production et de consommation à l'échelle locale. Les experts sont convaincus que les microgrids sont les piliers de l'alimentation électrique de demain.

Avant d'y parvenir, il faut toutefois résoudre toute une série de problèmes techniques. Casse-tête n°1 : la stabilité du réseau. Moins il y a d'acteurs sur un réseau, plus il est facile d'assurer un équilibre entre les activités de chacun. Cela entraîne des fluctuations de la fréquence électrique voire des pannes si l'on n'y prend pas garde.

Les microgrids doivent donc être équipées de commandes centrales enregistrant les données opérationnelles des appareils ménagers, machines, installations photovoltaïques et modules de stockage, afin de calculer la valeur nominale en temps réel pour la transmission ou la réception d'électricité.

Le facteur humain

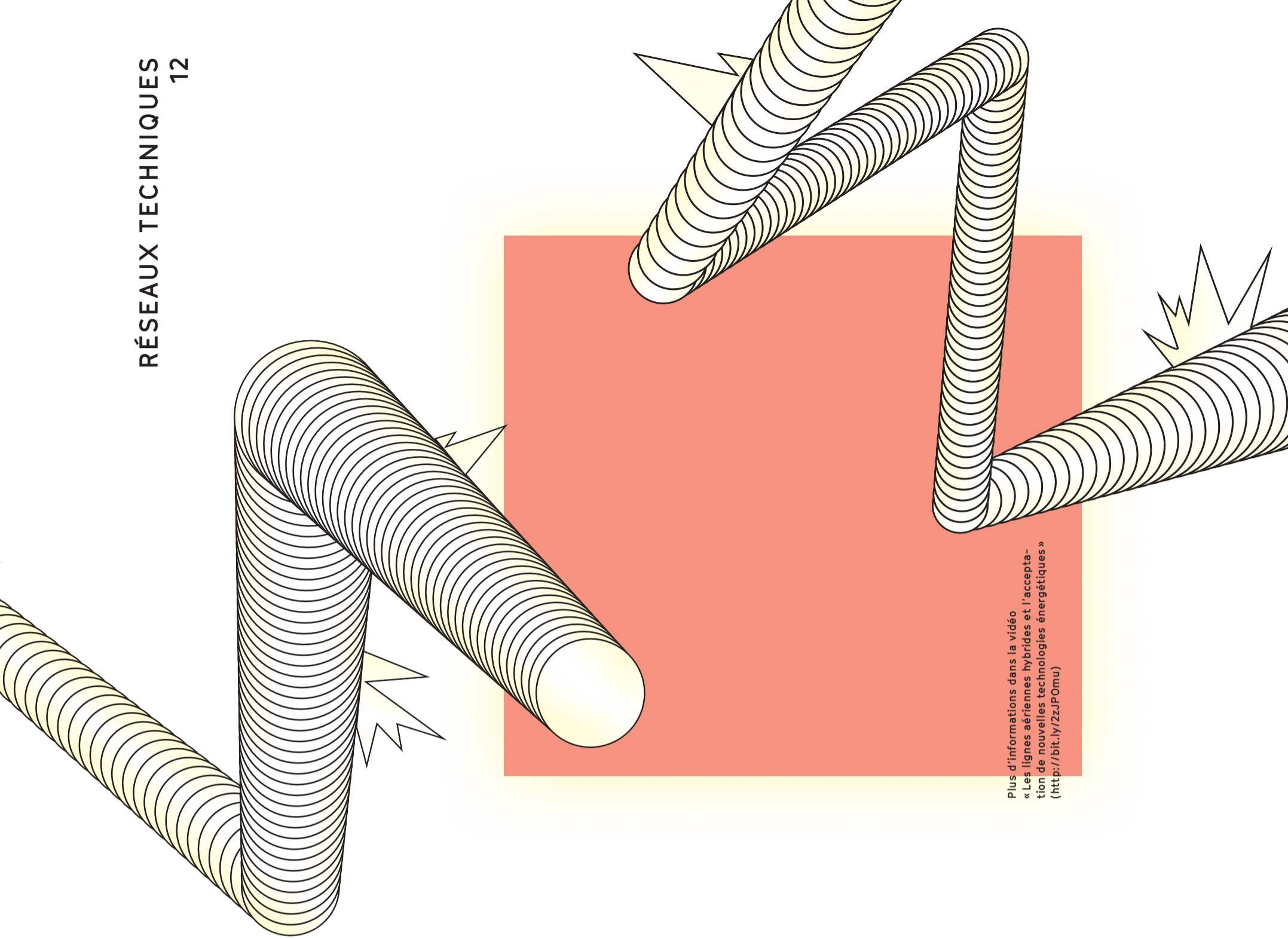
Le fonctionnement de ce concept dans la pratique fait actuellement l'objet de recherches, notamment à l'EPF Lausanne. Là-bas, plusieurs équipes sous la direction de Jean-Yves Le Boudec s'intéressent à la gestion des microgrids. L'une d'entre elles se penche également sur le facteur humain. La question porte alors sur la contribution que le consommateur peut apporter à la stabilité des réseaux locaux d'autosuffisance énergétique. On pourrait ainsi envisager notamment un système d'encouragement de la production d'électricité privée.

Ce genre d'approche révèle clairement que les microgrids auraient un impact sur notre quotidien. Frank Kalvelage est directeur d'Énergie-Cluster Suisse, un organisme de promotion du virage énergétique porté par un ensemble d'établissements d'enseignement supérieur, d'entreprises et de communes ; il va encore plus loin : « Ce serait un bouleversement total pour le consommateur ».

En tant que locataire, nous devrions alors fonder des collectifs avec nos voisins et installer sur le toit de notre immeuble commun des panneaux solaires destinés à notre propre usage. La production, le stockage, l'achat et la vente d'électricité – tout serait entre nos mains.

Pourtant, notre bon vieux réseau électrique fonctionne encore bien. Mais le changement viendra, car nous en avons décidé ainsi : la nouvelle loi sur l'énergie – première étape de la Stratégie énergétique 2050 – a été acceptée au printemps dernier par une nette majorité des citoyens.

Jost Dubacher – journaliste économique



Plus d'informations dans la vidéo
« Les lignes aériennes hybrides et l'acceptation de nouvelles technologies énergétiques »
(<http://bit.ly/2zJPOmu>)

Les lignes à très haute tension acheminent l'électricité, des centrales aux agglomérations, et représentent l'épine dorsale du commerce international de l'énergie. En Suisse, le réseau à très haute tension s'étend sur 6700 kilomètres. Cela semble beaucoup, mais c'est en fait bien trop peu pour l'énergie supplémentaire engendrée par la transition énergétique. Or, la construction de nouvelles lignes aériennes et de pylônes pouvant atteindre 60 mètres de hauteur se heurterait inévitablement à une forte résistance dans les régions densément peuplées de notre pays. La recherche met donc les bouchées doubles pour trouver d'autres solutions.

C'est notamment le cas à l'Institut de recherche sur la transmission électrique de l'énergie de l'EPF Zurich. Sur place, l'équipe de Christian Franck travaille à l'élaboration d'un système qui permettrait d'augmenter de 50% maximum la capacité de transmission des lignes actuelles à très haute tension. Le fait que la transmission de courant continu entraîne de très faibles pertes rend cette option envisageable. « Nous pourrions remplacer une partie des lignes de courant alternatif par des lignes de courant continu », explique Christian Franck.

La solution ne présente qu'un seul inconvénient : compte tenu de l'interférence électromagnétique entre les lignes existantes de courant alternatif et les lignes de courant continu que l'on ajouterait sur le même pylône, le crépitement et les cliquetis gagneraient en intensité et seraient tout à fait audib-

les au niveau du sol. Dès le début du projet, Christian Franck a sollicité la participation de la politologue Isabelle Stadelmann-Steffen, de l'Université de Berne. Son rôle consistait à apporter un éclairage social au projet, en faisant part de la position de la population au sujet des lignes à très haute tension d'une manière générale, et de sa réaction possible face aux nouvelles technologies hybrides.

Au printemps 2016, le groupe de recherche d'Isabelle Stadelmann-Steffen a ainsi réalisé une enquête sur ce thème auprès de 1300 personnes à travers toute la Suisse. Les résultats ont été publiés cet été. Comme on pouvait s'y attendre, les lignes aériennes ne laissent personne indifférent. « Il était toutefois surprenant de constater que les personnes habitant près de lignes à très haute tension étaient généralement plus détendues à ce propos que les autres », explique la chercheuse.

Voilà une bonne nouvelle pour le changement de l'infrastructure du réseau électrique. Cela montre que la réticence de la population a plutôt tendance à baisser suite à une expérience réelle. Notre politologue en est convaincue : « Une démarche d'information ciblée favoriserait à coup sûr l'acceptation des constructions. »

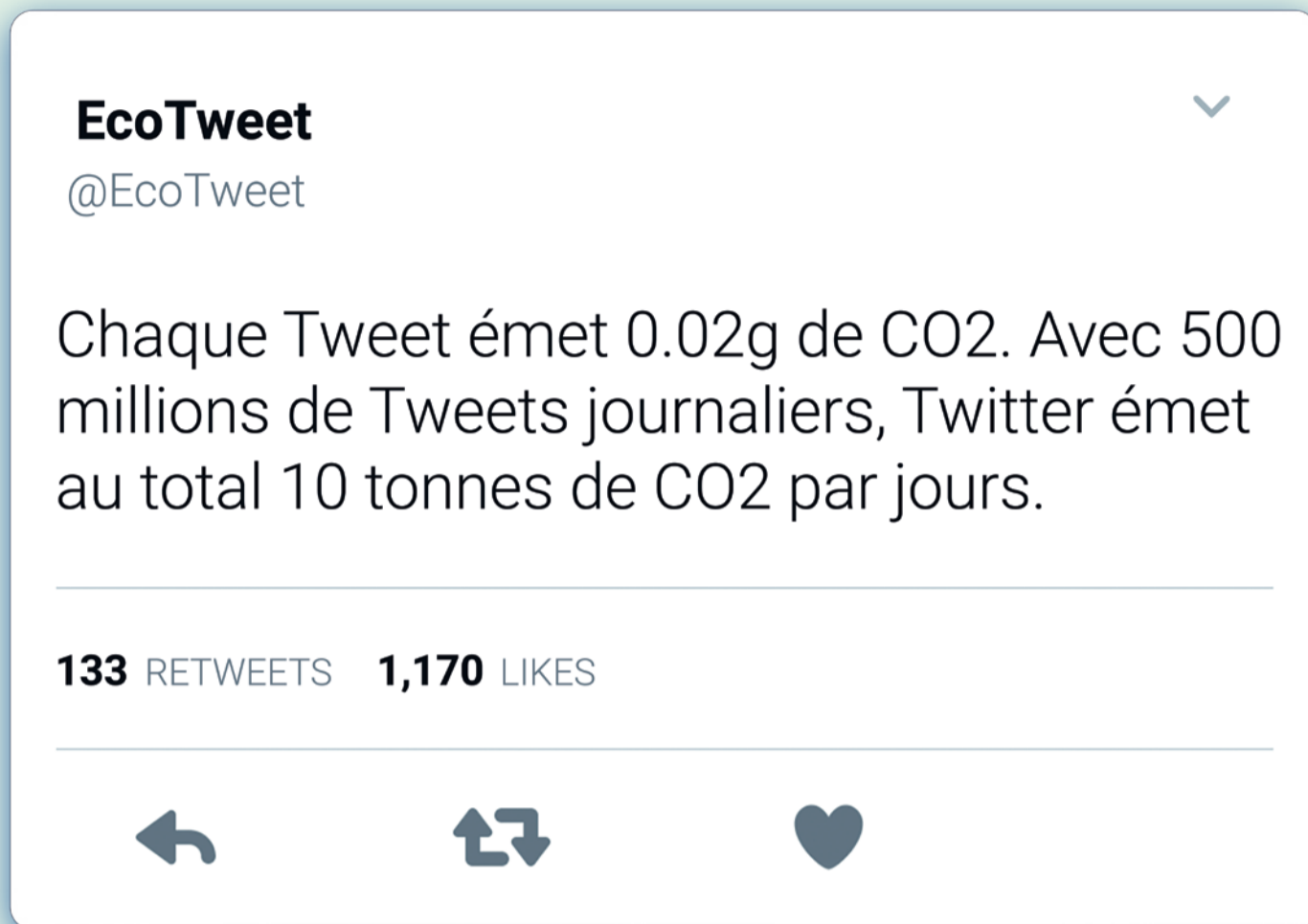
Projets de recherche :
Lignes aériennes hybrides en Suisse (PNR 70)
Acceptance de l'énergie renouvelable (PNR 71)



Pour le futur énergétique de la Suisse

Nous sommes fiers d'être partenaire de terrain du projet de l'EPF Zurich «Lignes aériennes hybrides en Suisse». Ce projet est mené dans le cadre du Programme national de recherche «Virage énergétique» (PNR 70). En plus du développement d'une technologie de pointe, pour nous la question essentielle est surtout de savoir comment cette technologie peut être utilisée de manière judicieuse. Pour le bien de l'homme, de la société et de l'environnement.

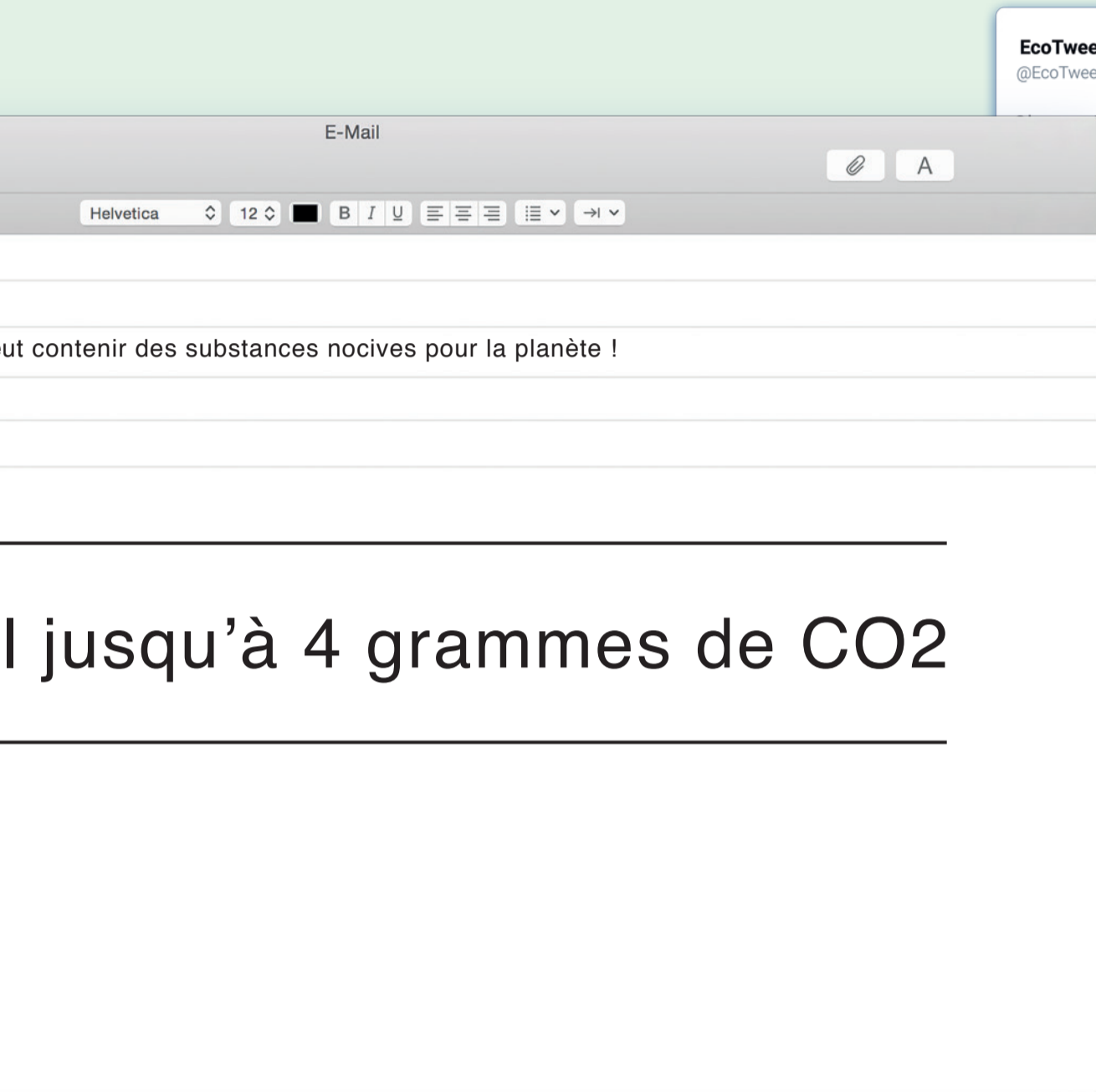
swissgrid



**Que pensent les adolescents de notre gestion de l'énergie ?
Où voient-ils des obstacles ? Des solutions ? Les élèves du cours
d'option complémentaire de géographie 2017–2018 du
Gymnase intercantonal de la Broye (GYB) à Payerne partagent
leurs réflexions avec « Énergie & ».**

De nos jours, envoyer un message, utiliser un moteur de recherche, regarder une vidéo en ligne ou encore brancher son téléphone sont des gestes courants. En effet, nous sommes nés en même temps qu'Internet et ne pouvons nous imaginer vivre sans cet outil. Cependant, nous ne nous rendons pas forcément compte de l'énergie que consomme ce grand réseau.

Qui sait que la consommation énergétique d'Internet à l'année équivaut à la production de 30 centrales nucléaires ? Ou que les recherches sur Google produisent 7 tonnes de CO₂ par jour ? Ou encore qu'un ordinateur émet en une année autant de CO₂ qu'un avion reliant Londres depuis Paris ?



I jusqu'à 4 grammes de CO2



Comment pourrais-je « moins polluer » en utilisant mon ordinateur ?

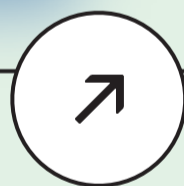
A la place d'envoyer un e-mail avec une pièce jointe à un camarade, utilise une clé USB.

Mets en favori les sites que tu consultes fréquemment, afin de ne pas passer par un moteur de recherche.

Tape l'adresse URL du site sur lequel tu souhaites te rendre dans la barre de recherche pour ne pas passer par un moteur de recherche.

Bloque les spams dans ta messagerie.

Ne laisse pas tes appareils charger inutilement.



Comment puis-je réduire l'impact environnemental de ma messagerie ?

Ne garde que les courriels importants et vide régulièrement la corbeille.

Pour réduire le volume des pièces jointes, compresse tes documents et choisis une résolution plus faible pour les fichiers PDF et les images.

Lorsque tu réponds à un courriel, supprime les annexes précédentes.

N'imprime les courriels qu'en cas de nécessité.

D'ici 2029 en Suisse, on n'installera plus de chaudières au mazout. Pourtant, il n'est pas question de simplement remplacer les combustibles fossiles par de l'électricité. Ce qu'il faut, ce sont des systèmes indépendants du réseau permettant d'utiliser en hiver la chaleur accumulée en été. L'accumulateur de glace de Remo Ritzmann en est un exemple. L'équipe d'E& est allée à la rencontre de ce jeune ingénieur.

Que représente pour vous le chiffre de 12,9 milliards, Monsieur Ritzmann ?

En francs, il s'agit du montant des importations annuelles d'énergies fossiles comme le pétrole et le gaz en Suisse. Nous brûlons littéralement un cinquième de cette somme pour nous chauffer, soit environ 300 francs par personne – une dépense dont on pourrait se passer.

Grâce à un accumulateur de glace par exemple ?

Exactement.

Evidemment l'idée de se chauffer avec de la glace paraît légèrement absurde de prime abord. Pouvez-vous nous en dire plus ?

La cristallisation est le phénomène physique à l'origine de la formation de glace. Le passage de l'eau à l'état de glace entraîne une libération soudaine d'énergie, tout autant que pour passer de 80°C à 0°C. Un échangeur thermique permet de capter cette énergie et de l'utiliser à des fins calorifiques.

Comment l'accumulateur de glace se recharge-t-il ?

Nul besoin d'intervenir, il le fait automatiquement. Au printemps, la glace fond et à l'automne le cycle recommence.

L'accumulateur de glace nécessite toutefois de l'électricité pour fonctionner, n'est-ce pas ?

C'est vrai. Pour générer 1 kilowatt-heure de chauffage, l'accumulateur a besoin de tout juste 0,2 kilowatt-heure d'électricité. Dans notre installation pilote, sur la ferme de mes parents à Guntmadingen, dans le canton de Schaffhouse, nous produisons cette électricité grâce à des panneaux solaires.

Et comment faites-vous en hiver ?

Nous n'avons recours au réseau électrique général qu'au mois de janvier, et même durant cette courte période, nous n'utilisons qu'un cinquième de l'énergie nécessaire par le passé pour le chauffage au mazout. Mais il y a encore mieux : grâce au froid de l'accumulateur, mes parents disposent l'été d'un système de climatisation complètement autosuffisant.

Dans quel domaine votre technique de chauffage présente-t-elle le plus fort potentiel ?

Dans nos premiers projets, le réservoir contient environ 150 000 litres d'eau. Or, le volume de 150 mètres cubes correspond à celui d'un appartement deux pièces de taille moyenne. Par conséquent, nous nous concentrons pour l'instant sur l'utilisation de fosses à purin désaffectées dans les fermes. J'ai mis au point un échangeur thermique de forme libre qui s'adapte donc à toute fosse.

Combien d'accumulateurs de glace allez-vous fabriquer cette année ?

Quelques-uns pour commencer. Nous ne sommes qu'une petite équipe, mais nous entendons bien prendre de l'ampleur. En Suisse, on compte environ 34 000 fosses à purin non utilisées. Nous ne manquerons donc pas d'ouvrage.



Portrait de Remo Ritzmann

Pendant ses études d'ingénieur à la Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW), Remo Ritzmann a mis au point une lampe de poche à LED vendue jusqu'à présent à 28 000 exemplaires. Depuis 2014, il se consacre au développement de l'accumulateur de glace. Son entreprise RINO Electronics AG emploie déjà onze collaborateurs. En parallèle, ce jeune homme de 36 ans trouve encore le temps d'enseigner la mécatronique aux futurs électriciens et électriciennes du centre de formation professionnelle de Winterthour.

Non loin de Soleure, on transforme l'eau en gaz naturel et la centrale hybride d'Aarmatt suscite l'intérêt de représentants gouvernementaux chinois.

Une hybridation est tout simplement un croisement, entre une voiture électrique et une voiture à essence par exemple. Aarmatt est aussi un croisement, un site sur la commune de Zuchwil, aux abords de Soleure. C'est un point névralgique

Depuis la mise en service de la centrale il y a deux ans, cet ingénieur en chimie de formation a accueilli plus de 3000 visiteurs, dont une délégation de 30 représentants d'une administration provinciale chinoise.

comprimé. « Par contre, pour le stockage à long terme au fil des saisons, nous avons recours à notre réseau de gaz existant, s'étendant sur 20 000 kilomètres », explique Thomas Schellenberg.

Le défi devient de plus en plus grand !

ou se rejoignent quatre réseaux qui sont normalement tout à fait séparés : l'électricité, le gaz, l'eau et le chauffage urbain provenant de l'incinérateur local.

Ces réseaux sont reliés par trois infrastructures pouvant transformer une source d'énergie en une autre, le gaz en électricité par exemple.

La chaudière à gaz : elle convertit le gaz en chaleur et sert d'option de secours pour le réseau de chauffage urbain qui approvisionne plusieurs milliers de Soleurois en chauffage et eau chaude.

La centrale de cogénération : elle utilise le gaz pour produire de la chaleur mais aussi de l'électricité, qui peut couvrir les pics de consommation pendant les périodes hivernales.

L'électrolyseur : il utilise de l'électricité pour séparer l'hydrogène et l'oxygène dans l'eau. On stocke alors temporairement l'hydrogène pour ensuite le réintroduire de façon mesurée dans le réseau de gaz naturel.

Thomas Schellenberg est directeur Energie et responsable de la section Centrale hybride chez Regio Energie à Soleure.

Ce groupe s'intéressait à une question importante : comment parvenons-nous à assurer un approvisionnement fiable en électricité sans centrale nucléaire ni génération à partir de charbon, gaz ou pétrole ? Le défi est certes de taille et ne cesse de prendre de l'ampleur lorsqu'on le considère de plus près.

Le mode de fonctionnement du réseau électrique y est pour beaucoup : pour opérer de façon stable, il faut un équilibre entre alimentation et consommation. Les énergies renouvelables ne se contrôlent toutefois pas comme une centrale électrique conventionnelle.

Et ce n'est pas tout : une année représente 8760 heures. Une centrale nucléaire est en activité, dans l'idéal, autour de 8000 heures, alors que l'énergie solaire, par exemple, est disponible essentiellement en été, et uniquement pendant la journée. Cela signifie qu'il faut accumuler et stocker d'énormes quantités d'énergie pendant ces brèves périodes.

La Suisse construit des centrales de pompage-turbinage pour le stockage temporaire, journalier ou hebdomadaire, de l'énergie excédentaire, et investit des millions de francs dans le développement de batteries ou de réservoirs d'air

A Aarmatt, on a déjà une longueur d'avance en matière de convergence des réseaux. Une nouvelle installation de méthanation biologique de l'hydrogène issu de la centrale hybride est actuellement en construction. Dans ce réacteur « power-to-gas », des micro-organismes unicellulaires appelés archées transforment l'hydrogène (H₂) et le dioxyde de carbone (CO₂) en méthane (CH₄).

A l'avenir, la centrale hybride devrait produire du méthane de même qualité que le gaz naturel, qui pourra être redistribué dans le réseau le cas échéant. Les travaux s'achèveront en début d'année prochaine et la centrale sera mise en service à titre d'installation pilote au printemps.

Le projet bénéficie du soutien financier de la Confédération ainsi que de l'Union européenne dans le cadre du programme Horizon 2020. La centrale hybride de Soleure fait partie d'un projet de recherche européen portant sur l'avenir des technologies « power-to-gas ».

Photo prise au microscope d'un « archaéo »



« Employée à mauvais escient, la plateforme Airbnb engendre une consommation d'énergie accrue. »



« Les Suisses sont de véritables pionniers de l'économie du partage. »

« Une configuration éco par défaut nous rend automatiquement plus économes en énergie. »



Les réseaux numériques peuvent nous aider à économiser de l'énergie, à condition de les utiliser à bon escient. Bref retour en arrière et morceaux choisis des recherches récentes.

Consommation collaborative : énergivore ou économe ?

Pour se glisser dans la peau d'un Londonien ou d'un Napolitain pendant quelques jours, il suffit de réserver un logement sur Airbnb. Sur place, l'hôte vous accueille ou vous laisse une clé, et vous recommande les meilleurs endroits pour vos sorties.

Cette plateforme qui tire son nom de « Airbed and breakfast » – entendez matelas gonflable et déjeuner – fêtera bientôt ses dix ans. Par son essor, elle a fait de l'économie du partage le mot clé de la décennie : nous partageons désormais des choses que l'on n'aurait jamais pensé confier à un inconnu. Mais au fait, quel est l'impact du partage sur le bilan énergétique global ?

Le principe de l'économie collaborative consiste à mettre à disposition d'autrui ou à utiliser, moyennant paiement, un bien en surcapacité. Pour cela, il faut uniquement un réseau, un écran et une plateforme facile d'utilisation. La société a d'emblée accepté ce concept, ce qui a permis à Airbnb de devenir en un peu moins de quatre ans la plus grande chaîne hôtelière du monde. Parallèlement, le covoiturage gagne aussi du terrain et représente une alternative aux transports publics de plus en plus courante. Toutefois, ces plateformes de partage contribuent-elles véritablement à un gain d'efficacité en matière d'énergie ? Une équipe de projet de l'Institut de psychologie et du Centre de recherches sociales de

l'Université de Zurich s'est penchée sur le bilan énergétique d'Airbnb, réalisant pour cela une enquête auprès de quelques centaines de clients et d'hôtes en Suisse. De prime abord, les résultats semblent positifs : sans Airbnb, une grande partie des clients auraient opté pour des formes d'hébergement plus énergivores, et environ 40% des hôtes ont affirmé avoir dormi sur place pendant la location. En réalité, cela n'entraîne une réduction considérable de la consommation d'énergie par personne qu'à condition d'omettre le contexte. Effectivement, compte tenu des prix très avantageux, les utilisateurs d'Airbnb voyagent plus loin et plus souvent, ce qui augmente fortement la consommation d'énergie par personne. N'oublions pas non plus les autres « effets de rebond », comme le souligne l'un des auteurs de l'étude, Jürg Artho, du Centre de recherches sociales de l'Université de Zurich. « L'utilisation d'Airbnb libère de l'argent que les gens dépensent alors non seulement dans des voyages plus longs ou plus lointains mais aussi dans d'autres loisirs énergivores. Tout cela compense les économies de ressources inhérentes au partage de l'hébergement. » Le bilan général de cette étude ôte toute illusion : « Au final, l'offre Airbnb engendre une consommation accrue d'énergie. »

L'équipe de recherche a donc proposé des mesures favorisant des changements d'attitude positifs chez les clients

et les hôtes dans la perspective d'une économie d'énergie. Ces recommandations sont très diverses : restriction du nombre de pièces offertes à des fins purement commerciales, taxation, contrôles par les autorités, durée d'hébergement limitée ou encore restriction du type d'hébergement (chambres individuelles plutôt qu'appartements entiers), ou encore obligation d'inscription. L'introduction de certificats environnementaux pour les hôtes aurait également un impact positif sur le bilan énergétique.

Le covoiturage, lui, engendre un effet véritablement positif. L'enquête a révélé que la majorité des conducteurs offrant un covoiturage auraient de toute façon effectué leur trajet, même sans passager ; l'économie d'énergie par personne est donc bien réelle. L'équipe de projet a identifié en particulier deux facteurs de motivation : d'une part, les usagers privilégient le covoiturage si les points de départ et d'arrivée sont avantageux. D'autre part, l'acceptation sociale joue un rôle déterminant. « Lorsque quelqu'un a l'impression – justifiée ou non – que tout son entourage trouve le covoiturage formidable et l'utilise couramment, il sera bien plus disposé à utiliser ce mode de transport », explique Jürg Artho.

Brigitte Ulmer – journaliste et autrice

NOTRE SMARTPHONE ENGENDRE-T-IL UNE ÉCONOMIE DE RESSOURCES ?

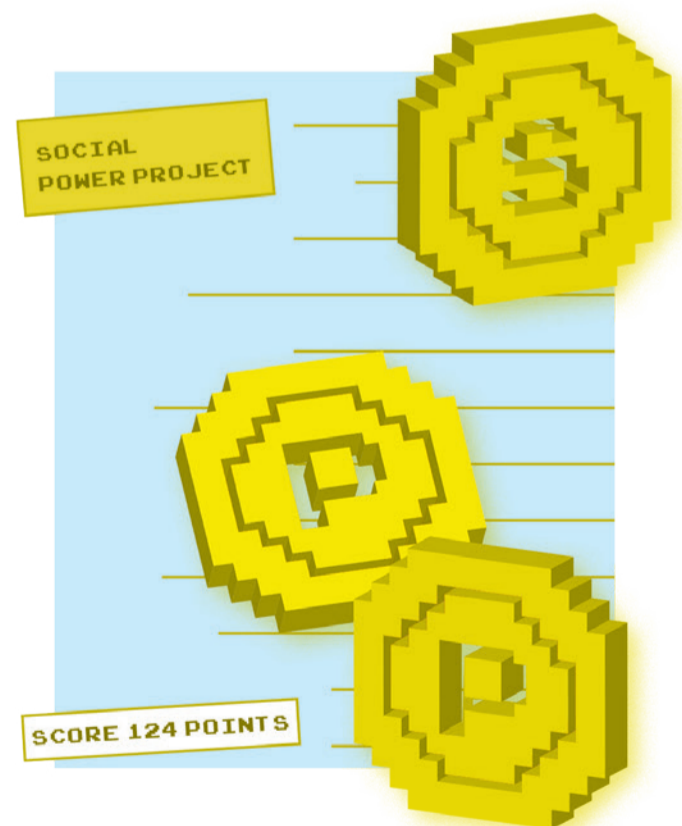
Imaginez : un arroseur automatique « intelligent » irrigue votre jardin mais ne se déclenche pas s'il sait que la météo prévoit de la pluie pour le week-end. De son côté, votre compteur électrique numérique vous incite à prendre conscience de votre consommation d'énergie, puisque votre smartphone vous indique en permanence le nombre de kilowatts utilisés. Un système de chauffage intelligent, lui, vous pousse à mettre un pull en réduisant automatiquement la consommation d'énergie à certains moments de la journée. En un mot, les appareils intelligents vous incitent de façon douce à prêter attention à votre consommation d'énergie.

Un rêve futuriste ? Une réalité possible en théorie grâce à l'« Ambient Intelligence ». Associer l'internet des objets à la domotique, dans les habitations comme dans les bureaux et entreprises, pourrait contribuer à une utilisation raisonnée des ressources sans pour autant demander des efforts de changement d'habitude ou d'information. Reliant le smartphone au compteur électrique domestique, les compteurs intelligents ont vocation à être l'élément central de l'« habitation intelligente », à condition que les utilisateurs s'en servent bien à des fins d'économies d'énergie et non l'inverse : « Un thermostat réglable à distance via une appli et détectant automatiquement la présence ou non d'occupants dans l'habitation peut également servir à tempérer la maison avant que l'on rentre. Dans ce cas-là, cette technique conçue initialement pour économiser l'énergie servirait alors à améliorer le confort au prix d'une consommation accrue d'énergie », remarque Friedemann Mattern, représentant de l'Institut for Pervasive Computing de l'EPF Zurich.

La constatation suivante est à l'origine de la création des compteurs intelligents : les compteurs traditionnels sont obsolètes et ne permettent pas aux utilisateurs d'avoir une idée précise en temps réel de leur consommation d'électricité en fonction des appareils en marche, ce qui entraîne une utilisation d'énergie accrue et superflue. Pour identifier le gaspillage d'énergie et adapter son comportement en conséquence, on doit en effet disposer d'informations détaillées dépassant largement le simple relevé trimestriel, voire annuel, fourni par la facture d'électricité. Un groupe de recherche de l'Institut for Pervasive Computing de l'EPF Zurich a donc mis au point un compteur intelligent permettant un suivi individuel de la consommation de chaque appareil électrique. Relié au smartphone, il aide l'utilisateur à prendre conscience de l'électricité utilisée. Il ne faut toutefois pas oublier que ce genre de technologie intelligente fonctionne à l'électricité ! Heureusement, les petits capteurs sans fil et processeurs connectés au réseau Internet nécessitent de moins en moins d'énergie.

LE JEU CHANGE LES COMPORTEMENTS

L'humain est un être social qui interagit avec les autres, se compare à ses semblables et se mesure volontiers à eux dans le jeu. Le « Social Power Project » s'est donc appuyé sur cette caractéristique. Dans leur expérience menée sur le terrain, la Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW) et la Haute école spécialisée de la Suisse italienne (SUPSI) ont ainsi analysé les répercussions de la dynamique de groupe, de l'incitation par le jeu et des interactions sur les réseaux sociaux sur une utilisation économe de l'énergie. Pour cela, l'équipe de recherche a développé une application de jeu interactif pour smartphones et tablettes permettant à des ménages de Massagno (TI) et Winterthour de comparer leur consommation d'énergie de façon ludique. Diverses questions à choix multiples concernant notamment la cuisine, le four, le lave-vaisselle, la machine à laver ou encore le frigo, permettaient d'accumuler des points et de gagner des prix. Les participants devaient également accomplir 50 tâches pratiques relatives à l'énergie et atteindre des objectifs de consommation d'électricité fixés avec les voisins. Enfin, les communes rivalisaient



entre elles dans le cadre d'un concours récompensant la consommation d'énergie la plus basse. Des rapports hebdomadaires rédigés sous la forme de journaux de bord assuraient un suivi de la consommation d'énergie par heure et son évolution. Les résultats finaux ont révélé une amélioration évidente des comportements et une vraie prise de conscience. Par contre, les liens communautaires ne se sont guère intensifiés.

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES COMME STANDARD

Pour encourager les modes de vie durables, il existe une solution simple : faire en sorte que les appareils électriques soient configurés par défaut en mode éco, au lieu de devoir sélectionner spécifiquement ce paramètre. La photocopieuse du bureau imprime alors systématiquement recto-verso, et le système de chauffage de la maison utilise automatiquement les énergies renouvelables.

L'humain est un être d'habitude : s'il n'a pas besoin de sélectionner spécialement l'option éco – puisque configurée par défaut, il est fort probable qu'il s'en tienne là. Une étude a mis en évidence l'intérêt d'une généralisation des paramètres écologiques en évaluant la consommation d'énergie de plusieurs milliers de ménages et d'entreprises, dans un quartier où avaient été introduits des forfaits électriques dotés d'une variante « verte » par défaut. Celle-ci était basée sur des énergies renouvelables : surtout de l'hydroélectricité produite en Suisse, ainsi qu'un peu de solaire et d'éolien, mais aussi de l'énergie issue de la biomasse. Les chercheurs ont ainsi constaté que 83% des ménages et 75% des entreprises, soit la majorité, avaient conservé l'option « verte » pourtant légèrement plus chère. Pour atteindre ce résultat, nul besoin de changement de comportement : les ménages comme les entreprises utilisaient des énergies renouvelables sans vraiment y réfléchir. Il est intéressant d'observer en outre que cette utilisation est restée stable sur une longue durée : au bout de la sixième année, encore 80% des ménages et 71% des entreprises utilisaient l'option « énergies renouvelables » par défaut.

« Les configurations écologiques par défaut peuvent faire figure d'instrument politique performant axé sur une consommation accrue d'énergies renouvelables », expliquent Ulf Liebe (Université de Berne) et Andreas Diekmann (ETH Zurich), responsables du projet, dans leur résumé.

Cela ne nécessite d'ailleurs aucun effort d'information, incitation économique ni changement fastidieux de valeurs et de modes de vie. Les modèles décisionnels fondés sur les recherches en matière de comportements ont des effets rapides et considérables. Résultat : la configuration « verte » par défaut compte parmi les moyens les plus efficaces d'influencer positivement la consommation d'énergie.

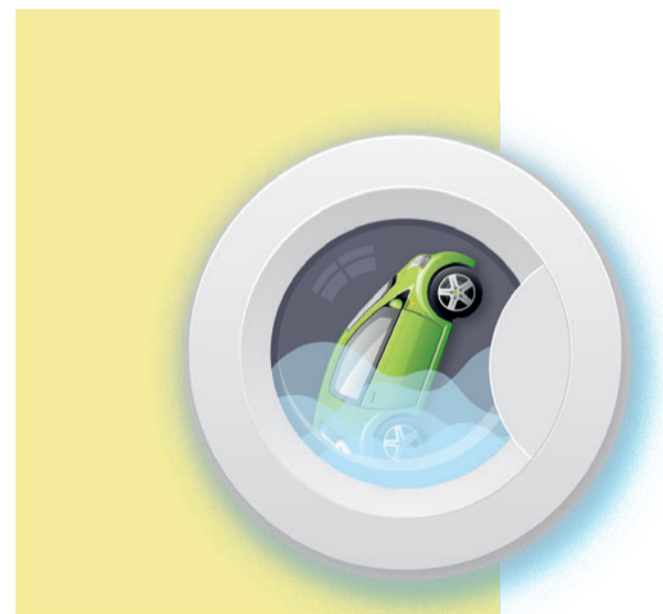
Ces résultats sont étayés par la recherche sur les comportements : l'humain est un animal à l'instinct aussi routinier que grégaire. Souvent, des incitations douces – ce que l'on appelle des « nudges » en anglais – suffisent pour changer les choses. Ces « nudges » sont des mesures minimales qui incitent à un comportement raisonnable.* Les réseaux sociaux engendrent également un effet de motivation, car les gens s'influencent mutuellement, par un comportement automatique d'efficacité énergétique par exemple.

Projet de recherche :
Mesures douces et consommation d'énergie (PNR 71)

*Nudge. Improving decisions about health, wealth, and happiness. Richard Thaler, Cass Sunstein. Yale University Press, New Haven [et al.] 2008.)

LA MACHINE À LAVER COLLECTIVE EN SUISSE

Le partage de biens d'usage quotidien est largement antérieur à l'avènement du World Wide Web et de ses « sharing platforms ». Dans les immeubles d'habitation en Suisse, les buanderies communes favorisent depuis longtemps le partage entre loca-



taires, un fait inhabituel pour un pays riche. Au fil du temps, le pourcentage de ménages utilisant un lave-linge collectif a parfois été deux fois plus élevé en Suisse qu'en Allemagne, le pouvoir d'achat n'étant pourtant pas en cause. Il s'agit là d'une habitude très différente d'autres pays d'Europe centrale. En Espagne, en Belgique ou encore au Pays-Bas par exemple, la population est peu disposée à utiliser une machine à laver commune, alors qu'en Suisse, la fameuse clé de la chambre à lessive a même donné son nom à une nouvelle de l'écrivain Hugo Loetscher. Aujourd'hui encore, l'habitude de partager cet appareil ménager essentiel demeure très ancrée dans notre pays, sous l'œil amusé ou consterné de nos voisins étrangers. Il semblerait que nous soyons aussi tout à fait prêts au partage lorsque « c'est logique », une notion qui dépend bien du point de vue et de la bourse de chacun.

Cependant, la mise en commun n'était autrefois pas seulement motivée par des considérations économiques ou pratiques, mais par une certaine manière de voir le monde. Dans les communautés des années 60 et 70, la propriété était mal vue, considérée comme quelque chose de bourgeois. Dans la société numérique d'aujourd'hui, des plateformes en ligne permettent de partager son logement mais aussi des biens d'usage courant tels que la voiture, la poussette ou encore l'aspirateur.

L'augmentation de la production des énergies renouvelables passe par de nouveaux modèles d'organisation, comme les coopératives. Leur développement est encore freiné par un marché de l'électricité très régulé ainsi que par des incertitudes politiques.

Savourer les tomates mûries au soleil de son propre jardin est bien meilleur que de les acheter au supermarché. Pourquoi devrait-il en aller autrement concernant l'énergie ? Peut-être son goût est-il plus insipide. Mais son importance dans notre quotidien est capitale. Or nombre de Suisses cultivent leurs tomates mais se chauffent avec de l'énergie non durable, fossile ou nucléaire.

Fin 2016, la production photovoltaïque équivalait à 2,2% de la production d'électricité suisse. C'est nettement moins qu'en Allemagne où ce même pourcentage s'élève à 6,9%. Pourquoi cette différence ? On peut notamment l'expliquer par l'interminable liste d'attente pour percevoir la rétribution à prix coûtant. « Il faut aussi trouver de nouveaux modèles d'organisation locaux afin d'augmenter la production du photovoltaïque, explique Christian Schaffner, directeur de l'Energy Science Center de l'ETH Zurich. L'avenir appartient aux citoyens qui s'associent et créent des communautés d'énergie. Or en Suisse, le marché de l'électricité est très régulé et ne permet pas d'implémenter toutes les innovations qui fonctionnent ailleurs. »

Les avantages de l'organisation en coopérative

Malgré ces difficultés, les choses bougent : 96 coopératives d'énergie ont été créées depuis les années 2000. Il s'agit d'entités juridiques qui promeuvent une production d'énergie décentralisée et indépendante. « Comparativement, nous possédons le même nombre de coopératives par personne que l'Allemagne, précise Benjamin Schmid, doctorant à l'Institut fédéral sur la forêt, la neige et le paysage WSL, dont les recherches se focalisent sur les communautés d'énergie en Suisse. Mais leur taille est en moyenne plus réduite. » Ces coopératives produisent environ 14 GWh par an, ce qui représente 1,3% de la production totale d'électricité photovoltaïque du pays, selon une étude menée en 2015 par l'Institut WSL.

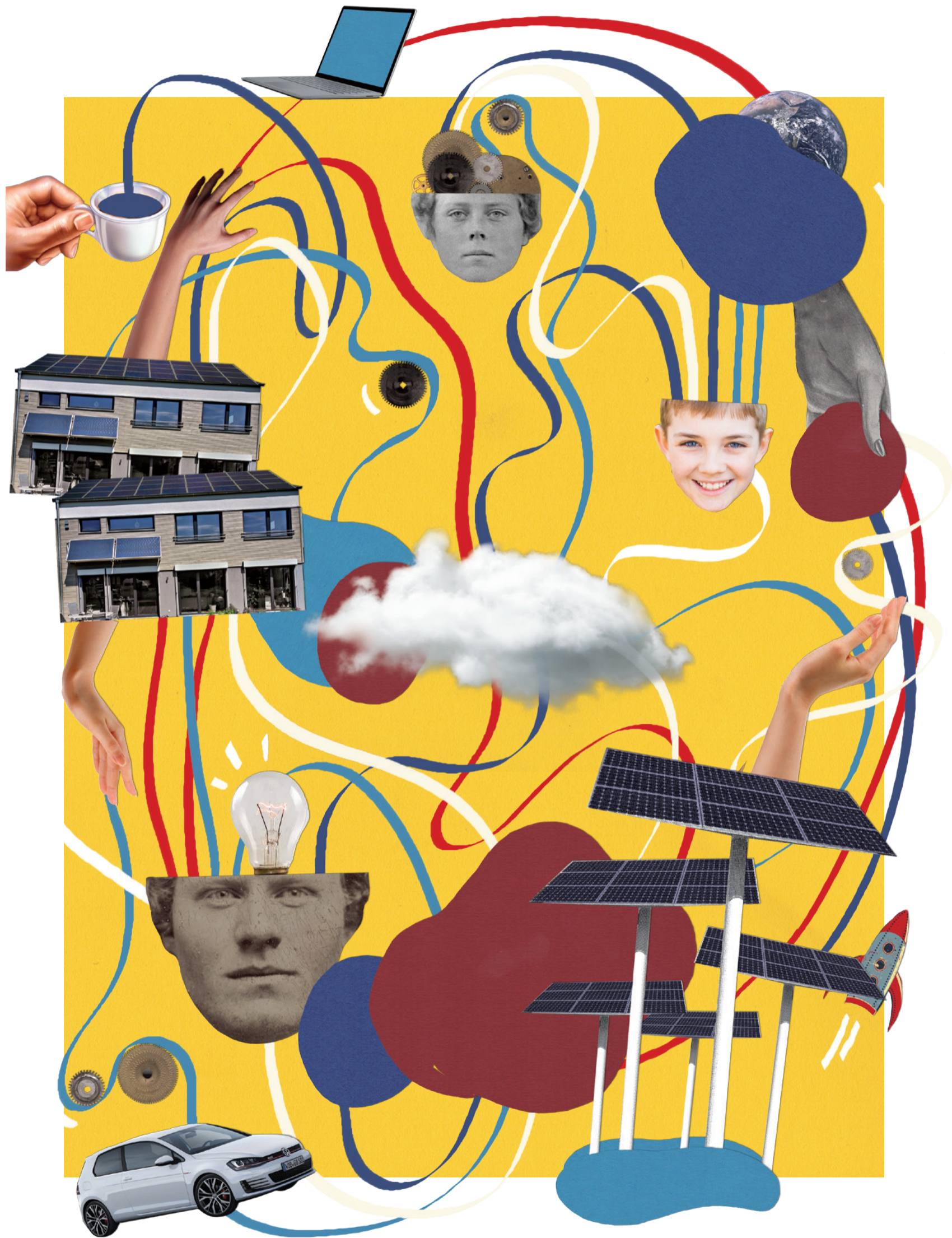
Il existe de nombreux modèles juridiques pour la production de l'énergie renouvelable de façon communautaire. Ils vont de la simple convention à la société anonyme. Mais la coopérative semble être la plus commune, car elle comporte plusieurs avantages : elle est démocratique, car chaque coopérateur possède un droit de vote à l'assemblée générale indépendamment du nombre de parts qu'il détient, et ses objectifs en termes de services sont souvent plus importants que sa rentabilité.

Comment ces coopératives s'organisent-elles ? Certaines possèdent des installations photovoltaïques dont elles réinjectent la production dans le réseau. D'autres louent des toits de bâtiment et fournissent l'électricité produite à leurs habitants. « En Suisse, il existe quasiment autant de modèles d'organisation que de coopératives, estime Benjamin Schmid. Elles s'adaptent en général aux conditions locales. » Les recherches ont montré que dans 50% des cas, les autorités communales étaient impliquées dans les coopératives. Ces dernières négocient dans certains cas les modalités techniques de réinjection du courant solaire, ainsi que le prix de rachat de l'électricité, avec le fournisseur local.

Logique top-down et incertitudes politiques

« Il existe environ 800 distributeurs d'énergie en Suisse, observe Christian Schaffner. Le problème, c'est que les coopératives dépendent d'eux pour mettre quelque chose en place. Or, certains jouent le jeu et d'autres pas. Pour l'instant, il s'agit d'un système qui fonctionne selon une logique top-down. » Pour le chercheur, cela fait partie des nombreuses questions qui devront être débattues politiquement ces prochaines années. Dans la liste, figure aussi l'Internet des objets : « l'avenir réside dans la connexion de tous les différents systèmes pour une gestion intelligente du réseau et des relations entre les partenaires. Mais de nombreuses questions ne sont pas encore résolues en Suisse, c'est pourquoi il existe si peu de projets. Qui contrôlera les données ? Qui sera autorisé à en faire quelque chose ? »

Alors que l'incertitude règne encore quant aux réponses que les politiques apporteront à ces questions, les recherches sont nombreuses à démontrer la validité du modèle de la communauté pour atteindre les objectifs du tournant énergétique : les citoyens impliqués dans la production de leur énergie diminuent leur consommation et s'opposent moins aux projets locaux d'énergies renouvelables. Ils paient le plus souvent leur électricité moins chère, même si cela varie d'un modèle à l'autre. « Nous avons observé deux types de motivation chez les coopérateurs, raconte Benjamin Schmid. Il y a ceux qui souhaitent lutter contre le changement climatique et s'opposer au nucléaire. Et ceux qui valorisent leur intégration dans la communauté locale. » Une récente étude de l'université de Saint-Gall montre que 92% des Suisses sont en faveur de l'utilisation des ressources énergétiques disponibles localement. C'est dire si une majorité de citoyens est prête à faire mûrir ses tomates à côté d'un panneau solaire. Geneviève Ruiz – journaliste RP



Projets de recherche :
Projet conjoint « Production d'électricité durable décentralisée » (PNR 70)
Financement collectif des énergies renouvelables (PNR 71)

La décentralisation de la production énergétique pose un certain nombre de défis, selon Oliver Gassmann, professeur en management de l'innovation et des technologies à l'Université de St-Gall. Mais de nouvelles technologies et des nouveaux modèles d'affaires vont permettre de les résoudre.

Quels sont les principaux défis liés à la décentralisation de la production énergétique ?



Cette décentralisation représente un gros défi pour la plupart des fournisseurs d'énergie. Les prosommateurs ont tendance à se gérer eux-mêmes et cela diminue la prédictibilité du marché. La principale difficulté consiste à mettre tout le monde d'accord. En effet, les parties prenantes diffèrent de par leurs intérêts, ainsi que par leur horizon temporel. Cela rend toute décision commune ardue. Mais je considère que chaque problème correspond à une entreprise qui n'a pas encore été créée... De nouveaux modèles commerciaux vont donc émerger, notamment dans les domaines du management des réseaux ou des centrales électriques virtuelles.

Ces modèles seront-ils rentables ?

Il existe beaucoup de manières de concevoir les modèles de financement et de rendement. Je pense que les plateformes régionales et les communautés de quartier vont s'imposer. L'avenir appartient davantage aux entreprises communautaires qu'à celles en solo. Je crois dans le pouvoir des marchés à long terme, en particulier lorsque les nouvelles technologies deviendront plus efficaces et moins chères.

Quel rôle vont jouer des technologies comme la Blockchain et l'Internet des objets ?

La Blockchain permettra d'établir des réseaux dans lesquels les ménages et les entreprises fourniront et consommeront de l'énergie de façon décentralisée. Mais la technologie la plus importante à l'avenir sera l'Internet des objets. Il reliera tous les objets entre eux, de l'air conditionné à la machine à laver en passant par l'éclairage public. Des senseurs intelligents observeront l'environnement en continu et les produits s'amélioreront grâce à des algorithmes d'apprentissage automatique. Tout cela augmentera l'efficacité du réseau : les processus se réguleront d'eux-mêmes sans aucune intervention humaine.

Comment la Suisse peut-elle rattraper son retard par rapport à d'autres pays comme le Danemark ou l'Allemagne en termes de décentralisation ?

Le principal obstacle est le manque de flexibilité politique. Mais la Suisse dispose de beaucoup de nouvelles technologies ainsi que d'entreprises innovantes. Je pense qu'au fur et à mesure que les technologies deviendront plus attractives, la Suisse rattrapera son retard. A long terme, la décentralisation permettra une diminution de la consommation, des coûts, ainsi qu'une meilleure flexibilité. Et la principale force derrière cela reste l'innovation – pas seulement pour les technologies, mais aussi pour les modèles sociaux et commerciaux.

MOTIVER LES ENTREPRISES

ASSURER UN SUIVI EFFICACE

Six mille questionnaires ont été envoyés par l'équipe de Martin Wörter, chercheur au Centre de recherches conjoncturelles KOF à l'ETH Zurich, à des entreprises basées en Suisse. La même opération a été menée conjointement par des confrères allemands et autrichiens dans leurs pays respectifs. L'objectif? Comprendre quelles mesures d'accompagnement permettent d'améliorer le bilan énergétique des entreprises, que ce soit au niveau des produits ou des infrastructures et bâtiments existants. « Notre projet a montré que des incitations fiscales, les accords volontaires et les subventions augmentaient la volonté d'investir dans les technologies énergétiques, explique Martin Wörter. Les mesures de régulation ne présentent quant à elles aucun effet. » Des comparaisons entre les pays ont également révélé des différences : les accords volontaires sont plus efficaces en Suisse, les subsides fonctionnent mieux en Autriche et les incitations fiscales encouragent les entreprises allemandes à investir dans leurs infrastructures énergétiques. « Il s'agit évidemment d'un tableau simplifié », précise Martin Wörter.

Projet de recherche : Innovations dans le domaine de l'énergie (PNR 71)

« Le potentiel d'économie d'énergie des entreprises suisses est immense, estime Rolf Iten, du bureau d'étude Infrac. Mais les choses ne bougent que lentement dans la réalité. » Pourquoi les entreprises ne sont-elles pas disposées à investir dans les énergies renouvelables? Comment combler l'écart entre le potentiel d'économie et la réalité? Pour répondre à ces questions, Rolf Iten et des équipes basées à Zurich et à Neuchâtel se sont intéressés aux processus décisionnels internes des entreprises. Leur hypothèse de départ était que celles-ci décident la plupart du temps de ne pas investir dans l'efficacité énergétique, car elles ne la considèrent pas comme un domaine stratégique. Elles estiment que cela ne leur apporterait pas un bénéfice direct en termes de produit ou de compétitivité. « Notre objectif premier consistait à comprendre en détail le point de vue des entreprises, explique le chercheur. Dans le cadre d'une enquête écrite, nous avons exploité les réponses de plus de 300 d'entre elles, actives dans l'industrie, les services et l'artisanat. Nous avons également mené des entretiens individuels approfondis avec de gros consommateurs d'énergie. » Les premiers résultats de ce travail indiquent que les entreprises suisses sont peu nombreuses à implémenter un management de l'énergie, qui consiste à analyser sa consommation d'énergie, à se fixer des objectifs, puis à évaluer les coûts et les bénéfices à long terme d'un investissement dans l'efficacité énergétique. Il leur manque des informations ainsi que des données pour comprendre l'importance stratégique de tels investissements et les avantages réels que cela peut leur apporter par rapport à la concurrence.

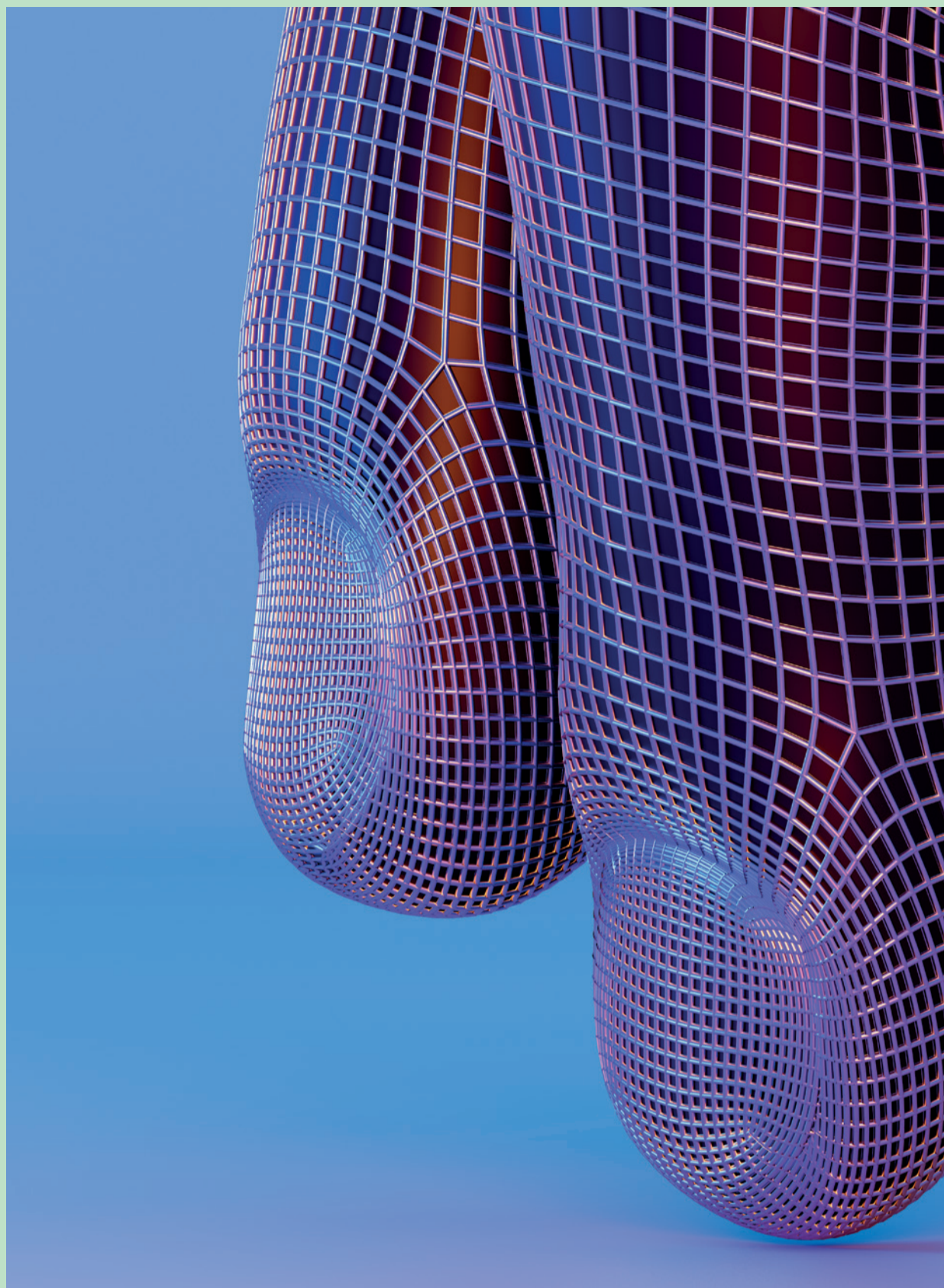
Projet de recherche : Déterminants des investissements en efficacité énergétique (PNR 71)

CRÉER DES INCITATIONS

Directeur de l'Energy Science Centre de l'ETH Zurich, Christian Schaffner cherche à modéliser le futur marché de l'électricité suisse sur la base de différents scénarios politiques. « Un grand nombre de questions restent ouvertes et n'ont pas encore été réglées dans le texte du référendum Stratégie énergétique 2050, explique-t-il. Notamment celle de savoir comment le réseau va gérer la volatilité des énergies renouvelables. Actuellement, le système fonctionne sur la base du pompage-turbinage, c'est-à-dire que les barrages hydroélectriques détiennent leur production si nécessaire. Mais on ne sait pas encore comment le stockage fonctionnera à l'avenir. » Pour convaincre les entreprises et les citoyens d'investir dans l'efficacité énergétique, Christian Schaffner suggère la possibilité de passer du système actuel d'encouragement à un système plus incitatif, avec l'instauration de nouveaux éléments dans le marché de l'énergie. Une chose est sûre selon lui : le marché de l'électricité suisse devra s'ouvrir et s'adapter à un nouvel environnement plus décentralisé.

Projet de recherche : Projet conjoint « Analyse des futurs marchés de l'électricité » (PNR 70)

Les entreprises, qui émettent un tiers du CO₂ helvétique, sont également concernées par la décentralisation de la production d'énergie. Pourquoi n'investissent-elles pas davantage dans les énergies renouvelables et qu'est-ce qui pourrait les motiver? Des chercheurs zurichois et neuchâtelois essaient de le comprendre.



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 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 et www.pnr71.ch.