SOCIALTER HS N° 6

HORS-SÉRIE

SOCIALTER

L'AVENIR SERA LOW-TECH

L'AVENIR SERA LOW-TECH

MAI-JUIN 2019

BEL : 10,50 € - ISSN 2270-6410 - Hors-série n° 6 - mai - juin 2019
L 14265 - 6 H - F: 9,90 € - RD

Pour créer des produits et services :

Locaux

Fonctionnels

Simples

Économiques

À très faible impact

À très longue durée de vie

Accessibles à tous

Low-tech Skol*

Inventons les métiers de demain

Dès la rentrée 2019 à Guingamp, la **Low-tech Skol formera des techniciens** pour aider les entreprises à se transformer et passer à un modèle low-tech.

Pour produire localement, les low-tech s'appuient sur les **ressources** et les **talents du territoire.** Elles sont conçues à partir de matériaux disponibles en abondance, elles sont simples, locales, réparables et ont un faible impact environnemental. Cette approche révolutionne l'économie circulaire et la rend réellement efficace.

L'ingénieur de demain sera t-il low-tech ?

*School en breton

La première formation low-tech en France, une initiative de

Guingamp Paimpol AGGLOMÉRATION

goodwill management

LUCIE

LOW-TECH LAB

SIMPLON.CO

La civilisation face à l'entropie

Le cartésianisme, dont la civilisation moderne est profondément empreinte, est une pensée de la séparation. Un fossé clair et infranchissable est tracé entre l'homme et la nature, l'esprit et le corps, la pensée et la matière – au profit des premiers, et au détriment des seconds. Ce que nous appelons dorénavant l'Anthropocène, par les maux qu'elle enfante et les barbaries qu'elle laisse présager, vient clore le grand cycle cartésien, tandis que la matière ressurgit et que les limites s'imposent à nouveau. La société thermo-industrielle découvre l'entropie. Dans la thermodynamique classique, l'entropie renvoie au phénomène de dispersion de l'énergie dans un « système clos », phénomène de désordre croissant conduisant irrémédiablement ce système vers sa « mort ». Tel un verre d'eau chaude où l'on introduirait des glaçons, le déséquilibre thermique initial suivra sa course fatale vers l'équilibre et la mort dynamique : un verre d'eau tiède. Dans une acception large, l'entropie s'applique évidemment à notre planète – système (presque) clos – où nous piochons notre énergie et nos ressources comme si nous étions tombés sur une caisse de champagne un soir de nouvel an. Ce que nous appelons « planète », ainsi que le rappelle Bruno Latour, n'est même en réalité qu'une « *minuscule zone de quelques kilomètres d'épaisseur entre l'atmosphère et les roches mères. Une pellicule, un vernis, une peau, quelques couches infiniment plissées* » *(1)*. Voilà notre réalité : une vie vulnérable évoluant sur une surface étroite dans un système énergétique et matériel contraint. Ce que notre société peine encore à intégrer était pourtant annoncé de longue date. Le mathématicien Norbert Wiener écrivait ainsi en 1950 : « *Plus nous extrayons du monde, moins nous y laissons : sur le long terme, nous aurons certainement un jour à payer nos dettes.* » *(2)* Deux décennies plus tard, l'économiste Nicholas Georgescu-Roegen illustrait la même idée par cette formule célèbre : « *Chaque fois que nous produisons une voiture, nous détruisons irrévocablement une quantité de basse entropie qui, autrement, pourrait être utilisée pour fabriquer une charrue ou une bêche. Autrement dit, chaque fois que nous produisons une voiture, nous le faisons au prix d'une baisse du nombre de vies humaines à venir.* » *(3)* En somme, toute activité productrice ou reproductrice, si elle requiert de l'énergie ou des ressources issues du sous-sol (qui seront irrévocablement dégradées ou détruites), doit faire l'objet d'un arbitrage en regard de son utilité. De ce postulat découlent deux choix de civilisation : soit nous continuons dans la trajectoire actuelle en espérant que nous serons secourus par d'hypothétiques énergies futures et ressources venues de l'espace – mais nous prenons le risque de nous effondrer brutalement avant la fin du siècle et de laisser un monde en ruines ; soit nous faisons le choix de durer, d'offrir les moyens de leur autonomie et de leur épanouissement aux milliers de générations à venir – mais nous devons renoncer à une bonne part de l'opulence matérielle actuelle. Cette seconde option nous paraît, à *Socialter*, non seulement censée mais vitale. « *Il va falloir atterrir quelque part* », résume Bruno Latour. « *D'où l'importance de savoir comment s'orienter* ». *(4)* En cela, la démarche low-tech qui fait l'objet de ce hors-série est une boussole qui pointe dans la bonne direction.

Philippe Vion-Dury,
rédacteur en chef de Socialter

---

(1) Bruno Latour, Où atterrir, *La Découverte, 2017.*

(2) Norbert Wiener, Cybernétique et société, *1950 pour la première parution en anglais.*

(3) Nicholas Georgescu-Roegen, La Décroissance, *1971 pour la première parution en anglais.*

(4) Bruno Latour, ibid.

En partenariat avec le LOW-TECH LAB

sous le parrainage de Philippe Bihouix

et avec le soutien de LEROY MERLIN, France Maker Faire, Goodwill Management

HORS-SÉRIE
SOCIALTER mai juin 2019

L'AVENIR SERA LOW-TECH

6 Tribune de Philippe Bihouix
Start-up nation ? Non, low-tech nation !

10 Manifeste du Low-tech Lab

12 Entretien avec Jean-Marc Jancovici
« Nous sommes en décroissance énergétique »

PARTIE 1 : SORTIR DE L'ÂGE INDUSTRIEL

© National Gallery - Londres.

20 Unpimp my ride
Voiture low-tech : retour vers le futur ?

24 Une démarche archi low-tech
Vers un habitat biosourcé

30 Les alternatives à l'intensif
Une agriculture à taille humaine

32 Enfoncer le cloud
Le numérique : citadelle high-tech ?

36 Raspberry Pi
L'ordi minimaliste existe déjà

38 Low Energy
Système D comme désirable

42 Entraide au développement
Aider le Sud, inspirer le Nord

PARTIE 2 : HOMO EX MACHINA

© Gift of Walter and Naomi Rosenblum Brooklyn Museum

48 Technocritiques
François Jarrige :
Inventer un récit pour les low-tech

52 La bibli-low-tech
Les incontournables de la pensée low-tech

58 Un contre-pouvoir populaire
Vincent Gerber :
Faire de la technique un enjeu politique

62 L'archipel des convivialités
Thierry Paquot :
De l'extension du domaine convivial

PARTIE 3 : SE JETER À LOW

DR

68 Cultibuttes et vibroplanches
L'Atelier Paysan :
des machines agricoles en open source

72 Obsolescence déprogrammée
Vers une économie de la fonctionnalité ?

74 Tribune
Quelle place pour les low-tech
dans l'entreprise du futur ?

76 Ingénieurs et architectes en transition
La low-tech fait ses classes

80 L'âge de faire
Fab labs, low-tech : une greffe possible ?

84 Inspiration libriste
Partager pour mieux régner

86 Tiny House
Et si l'habitat de demain se nichait
dans les micromaisons ?

88 Frugalité heureuse
Plutôt que la smart city, bâtir la slow city

90 Portrait : Corentin de Chatelperron
Voguer vers l'inconnu avec enthousiasme

94 Engrenage

96 Ressources

ABONNEZ-VOUS !
sur **http://www.socialter.fr** Offre découverte
Rejoignez la communauté SOCIALTER
sur Facebook (socialter) et sur Twitter (@socialter)

Hors-série Socialter n° 6
mai juin 2019

Bureaux de la rédaction 6 rue Rodier 75009 Paris
Directeur de la rédaction Olivier Cohen de Timary
Rédacteur en chef Philippe Vion-Dury
Rédaction redaction@socialter.fr

Contributeurs pour ce numéro Philippe Bihouix, Nicolas Celnik, Laury-Anne Cholez, Alan Fustec, Vincent Gerber, Christelle Granja, Élodie Horn, François Jarrige, Margaux Leridon, Marie Nahmias, Thierry Paquot, Annabelle Perrin, Jean-Jacques Valette, Philippe Vion-Dury

Correction/Editing Éloïse Cohen de Timary

Création graphique
Rémi Andrieux / Elefonts.fr

Illustration de la couverture
Marine Joumard

Illustrations Marine Joumard, Ben Lamarre, Lou Rihn

Photographes pour ce numéro
Pablo Chignard, Cyrille Choupas

ÉDITION Socialter SAS
Siège social 108 rue du Théâtre 75015 Paris
RCS Paris 797 454 832
Principaux associés O.C.d.T., Fairway International
Directeur de la publication Olivier Cohen de Timary

Impression Léonce Deprez Z.I. de Ruitz 62620 Ruitz
DISTRIBUTION MLP
Numéro ISSN 2270-6410
Numéro de commission paritaire : 1123 D 92060

Service des Ventes réservé aux professionnels
ABOMARQUE - DIFFUSION KIOSQUE
amandine@abomarque.fr / 06.81.09.44.57

ABONNEMENTS SOCIALTER c/o Abomarque CS 63656
31036 TOULOUSE Cedex 1
05 34 56 35 60 / socialter@abomarque.fr
Abonnement direct sur internet : www.socialter.fr
PUBLICITÉ /PARTENARIATS partenariat@socialter.fr
Site internet www.socialter.fr
Socialter© est une marque déposée

EU Ecolabel
www.ecolabel.eu
EU Ecolabel: FR/011/003

Magazine imprimé sur papier 100 % recyclé
Empreinte carbone : 414 kg CO_2/t de papier
Taux de fibres recyclées : 100 %
Certification : 100 % PEFC
« Eutrophisation » Ptot : 0,003 kg/t

PEFC
10-31-1495
Certifié PEFC
Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.
pefc-france.org

Actuellement en kiosque !

SOCIALTER le média des transitions

Abonnez-vous sur Socialter.fr

TRIBUNE

Start-up nation ? Non, low-tech nation !

Plutôt que de s'enfoncer toujours plus loin dans l'impasse des high-tech, si nous faisions le choix d'être la première « low-tech nation » ? La France, pour peu qu'elle prenne ce virage radical et ambitieux, pourrait devenir la vitrine exemplaire de cette indispensable révolution.

Texte : **Philippe Bihouix*** - Illustration : **Ben Lamarre**

** Philippe Bihouix est ingénieur centralien et essayiste, spécialiste de l'épuisement des ressources minérales. Son ouvrage* L'âge des low tech, Vers une civilisation techniquement soutenable *(Seuil, 2014) a popularisé le terme en France.*

Low-tech : avouons que le terme n'est pas, de prime abord, particulièrement séduisant et aurait plutôt tendance à créer quelques réactions épidermiques du type : « *Quoi ? Vous voulez mettre la science au rencart et en revenir aux haches de pierre ?* » *(1)*… ou bien revenir « *à l'araire, au compagnonnage, aux chevaux de poste, à la famine, au silex, au mésolithique moyen et à la socialité des bonobos ou des hippies…* » *(2)* – prière de rayer les mentions inutiles ? Peut-être aurait-il mieux fallu remettre au goût du jour les outils conviviaux d'Ivan Illich *(3)*, les technologies « appropriées » (*intermediate technologies*) de l'économiste Ernst Friedrich Schumacher, les techniques autonomes d'André Gorz, ou du moins éviter l'anglicisme et parler de technologies sobres, agiles, durables, résilientes…

Quant à définir les low-tech précisément, accrochez-vous ! Le vélo, avec ses mille pièces élémentaires, est évidemment un objet bien plus durable, sobre, facile à utiliser et simple à réparer qu'une voiture high-tech bardée d'électronique et de métaux. Mais pour fabriquer le dérailleur et les câbles de frein, vulcaniser les pneus et les chambres à air, il faut des usines d'une haute technicité… de même que les unités de production du simple bicarbonate de soude, à la base de nombreux produits ménagers à préparer soi-même dans une louable démarche écologique et zéro déchet. Et, compte tenu de la concentration humaine que nous avons atteinte, personne ne recommande de débrancher les ordinateurs ou les dispositifs de contrôle des grands systèmes de production d'eau potable et d'assainissement, sans parler du secteur médical.

Sans qu'il y ait matière à s'en réjouir, le temps devrait jouer en faveur des low-tech, et les faire apparaître de plus en plus comme une impérieuse nécessité, au fur et à mesure que les promesses technologiques ne seront pas tenues, que les prétendus nouveaux modèles économiques resteront marginaux, que les négociations internationales piétineront, que l'état de la planète et des ressources continuera de se dégrader. Les faits sont accablants. Malgré l'impressionnante croissance des énergies renouvelables, on ne parvient pas ne serait-ce qu'à accompagner la croissance de la demande électrique : sur les 600 TWh *(5)* supplémentaires produits en 2017 par rapport à 2016, 300 TWh l'ont été avec du solaire et de l'éolien, et 300 TWh avec… du charbon essentiellement. Il n'y a par ailleurs eu aucune dématérialisation de l'économie – bien au contraire : sur les quinze dernières années, l'extraction minière de presque tous les métaux a progressé *plus vite* que le produit intérieur brut. L'extractivisme s'accélère et il n'y a, à date, « transition » que dans les discours officiels sirupeux… et dans nos rêves.

Les low-tech n'annoncent ni ne fantasment un retour aux temps troglodytiques. Et ce serait aussi une grave erreur que de les cantonner à une vision marginale, à une dimension de bricolage familial ou de (re)découverte de quelques techniques anciennes, ici ou ailleurs, de la maison en paille aux outils agricoles, en passant par le solaire thermique, la machine à laver à pédales, le four solaire et les toilettes sèches. Les low-tech sont bien plus que cela, et doivent porter une dimension systémique et politique… et certainement, sans doute, morale, culturelle voire philosophique.

CHANGER RADICALEMENT DE MODÈLE

Dimension systémique d'abord, car les trois mots d'ordre d'une démarche low-tech sont : sobriété et économie à la source ; conception basée sur des techniques durables et réparables, les plus simples et les moins dépendantes possible des ressources non renouvelables ; conditions de production basées sur le savoir et un travail humain digne. Ceux-ci s'appliquent autant et même plus au niveau collectif qu'au niveau indivi-

duel, et visent d'abord à remettre en cause les modèles économiques et sociaux actuels, avant même de s'attaquer à la « question technique ». (Re)mettre en place des circuits de distribution plus courts, avec moins d'emballages, de gâchis, de déchets, n'est pas une question technologique : on sait depuis longtemps consigner et nettoyer une bouteille. Mais il faut s'organiser pour cela, avec un modèle qui fonctionne entre producteurs, transporteurs, distributeurs et consommateurs.

La sobriété ou la frugalité font d'autant moins peur qu'elles se fondent facilement avec la notion d'efficacité. Les acteurs institutionnels les plus ouverts consentent à reconnaître qu'un meilleur usage des ressources, une meilleure efficacité des procédés de production et des modes de consommation pourraient conduire à une certaine sobriété des besoins en énergie et en ressources, et à un impact environnemental enfin soutenable. Mais les gains en efficacité sont toujours réduits, au moins pour partie, par l'effet rebond *(6)*. C'est donc bien une sobriété *d'usage* qui devra être, à terme, obtenue. Dans le bâtiment : moins construire (et intensifier l'usage des surfaces existantes), moins chauffer (et moins climatiser), et pas seulement concevoir et isoler correctement les constructions récentes ou anciennes – il est en effet terriblement plus efficace, plus rapide, plus abordable d'isoler les corps que d'isoler les bâtiments eux-mêmes. Dans le transport : moins se déplacer, ou plus lentement, et pas seulement utiliser des véhicules plus efficaces et moins émetteurs de CO_2, ou les partager. Au quotidien : moins consommer, et pas uniquement mieux recycler, « faire plus et mieux avec moins », ainsi que nous y invite le slogan de l'économie circulaire. Dans l'alimentation : moins manger de viande, entre autres…

ACTIONNER LE PUISSANT LEVIER NORMATIF

Dimension politique ensuite : si les engagements citoyens, les initiatives locales, les questionnements et les envies dans certaines entreprises (notamment à travers les convictions individuelles) sont formidables, ils doivent être relayés, soutenus, encouragés, démultipliés par la volonté politique. Cela ne veut pas dire qu'il faut attendre que le changement ou la transition arrivent « d'en haut ». L'histoire montre que les décisions politiques suivent et rattrapent les évolutions et les revendications de la société civile, et non qu'elles les précèdent ou les anticipent. Mais la puissance publique possède encore d'énormes moyens d'action : le pouvoir normatif et réglementaire ; les choix fiscaux et les mécanismes de soutien à l'innovation ; le pouvoir prescriptif à travers la commande publique ; et même le pouvoir d'exemplarité et d'entraînement. Sur ce dernier point, pourquoi, par exemple, encourager l'usage du numérique à l'école dans toutes les matières (et générer des tombereaux de

(1) Dwight Macdonald, Partir de l'Homme…, *Spartacus, 1948.*

(2) René Riesel, Du progrès dans la domestication, *Encyclopédie des nuisances, 2003.*

(3) Ivan Illich, La convivialité, *Seuil, 1973.*

(4) Ernst Friedrich Schumacher, Small is beautiful, une société à la mesure de l'homme, *Seuil, 1979 [1973].*

(5) 1 TWh (térawatt-heure) = 1 milliard de kWh (kilowatt-heure).

(6) Une augmentation de l'efficacité qui se traduit par une augmentation de la production ou un accroissement de l'usage. Exemple : des téléphones plus économes en énergie ont conduit à un nomadisme exacerbé, une utilisation de tous les instants, une multiplication des nouveaux usages, et finalement à une croissance de la consommation énergétique totale.

déchets électroniques ingérables), sous prétexte de modernité, alors qu'aucune étude scientifique n'a pu à ce jour démontrer qu'on apprend mieux avec un ordinateur ou une tablette qu'avec un livre ?

taxe carbone. Il est impératif que les mesures soient perçues comme justes et équitables.
Pour ne prendre qu'un exemple, la réduction progressive de la taille maximale des voitures serait plutôt

“Les dépenses publiques pourraient être réorientées afin de favoriser le travail humain et l'économie locale plutôt que la consommation d'énergie et de matières premières.”

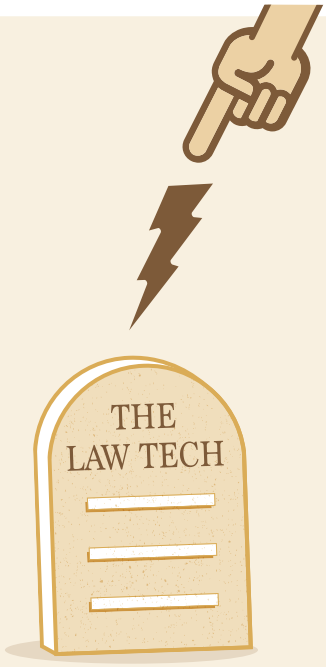
Malgré la fascination pour les marchés-libres-et-non-faussés, le levier normatif et réglementaire reste un outil puissant de l'action publique. Il n'est certes pas toujours simple à manier d'un point de vue démocratique, et les mesures (technocratiques) peuvent être rapidement vues comme « liberticides », ou accusées de toucher les populations les plus fragiles économiquement – pensons aux débats récents et houleux autour de l'écotaxe ou de la

facile à obtenir par l'interdiction des plus grosses cylindrées, et/ou par une taxe annuelle proportionnelle (ou fortement progressive) au poids et à la puissance. En l'espace de quelques années, nous pourrions faire évoluer le parc global très significativement, avec des voitures de plus en plus petites, consommant de moins en moins – tandis qu'actuellement, les gains d'efficacité sur la motorisation sont intégralement absorbés par l'augmentation du poids

des véhicules. Rapidement, le parc évoluerait vers des équivalents 2CV ou 4L, au moteur bridé, dépouillés de tout équipement superfétatoire, consommant un à deux litres aux cent kilomètres – avec réglage électronique et filtre à particules tout de même –, cohabitant mieux avec les vélos. Liberticide, me direz-vous ? Certainement ! C'est ce qui permet la vie en société : « *La liberté consiste à pouvoir faire tout ce qui ne nuit pas à autrui.* » (7)

UNE RÉVOLUTION PAR LE BAS

Imaginons un instant ce qui serait faisable grâce à un réel engagement politique aux différentes échelles. On pourrait ouvrir dans chaque agglomération, chaque commune voire chaque quartier, des lieux de réparation citoyenne, à l'image des *repair* cafés, des « recycleries – ressourceries » pour développer le réemploi des objets, la récupération et le recyclage des matériaux, des « maisons du bricolage partagé », où les riverains mutualiseraient les outils, échangeraient des fournitures et des conseils… On pourrait lancer des initiatives zéro déchet et d'économie (en ressources) dans toutes les administrations, les écoles et



LES TABLES DE LA LOW

LOW-TECH LAB

Au Low-tech Lab nous appelons « low-tech » les objets, les systèmes, les techniques, les services, les savoir-faire, les pratiques, les comportements et même les courants de pensée qui s'articulent autour de trois principes :

1 **La low-tech est avant tout *utile :*** elle répond à des besoins essentiels tels que l'accès à l'eau, l'alimentation, l'énergie, l'habitat ou l'hygiène. Par extension, elle peut concerner les domaines de la santé, des transports, des matériaux de construction et de fabrication, de la gestion des déchets, de l'agriculture ou encore de l'éducation. En allant à l'essentiel elle redonne du sens à l'action et rend possible des modes de vie sains et épanouissants.

les entreprises publiques, en surfant sur l'engouement d'une partie grandissante de la population… Citoyennes, citoyens, à vos composts de combat !
D'une manière générale, les dépenses publiques pourraient être réorientées afin de favoriser le travail humain et l'économie locale plutôt que la consommation d'énergie et de matières premières. Plutôt que de subventionner les industries high-tech et les projets numériques, le soutien irait en priorité à des initiatives concrètes, sources d'activités et d'emplois pérennes, de développement local, de lien social, d'amélioration de la qualité de vie, d'écosystèmes revigorés : ateliers de production à petite échelle (savons, produits d'entretien, cosmétiques, couture, produits alimentaires transformés…), services à la personne, activités culturelles et artistiques, entrepreneurs de l'économie (presque) circulaire… Plutôt que d'acheter des tablettes aux collégiens, les départements leur paieraient des cours de théâtre, subventionneraient les orchestres et les salles de spectacle.

LA FRANCE, PREMIÈRE LOW-TECH NATION

La France serait à la pointe de l'innovation. Mais une innovation différente, courageuse, incroyable, détonante, pas une innovation consistant à sucer la roue de la Silicon Valley et ses services numériques et interstitiels, ou à se pavaner une fois par an au Consumer Electronics Show de Las Vegas. Une France *low-tech nation* plus que *start-up nation*, championne mondiale du zéro déchet et du recyclage ; une France décidant de son avenir commun et non serrant les fesses dans la compétition internationale et la jungle des avantages comparatifs de David Ricardo ; une France sachant s'habiller, s'équiper, s'outiller et s'amuser sans réduire en esclavage des populations entières à l'autre bout de la planète.
Une transition à base de sobriété et de low-tech aurait en outre l'avantage de contribuer à apaiser les tensions internationales, actuelles ou à venir, sur les matières premières (cobalt ou tantale en République démocratique du Congo, lithium du triangle Chili-Bolivie-Argentine, terres rares chinoises, platinoïdes de Russie et d'Afrique du Sud…). Peut-être cela permettrait-il à un petit groupe de pays européens, optant pour une sobriété choisie et intelligente, de gagner en crédibilité à la table des négociations climatiques, en expérimentant et en proposant un modèle alternatif vraiment *disruptif*, encore à inventer et à expérimenter : celui d'un système économique de post-croissance, capable d'offrir aux populations le plein emploi dans une société plus apaisée, plus résiliente et plus respectueuse.
Et rêvons encore plus loin : les visiteurs étrangers, d'abord médusés, repartiraient enchantés (enfin, peut-être), et, qui sait, colporteraient le changement partout en rentrant chez eux. Comment créer un effet d'entraînement, comment convaincre les autres habitants de la planète de ne pas adopter notre « mode de vie », centré sur la croissance et la voiture, toutes deux mortifères ? Je ne vois qu'une solution crédible, bien qu'affreusement utopique – mais après tout pas tellement plus que la poursuite infinie de notre trajectoire « accélérationniste » actuelle : nous devons amorcer un virage radical, et démontrer que ce virage *nous rend plus heureux*. Chiche ?

(7) Article 4 de la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen, août 1789.

2 **La low-tech est ensuite intrinsèquement *durable*, au sens où elle dure dans le temps :** robuste, modulaire, réparable, fonctionnelle, etc. Durable aussi par la recherche de sobriété qui la caractérise : efficacité jusqu'au juste nécessaire énergétique, économie et emploi optimal des matières. Concrètement, l'approche low-tech se concentre en priorité sur les sources d'énergies et de ressources particulièrement renouvelables, disponibles localement. Elle se fonde sur une connaissance poussée des écosystèmes, s'inspire de la nature et cherche à faire *avec* elle, notamment en respectant les rythmes de régénération ou de dégradation, en favorisant l'emploi de matières peu transformées et non toxiques, la valorisation de déchets… Durable, enfin, à l'échelle sociétale : la low-tech promeut des solutions, des activités et des connaissances relocalisées, diminuant ainsi autant leur empreinte environnementale que leur empreinte sociale, et sortant de la logique d'exploitation.

3 **La low-tech est finalement *accessible* au plus grand nombre** : d'un point de vue économique, en étant simple, optimisée, robuste, fabriquée et réparée localement, elle est souvent moins coûteuse et permet ainsi *à chacun* de répondre plus durablement à ses besoins essentiels. Mais elle est également accessible en termes de connaissances : l'approche low-tech permet de démocratiser la technique, non pas au sens de plus de technologies pour tout le monde mais au sens d'ouvrir les savoirs et de libérer la créativité, l'ingéniosité de chacun et le pouvoir d'agir collectif, tout en les orientant vers l'humain au sein de son environnement. Elle favorise donc une plus grande autonomie des populations à tous les niveaux, ainsi qu'une meilleure répartition de la valeur ou du travail.

LE MANIFESTE DU LOW-TECH LAB

Pour un avenir low-tech !

Alors qu'un archipel d'initiatives et d'alternatives émerge un peu partout en France et dans le monde, il est plus que jamais nécessaire d'amorcer un mouvement collectif… et pourquoi pas sous la bannière « low-tech » ?

L'équipe du Low-tech Lab

Chaque jour, une nouvelle alarme environnementale ou sociale retentit, nous rappelant le temps imparti, les objectifs à viser pour éviter de franchir le point de non-retour, dénonçant des pratiques délirantes ou des inégalités intolérables, pointant du doigt des responsables industriels, politiques, financiers, et inculpant parfois directement les modes de vie occidentaux. Mais, pour l'instant, pas de changement de cap majeur ou à la hauteur des enjeux. Probablement parce que beaucoup n'ont toujours pas conscience de la situation, parce que nombreux sont ceux à ne pas être prêts à remettre en question le système dont ils dépendent, leur confort, leurs habitudes ou leurs « besoins ». D'autres encore comptent sur les nouvelles technologies pour tout résoudre. Il devient pourtant notoire que la plupart des innovations censées nous « sauver » ne font en réalité que détourner notre attention des vrais problèmes, les déplacer, voire les décupler. Heureusement, nous sommes aussi de plus en plus nombreux à croire en une autre voie, par conviction ou par nécessité, une voie que des penseurs de la technique particulièrement visionnaires imaginent et élaborent depuis longtemps. Aujourd'hui, il est temps de passer à l'action.

UN ARCHIPEL D'ALTERNATIVES

Le Low-tech Lab est né du constat que des solutions plus respectueuses de l'Homme et de la planète existaient déjà un peu partout, qu'elles émergeaient spontanément de la société civile. Ces low-technologies permettent à chacun de subvenir plus sainement et plus sobrement à ses besoins, améliorent l'autonomie et la résilience des communautés, et contribuent à préserver ou régénérer les écosystèmes. Nous sommes convaincus qu'en étant plus largement connues, adaptées, répliquées, elles constitueraient une réponse simple, efficace et durable aux enjeux du XXIe siècle. Alors depuis quelques années nous nous faisons les ambassadeurs de la low-tech. Nous œuvrons à donner à chacun l'envie et les moyens de vivre mieux avec moins, d'adopter des modes de consommation ou de production plus sobres et plus collaboratifs, de s'épanouir en remettant du sens dans son quotidien. À cette fin, nous menons plusieurs **projets d'exploration** de terrain en France et ailleurs. Nous repérons les meilleures de ces solutions, les testons en conditions réelles, démontrons leur pertinence dans différents contextes et domaines d'application : des premières nécessités dans les camps de réfugiés à la question de l'habitat occidental, en passant par la mobilité dans les pays émergents. Nous documentons et diffusons, en ligne et en open source, les fruits de ces **expérimentations** pour sensibiliser le plus grand nombre, et pour permettre à chacun de se les approprier et de les adapter à son propre contexte – aux ressources naturelles, gisements de

déchets, compétences et savoir-faire disponibles localement – ainsi qu'à ses habitudes, ses croyances et ses codes culturels.

LES PRINCIPES D'ACTION DE LA LOW-TECH

Pour aller plus loin dans l'incarnation de modes de vie low-tech, nous expérimentons au quotidien trois principes d'action – et d'émancipation – que chacun est également libre de s'approprier :

1) Nous commençons par **questionner nos besoins**, la norme, ce qui est globalement considéré comme acceptable et ne devrait peut-être pas l'être. Nous nous demandons quel revenu, quel niveau de vie ou de confort vaut vraiment la peine de sacrifier son temps, ses valeurs ou son environnement direct. Les minimalistes nous inspirent par leur quête de l'essentiel. À chaque nouvelle prise de conscience nous élargissons nos rayons d'empathie, incluant chaque fois un peu plus la planète, les générations futures et les laissés-pour-compte. Nous déplaçons en conséquence nos niveaux de référence, tandis que nos critères de choix changent. Nous n'optons plus forcément, par réflexe ou par déni, pour l'option la moins chère, la plus « facile » ou la plus rapide ; nous préférons souvent l'option la moins impactante, la plus pertinente, la plus efficace, la plus robuste… bref, la plus low-tech !

2) Ensuite nous essayons de **changer notre relation à la technologie** ; globalement d'en refaire un moyen plutôt qu'une fin en soi. Nous ne cherchons plus à répondre à nos besoins ou nos envies, ni même aux inégalités, à la pollution ou au réchauffement climatique seulement par des solutions techniques. Plutôt que de tout miser sur l'intelligence artificielle, nous essayons de trouver des réponses intelligentes, qu'elles soient naturelles, sociales ou techniques, d'imaginer de nouveaux emplois épanouissants plutôt que de nouvelles machines aliénantes. Au Low-tech Lab, nous essayons de réorienter la recherche et l'innovation vers un progrès durable pour l'Homme et la planète : d'un côté, un meilleur équilibre entre citoyenneté, travail, apprentissage et bien-être collectif ; de l'autre, une compréhension plus fine de nos écosystèmes pour une meilleure cohabitation avec eux.

3) Enfin, nous sommes persuadés que remettre en question la technologie ne va pas sans **remettre en question le modèle de société** qui la soutient. Ce qui nous amène à nous demander à quoi ressemblerait une société fondée sur la low-tech. À ce sujet nous regardons l'ancien avec un œil neuf, et certaines initiatives, communautés, ou cultures avec admiration. Il ne s'agit pas de revenir en arrière ou de faire comme si internet, le vélo électrique ou le roulement à bille n'existaient pas. Mais nous voulons nous inspirer d'organisations sociales et économiques fondées sur l'entraide et le temps long, qui regorgent d'ingéniosité, cultivent une grande connaissance de leurs milieux, et témoignent le plus souvent d'un bonheur entier. Cette autre voie possible serait donc celle d'une société plus juste, plus sobre et plus solidaire. Pour transformer cette possibilité en réalité à grande échelle nous devons, dès maintenant et collectivement, explorer, prototyper et expérimenter des modèles de société fondés sur les principes de la low-tech, mais pas que !

AMORCER UN MOUVEMENT COLLECTIF

Il se trouve que les prémices de ces nouveaux modèles existent déjà, au sein de l'économie sociale et solidaire (ESS), des mouvements citoyens, du logiciel libre ou de certains services publics. Notamment : une high-tech raisonnée, plus sobre et plus résiliente ; une économie circulaire (réemploi, réparation, recyclage) ; la mutualisation de services robustes plutôt que la vente de produits jetables ; une éducation et une connaissance ouvertes et libres, des espaces de création, de recherche et de formation décentralisés, relocalisés, autonomes et interconnectés ; des écosystèmes régénérés, des territoires que leurs habitants connaissent sur le bout des doigts ; des collectivités qui partagent le sens des responsabilités face à leurs propres ressources tout autant que les fruits du travail.

Face à ce défi d'ampleur nous pensons que **chacun a un rôle à jouer**. D'une part, nous invitons tous les citoyens et toutes les citoyennes convaincu(e)s à intégrer cette philosophie low-tech au quotidien, à collaborer à leur échelle pour mieux partager leurs expériences et leurs pratiques, et à aider d'autres à le faire à leur tour. D'autre part, nous appelons toutes les institutions, toutes les professions, tous les profils, toutes les compétences, toutes les expertises et toutes les initiatives souhaitant œuvrer pour le passage à l'échelle de la révolution low-tech, à rejoindre le mouvement ; parce qu'ensemble, on va plus loin !

JEAN-MARC JANCOVICI

« Nous sommes en décroissance énergétique »

Le discours contemporain sur les high-tech frise la sotériologie : celles-ci représenteraient notre salut, la rédemption face aux dégâts planétaires en cours et à venir. Une promesse qui heurte de plein fouet le mur des réalités matérielles : après deux siècles d'abondance, l'énergie s'épuise, tandis qu'il faut creuser toujours plus profond pour extraire des gisements de ressources toujours plus appauvris. Jean-Marc Jancovici, spécialiste des questions énergétiques et climatiques et président du think tank The Shift Project, fait le point sur les indispensables arbitrages qui s'imposent.

Propos recueillis par **Philippe Vion-Dury** - Photos : **Cyrille Choupas**

Jean-Marc Jancovici nous accueille dans les locaux de Carbone 4, au cœur du quartier Saint-Georges à Paris. « *Un quartier délinquant* », plaisante-t-il alors qu'une sirène de police interrompt les présentations. Tranchant, sans faux-semblant, son discours contraste avec les élégies sur l'effondrement et les odes à la croissance verte. Pro-nucléaire patenté et revendiqué, il n'est pas nécessairement celui qu'on attend sur la question des low-tech, mais s'avère une ressource éclairante pour jeter une lumière crue sur l'impasse des high-tech.

Déclaration d'intérêt

Les clients de Carbone 4 sont essentiellement de grandes « entreprises ordinaires ». Carbone 4 a un unique client lié à l'industrie du nucléaire, qui représente moins de 5 % du chiffre d'affaires en 2018.

Comment avez-vous découvert le terme de « low-tech » ? Vous a-t-il interpellé ?

C'était dans un des écrits de Philippe Bihouix. L'idée est d'avoir le moins de sophistication et de complexité possible, et le plus de résilience possible. Soit dit en passant, comme tout terme, il est nécessairement quelque peu réducteur et trompeur. À l'époque où les sociétés étaient techniquement low-tech, elles étaient souvent plus sophistiquées qu'aujourd'hui. Les gens et les fonctions étaient moins interchangeables et le système pouvait être plus rigide dans son organisation. Ce que nous a offert la technologie, c'est une forme de liberté individuelle qui, en apparence au moins, rend les organisations beaucoup plus lâches.

Les low-tech s'appuient sur une dénonciation de la course aux high-tech. À raison ?

Tout ce que font les humains depuis leur origine, c'est d'arbitrer les contraintes. Auparavant, les gens étaient mal nourris et mourraient jeunes. Grâce à l'énergie abondante, notre population a échappé aux mécanismes de régulation antérieurs, et de nouvelles contraintes sont apparues : le monde n'est plus assez vaste pour maintenir notre population en l'état. Ce qui fait de nous une exception dans le règne animal. Les low-tech sont finalement une mesure d'atténuation afin que la population continue à « tenir dans la boîte ». Le vrai débat de fond, c'est de savoir si l'on veut durer ou non.

À l'opposé, on observe des discours qui avancent que les solutions sont à trouver dans l'efficience, l'amélioration du stockage de l'électricité, etc., voire dans la course à l'espace, la fusion nucléaire, la géoingénierie…

Ces discours sont profondément liés à la culture américaine. Les innovations techniques marquantes des cinquante dernières années sont globalement toutes d'inspiration américaine, et ce n'est pas un hasard. Les États-Unis sont le seul pays au monde à s'être construit sur une absence de limites, contrairement aux vieux pays d'Europe et d'Asie qui ont connu la famine, la maladie, des contraintes… Les Américains pensent pouvoir gérer la contrainte en recourant à la force ou

Bio express

Jean-Marc Jancovici est ingénieur, professeur et consultant sur les questions d'énergie et de changement climatique. Il préside le think tank The Shift Project, qui milite depuis 2010 en faveur d'une économie libérée des énergies fossiles. Il cofonde, en 2007, Carbone 4, cabinet de conseil indépendant qui aide les entreprises à réduire leur empreinte carbone. En 2018, il est nommé président du Haut Conseil pour le Climat, instance consultative chargée d'apporter des recommandations sur la politique environnementale menée par le gouvernement.

à la créativité technique, lorsque les autres civilisations sont plus facilement dans l'acceptation optimale de cette contrainte. La civilisation de la high-tech et de la vitesse, c'est la civilisation américaine. La civilisation de la low-tech et de la lenteur, c'est-à-dire celle de l'ingéniosité humaine qui pallie partiellement la rareté locale de la ressource, ce sont les civilisations historiques européennes et asiatiques. Cette opposition des low-tech à la high-tech peut donc être appréhendée comme le retour de ce qui a fait le génie des pays européens : la capacité à optimiser au mieux une contrainte qu'on ne cherche pas à supprimer, car on sait qu'elle finira par être plus forte que nous.

L'économiste Nicholas Georgescu-Roegen, dans les années 70, disait ceci : « *Chaque fois que nous produisons une voiture, nous détruisons irrévocablement une quantité de basse entropie qui, autrement, pourrait être utilisée pour fabriquer une charrue ou une bêche.* » Qu'en pensez-vous ?

Il a raison. Cette phrase signifie qu'on ne fait jamais d'arbitrage innocent. On fait un choix délibéré dans un monde où la flèche du temps ne s'inverse pas. Lorsqu'on utilise des ressources pour faire une chose, on ne pourra pas les utiliser pour en faire une autre. Souhaite-t-on arbitrer en faveur de la jouissance du moment et en défaveur de quelque chose qui dure plus longtemps ?

En quoi la high-tech pose-t-elle la question des ressources de façon encore plus aiguë ?

L'arbitrage est fonction du degré d'avancement dans la sophistication technique. Entre le fait d'avoir une charrue et des animaux de trait ou pas, il est évident que le différentiel de confort pour l'espèce humaine est énorme. Mais nos auxiliaires techniques actuels nous amènent des gains en confort totalement marginaux. On vient par exemple de mettre au point des robots pour garer votre voiture à l'aéroport. La phrase de Georgescu-Roegen devient ici particulièrement pertinente. Est-ce qu'il faut vraiment aller faire des trous dans la terre, rajouter du CO_2 dans l'atmosphère, supprimer des coraux, créer du stress hydrique, simplement parce que nous avons la flemme de garer nos voitures lorsqu'on va prendre un avion – qui n'est lui-même qu'un élément de confort ? On a employé notre temps et des ressources pour obtenir un supplément de confort totalement marginal pour l'espèce humaine au détriment d'une augmentation de la pression sur l'environnement qui l'est beaucoup moins. C'est pour ça qu'il faut parvenir à rendre explicite l'arbitrage qui aujourd'hui est implicite, et faire comprendre aux gens qui nous entourent qu'un robot supplémentaire pour garer une voiture supplémentaire dans un parking supplémentaire quand on va prendre un avion supplémentaire, c'est aussi un supplément de misère, de guerres, de malheur, de menace pour la démocratie…

Et pour extraire les matières nécessaires à ces systèmes high-tech, il faut de l'énergie…

Oui, mais nous n'en aurons pas éternellement de plus en plus. 80 % de cette énergie provient du charbon, du pétrole et du gaz, c'est-à-dire de ressources souterraines que nous découvrons puis exploitons. Or les découvertes de nouveaux gisements de pétrole et de gaz ressemblent à la chasse aux œufs de Pâques : on trouve toujours les plus gros et les moins bien cachés en premier. Nous avons donc découvert et exploité en premier les gisements les plus volumineux et les plus près de la surface. Avec le temps, on trouve des gisements plus petits, ou des minerais avec des teneurs en métaux plus faibles. Et les moyens à mobiliser pour les extraire augmentent. Il faut de plus en plus de capitaux et d'énergie par tonne de métal ou d'hydrocarbure extraite. Par ailleurs, il faut aussi de plus en plus de métal pour extraire une unité d'énergie. Le vrai marqueur de la rareté croissante d'une ressource, ce n'est pas son prix mais la quantité de capital, la quantité d'autres ressources, d'une certaine manière, qu'il faut dépenser pour extraire une certaine quantité de ressource. Donc si vous

voulez savoir si le pétrole devient rare, ne regardez pas le prix du baril, regardez combien de capital il faut mettre sur la table pour extraire un baril supplémentaire.

Est-on déjà entré dans un monde sous contrainte ? Est-ce que la « barre » de la contrainte a déjà commencé à s'abaisser ?
En Europe, au Japon, et même aux États-Unis, oui. L'Agence internationale de l'énergie a annoncé en décembre dernier que le pic de production pour le pétrole conventionnel avait été passé en 2008. Le pétrole conventionnel, c'est tout ce qui n'est pas des sables bitumineux du Canada ou du pétrole de schiste américain. Donc oui, on est déjà sous contrainte. Si on ne l'était pas, on arriverait à résorber dans les pays occidentaux les problèmes de chômage, de dette, etc.

Pour le dire autrement : nous sommes donc en décroissance énergétique ?
Il y a plusieurs manières de révéler la décroissance énergétique. Transitoirement, cela passe par un prix de l'énergie qui augmente très fortement. Mais à long terme ce sont d'autres marqueurs qui prennent le relais : une dette qui augmente, de l'inflation d'actifs, une baisse de la production industrielle, et un chômage qui augmente (ou ne baisse pas). En Europe, la production industrielle est plus basse aujourd'hui qu'en 2007, et l'endettement plus élevé. Or, quand on regarde les chiffres, l'Europe est en décroissance énergétique depuis 2007.

Plus la contrainte des ressources va s'intensifier, plus le système va être déstabilisé, créant même un risque d'effondrement général. Est-ce que la décroissance énergétique où nous entrons va inéluctablement renverser le système capitaliste actuel ?
Le capitalisme et le productivisme sont deux choses différentes. L'URSS était terriblement productiviste. L'idée selon laquelle c'est le système capitaliste uniquement qui entretient la prédation sur les ressources me semble simpliste. On ne peut pas imputer cette prédation à un système politique précis. Les sociétés humaines se sont accommodées pendant très longtemps de la stabilité – par la force des choses. Les systèmes de répartition étaient eux aussi stables : à la fin de votre vie de travail, vous n'espériez pas que vos revenus annuels soient supérieurs à ceux du début. Avec l'avènement des machines et de la civilisation industrielle, la société est entrée en expansion, et chaque génération s'est habituée à avoir « plus ». Nos sens se sont habitués à la croissance, et nous la considérons comme un état normal. C'est un état transitoire, et quelques lois physiques nous rappellent que ça ne peut pas durer. On peut évoquer la loi de Le Chatelier qui nous dit que tout système en déséquilibre va s'autocorriger pour revenir à un point d'équilibre. La phase transitoire hors d'équilibre finira donc par s'arrêter, et la bonne question est davantage de savoir quel système permettra de gérer cela au mieux que de savoir quel système a engendré le déséquilibre, puisque la croissance a été de toute manière un objectif aussi bien pour les empires que pour les dictatures, les soviets ou les démocraties…

Ce déséquilibre dynamique de la croissance nous a donc fait quitter un point d'équilibre… pour un autre ?
Bien entendu qu'on aura un nouveau point d'équilibre, mais ma conclusion est qu'on a malheureusement d'ores et déjà trop attendu, car il ne peut s'établir avec 7 ou 8 milliards d'individus ayant le niveau de consommation d'un "smicard" occidental d'aujourd'hui.

Donc cela autorise un certain optimiste : une « transition en décroissance » ne nous ramènera pas nécessairement des siècles en arrière, simplement à quelque chose d'intermédiaire entre hier et aujourd'hui ?
Peut-être. Il y a malheureusement une chose dont je suis sûr, c'est que le nouveau point d'équilibre ne permettra pas un aussi grand exercice de la liberté individuelle qu'aujourd'hui. La liberté de se déplacer, par exemple, ne pourra pas être préservée lorsque la contrainte deviendra trop forte. Ce dont je suis certain, c'est que le choix est aujourd'hui mal éclairé. Une bonne partie des gens n'ont pas conscience de ce qui fait les deux termes de l'arbitrage. C'est entre autres l'expression d'une faillite du système médiatique. Le climat, la régulation qu'il exerce, est l'une des incarnations de la loi de Le Chatelier que j'évoquais avant : nous mettons le système en déséquilibre, celui-ci rétroagit sur la cause, et tout ça finit par se remettre à l'équilibre. Et cela passera tôt ou tard par une diminution de la population humaine…

Y a-t-il des moyens de « tailler dans le gras » de manière moins pénible, pour commencer ? Dans les secteurs polluants ?
Oui, mais cela revient à se mettre délibérément au régime afin de durer. Si on en a l'envie, la volonté, et que l'on voit les contreparties, alors oui, le régime a bien entendu du sens. Tous ceux qui pensent qu'il est souhaitable de durer doivent trouver la manière de rendre le régime désirable, ludique, sinon on n'y arrivera pas.

"Cette opposition des low-tech à la high-tech peut donc être appréhendée comme le retour de ce qui a fait le génie des pays européens : la capacité à optimiser au mieux une contrainte."

D'où la perspective low-tech ?
Disons que la low-tech est une des composantes pertinentes du régime.

Terminons avec la question énergétique et celle de la transition. Tous ceux qui ont envie de durer parlent aujourd'hui de transition énergétique, généralement en promouvant le passage rapide à un modèle 100 % énergies renouvelables à long terme. Qu'en pensez-vous ?
La transition énergétique à la française est aujourd'hui une transition essentiellement anti-nucléaire. Si l'on s'intéresse à ce que je crois être les menaces principales sur la démocratie et la joie de vivre, alors ce n'est pas dans la question nucléaire qu'est l'essentiel du problème. Je vais le dire autrement : nous sommes en train d'abandonner la solution du pauvre pour la solution du riche. Le rêve rifkinien *(1)* d'avoir chacun son panneau et sa batterie tout en gardant à peu près le même niveau de consommation matérielle requiert de mettre 30 ou 40 fois plus d'argent sur la table pour y parvenir qu'en recourant aux centrales nucléaires que nous avons déjà. L'idée selon laquelle le nucléaire serait cher et les énergies renouvelables (ENR) pas chères ne correspond à aucun fait observable et augmente, selon moi, la vulnérabilité face à ce qui va se passer à l'avenir.

Quelle consommation énergétique serait soutenable ? Par quel facteur devrions-nous la diviser ? Et avec quel mix ?
Je ne peux pas vous répondre sur la part, mais je peux vous répondre sur la gestion des priorités. Dans ma hiérarchie des risques, la question des combustibles fossiles est bien plus importante que la question du nucléaire. J'ai deux enfants, et les risques nucléaires ne m'empêchent pas de dormir tandis que les risques climatiques, si. Dans l'électricité, le travail de décarbonation est fait. Il est donc inutile d'installer des panneaux solaires et des éoliennes à tout crin, et il suffit de renouveler les réacteurs nucléaires. Il faut surtout s'occuper sérieusement du transport, du logement, de l'agriculture et de l'industrie. Au Shift Project, nous avons publié un programme « Decarbonize Europe » qui donne le gros des mesures à mettre en œuvre. Sur les transports, il faut diminuer la taille du parc automobile, et donc remplacer une partie des voitures par autre chose (bus, vélo, marche, train…), et diviser par 3 la consommation des voitures utilisées, avant de les passer à l'électricité. Là, les low-tech – refaire des 2CV, en gros – rentrent dans l'équation en ce qu'elles sont une composante de la marge de manœuvre pour préserver une partie de la liberté de se déplacer dans un monde où il faut par ailleurs s'affranchir très vite des combustibles fossiles. Il faut ensuite arrêter l'étalement urbain. Les villes de grande taille ne sont pas durables, qu'elles soient étalées ou denses, car la surface qu'il faut pour les approvisionner – en nourriture, denrées… – est trop importante dans un monde très contraint. Sur les logements existants, il faut sortir les combustibles fossiles du chauffage et arriver à mieux les utiliser, notamment en réglant la question de la vacance – donc s'attaquer à la question de la liberté du propriétaire de louer ou de ne pas louer. Dans l'agriculture, il faut revenir à plus de polyculture-élevage, et diminuer la taille du cheptel bovin. Dans l'industrie, il faut diminuer les flux de matières premières et faire avec. Tout ce que je décris là n'a rien à voir avec le fait de construire des éoliennes. J'ajoute que l'éolien et le photovoltaïque sont des modes plus high-tech que le nucléaire. Celui-ci est né dans un monde qui n'était pas informatisé – le contrôle commande des centrales nucléaires reste analogique ! –, ce qui n'est pas le cas de l'éolien et du photovoltaïque.

Le nucléaire est tout de même très centralisé, nécessite d'énormes infrastructures…
Oui, absolument, ça a une rigidité. C'est long à construire, vous n'emportez pas votre centrale avec vous, ça ne marche pas bien avec les transports… Mais éolien et solaire sont demandeurs d'infrastructures encore plus énormes à production identique.

La relocalisation de l'énergie, avec par exemple de petites éoliennes sur les toits, des chauffeurs solaires, des petits panneaux, est-elle entièrement à écarter selon vous ?
La quantité de ressources métalliques ou minérales qu'il faut utiliser pour avoir 1 kWh d'électricité issue du solaire ou de l'éolien est considérablement supérieure à ce dont vous avez besoin avec tout mode centralisé. Le nucléaire est quelques dizaines ou centaines de fois moins consommateur de métal par kWh produit que le solaire, par exemple. Un monde où chacun aurait son panneau sur son toit et la batterie dans la cave, à mode de vie constant, est physiquemennt inatteignable. En revanche, si ceux qui militent pour le solaire acceptent l'idée que l'on se débrouillera avec 50 fois moins d'électricité, alors le raisonnement a sa cohérence interne. Mais ce monde là est aussi

"L'idée qu'on va vivre dans un monde high-tech, alimenté par une électricité perçue comme low-tech et renouvelable, est incohérente."

(1) Jeremy Rifkin est considéré comme le principal théoricien de la troisième révolution industrielle. Ce concept avance notamment que la révolution numérique permet une décentralisation de la production énergétique et sa "mise en réseau" dans des smart grids, *les citoyens devenant producteurs d'énergies renouvelables.*

un peu un monde à la Mad Max, avec une compétition pour la ressource qui risque de ne pas être très « tranquille ». Par ailleurs, il n'y a rien de local dans l'éolienne et le panneau solaire. A-t-on en France le cuivre, l'acier, le charbon pour faire les panneaux solaires ? Non. Le panneau solaire est une commodité mondiale. Seule l'énergie solaire est locale, disponible partout. Dans un monde où les ressources vont se contracter, le nucléaire est un amortisseur de la contraction. Il permet de se faire moins mal au moment de la descente.

Quelle est votre cohérence à vous ? À quoi ressemblerait potentiellement une société qui trouverait son point d'équilibre dans un monde contraint ? Serait-elle proto-industrielle, pré-industrielle, années 50 ?
C'est très difficile à savoir. Plutôt que d'imaginer le niveau de vie à l'arrivée, je préfère imaginer la dynamique. Le premier point est de limiter dès que nous pouvons la croissance démographique. Dans l'aide au développement, tout ce qui permet aux pays de maîtriser leur démographie est une bonne idée, car cela amortit les efforts à fournir sur tous les autres plans. Trois leviers : l'éducation des femmes, l'accès aux moyens de contraception, et les systèmes de retraite. Dans les pays occidentaux, il y a un premier moyen de réguler la population de façon raisonnablement indolore : ne pas mettre tout en œuvre pour faire survivre les personnes âgées malades, à l'image du système anglais qui ne pratique, par exemple, plus de greffe d'organes pour des personnes de plus de 65 ou 70 ans. On en revient à ce que disait Georgescu-Roegen : tous les moyens qu'on va dépenser pour faire vivre de vieilles personnes dans de très mauvaises conditions, c'est autant de moyens que vous ne mettez pas à disposition des jeunes pour trouver leur place dans un monde plus contraint. C'est un peu brutal, mais ça me paraît être un moindre mal par rapport aux autres modes de régulation que nous avons connus : la famine, la maladie, et le conflit en ce qu'il augmente la maladie et la famine.

Après viennent les mesures techniques. Il faut d'abord supprimer le charbon dans l'électricité le plus vite possible – en faisant des économies d'électricité, du nucléaire et un peu de renouvelables, surtout des barrages quand c'est encore possible. Ensuite, il faut contracter les flux de transports, avec à la fois moins d'avions, moins de voitures et de camions, mais aussi moins de consommation unitaire. Électrifier les véhicules n'économise pas d'émissions tant que la production électrique comporte toujours 40 % de charbon, ce n'est donc pas la manœuvre prioritaire au plan mondial bien que cela soit déjà pertinent dans certains pays (dont le nôtre). Enfin, il faut une sobriété industrielle notamment dans l'acier, le plastique et le ciment, principalement destinés à la construction – ce qui pose à nouveau la question démographique. Tout ceci renverse culturellement l'idée vieille de deux siècles qui voudrait qu'avec le temps, les contraintes s'estompent. Désormais, elles augmentent. Changer de paradigme demandera un gros effort sur soi. Et les élites ont une responsabilité particulière, car étant celles qui sont le plus à l'abri du besoin à court terme, ce sont celles qui ont le devoir moral de s'atteler plus vite que les autres à la réflexion sur ce sujet.

PARTIE 1

SORTIR DE L'ÂGE INDUSTRIEL

Lancée à pleine vitesse dans la modernité, la locomotive de Joseph M.W. Turner illustre les peurs liées à la révolution industrielle, thème cher à l'artiste anglais. La toile Pluie, Vapeur et Vitesse, *imaginée en 1844, décrit le choc provoqué par deux mondes irréconciliables : la nature d'un côté et le progrès de l'autre. Séparée de l'humanité dans l'univers de Turner, la machine à vapeur, née au milieu du XIXe siècle, apparaît ici comme monstrueuse. Comme le dira l'auteur Théophile Gautier :* « On eût dit le décor de la fin du monde. »

© National Gallery - Londres.

© Maguma

UNPIMP MY RIDE

Voiture low-tech : retour vers le futur ?

Moteur électrique ou thermique, lourde ou légère, grande ou mini… Plusieurs trajectoires se profilent pour la voiture low-tech. **Jean-Jacques Valette**

Des lignes courbes, une couleur menthe à l'eau et une motorisation 100 % propre. Cette voiture, qui a attiré des foules de curieux lors du Mondial de l'Auto 2018 à Paris, n'est pas le dernier prototype de Tesla ou de Renault. Elle n'a pas de vitres électriques ou de sièges chauffants, encore moins d'Autopilot. Et d'ailleurs, elle date de 1971. Pourtant, elle pourrait incarner la voiture du futur. Cette titine, c'est l'Electro-Cox. Une Coccinelle 1302 qu'un mécano dénommé Jérémy Cantin, du garage Brouzils Auto en Vendée, a amoureusement converti à l'électrique. Pour cela, il a démonté l'ancien moteur et le réservoir et les a remplacés par un moteur électrique et une batterie lithium-ion, lui conférant 250 kilomètres d'autonomie et des pointes à 160 km/h. Un « retrofit » encore illégal sur les routes de France mais qui pourrait se généraliser rapidement face aux défis de notre siècle. Car il devient urgent de repenser nos transports et leurs modalités. Pourrait-on dès lors imaginer une voiture low-tech en mesure de répondre aux besoins de la population tout en étant le plus neutre écologiquement ? Plusieurs pistes se dessinent.

ÉLECTRIQUE ET LOW-TECH

À commencer par le passage à l'électrique. « *Si l'objectif c'est de ne plus dépendre du pétrole, la mobilité du quotidien doit être électrique le plus rapidement possible : trains, tramways, vélos, trottinettes… et quand il n'y a pas de rails, il ne reste que la voiture. Mais il faut que cette voiture soit remplie et low-tech* », argumente Nicolas Meilhan, membre des Éconoclastes et spécialiste de la mobilité. La voiture électrique a mauvaise réputation parmi les écologistes : la batterie est gourmande en métaux, une grande autonomie alourdit considérablement le poids du véhicule (et donc sa consommation), et tout dépend de la propreté de l'électricité qu'on y injecte (décarbonée mais issue du nucléaire en France, par exemple, ou principalement issue des centrales à charbon en Allemagne ou en Chine). Néanmoins, la voiture électrique présente plusieurs avantages. Son moteur est pratiquement inusable et plus simple à produire que son équivalent thermique. Il ne pollue pas l'air, du moins pas directement, ce qui pourrait potentiellement diminuer les problèmes et pathologies respiratoires en ville – tout en délocalisant ceux-ci près des lieux de fabrication et d'extraction. « *La voiture électrique est intéressante car elle redistribue les cartes. Pour produire des moteurs thermiques, il faut tellement de connaissances et de capitaux que les constructeurs des pays industrialisés ont construit un véritable monopole, une citadelle technologique. Mais ce n'est pas le cas pour l'électrique qui permet à beaucoup de petits acteurs de se lancer* », constate Gabriel Plassat, cofondateur de la Fabrique des mobilités et ingénieur Energies et prospective, transports et mobilités à l'Ademe. « *Contrairement à ce que l'on entend, il n'y a pas besoin de terres rares pour fabriquer une voiture électrique. Les Renault Zoé ou les Tesla ont une bobine de cuivre à la place de l'aimant dans leur moteur. Et c'est un minerai très abondant.* »

> **“Idéalement, il faudrait interdire les villes aux voitures individuelles si on était sérieux dans notre lutte contre la pollution et les gaz à effet de serre.”**

LE PROBLÈME DES BATTERIES

Il n'y aurait donc qu'à changer les pneus et les plaquettes de frein. Mais que dire de l'impact écologique des batteries ?

PEUT-ON RECOURIR À DES CARBURANTS ALTERNATIFS ?

En plus du véhicule, la question de l'énergie qui le propulse reste cruciale. Quelles sont les pistes ?

Les **agrocarburants** restent une impasse compte tenu de leurs besoins en surfaces agricoles, qui seraient supérieurs à ceux utiles à notre alimentation. « *C'est le problème avec tous les carburants alternatifs, que ce soit l'huile de friture ou l'alcool de canne à sucre : sur de tels volumes, les conséquences écologiques seraient pires que celles du pétrole* », explique Gabriel Plassat, ingénieur à l'Ademe et fondateur de la Fabrique des mobilités. Mais ils pourraient être utiles à petite échelle et localement.

La **méthanisation** consiste à récupérer le méthane pour le valoriser énergétiquement – ce qui n'est pas propre, mais ce gaz aurait été libéré de toute manière. « *Il y a des précédents comme la voiture d'Harold Bate, un éleveur de poulet anglais qui, suite à la crise de Suez en 1956, a fabriqué un biodigesteur pour alimenter son camion en gaz avec la fiente de ses animaux. Ou encore Jean Pain, un autodidacte français qui, dans les années 1970, alimentait sa maison et sa 2CV en méthane produit grâce à du broyat de branchages* », énumère Cédric Carles, fondateur de l'association Paléo-énergétique.

Si on dispose de suffisamment d'électricité, **l'hydrogène** pourrait être une option. « *En 1945, deux bricoleurs de la région de Saumur ont ajouté une génératrice et un électrolyseur à un moulin à eau. Et avec ça, ils fabriquaient de l'hydrogène en craquant des molécules d'eau, qu'ils brûlaient directement dans le moteur de leur camion Saurer* », raconte Cédric Carles. Évitant ainsi l'emploi d'une pile à combustible et d'un moteur électrique. Quelques bémols cependant, dont sa faible densité énergétique qui contraint l'hydrogène à être produit et consommé localement.

« *La production d'une voiture électrique émet plus de CO_2 que celle d'une thermique à cause de la production de la batterie. Et si le mix électrique qui sert à la recharger est majoritairement fossile, les gains environnementaux par rapport à une voiture conventionnelle seront limités* », alerte Nicolas Meilhan. Mais alimentée aux énergies renouvelables, a priori la seule source d'approvisionnement durable, la voiture électrique affiche un bilan nettement positif selon l'Ademe (toujours comparativement à une voiture thermique).
D'autant plus si le véhicule est fréquemment utilisé grâce au covoiturage et à l'autopartage – sans régler pour autant les problèmes liés à l'effet rebond, le covoiturage pouvant générer une augmentation du nombre de trajets intercités, par exemple.
Il faut néanmoins trouver les matériaux. Si la concentration en lithium et en cobalt a chuté ces dernières années dans les batteries et que le marché s'est apaisé, ces deux métaux pourraient entrer en « tension » si la demande mondiale devenait trop élevée. Tout comme le graphite et le nickel qui composent l'essentiel de ces batteries. De toute façon, ces métaux ne sont pas présents en France mais extraits essentiellement au Chili, en Bolivie et en Argentine pour le lithium, et en République démocratique du Congo pour le cobalt, où il alimente la guerre civile.
La solution pourrait résider dans des batteries low-tech produites avec des éléments plus abondants. « *Au XIXe siècle, la voiture électrique était en avance sur son équivalent thermique. Edison a même participé à une course d'endurance de 1 600 kilomètres avec un de ses prototypes ! Et il ne connaissait pas le lithium !* », raconte Cédric Carles, coauteur du livre *Rétrofutur* (Buchet-Chastel, 2018) et fondateur de l'association Paléo-énergétique, qui recense les inventions énergétiques du passé. Inventée dès les années 1830, la voiture électrique a connu son essor à partir de 1880 grâce aux batteries plomb-acide. On lui doit le premier dépassement des 100 km/h en 1899 – au tournant du siècle, les taxis londoniens étaient électriques. Mais l'essor de l'industrie du pétrole, et de Ford avec sa Model T en 1908, auront raison de cette industrie. « *On pourrait aujourd'hui s'inspirer des batteries de l'époque ou expérimenter de nouvelles voies comme les batteries au magnésium, ou l'aluminium-air que l'on pourrait produire plus localement* », ajoute Cédric Carles. Les batteries au sodium pourraient être également une piste intéressante : si elles ne sont pas adaptées à des usages nécessitant une longue autonomie, elles constituent une solution dite « de puissance » qui peut convenir à des usages courts à l'image de la trottinette mise au point par les entreprises françaises Tiamat et easyLi.

LE TRANSPORT, SECTEUR POLLUANT

Le transport est un secteur très émetteur de gaz à effet de serre en France avec 136,3 millions de tonnes en 2016, soit 29,4 % de l'émission totale. Notre parc automobile aligne 39 millions de véhicules qui consomment chaque année 50 millions de mètres cube de carburant. Autant de véhicules à remplacer et d'émissions à stopper d'urgence si nous voulons rester sous la barre des 2 °C de réchauffement.

ALLÉGER LE VÉHICULE

Mais la vraie solution est plutôt dans l'allégement du véhicule. « *Le problème, c'est que tous les constructeurs imitent Tesla en cherchant à atteindre 500 km d'autonomie avec des batteries de 75 kWh voire 100 kWh, alors que 80 % des trajets quotidiens se font sur moins de 60 kilomètres et qu'une batterie de 15 kWh peut largement suffire* », détaille Nicolas

ÉLECROCOX
- *Batterie : lithium,* ***22 kWh*** *de capacité*
- *Recharge :* ***5 h***
- *Autonomie :* ***250 km***
- *Places :* ***4***

MICROLINO
- *Batterie :* ***8 kWh*** *(ou 14,4 kWh, qui permet 200 km d'autonomie)*
- *Recharge :* ***4 h***
- *Autonomie :* ***125 km***
- *Places :* ***2***
- *Vitesse de pointe :* ***90 km/h***
- *Poids :* ***425 kg***

Meilhan. Résultat : des voitures électriques de près de deux tonnes pour Tesla, quand une berline allemande de luxe affiche 1,5 tonne à la balance. « *Actuellement, le prix d'une voiture thermique est proportionnel à son poids et à la puissance de son moteur*, explique Gabriel Plassat de l'Ademe. *Tous les gains acquis d'un côté sur l'allègement des matériaux sont compensés par l'augmentation de la masse marchande pour rendre le véhicule plus profitable.* » C'est pourquoi une Citroën C1 de 2018 consomme 5 litres aux 100 km, tout comme son aïeule la 2CV de 1968. Si des gains en efficacité ont été réalisés, ils ont été perdus avec l'augmentation de la masse du véhicule de 500 à 865 kg, de la puissance du moteur qui permet maintenant d'atteindre 170 au lieu de 110 km/h, et du nombre d'équipements de sécurité nécessaires pour compenser les risques.

L'INVASION DES VOITURETTES

Pour sortir du paradoxe de Jevons *(lire l'article p. 52)*, il faut réduire drastiquement nos besoins. « *Il nous faut développer dès maintenant des voitures électriques de 500 kilos* , assure Nicolas Meilhan. *Il s'en est vendu 1,75 million en Chine en 2017. Pour 5 000 euros, vous avez là-bas une voiturette à trois ou quatre roues, bridée à 50 km/h mais très largement suffisante pour emmener vos enfants à l'école.* » C'est le pari de MicroMobility, une marque suisse de trottinettes qui a conçu la Microlino, une voiturette électrique qui rappelle étrangement celle de l'oncle Machin de la famille Adams. La start-up française XYT conçoit de son côté des camionnettes électriques ultra-légères. Celles-ci peuvent être transformées en utilitaires, en voitures citadines ou bien accueillir jusqu'à 7 places assises. La batterie est ajustable entre 50 et 200 km selon les besoins, ce qui permet d'éviter de transporter un surpoids inutile. On pourrait même être encore plus radical et descendre sous la barre des 500 kilos, voire des 50 kilos. Selon Kris De Decker, auteur du site de référence Low-tech Magazine, un vélomobile à assistance électrique est 80 fois plus efficient qu'une Nissan Leaf. Ce vélo couché doublé d'une carrosserie aérodynamique n'a en effet besoin que d'une batterie de 288 Wh, contre 24 kWh pour la Nissan Leaf, pour parcourir 150 km – ce qui lui permet d'être 46 fois plus léger. Car de toute manière, « *la meilleure alternative à la voiture reste le vélo*, rappelle Nicolas Meilhan. *Idéalement, il faudrait interdire les villes aux voitures individuelles – les autosolistes – si on était sérieux dans notre lutte contre la pollution et les gaz à effet de serre. C'est du trafic qui ne sert à rien et il y a aujourd'hui suffisamment d'autres options pour s'en passer, entre les bus, les tramways, les vélos cargos ou partagés, les trottinettes électriques et j'en oublie !* » Symbole du XXe siècle, et cause de bien des problèmes du XXIe, la voiture est donc condamnée à changer. Électrifiée, allégée, bridée, partagée… saura-t-elle toujours nous faire rêver ?

LA MOBILITÉ EN QUESTION

L'idée même d'une voiture low-tech relève de l'oxymore, tant un mode de transport individuel aussi coûteux et aberrant sur le plan écologique est à l'exact opposé d'une démarche « utile, durable et accessible ». Certes, il faut repenser les aspects techniques des transports individuels (matériaux, énergie de propulsion, poids), mais promouvoir uniquement leur remplacement par des solutions alternatives ne suffit pas. Plus que l'objet de mobilité en tant que tel, c'est l'accès aux services qu'il conviendrait de revoir. Grâce à une redistribution des services sur le territoire, seuls certains déplacements utiles seraient incontournables en véhicule : transports de marchandises, d'urgence, de forces de l'ordre…
Finalement, dans une démarche low-tech, la mobilité devrait être pensée comme un commun. Les objets de mobilité pourraient être mutualisés, partagés mais aussi libres de droit et réparables par des communautés locales d'usagers ou de fabricants.

GO-ONE EVO R
- *Places :* ***1***
- *Poids :* ***23 kg***
- *Hauteur :* ***87 cm***
- *Largeur :* ***64 cm***
- *Longueur :* ***266 cm***

XYT
3 modèles : X ~ camionnette
Y ~ smart (ci-contre)
T ~ fourgon 7 places
Livraison en kit, plusieurs modèles de batteries possibles.
- *Batterie :* ***5,5 kWh***
- *Recharge :* ***2 h***
- *Autonomie :* ***150 km***
- *Places :* ***4***
- *Vitesse de pointe :* ***100 km/h***

Sur le chantier de La Ferme du Rail, à Paris, un des bâtiments est conçu avec une armature en bois et une isolation en paille, un matériau à très faible impact environnemental.

UNE DÉMARCHE ARCHI LOW-TECH

Vers un habitat biosourcé

Ossature en bois, murs de terre crue, ventilation naturelle : en architecture comme ailleurs, le progrès ne passe pas forcément par les technologies de pointe. Face à l'urgence climatique, des bâtisseurs réinventent des matériaux et des savoir-faire ancestraux. L'habitat du futur sera-t-il low-tech ? **Christelle Granja**

Il était une fois trois petits cochons, avec chacun leur maison : paille, bois, brique et ciment. La suite du conte est connue, mais à l'ère de l'Anthropocène, le meilleur choix pour résister au grand méchant loup (climatique) n'est plus aussi évident. En France, le bâtiment représente près de 45 % de la consommation énergétique finale nationale et plus de 25 % des émissions de gaz à effet de serre *(1)*. La faute au chauffage, mais pas seulement. Le béton, largement utilisé, a un impact environnemental désastreux : en amont de sa fabrication, il ponctionne d'importantes ressources naturelles (puisqu'il est fait d'eau, de sable et de ciment) ; in fine, il alimente généreusement les 40 millions de tonnes de déchets annuels générées par le bâtiment, contribuant un peu plus à polluer l'air et le sol de nos villes.

Mais depuis une dizaine d'années, un petit vent frais s'entête à venir alléger ce lourd bilan carbone. Comme un air de revanche pour deux de nos petits cochons, jugés trop tôt… Des architectes, de plus en plus nombreux, se tournent vers la low-tech : place au bois, à la terre, au chanvre, à la paille. Pour bâtir plus durablement, ils réintroduisent des savoir-faire locaux et des dispositifs simples au cœur de leurs projets. « *Plutôt que de s'appuyer sur des équipements très techniques pour atteindre de hautes performances, on met à profit les énergies gratuites : le soleil, le vent…* », explique l'équipe de la Scop d'architecture Grand Huit. Exposition optimale au soleil, ventilation naturelle, ouvertures des façades ou encore végétalisation sont étudiées et affinées en amont. « *L'architecture low-tech, c'est moins de matière technique, mais plus de matière grise !* », sourit une paysagiste.

Regarder l'ancien avec un œil neuf, pour un futur souhaitable : la démarche, encore marginale, s'affirme. Signe des temps, le Conseil national de l'Ordre des architectes vient de lancer, sous le parrainage du climatologue Jean Jouzel, une plateforme destinée à diffuser les outils de la transition écologique entre tous les acteurs de la construction. Et le « Manifeste pour une frugalité heureuse et créative », qui appelle à sortir la construction « *des visions technicistes et productivistes, gaspilleuses en énergie et en ressources de toutes sortes* », a recueilli plus de 5 500 signataires depuis 2018.

DU DIY À L'HABITAT COLLECTIF

« *Est-ce nécessaire ? Est-ce durable ? Est-ce accessible ? La low-tech tient dans ces trois questions* », résume Quentin Mateus, ingénieur au sein du Low-tech Lab. Cette association de passionnés se consacre, entre autres projets, à la conception d'un prototype d'habitat écologique. L'objectif : répondre à l'urgence sociale et environnementale, en testant et partageant les meilleures low-tech. Au menu de ce labo aux allures de cabane ingénieuse, une collecte d'eau pluviale, des chauffe-eau et chauffages solaires, une douche à recyclage, ou encore un système de phyto-épuration des eaux usées. Ce dernier fonctionne sans recours à l'électricité, et sans entretien ni conception complexe. Pour l'installer chez vous, détaille l'équipe de Low-tech Lab, armez-vous de quelques pelles et

(1) Selon Bâtiments à Énergie Positive et Réduction Carbone.

© Jérômine Derigny

© BFC DIJON 2018

de bons amis (mais aussi de graviers, drains, vannes...) ; comptez 6 500 € et huit jours de travail !

Mais l'architecture low-tech ne se cantonne plus au DIY ou à l'habitat individuel. Pour la seule année 2016, neuf mille logements collectifs ont été construits en bois en France *(2)*. Si le seul usage du bois ne suffit pas à qualifier un projet de low-tech, la tendance est là. Les réalisations d'ampleur utilisant des matériaux biosourcés et des dispositifs naturels se multiplient ; des « innovations » vertes souvent encouragées par les appels à projet publics. « *Pour atteindre des performances thermiques, nous nous appuyons sur l'intelligence de la matière plutôt que sur des équipements high-tech* », défendent Clara Simay et Julia Torpin, architectes au sein de la coopérative Grand Huit.

GANGUE DE BOIS

Pour la Ferme du Rail, l'un des heureux lauréats du concours « Réinventons Paris », elles ont tiré parti du bois et de la paille. Deux bâtiments aux volumes sobres, bientôt achevés, sont plantés le long des voies ferroviaires désaffectées de la Petite Ceinture. Leur ossature en bois, partiellement visible, offre de généreuses ouvertures aux façades des logements et espaces collectifs. Durable, car peu transformé et peu émetteur lors de sa fabrication *(3)*, le bois sera-t-il le béton du XXIe siècle ? S'il est plus cher à l'achat, sa légèreté permet un montage deux fois plus rapide, mais aussi un chantier plus propre, avec une étape de préfabrication importante qui diminue la nuisance des travaux pour les riverains. Une donnée précieuse pour la Ferme du Rail, implantée au cœur du très dense XIXe arrondissement parisien. Quant à la paille, contenue dans des caissons de bois et utilisée comme isolant, elle offre au bâti un confort thermique et acoustique grâce

« La paille correspond à la tige des céréales. Il est donc question d'un coproduit des céréales, partie comestible de la plante, alors que la tige ne l'est pas (il ne s'agit pas du foin qui est une herbe nutritive) » Volker Ehrlich, architecte membre du collect'IF Paille.

À Rosny-sous-Bois en Seine-Saint-Denis, l'école maternelle des Boutours a été construite à l'aide de peintures et d'isolants « biosourcés » comme de la paille et de la laine récupérée sur des vêtements usagés.

à sa masse et à sa souplesse. Autre atout : l'absence d'émanation de composés volatils préserve la qualité de l'air. Surtout, son impact environnemental est très faible. Ce coproduit de l'agriculture, largement disponible en France localement, peu cher, est encore aujourd'hui largement jeté, alors qu'il ne nécessite pas de transformation. Lors de la déconstruction, il peut être composté, et au passage, « *son utilisation pour l'architecture offre un complément de revenu aux agriculteurs* », relève l'équipe de Grand Huit. Un cycle de vie quasi parfait : pas de doute, on est bien dans de la low-tech.

UN ENJEU DE PAILLE

Selon le très sérieux Réseau français de la construction paille (RFCP), qui fédère plus de 400 adhérents, on compte en France 5 000 bâtiments en bottes de paille. Un chiffre encore très faible, mais « *en constante augmentation* », relève Volker Ehrlich, architecte et co-président de l'antenne francilienne du réseau. L'établissement de règles professionnelles pour son utilisation, approuvées dès 2011 par l'AQC (Agence Qualité Construction), a favorisé l'obtention d'assurances et l'accès aux marchés publics. L'enjeu est conséquent : « *5 % de la production annuelle francilienne suffiraient à isoler l'ensemble du parc immobilier neuf et ancien jusqu'en 2050 !* », s'enthousiasme Volker Ehrlich. De quoi faire sortir la paille du champ. En Seine-Saint-Denis, la ville de Rosny-sous-Bois a inauguré en 2017 l'école maternelle des Boutours, dont les murs porteurs sont composés de bottes de paille empilées et compressées, recouvertes d'un enduit imperméabilisant ; à Saint-Dié-des-Vosges, un HLM de huit étages accueillant une vingtaine de logements est isolé par des caissons remplis de paille… « *S'il y a encore un déficit de formation auprès des architectes, je crois que ce matériau va trouver son marché, et qu'il va être de plus en plus utilisé. D'autant qu'il fonctionne bien avec la terre, le plâtre, et qu'il n'existe plus aujourd'hui d'obstacle législatif à son utilisation* », confirme Clara Simay. Une révolution low-tech ? Ses prémices, peut-être. Car si l'utilisation de matériaux biosourcés pour les isolants se développe, les ventes ne dépassent pas 10 % du marché *(4)*.

“Globalement, l'utilisation du chanvre permet de diviser le bilan carbone du projet par trois par rapport à une construction traditionnelle.”

LE RETOUR DU CHANVRE

Aux côtés de la paille, de la fibre de bois et de la ouate de cellulose, le chanvre fait une percée emblématique. Sa culture remonte à l'ère néolithique, mais elle a décliné au XIXe siècle avant de renaître dans les années 70, bien aidée par des rendements agricoles importants n'exigeant pas d'intrants phytosanitaires (insecticides, fongicides, désherbants). Le chanvre permet la « respiration » des murs grâce à sa ca-

TROIS SOLUTIONS LOW-TECH À LA MAISON

– **La phytoépuration** : Pour assainir ses eaux usées, rien de tel que le pouvoir filtrant des plantes grâce aux bactéries qui les peuplent. Un système à la maintenance très simple, sans pièce technique complexe, et qui peut être installé à l'échelle individuelle ou communautaire. D'ailleurs, plus de la moitié des villages de moins de 5 000 habitants utilisent ce système en France.

– **Capteur à air chaud** : Le chauffage mobilise plus de 60 % de l'énergie consommée par les ménages français. Un chiffre aberrant quand on sait qu'une grande partie de ces pertes provient d'une transformation thermique > électrique > thermique. Des solutions existent pour réchauffer l'air directement à partir de l'énergie thermique du soleil. Un capteur à air chaud de 2 m² permet en hiver d'augmenter la température d'une pièce (10 à 15 m²) de 5 à 7 °C !

– **Garde-manger** : Le réfrigérateur est devenu notre unique réponse pour conserver la nourriture. Outre son coût énergétique, il ne convient pas à la conservation de la plupart des fruits et légumes. Une solution simple pour répondre à ce besoin : le garde-manger. De nombreux projets travaillent aujourd'hui à offrir une nouvelle jeunesse à cette solution expérimentée pendant des siècles par nos aïeuls.

(2) Enquête nationale de la construction bois - Activité 2016.

(3) Les forêts absorbant le CO_2 de l'atmosphère, il est reconnu que l'utilisation de 1 m³ de bois permet de retirer de l'atmosphère près d'une tonne de CO_2.

(4) Selon l'étude « Isolants biosourcés, points de vigilance » (2016) cofinancée par la DHUP (Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages) et l'Agence Qualité Construction (AQC).

pacité à réguler la vapeur d'eau ; par ailleurs, sa densité faible favorise, contrairement au béton armé, la mise en place d'architectures légères, particulièrement adaptées aux zones urbaines denses. Un atout bien compris de l'agence North By Northwest Architectes : au cœur du quartier parisien de la Goutte d'Or, elle a conçu un programme de logements sociaux avec une ossature en bois et un remplissage en béton de chanvre. Extérieurement, l'immeuble de quatre étages se fait discret ; sa façade sur rue évoque la traditionnelle esthétique faubourienne. Mais si la low-tech n'est pas portée en étendard, elle tient au résultat. « *Globalement, l'utilisation du chanvre permet de diviser le bilan carbone du projet par trois par rapport à une construction traditionnelle* », exposent simplement les architectes sur leur site.

UN SECTEUR TROP TECHNOPHILE ?

Pourtant, pratiquer la sobriété technologique dans un milieu du bâtiment technophile, rêvant de smart city et d'habitat connecté, relève souvent du parcours du combattant. Le millefeuille normatif, les lacunes dans la structuration des filières, l'organisation historique du secteur autour de quelques gros acteurs sont pointés du doigt. « *Les conditions d'accès à la certification des produits et à la couverture par les assurances est un frein important à l'émergence des éco-matériaux dans le secteur de la construction* », regrette ainsi l'agence North By Northwest Architectes. « *Si vous souhaitez construire une maison en bois avec une isolation naturelle, l'assurance vous coûtera beaucoup plus cher que si vous choisissez du parpaing en laine de verre !* », abonde Quentin Mateus. Fabrice Bonnifet, directeur du développement durable chez Bouygues, multinationale reine du béton aux 1 000 filiales et 3 500 chantiers par an,

© Amaco

avance un autre argument. Dans un secteur du bâtiment guidé par le court-termisme, la low-tech a le mauvais goût d'être pensée pour le moyen ou le long terme… « *Construire low-tech revient plus cher à l'investissement, mais cela permet une meilleure "green value", car cela se démode moins vite. Le coût global est au final plus avantageux, d'autant que les low-tech sont démontables facilement. Mais pour nombre d'investisseurs immobiliers, qui n'achètent que pour quelques années, la construction durable ne va pas assez vite* », précise Fabrice Bonnifet, qui aspire à une incitation fiscale pour résoudre cette équation verte. Son collègue Thierry Jost pointe pour sa part la quasi absence d'encadrement et de règles professionnelles pour ces matériaux biosourcés, notamment des documents techniques unifiés (DTU), « *qui ne permettent pas leur diffusion en masse* », malgré des appels à projet propices tels que Réinventons la métropole. Réglementation, législation, structuration du secteur : les pistes existent, suffiront-elles à implanter la low-tech au-delà des cercles d'acteurs engagés ? « *Si ces matériaux et méthodes ne sont pas utilisés plus largement, c'est peut-être parce qu'il n'y a pas de lobby industriel derrière, parce que c'est peu lucratif* », avance de son côté le collectif Grand Huit. Il y a urgence, pourtant. Au cours des 40 prochaines années, on estime que 230 milliards de mètres carrés seront construits sur la planète *(5)*. L'équivalent de la superficie de Paris, chaque semaine, avec son corollaire de gaz à effet de serre. « *Il est très important d'inventer dès à présent des procédés plus sobres, pour réserver la high-tech aux usages indispensables* », appelle Magali Castex, pilote du projet Cycle Terre au sein du Grand Paris Aménagement *(voir ci-contre)*. Face à la raréfaction des matières premières, à la crise climatique et urbaine, Clara Simay et Julia Torpin sont elles aussi convaincues que le futur de l'architecture passera par la low-tech. Peut-être plus vite qu'on ne le pense.

(5) Global Status Report 2017, Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction.

LA TERRE, PRÉCIEUX DÉCHET

© Amaco

Que faire des millions de tonnes de terre excavées lors des travaux du Grand Paris ? Le projet Cycle Terre prévoit d'en valoriser une partie comme matériau de construction.

3 questions à… MAGALI CASTEX

Qu'est-ce que Cycle Terre ?

C'est un projet de fabrique initié en 2017 [développé par Grand Paris Aménagement, la ville de Sevran, le bureau d'études Antea groupe, l'agence d'architecture Joly & Loiret, CRAterre et Quartus, ndlr], destiné à réutiliser et recycler les terres non polluées excavées lors des travaux du Grand Paris. L'ambition est d'atteindre un volume permettant la construction de 500 à 1 000 logements par an. Il s'agit d'une échelle économique intermédiaire, entre l'artisanat et l'industrie : nous souhaitons agir localement, pour pouvoir être proche à la fois des gisements et des futures constructions.

Pourquoi construire en terre crue en 2019 ?

Aujourd'hui, le secteur du bâtiment ponctionne énormément de ressources et génère beaucoup de déchets. Il est nécessaire qu'il évolue pour être moins carboné, moins impactant pour l'environnement. Pendant 50 ans, nous avons pris le raccourci de mettre du béton partout. Auto-séchant, auto-plaçant, auto-lissant…. Tout est fait pour qu'il n'y ait pas à se poser trop de question ! Or, sa performance est loin d'être toujours nécessaire. Si l'on ne veut pas que la construction soit réservée à quelques-uns, il faut trouver des matériaux moins émetteurs. C'est le pari de la terre crue, qui permet l'exploitation de gisements locaux.

Par ailleurs, la terre offre aussi un certain confort de l'habitat : son inertie régule la température et l'humidité. Comme le bois, elle permet de renouer avec une construction plus sensorielle, appréciée de ceux qui l'habitent. La construction en terre crue nécessite de s'appuyer sur des savoir-faire artisanaux, à l'inverse de matériaux très technologiques. C'est une richesse à mes yeux. Enfin, son surcoût, de 10 % environ pour la matière, reste marginal au niveau d'un projet global.

Quel regard portez-vous sur l'avenir de ce matériau ?

Comme les autres matériaux, la terre a ses avantages et ses limites. Ainsi, en Île-de-France, il est difficile de réaliser des constructions hautes en terre crue, car cela demanderait une base trop large, alors que le foncier disponible est restreint.

Aujourd'hui, les acteurs engagés qui souhaitent vraiment construire en terre y parviennent. Mais l'absence de corpus réglementaire, et notamment de DTU (document technique unifié), freine la diffusion de ce matériau, car cela oblige les porteurs de projet à passer par de longues et coûteuses procédures d'appréciations techniques d'expérimentation (ATEX). Plus largement, l'ensemble du système de la construction n'est pas calibré pour les petits constructeurs, ni pour les matériaux biosourcés. Des signaux positifs existent cependant, comme le label E+ C-, qui devrait bientôt entrer en vigueur.

www.cycle-terre.eu

Une agriculture à taille humaine

À l'heure de la robotisation, certains paysans et citoyens préfèrent donner vie à une agriculture écologique et cohérente. De l'aquaponie à la traction animale, les systèmes low-tech qu'ils emploient leur permettent de se réapproprier leur chaîne de production. **Marie Nahmias**

« *Cette année, en seulement trois mois, nous avons formé plus de 60 personnes à l'aquaponie* », se réjouit Pierre Harlaut qui propose des formations via la fédération qu'il a créée. Ce procédé, qui permet de cultiver des végétaux en symbiose avec des poissons, séduit des particuliers mais également de plus en plus d'agriculteurs et d'éleveurs en voie de diversification. « *L'an dernier, il n'existait que 4 ou 5 fermes commerciales, on en dénombre aujourd'hui une trentaine. C'est une véritable percée.* » Parmi les avantages que présente l'aquaponie, on note une économie d'eau de 80 % à 90 % par rapport aux méthodes d'agriculture classiques. Dans ce petit écosystème reconstitué, l'eau circule en effet en circuit fermé et est « *entièrement recyclée* ». Grâce aux déjections des poissons qui se transforment en engrais naturel, il est possible de faire pousser des salades comme des figuiers ou des pommiers.

Mais au-delà de la culture maraîchère, cette pratique permet surtout d'élever tous types de poissons d'eau douce : truites, perches, sandres, écrevisses, carpes… Alors que 33 % des stocks mondiaux de poissons sauvages sont aujourd'hui surexploités *(1)*, l'aquaponie pourrait être une solution face au défi de l'autosuffisance alimentaire. « *Avec un mètre cube d'eau, il est possible de produire environ 5 kilos de poissons par mois* », s'enthousiasme François Petitet-Gosgnach, auteur d'un guide sur l'aquaponie. D'après ce passionné, qui utilise ce système pour sa consommation personnelle, la technique pourrait même être utilisée pour redonner vie à des pans de rivières. « *On peut tout à fait imaginer créer des zones dans les espaces ruraux qui détournent un peu d'eau des rivières pour faire de l'aquaponie. Cela permettrait de se rendre compte du potentiel de notre réseau fluvial*, assure-t-il. *L'eau douce est parfaitement capable de produire du bon poisson. Le sandre ou la truite n'ont rien à envier au bar, sauf que les gens n'en mangent plus.* »

CULTIVER LES TOITS DES VILLES

Connue depuis plusieurs années, l'hydroponie est quant à elle une technique sans substrat solide, c'est-à-dire sans sol. Les racines sont installées sur des supports de culture inertes, comme des billes d'argile ou de la fibre de coco, que l'on irrigue d'une eau enrichie en minéraux. Adoptée par l'agriculture intensive, cette méthode a bien souvent mauvaise presse. « *Quand on pense*

© Agripolis

AÉROPONIE *Ces colonnes de cultures en aéroponie sont installées sur les toits de Paris. Les récoltes sont destinées à la consommation locale.*

hydroponie, on voit de grandes serres en Espagne dont le critère premier est la productivité, constate Antoine Cusset, agronome chez Agripolis. *Les fruits et légumes sont sélectionnés et ont moins de goût. Et puis les gens ne trouvent généralement pas naturel ce qui ne pousse pas dans la terre.* » Autre reproche fait à ce système : il se passe encore difficilement d'engrais. Pourtant, la solution, qui permet elle aussi d'économiser beaucoup d'eau, séduit en ville. Elle s'adapte au manque d'espace et permet, par exemple, de cultiver des plantes grimpantes, comme les concombres ou les aubergines.

Et la série des « ponie » (du grec *ponos*, « travail ») ne s'arrête pas là. L'aéroponie s'impose également comme une technique prometteuse pour l'agriculture urbaine. Assez proche de sa cousine l'hydroponie, elle non plus n'a pas besoin de sol. La principale différence est que les racines ne baignent pas dans l'eau, mais sont alimentées par un « brouillard nutritif », c'est-à-dire une solution nutritive vaporisée sous forme d'aérosol. Sur plusieurs toits de la capitale et de sa banlieue, la société Agripolis a ainsi installé des tours aéroponiques destinées à la consommation locale. Preuve que le système séduit, l'entreprise sera même chargée d'exploiter en 2020 une partie de la production de la plus grande ferme urbaine au monde sur une toiture. Ce potager géant sera situé au-dessus d'un nouveau hall du Parc des expositions, porte de Versailles. Pourquoi un tel engouement ? « *Ces systèmes sont particulièrement légers et s'adaptent aux contraintes de poids* », soutient Antoine Cusset. Le procédé permet, par ailleurs, de limiter la contamination des végétaux. « *La pollution s'absorbe principalement par les racines des plantes. Comme ces dernières se trouvent à l'intérieur des tours et sont alimentées par un circuit fermé d'eau, elles ne sont presque pas exposées aux particules de l'air extérieur.* »

© Laurent Queffelec

HYDROPONIE
Dans cette technique de culture hors sol, la terre est remplacée par des substrats inertes, comme des billes d'argile ou de la fibre de coco, que l'on irrigue d'une eau enrichie en minéraux.

RENOUER AVEC LA SOUVERAINETÉ TECHNOLOGIQUE

En milieu rural, des agriculteurs reviennent à la traction animale. Le labour à l'aide de chevaux de trait, d'ânes ou de bœufs évite le tassement de la terre. En circulant davantage dans les sols, l'air favorise ainsi la vie microbienne et permet aux végétaux de mieux pousser. Comme l'animal obéit aux sollicitations de l'agriculteur, le système présente également l'avantage d'être très précis. Outre les maraîchers, ces atouts séduisent de plus en plus de vignerons. « *Le secteur de la vigne est celui qui utilise le plus la traction animale en France, alors que c'est le dernier à s'y être mis*, explique Jean-Louis Cannelle, éleveur de chevaux de trait. *Les grands domaines se sont rendus compte que l'utilisation du tracteur limitait complètement les qualités organoleptiques (2) du vin.* »

Pour obtenir le matériel nécessaire à ce type de labour, les agriculteurs font généralement appel aux associations. Les constructeurs spécialisés sur ce marché sont encore très peu nombreux dans l'Hexagone. Jean-Louis Cannelle regrette d'ailleurs le manque de modernité des équipements. « *Un des problèmes de la traction animale, c'est qu'on a arrêté la recherche sur le matériel associé à partir du moment où on a commencé à promouvoir le tracteur*, se désole-t-il. *En polyculture, par exemple, on a du mal à trouver des attelages adaptés. On reste généralement sur des prototypes, alors que ça devrait être industrialisé.* » L'équipement n'est pas le seul frein à un retour à la traction animale. Cette méthode, utilisée pour tous types de travaux avant la mécanisation généralisée, demande du temps et de la main-d'œuvre. Le soin des chevaux ne nécessite qu'une demi-heure par jour, mais il en va autrement du labour sur les exploitations. « *C'est beaucoup plus long qu'avec un tracteur* », rapporte l'éleveur. Alors pour lui, c'est une évidence. Si dans nos pays développés, des agriculteurs préfèrent l'animal à la machine, il s'agit clairement d'un « *engagement politique* », d'une « *volonté d'indépendance.* »

© NASA / KSC

AQUAPONIE
Grâce à ce système en circuit fermé, qui combine aquaculture et culture maraîchère, il est possible de faire pousser des végétaux et d'élever tous types de poissons d'eau douce.

“Alors que 33 % des stocks mondiaux de poissons sauvages sont aujourd'hui surexploités, l'aquaponie pourrait être une solution face au défi de l'autosuffisance alimentaire.”

(1) Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

(2) Se dit d'une substance qui stimule les sens (odorat, goût, etc.).

ENFONCER LE CLOUD

Le numérique : citadelle high-tech ?

Face à l'épuisement des métaux et de l'énergie bon marché, ainsi qu'au monopole d'une poignée de multinationales, il est temps de reprendre le contrôle de nos outils numériques. Mais ceux-ci pourront-ils être jamais low-tech ?

Texte : **Jean-Jacques Valette** - Illustration : **Marine Joumard**

La Silicon Valley nous vend un futur où les voitures autonomes et les drones cohabiteront harmonieusement avec des piétons au nez chaussé de lunettes de réalité augmentée. L'industrie polluante aura cédé le pas à des services dématérialisés et des moteurs électriques ronronnants. Et le numérique aura fait du monde « *a better place* »… Mais si ce n'était pas le cas ? « *Nous avons été gâtés par toute cette énergie gratuite. La croissance actuelle de l'infrastructure d'internet n'est pas soutenable. Dans 50 ans, nous serons heureux si nous pouvons encore utiliser les fonctionnalités basiques du réseau, comme consulter des sites web ou envoyer des e-mails* », annonce Kris De Decker, journaliste et fondateur du site de référence Low-tech Magazine lancé en 2007. Selon lui, internet tel que nous le connaissons ne dépassera pas le milieu de notre siècle. La faute à l'épuisement des gisements d'énergies fossiles et de matières premières. « *Le fait est que nous sommes sur une trajectoire exponentielle en termes de pollution et de consommation d'énergie*, explique Maxime Efoui, ingénieur au Shift Project et co-auteur d'un des (rares) rapports sur l'impact environnemental du numérique. *Le numérique, ce n'est pas du virtuel, du nuage. Ou alors c'est un nuage de gaz à effet de serre… Si on compte les terminaux et toute l'infrastructure du réseau mondial, le secteur a doublé son impact depuis 2013 et représente 3 à 4 % des émissions, soit un peu plus que l'aviation. Et au rythme de croissance actuel, nous atteindrons 7 à 8 % d'ici 2025. C'est autant que le secteur automobile ou l'Inde !* »

LA GRANDE ACCÉLÉRATION

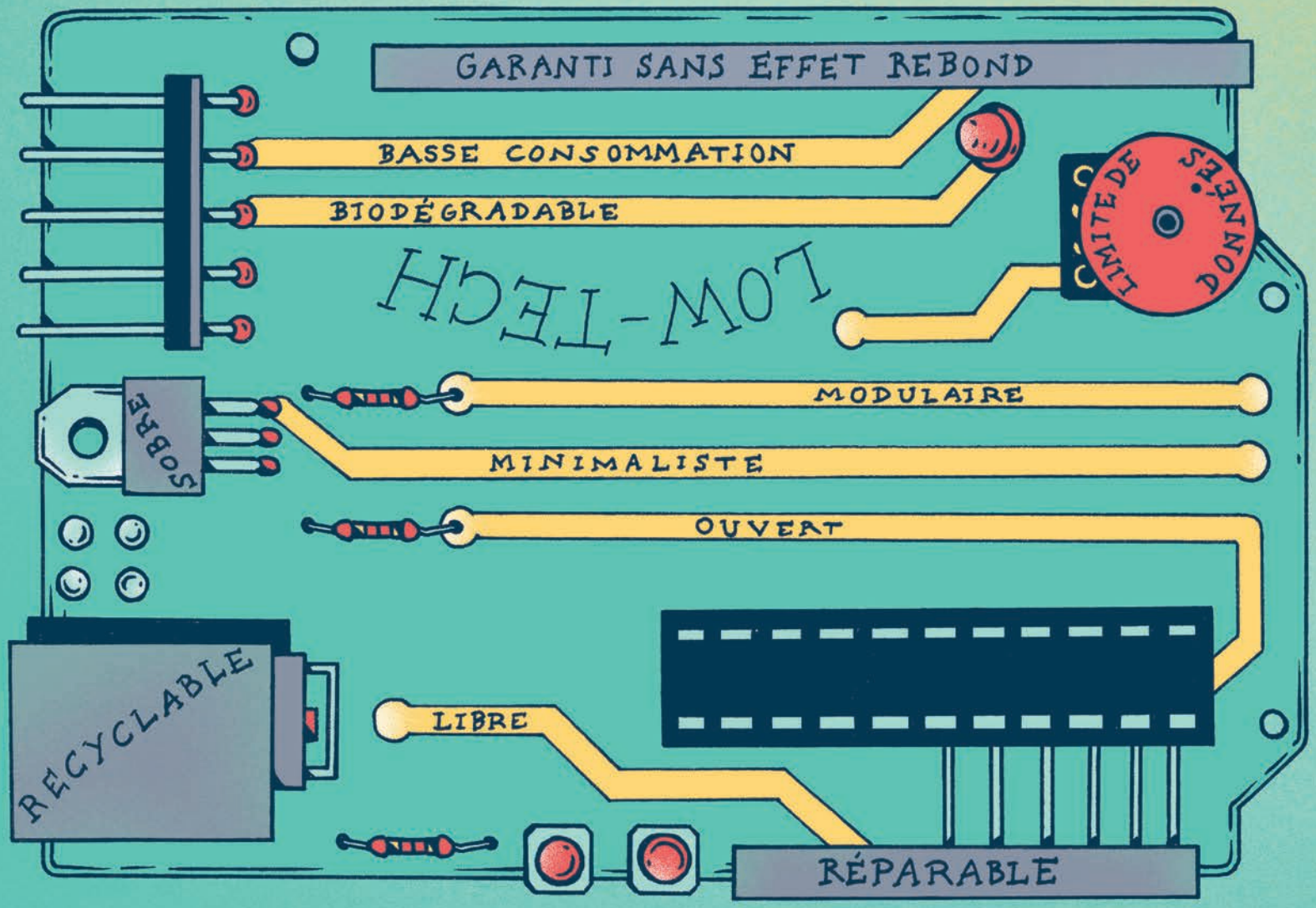
« *Le numérique représente déjà 10 % de la consommation électrique mondiale, et ça augmente à raison de 5 à 7 % par an* », renchérit Françoise Berthoud, ingénieure au CNRS et fondatrice du groupe de recherche EcoInfo qui se consacre à l'informatique responsable. Environ 30 % de cette consommation est imputable aux terminaux – les ordinateurs, téléphones et objets connectés ; 30 % provient des data centers et 40 % du réseau – les câbles sous-marins et les tours de téléphonie notamment.

« *S'il n'y avait que l'électricité consommée, le numérique ne ferait pas pire qu'un autre secteur*, précise Françoise Berthoud. *Mais il faut ajouter la pollution liée à l'extraction des métaux, comme le cuivre, l'étain ou les terres rares, qui vont connaître leur pic de production dans les prochaines années. Et le problème de leur dispersion dans la nature ! Car il n'y a pas de recyclage ni de filière contrôlée pour 80 % de ces déchets. L'essentiel part en Afrique ou dernièrement en Thaïlande pour y être brûlé en plein air.* » Mais la majeure partie de l'impact est encore ailleurs. « *Le numérique entraîne toute la société dans une forme d'accélération. Les procédés industriels et extractifs deviennent plus efficients, la productivité des employés augmente. On complexifie la moindre machine et on la rend irréparable. Pourquoi mettre un écran dans un abribus quand une simple feuille de papier avec les horaires fait le travail ? Au final, on crée toujours de nouveaux besoins et de nouveaux déchets.* »

ÉCHAPPER À L'EFFET REBOND

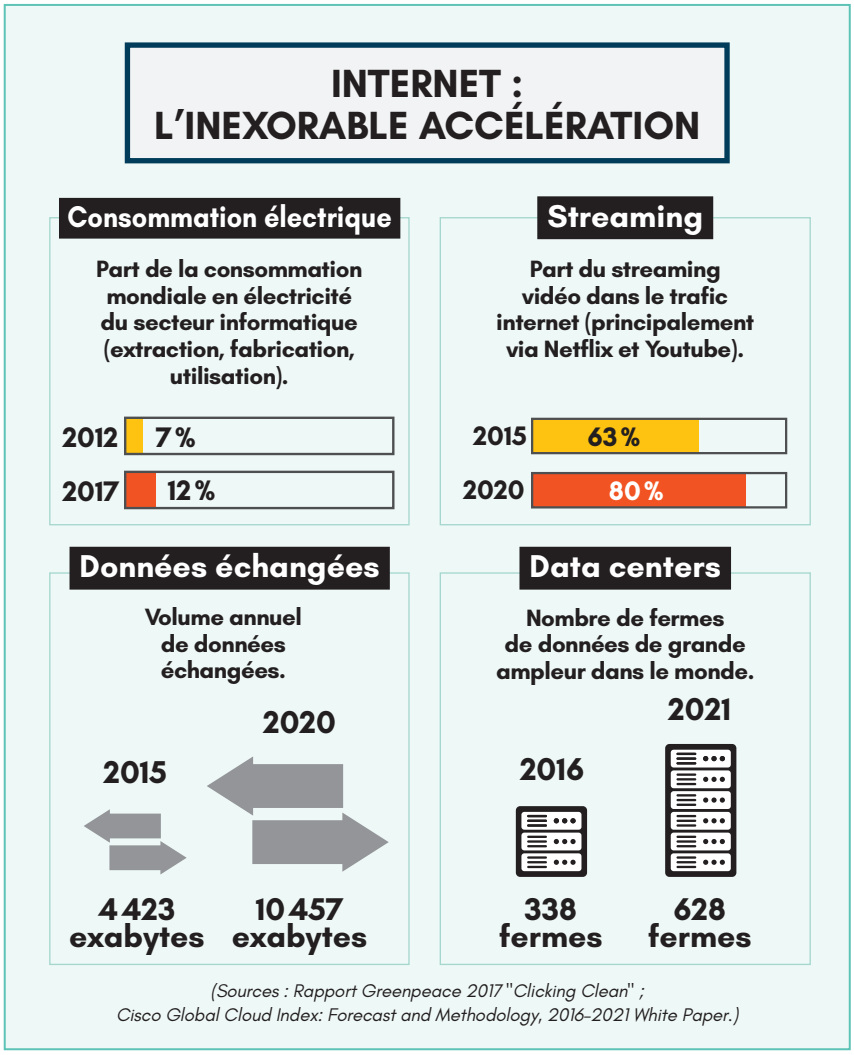
Selon certains, le numérique est censé permettre ou a minima faciliter la transition écologique. « *C'est un des mythes de la croissance verte*, explique Kris De Decker. *On ajoute de l'électronique dans des produits pour les rendre efficients, par exemple dans un lave-linge pour économiser l'eau chaude. Mais en faisant cela, on rend leur usage plus abordable et on les utilise donc davantage. Leur production est aussi plus polluante. Au final, le bilan est négatif. C'est ce qu'on appelle l'effet rebond.* » Un phénomène que l'on retrouve dans tous les secteurs, et qui explique l'impossibilité de contenir la consommation énergétique mondiale.

« *La vidéo représente 80 % de la croissance du trafic de données et Netflix pèse déjà pour 15 % du trafic mondial* », détaille Maxime Efoui du Shift Project. Demain, la voiture autonome fera exploser ce bilan. Selon le président d'Intel, Stéphane Nègre, 1h30 de conduite autonome génère 4 To (soit 4 000 Go) de données, l'équivalent de 3 000 personnes surfant une journée sur internet – quoiqu'une partie de ces To de don-


GARANTI SANS EFFET REBOND
BASSE CONSOMMATION
BIODÉGRADABLE
LOW-TECH
LIMITE DE DONNÉES
MODULAIRE
SOBRE
MINIMALISTE
OUVERT
RECYCLABLE
LIBRE
RÉPARABLE

nées soit traitée en interne sans être envoyée dans le cloud. « *C'est toujours la même histoire. Plus on a d'infrastructures, plus on crée de la donnée et plus on a besoin d'infrastructures* », résume Maxime Efoui.

Mais comment sortir de ce cercle vicieux ? La solution serait-elle à rechercher dans la démarche low-tech, c'est-à-dire une conception raisonnée, résiliente et accessible de la technologie ? « *C'est une idée géniale et super excitante,* s'enthousiasme Frédéric Bordage, consultant en éco-conception informatique et fondateur de Green IT. *Elle nous oblige à être ingénieux et à tirer la quintessence des technologies actuelles comme le réseau 2G. C'est vraiment une question de choix politique, in fine. Est-ce qu'on veut vraiment considérer le numérique comme un outil de résilience pour l'humanité ? Ou continuer la fuite en avant vers des écrans de plus en plus géants et des frigos connectés ?* » Malheureusement pour la résilience, il n'existe pas encore d'électronique « écolo » ou même produite localement. « *La high-tech est par définition l'opposé de la low-tech*, rappelle Kris De Decker. *Il vous faut des machines ultra chères et précises, des composants et des matières premières venus de l'autre bout du monde. Vous travaillez sur de grands volumes avec de très faibles marges, c'est pourquoi tout l'assemblage est localisé en Chine.* » Reste à voir quelles sont les marges de manœuvre pour insuffler une démarche low-tech dans le numérique.



(Sources : Rapport Greenpeace 2017 "Clicking Clean" ; Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016-2021 White Paper.)

RAISONNER MATÉRIEL ET LOGICIEL

L'une des pistes pour rendre l'électronique plus sobre est de rendre les circuits imprimés plus recyclables, car ils représentent 8 % des 50 millions de tonnes de déchets électroniques générés en 2018 et sont bourrés de métaux rares et précieux. C'est ce que tente la start-up anglaise Jiva, qui a mis au point la Soluboard. Une carte en fibres de lin et plastique biosourcé, en lieu et place de la fibre de verre et de la résine époxy habituellement utilisées, qui se dissout dans un verre d'eau chaude et permet ainsi de récupérer plus facilement les composants et les pistes de cuivre du circuit imprimé. Une solution encore en attente de brevet mais dont les inventeurs assurent qu'elle sera compétitive côté prix. « *On pourrait aussi être moins exigeant envers nos composants*, avance Frédéric Bordage. *Un ingénieur indien, Avinash Lingamneni, a mis au point des processeurs "imprécis". C'est-à-dire qu'ils ont moins de mécanismes de correction d'erreurs, ce qui les rend jusqu'à 15 fois moins énergivores. Ça fait quelques petits bugs sur l'écran mais on ne voit presque pas la différence.* »

S'il n'y a pas encore d'électronique low-tech sur le marché, quelques marques pionnières essaient de rendre leurs produits plus durables. C'est le cas de Fairphone, une start-up néerlandaise qui a produit à ce jour deux smartphones, dont le dernier s'est écoulé à 100 000 exemplaires depuis son lancement en 2015. Entre autres avantages, les téléphones sont conçus pour être réparables par leurs propriétaires. On peut aussi citer Why! Open Computing, une entreprise suisse qui développe des ordinateurs portables réparables facilement – ce qui était la règle chez les constructeurs d'ordinateurs il y a encore quelques années – mais dont les prix sont supérieurs d'environ un tiers à ceux du marché. Difficulté pécuniaire contournable en louant son appareil auprès de Commown, une coopérative française spécialisée dans les appareils numériques éco-responsables.

RATIONNER LES DONNÉES

Si les marges de manœuvre restent limitées sur les terminaux, quid du volume de données échangées en réseau ? Si l'on veut rester sous la barre des 1,5 °C de réchauffement planétaire, il nous faudrait – entre autres choses – diviser par 4 les émissions liées au numérique, et notamment diviser le flux vidéo consommé par 3, selon une étude du cabinet B&L Evolution reprise par Novethic *(1)*. « *On pourrait imaginer un rationnement des données,* explique Françoise Berthoud. *Dans la*

plupart des pays, on paie l'ADSL au giga-octet, comme pour le téléphone. Mais ça limite l'égalité sociale pour l'accès à l'information. » Kris De Decker renchérit : « *Si on veut échapper à l'effet rebond, on n'a pas besoin d'efficience, il nous faut des limites. C'est comme une voiture : il est interdit d'aller au-delà de 130 km/h car c'est irresponsable et polluant. Ça devrait être la même chose pour les données.* » Lui-même s'est appliqué ce principe de manière expérimentale en éco-concevant son site internet. « *La moindre page pèse aujourd'hui environ 2,3 Mo. J'ai tenté de diviser ce chiffre par deux, et j'ai réussi à le faire par dix.* » Le résultat est un site très sobre, voire minimaliste. Le texte apparaît sur un fond blanc avec une police par défaut. Et les images sont compressées au maximum selon la technique du « dithering », qui les réduit à 4 teintes de noir et blanc, parfois colorisées pour donner un effet pop-art. Dans un coin de la page, un indicateur annonce la charge restante. Car le site de Low-tech Magazine est hébergé sur un Raspberry Pi connecté à une batterie et un panneau solaire. « *J'ai fait ce choix car je voulais matérialiser la consommation électrique et réintroduire une conscience des limites naturelles chez l'internaute. Le panneau est sur mon balcon et même si j'habite Barcelone, il ne fait pas toujours beau et parfois le site tombe en panne.* » Et reste totalement inaccessible une dizaine de jours chaque hiver. Une démarche qui a inspiré un designer français, Gauthier Roussilhe. « *J'ai réussi à faire passer mon site personnel de 220 à 13 Mo ! J'ai commencé par virer Wordpress qui est une usine à gaz, même s'il existe des thèmes très légers comme Susty qui ne pèse que 16 Ko. J'utilise un CMS qui s'appelle Kirby, qui est beaucoup plus accessible et permet de gérer des pages statiques. J'ai aussi compressé mes images et vidéos. Et retiré tout le tracking et la publicité, qui peuvent représenter jusqu'à 75 % du poids d'un site. Toute ma méthode est en ligne.* » Le site allégé est beaucoup plus rapide à afficher, même sur de vieux appareils.

SE RÉAPPROPRIER LA TECHNOLOGIE

Mais ne peut-on pas aller plus loin dans une infrastructure internet low-tech ? Pourrait-on diminuer le poids des dorsales de l'internet et surtout du cloud qui dépend des fermes de serveurs de la Silicon Valley ? « *Il y a une piste très intéressante à explorer autour des réseaux mesh (2). Si on ouvrait tous nos réseaux wi-fi, on pourrait se passer de la 3G et de la 4G en ville et ce, sans perte de vitesse* », assure Kris De Decker. On peut aussi se tourner vers des fournisseurs d'accès associatifs, comme les membres de la French Data Network (FDN), qui défendent un accès citoyen et non-filtré à internet. Pour reprendre la main sur ses données, on peut choisir de les auto-héberger comme le fait Kris De Decker, ou comme le propose la start-up française Cozy Cloud, toujours à l'aide de Raspberry Pi. Si on n'est pas bricoleur, il existe enfin CHATONS, le « Collectif des Hébergeurs Alternatifs, Transparents, Ouverts, Neutres et Solidaires », qui se présente comme une « Amap de la donnée » et permet d'héberger son site, son serveur ou e-mail au sein d'une structure locale associative. « *Il y a une convergence très forte entre l'esprit low-tech et celui du logiciel libre et open source*, note Kris De Decker. *L'enjeu, c'est la réappropriation de l'outil. La liberté de pouvoir en disposer librement, de le réparer, l'améliorer et le repartager. C'est une question de résilience.* »

Quoique les marges de manœuvre restent faibles concernant les terminaux et les infrastructures, ces réflexions autour d'un réseau résilient semblent urgentes compte tenu de la trajectoire écologique en cours. « *Si l'énergie vient à manquer, si des câbles sont endommagés, si des serveurs sont hackés, on perdra l'accès à énormément de données. L'infrastructure se détériorera en quelques années et on n'aura même pas la documentation pour la réparer* », prévient Kris De Decker. « *Il faut dire les choses : le monde tel qu'on le connaît est en train de s'effondrer*, alerte Frédéric Bordage. *La question n'est pas de savoir si le numérique est bien ou mal – un jugement de valeur ne fait pas avancer la question – mais de savoir comment utiliser le numérique pour assurer notre résilience.* »

“Il y a une convergence très forte entre l'esprit low-tech et celui du logiciel libre et open source.

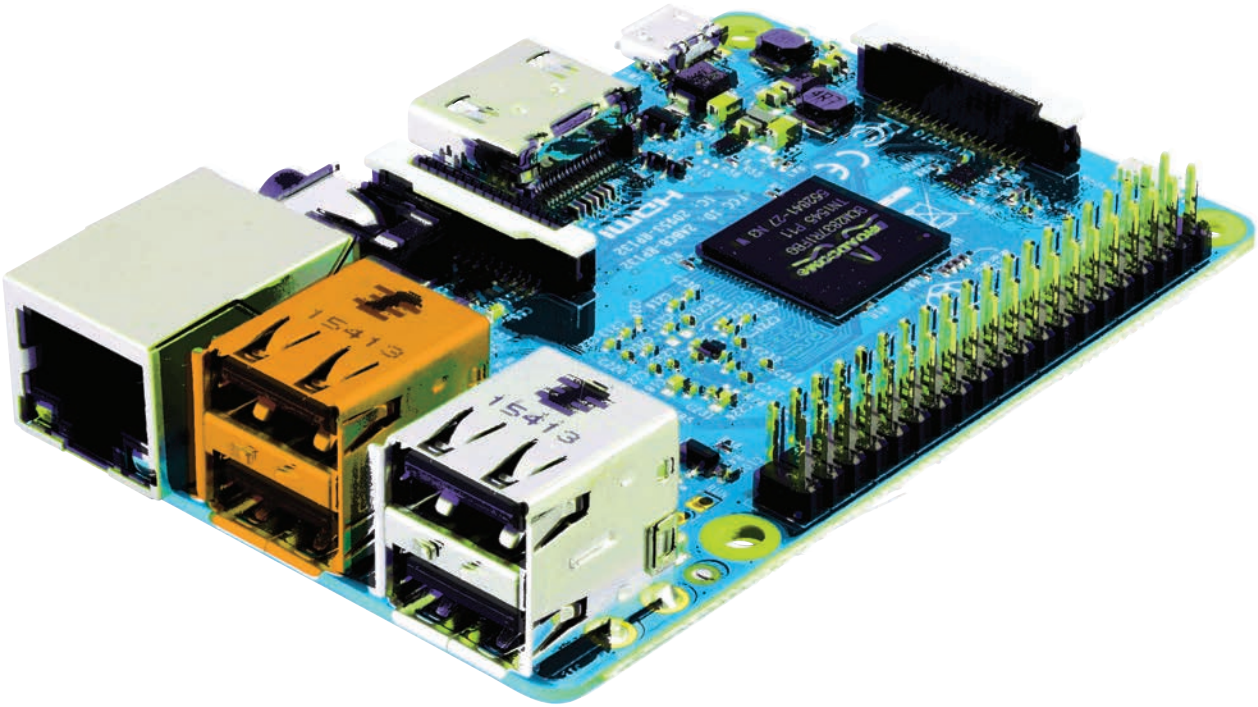
(1) *Étude du cabinet B&L Evolution :* « Comment s'aligner sur une trajectoire compatible avec les 1,5 °C ? », *2018.*

(2) *Réseau mesh : réseau où les nœuds sont reliés les uns aux autres de manière décentralisée et forment une « maille ».*

L'ŒIL DU LOW-TECH LAB

TROUVER LE JUSTE ÉQUILIBRE

En 2018, 4 milliards d'humains étaient internautes. C'est plus de la moitié de l'humanité. Il n'y a jamais eu autant d'échanges de connaissances, de savoir-faire et d'idées, favorisés par l'abolition des barrières linguistiques, géographiques ou culturelles. Nos explorations autour du monde nous ont amenés à croiser la route de makers-entrepreneurs qui ont développé, au sein de leur communauté, des modèles économiques vertueux à partir d'apprentissages tirés de la toile. Cela n'est évidemment rendu possible que par le caractère accessible et appropriable des low-tech ! Être low-tech ne veut donc pas dire refuser le numérique. Il s'agit plutôt de l'utiliser à bon escient : dans quel but utilisons-nous cette technologie ? Quel modèle choisissons-nous pour la développer ? Espérons que le numérique ne soit pas déjà condamné à devenir la chasse gardée des géants du numérique et qu'il est encore possible d'assister à l'émergence d'un cerveau mondial au service de l'humanité et des grands enjeux de nos sociétés.



DR

RASPBERRY PI

L'ordi minimaliste existe déjà

Le Raspberry Pi, un ordinateur de la taille d'une carte de crédit, en open source et ne coûtant que 35 euros, a de sérieux atouts pour lui. Parviendra-t-il pour autant à raisonner notre usage du numérique ? **Jean-Jacques Valette**

Dans la garrigue de Bagnols-sur-Cèze, à quelques kilomètres d'Avignon, Sébastien Domeny ajuste un grand carré de plastique noir sur la façade de sa *tiny house*. Ce panneau thermique « Sunberry », c'est lui qui l'a conçu et fabriqué pour un prix dix fois inférieur aux modèles disponibles dans le commerce. Il lui permettra d'obtenir de l'eau chaude grâce à l'énergie du soleil. Plus discret : un circuit imprimé à 35 euros pilote l'installation et va permettre l'activation d'une pompe en fonction de la température. Son nom ? Le Raspberry Pi. Ce petit ordinateur de la taille d'une carte de crédit est un véritable couteau suisse numérique, qui peut aussi bien être transformé en console de retro-gaming, station météo ou FM, serveur web, appareil photo… Abordable, économe, appropriable, réemployable, il présente a priori les traits d'un ordinateur plus low-tech que ses contemporains et pourrait se révéler être un outil de choix face aux enjeux de notre siècle, de la lutte contre l'obsolescence programmée à l'inclusion sociale, en passant par l'accès à l'information ou la réappropriation citoyenne de la technologie.

ORDINATEUR À BUT NON LUCRATIF

« *Tout a commencé en 2006, quand un groupe de professeurs d'informatique de Cambridge a voulu apprendre à ses élèves à voir au-delà des jeux vidéo et des réseaux sociaux et comprendre les outils qu'ils utilisent*, raconte François Mocq, auteur du blog de référence Framboise314. *Il leur fallait un ordina-*

teur avec lequel on puisse mettre les mains dans la machine, dans la lignée des Atari ou Commodore des années 1980. Et abordable, pour que l'on puisse se planter sans pour autant griller une carte à plusieurs centaines d'euros. » Les enseignants créent alors une fondation à but non lucratif et, après six ans de développement, distribuent en février 2012 une première série de 10 000 cartes. La petite plaque de plastique vert bouteille de huit centimètres de long contient tous les composants d'un ordinateur : un processeur et de la mémoire RAM, une prise HDMI pour l'écran, des ports USB pour le clavier et la souris, un port micro-USB pour l'alimentation, une prise Ethernet, des antennes wi-fi et Bluetooth, des broches GPIO pour y connecter des composants électroniques… Et une carte micro-SD en guise de disque dur. Le tout pour 35 livres britanniques.

25 MILLIONS D'EXEMPLAIRES

Six mois plus tard, 500 000 unités ont été écoulées. Aujourd'hui, on ne compte pas moins de 25 millions d'exemplaires en circulation, faisant du Raspberry Pi le troisième modèle d'ordinateur le plus vendu de tous les temps. « *C'est un véritable succès, qui a permis à la fondation de relocaliser une partie de sa production en Angleterre et de développer d'autres versions comme la 3B+ ou la Zéro, qui fait la taille d'un chewing-gum et coûte seulement 5 euros* », explique François Mocq.

Autre avantage économique : sa très faible consommation électrique. Il nécessite une puissance entre 2 et 5 W contre 50 W pour un ordinateur portable et 82 W pour un poste fixe. « *Ça ne chauffe pratiquement pas, rallonge la durée de vie des composants et il n'y a pas besoin d'un ventilateur sur les processeurs*, explique Sébastien Domeny. *Il peut ainsi survivre dans la poussière du désert, là où les autres ordinateurs tombent aussitôt en panne.* » Notamment au Mali, où l'association Bilou Toguna reconditionne ces cartes pour équiper des écoles et des bibliothèques avec une version hors ligne de Wikipédia et des jeux éducatifs.

Mais est-ce que le Raspberry Pi pourrait remplacer nos ordinateurs personnels ? « *On peut y installer Linux ou Android, y brancher un écran et un clavier pour avoir un PC fonctionnel, une batterie USB et un écran tactile pour une tablette* », détaille François Mocq. « *Ce n'est pas non plus une machine de guerre. On peut aller sur internet ou faire du traitement de texte, mais il faut oublier les jeux trop gourmands ou l'editing vidéo* », nuance Sébastien Domeny, le fondateur de Sunberry.

MACHINE À TOUT FAIRE

Le Pi pourrait même transformer notre modèle de connexion à internet. À Pittsburgh, aux États-Unis, le projet Meta Mesh a créé en 2015 un réseau wi-fi gratuit à l'échelle de la ville avec ces mêmes machines, beaucoup plus abordables que des routeurs à 400 dollars. À Toronto, au Canada, six « nœuds » du réseau sont maintenus par l'association Toronto Mesh. Grâce à un logiciel tel qu'OpenWrt, chaque ordinateur devient émetteur et récepteur de wi-fi et permet de propager le signal à d'autres internautes. En permettant de supplanter d'autres appareils plus onéreux, le Pi séduit de nombreuses entreprises – qui constituent 30 % des acheteurs – comme la SNCF qui l'utilise pour mesurer la qualité de l'air dans ses tunnels, ou Michelin qui analyse la température et l'humidité dans ses usines. Certaines l'incluent dans leurs produits, comme Jeedom, à Lyon, qui commercialise une box domotique construite autour d'un Raspberry Pi. Ou Kano, qui construit des kits éducatifs. Sans compter celles qui développent des logiciels autour, comme Cozy Cloud. « *C'est tout à fait légal si l'entreprise respecte les licences open source*, analyse François Mocq. *Souvent, le Pi est utilisé pour le prototypage, avant de fabriquer une carte électronique dédiée. Mais on peut tout à fait le vendre tel quel, par exemple comme console de jeu rétro avec un joli boîtier.* » On pourrait donc imaginer un monde où le Raspberry Pi remplacerait les cartes électroniques dans tous nos appareils. L'écran du réveil est cassé ? Pas de souci, le Pi à l'intérieur peut être réemployé pour l'arrosage automatique de la serre. Évitant ainsi des déchets électroniques.

UN PREMIER PAS VERS LA LOW-TECH

« *Il y a quand même quelques limites*, tempère Sébastien Domeny. *La carte mémoire du Pi a tendance à griller rapidement car elle ne supporte pas les écritures très fréquentes, comme les relevés de température. On a bossé un an dessus pour contourner ce problème et on a réussi à rendre sa durée de vie quasi illimitée, ce qui nous évite de complexifier le système en ajoutant un disque dur. Mais ça peut poser problème pour d'autres usages.* » La réparabilité constitue un autre obstacle. « *Tout est monté dans des usines d'électronique de haute précision,* explique François Mocq. *S'il y a un problème sur une patte du processeur, il faut dessouder les 299 autres avec une station de dessoudage.* » Une limite sérieuse aux potentialités low-tech de cet ordinateur. D'autant qu'il n'est pas entièrement « open hardware » : si la fondation publie bien les schémas électroniques en accès libre, comme le veut le principe de l'open source, ce n'est pas le cas de Broadcom qui fabrique le processeur. Le Raspberry Pi est en revanche totalement réappropriable au niveau logiciel et matériel à la différence de la majorité des ordinateurs du commerce. « *Vous pouvez trouver en ligne toutes sortes de tutoriels et de codes en accès libre pour vos projets. La grande force de Raspberry Pi sur ses concurrents tels qu'Intel ou Asus, c'est la communauté* », explique François Mocq. Malgré un certain minimalisme, reste à inscrire le Raspberry Pi dans une démarche low-tech plus vaste qui passera par du reconditionnement, du recyclage ou encore des critères écolos au niveau de la chaîne de production.

“Ce petit ordinateur de la taille d'une carte de crédit est un véritable couteau suisse numérique.”

Sur l'île de Lesbos (Grèce) confrontée à une grave crise humanitaire, le Low-tech Lab a ouvert un maker space low-tech où demandeurs d'asile, habitants et associatifs partagent des savoir-faire pour accéder aux besoins de base.

LOW ENERGY

Système D comme désirable

Dans de nombreux pays en voie de développement, des citoyens se mobilisent pour répondre à leurs besoins énergétiques. Ces femmes et ces hommes rivalisent d'ingéniosité en mettant au point de savantes sources de chaleur ou d'électricité. Un état d'esprit frugal dont nos sociétés occidentales pourraient s'inspirer.

Marie Nahmias

En langue hindi, le mot *jugaad* renvoie à l'art de mettre au point des solutions ingénieuses en s'appuyant sur un minimum de ressources. Cette capacité à « bidouiller » donne lieu, dans les pays émergents, à des innovations aussi surprenantes qu'utiles et bien souvent low-tech. Et ce, particulièrement dans le domaine de l'énergie, un des plus investis par la démarche frugale. Au Pérou, dans certaines plantations de café, les travailleurs improvisent par exemple des biodigesteurs, sortes de cuves dans lesquelles ils mettent des excréments d'animaux et de l'eau. Le système est utilisé pour produire un gaz combustible appelé biogaz et un fertilisant, le digestat. « *Au moment des récoltes, il y a beaucoup de monde dans les plantations. Cette méthode permet de préparer à manger pour l'ensemble des travailleurs,* explique Raphaël Lurois, chargé de mission à l'agence des MicroProjets. *L'impact environnemental est nul car il s'agit de gaz naturel et cela évite d'avoir recours à des énergies fossiles comme avec des générateurs à pétrole ou des bonbonnes de gaz.* » Ce type de dispositifs simples et efficaces pullule aux quatre coins du globe. À Madagascar et en Afrique de l'Ouest, des citoyens bricolent des fours générant de la chaleur grâce à une concentration des rayons du soleil. La plupart du temps, ces appareils sont utilisés pour faire des plats mijotés, et viennent compléter d'autres modes de cuisson. On observe un dispositif similaire à Auroville, en Inde, où une énorme parabole de treize mètres de diamètre transforme elle aussi les rayons du soleil pour alimenter une cuisine centrale en énergie. « *Des matériaux de récupération ont servi à fabriquer ce système*, détaille Pierre-Alain Lévêque, ingénieur, responsable des projets d'innovation au sein du Low-tech Lab. *Par-dessus la coupole en béton, est collée une multitude de miroirs. Au centre, un gros serpentin récupère la chaleur.* » Autre projet à Dakar, où des habitants se tournent vers la construction d'éoliennes. « *Comme Dakar est située sur une bande côtière, il y a beaucoup de vent*, explique Pierre-Alain Lévêque. *C'est un potentiel très intéressant à exploiter.* » De vieux moteurs d'imprimantes sont ainsi utilisés pour confectionner des générateurs électriques. « *Pour moins de dix euros, il est possible de créer une petite éolienne fournissant quelques dizaines de watts : de quoi recharger son téléphone et avoir un peu de lumière.* »

LES ZONES RURALES CONTRAINTES DE S'ADAPTER

Ces solutions voient le jour dans des territoires où les populations font face à de nombreuses contraintes matérielles. Alors qu'ils ont difficilement accès à l'énergie, ces citoyens utilisent des ressources locales pour répondre à leurs besoins. Il s'agit bien souvent de « *pallier les carences publiques* », rapporte Bénédicte Manier, journaliste à l'AFP et auteure de *La route verte des Indes* (Rue de l'échiquier, 2018). « *Les autorités ne sont pourtant pas totalement inactives en Inde. Elles investissent dans des méga-centrales photovoltaïques destinées à éclairer les villes, et font déjà fonctionner des trains ou des aéroports à l'énergie solaire. Mais le monde rural ne bénéficie pas de ces infrastructures. Alors, les habitants cherchent des solutions eux-mêmes.* » À l'origine de ces systèmes D, des femmes et des hommes aux profils différents. « *Il peut s'agir de gens peu éduqués, parfois illettrés* », explique la journaliste. Comme par exemple Mansukhbhai Prajapati, potier et inventeur du MittiCool, un réfrigérateur en

© Low-tec Lab 2018

À Dakar, où seulement 40 % de la population en zone urbaine est reliée au réseau électrique, les habitants construisent une éolienne low-tech à moins de 10 euros qui convertit l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.

Au Sénégal, le bio-charbon réalisé à partir de déchets agricoles comme la paille de brousse ou les coques d'arachide pourrait remplacer le charbon de bois, utilisé actuellement pour fournir 84 % de la consommation énergétique des ménages.

argile qui ne consomme pas d'électricité et permet de conserver les aliments plusieurs jours. Au cours de l'expédition « Nomade des Mers », une opération destinée à dénicher des solutions durables sur la planète, Pierre-Alain Lévêque a, quant à lui, souvent dressé les mêmes portraits de citoyens connectés et ingénieux. « *On a identifié des personnalités qui reviennent souvent au fil des escales. Généralement, ce sont des gens avec un pied dans la culture locale et l'autre sur internet. Des "curieux entrepreneurs" qui vont s'inspirer sur YouTube et d'autres sites, puis adapter leurs connaissances avec ce qu'ils ont sous la main pour monter un petit business.* »

DES DYNAMIQUES CIRCULAIRES

Mais au-delà de ces citoyens isolés, des collectifs issus de la société civile s'organisent et œuvrent à la mise en place de projets low-tech. Des associations, des ONG ou encore des fab labs parviennent ainsi à impulser des solutions durables au plus proche du contexte d'utilisation des populations. C'est le cas du Barefoot College en Inde et de son initiative *Solar Mama*. L'objectif ? Transformer des villageoises en ingénieures spécialistes du solaire. À l'issue d'une formation, ces femmes sont capables de construire et d'installer des lampes et des fours solaires dans leurs communautés. Ces acquis leur permettent ensuite de vivre de l'entretien des réseaux et de former à leur tour d'autres habitantes. « *Avec ce système solidaire, plus d'un millier de femmes ont déjà apporté l'électricité à 600 000 personnes dans 93 pays,* soutient Bénédicte Manier. *Cela marche si bien que le Barefoot College a ouvert six centres de formation en Afrique.* » L'entreprise sociale Selco met également au point des aménagements qui répondent aux besoins locaux. La structure installe de petites stations solaires dans les écoles rurales indiennes, incitant ainsi les élèves à venir en classe pour approvisionner en énergie les lampes domestiques.

"Un des principaux freins au développement des low-tech en France, c'est l'aspect "désirabilité."

Souvent, cette mobilisation autour de systèmes low-tech permet de créer des dynamiques circulaires au sein de communautés et entre des régions voisines. « *Au Sénégal, par exemple, dans les zones de production d'arachides, les habitants des environs vont venir récupérer les coques de cacahuètes pour en faire des briquettes de bio-charbon* », détaille Raphaël Lurois. De la même manière, des coopératives agricoles et d'importantes coopératives d'éleveurs sont sollicitées par les populations alentour pour récupérer les excréments ensuite transformés en biogaz.

APPRENDRE À CULTIVER L'INGÉNIOSITÉ

Aujourd'hui cantonnés (dans les faits comme dans nos imaginaires) aux pays pauvres, ces systèmes énergétiques low-tech pourraient-ils trouver leur place dans les pays riches ? Oui, répond Navi Radjou, auteur franco-américain, théoricien de l'économie frugale. « *Mais ce ne sont pas les solutions jugaad qui sont exportables. Une telle attitude relèverait du "néo-colonialisme". Ce qu'il faut cultiver en France et en Occident, c'est cette ingéniosité et résilience qu'on appelle système D. Cet état d'esprit qui prévaut aujourd'hui dans les pays en voie de développement.* » Si la démarche vise à trouver des solutions pragmatiques, à simplifier les choses, elle n'est pas pour autant simpliste, prévient l'universitaire. « *L'approche jugaad se caractérise, en effet, par cette capacité*

Crédits photos : (Photo 1 - © Low-tech Lab) - (Photo 2 - © Attribution-ShareAlike (CC BY-SA)) - (Photo 3 - © Abbie Trayler-Smith)

En Inde, l'entreprise Selco installe des stations solaires dans des régions reculées du pays.

L'ŒIL DU LOW-TECH LAB

UNE DÉMARCHE TROP ENTREPRENEURIALE ?

Le concept d'innovation jugaad est né de la débrouillardise et de l'ingéniosité déployée – très souvent – dans des contextes socio-économiques contraints. S'il est régulièrement associé à la low-tech, il diffère par ces motivations. Le jugaad est employé pour offrir de nouvelles perspectives aux équipes de R&D des entreprises et a pour objectif de rendre les produits moins coûteux et, in fine, d'ouvrir de nouveaux marchés. Côté low-tech, la démarche est a priori plus volontariste, dans une intention de prendre en considération une vision globale, systémique, « stratégique », centrée sur les usages, et surtout, dans un souci de durabilité et de résilience maximales.

unique à transformer l'adversité et la complexité en opportunité pour créer plus de valeur économique, sociale, et écologique. »

DÉSIRABILITÉ ET DÉBROUILLARDISE

Mais cette frugalité se heurte encore ici à de nombreuses barrières culturelles. « *Un des principaux freins au développement des low-tech en France, c'est l'aspect "désirabilité"*, note Pierre-Alain Lévêque. *Il y a tout un travail à faire autour du design pour rendre plus esthétiques et (surtout) ergonomiques ces systèmes qui utilisent souvent des matériaux de récupération.* » Autre obstacle : le « do it yourself », la bidouille. Alors que dans les pays émergents ces solutions répondent à des besoins de base, elles sont principalement adoptées ici par conscience écologique. « *Nous ne sommes pas dans les mêmes rapports de motivation. Au Low-tech Lab, on a énormément de sollicitations pour savoir où acheter les systèmes qu'on pousse à fabriquer dans nos tutoriels. Beaucoup ne sont pas encore prêts à bricoler par eux-mêmes.* » D'où la nécessité que des entrepreneurs s'emparent des low-tech pour les produire.

L'énergie reste, par ailleurs, un domaine réputé dangereux et technique. Il a tendance à intimider. « *Souvent, les personnes pensent qu'on est condamnées à acheter l'électricité et qu'on ne peut pas la générer soi-même* », remarque Gaël Desperriès. Fondateur de la start-up Skavenji, cet entrepreneur propose aux particuliers une box leur permettant de consommer directement leur propre énergie. Le système « plug-and-play », dont la commercialisation est prévue en septembre 2019, sert à raccorder un panneau solaire, une éolienne ou un vélo d'appartement à nos objets du quotidien : lampes, chargeurs… Conscient qu'aujourd'hui seule une « petite avant-garde » est prête à produire elle-même son électricité, Gaël Desperriès mise tout de même sur la créativité des utilisateurs. « *L'idée reste d'encourager le plus grand nombre à fabriquer ses propres systèmes. À terme, on aimerait faire vivre une communauté pour que chacun partage ses savoir-faire.* » Mais aussi favoriser la prise de conscience des citoyens. « *L'enjeu est également que chacun se montre beaucoup plus économe en réalisant qu'un kWh, c'est trois jours de soleil sur son balcon ou une journée de vélo. La low-tech, c'est comme cultiver son potager : quand on sait ce que ça coûte de faire pousser une tomate, on ne la gaspille plus.* »

Se réapproprier notre consommation énergétique : c'est ce que propose l'entreprise Skavenji qui milite pour rendre possible et simple la production de petites quantités d'électricité domestique. Reliée à un panneau solaire, connectée à une application mobile pour calculer sa production, et bientôt disponible en open source, la box explore les solutions de microgénération électrique.

© Skavenji.

ENTRAIDE AU DÉVELOPPEMENT

Aider le Sud, inspirer le Nord

Utiliser des ressources et des savoir-faire locaux dans l'aide aux pays en voie de développement : l'idée n'est pas totalement nouvelle mais prend une autre dimension avec les low-tech. Texte : **Laury-Anne Cholez**- Illustrations : **Marine Joumard**

« *Dis-moi et j'oublierai. Montre-moi et je me souviendrai. Implique-moi et je comprendrai* ». Les paroles de Confucius illustrent à merveille ce que les low-tech peuvent apporter à l'aide au développement : l'autonomie, la formation et un terme au maintien dans des formes de dépendance pour les populations des pays du Sud. Pour résumer, autrefois on leur offrait un poisson. Puis, on leur a distribué des cannes à pêche. Avec les low-tech, on partage des outils et savoirs pour fabriquer le matériel nécessaire : filets, bateaux… L'image très occidentale du « French Doctor » sauveur des orphelins africains est en train de s'estomper. Les contraintes environnementales tout comme l'acceptation sociale des solutions sont désormais au cœur des préoccupations des ONG. « *Il s'agit d'une approche holistique sur le long terme, qui renforce la capacité des populations à répondre à leurs propres besoins. Ils gagnent ainsi en dignité car on valorise leur savoir-faire pratique* », explique Marjolaine Bert, membre du Low-tech Lab. Ce programme de recherche a lancé une expérimentation grandeur nature sur l'île de Lesbos en Grèce, déchirée par la crise migratoire. « *Plutôt que de fournir les objets dont les réfugiés ont besoin, nous leur donnons un espace, des informations et des outils pour les faire eux-mêmes.* »

“Puiser dans le savoir-faire local et le mettre en valeur tout en formant les artisans : une démarche participative, inclusive et vertueuse.”

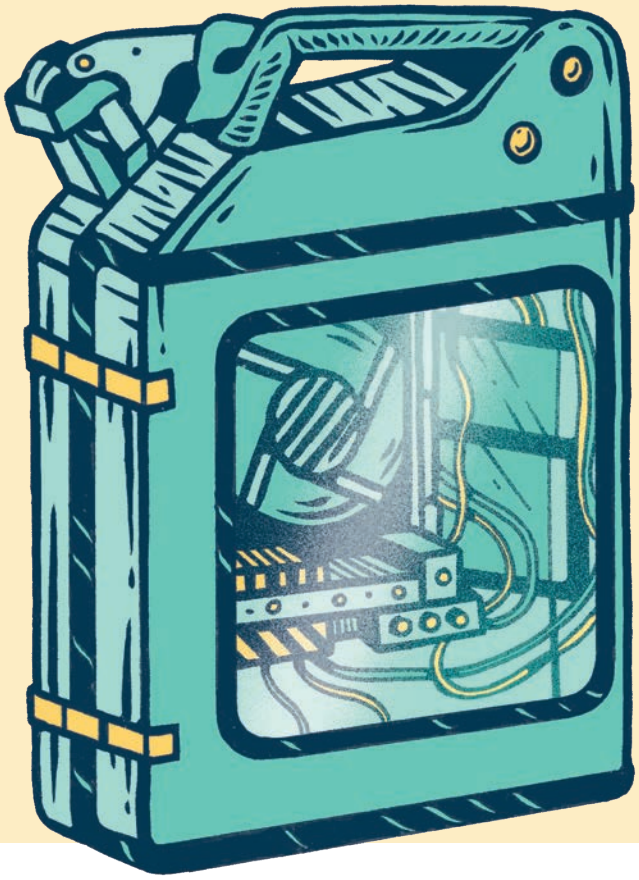
DES TECHNOLOGIES APPROPRIABLES

Utiliser les ressources locales pour aider les populations en difficulté : l'idée n'est pas totalement nouvelle pour certains, comme le centre écologique Albert Schweitzer en Suisse, qui lutte contre la pauvreté en alliant économie et écologie. « *Nous avons toujours essayé de faire de la low-tech. Autrefois, cela portait le nom de technologies appropriables* », souligne Daniel Schneider, chargé de programmes au centre. Il y a

JERRY

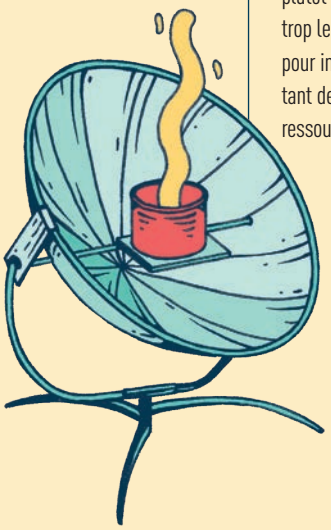
2011

COMMUNIQUER – Un bidon en plastique de 20 litres. Quelques composants électroniques. Une bonne dose de débrouillardise. Et voilà, vous avez un Jerry : un ordinateur fabriqué avec des composants de réemploi. Imaginé en 2011 par trois étudiants parisiens de l'école nationale supérieure de création industrielle (ENSCI), Jerry est économique et facile à fabriquer grâce à son mode d'emploi en open source. Il a essaimé aussi bien en Afrique, où les équipes apprennent aux enfants à construire leur propre ordinateur et à utiliser des outils de logiciel libre, qu'en France, dans des centres sociaux et de loisirs.



FOUR SOLAIRE

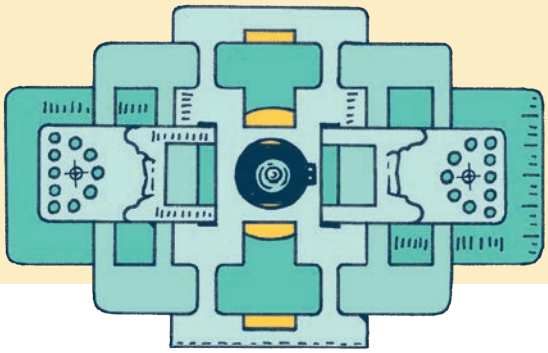
CUISINER – Cuire grâce à l'énergie du soleil à la chaleur d'une combustion ? Telle est la question que se posent beaucoup d'associations avant d'installer une cuisine dans les pays en voie de développement. Car certains habitants préfèrent de loin la cuisson au bois plutôt qu'au soleil, parfois considérée comme trop lente. Il faut alors rivaliser d'ingéniosité pour inventer des cuiseurs efficaces, permettant de réduire la consommation de bois, une ressource en tension dans certaines régions.



FOLDOSCOPE

2012

SOIGNER – Le paludisme est une maladie qui fait des ravages dans de nombreux pays. Or, plus tôt elle est détectée, plus efficace sera le traitement. Hélas, les analyses coûtent cher. Pour résoudre ce problème, Manu Prakash, ingénieur biologiste, a inventé un microscope low-tech avec du papier, de la glue, une pile et une lentille optique de base. Baptisé Foldoscope, il permet de détecter les parasites de la maladie dans un échantillon de sang, sans avoir besoin de coûteux laboratoires. De quoi sauver des vies, sans avoir recours à de hautes technologies.



vingt ans, ses équipes étaient parfois regardées du coin de l'œil, mais aujourd'hui la prise de conscience environnementale est partagée par de nombreux acteurs sur le terrain. D'autant que les compétences techniques se trouvent enfin sur place. « *Autrefois, c'était difficile d'embaucher des ingénieurs qualifiés pour développer un séchoir solaire, par exemple. Désormais, les jeunes sont formés dans des lycées et des écoles d'ingénieurs de bon niveau. Le bureau local du Burkina Faso est maintenant géré par un Burkinabé* ». Puiser dans le savoir-faire local et le mettre en valeur tout en formant les artisans : une démarche participative, inclusive et vertueuse. « *Le bénéficiaire n'est plus une personne assistée qui dépend de la charité, mais un acteur en situation d'apporter des solutions pour sortir du problème* », assure Marjolaine Bert. « *Nous sommes constamment dans une démarche participative, pour former des gens dans le cadre d'échanges Sud-Sud* », renchérit Daniel Schneider. Il donne notamment l'exemple de chauffe-eau solaires conçus par des professionnels locaux et facilement réparables. Des équipements qui ont hélas subi, faute de taxes à l'importation, la concurrence de produits chinois moins onéreux mais plus fragiles sur le long terme.

« LES SOLUTIONS TOUTES FAITES, C'EST COURIR À L'ÉCHEC »

Les acteurs de l'aide au développement ont également appris à s'adapter au contexte local et culturel, comme l'explique Camille André, chargé de mission climat et développement au GERES, une ONG qui facilite l'accès aux énergies renouvelables et durables pour lutter contre le changement climatique. Pour gagner quelques degrés dans les maisons afghanes, son association a construit des vérandas avec des matériaux locaux : du bois de peuplier et des bâches en plastique qu'on trouve facilement sur les marchés. Cette technique low-tech n'a pas du tout convenu dans deux autres pays, au climat pourtant similaire : la Mongolie et le Tadjikistan. « *Le côté bois et plastique ne correspondait pas du tout à l'attente des gens, notamment en termes esthétiques*, se souvient Camille André. *Arriver avec des solutions toutes faites, même si elles sont low-tech, c'est courir à l'échec. Il faut avant tout procéder à des études contextuelles pour bien comprendre les besoins* ». Il n'y a donc pas de recette miracle. D'autant que les low-tech sont encore souvent considérées comme des solutions de seconde zone. « *Les gens du sud voient briller les mêmes gadgets partout dans le monde. Ils sont intoxiqués par ce que leur fait miroiter la publicité. Ils voient tout ce que l'on consomme en Occident et veulent la même chose. C'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles ils traversent la Méditerranée sur un bateau* », croit Bernard Hours, anthropologue et chercheur à l'institut de recherche pour le développement (IRD). Si parmi nous, Occidentaux gavés de nouvelles technologies, certains voient les

low-tech comme des techniques résilientes et indispensables à la préservation des ressources, ce n'est pas forcément le cas des populations du Sud, qui les considèrent plutôt comme un retour en arrière.

LES FANTASMES DE LA MODERNITÉ

Il y a quelques années, les équipes du centre écologique Albert Schweitzer avaient fabriqué des pompes à eau manuelles parfaitement fonctionnelles, mais dont l'aspect un peu trop rustique freinait les ventes. Les enjoliver aurait renchéri leur prix de 30 %. « *Peut-être qu'avec un peu de marketing, nous en aurions vendu plus* », s'interroge Daniel Schneider. Un déficit d'image qui a aussi causé du tort à la voûte nubienne, une méthode de construction ancestrale, originaire de Haute-Égypte, parfaitement adaptée aux conditions climatiques des régions désertiques. Elle offre un confort thermique optimal pour un coût de construction très bas, avec un impact environnemental quasi nul. Malgré tous ces avantages, elle a mis du temps avant d'être acceptée par la population. Beaucoup préféraient édifier des maisons de tôle et de béton, moins confortables, plus onéreuses, mais plus modernes à leurs yeux. Celles en terre gardant l'image d'une solution pour les « pauvres ». Il a fallu toute l'ingéniosité des associations locales, qui ont convaincu les classes moyennes de construire des habitations en voûte nubienne, pour que cette méthode soit enfin acceptée par tous. Face à l'épuisement des ressources, la prise de conscience des pays en voie de développement ne doit plus être négligée par les grandes ONG, comme le constate Bernard Hours. « *Il faut travailler à l'acceptabilité de ces techniques auprès des populations du Sud, afin d'arriver enfin au moment où l'alternative va devenir la norme.* »

L'ŒIL DU LOW-TECH

LES LOW-TECH POUR REDONNER DU POUVOIR D'AGIR

Pour ériger la low-tech en levier de développement économique et sociétal, il faut faire naître des initiatives entrepreneuriales à taille humaine qui apportent des réponses locales aux besoins quotidiens, autonomisent les citoyens, génèrent des revenus, de l'emploi et de l'inclusion sociale. Et cela s'applique à tous les pays, au Nord comme au Sud – mais soyons clair, la low-tech ne peut représenter qu'une partie de la réponse à donner aux différents enjeux du XXIe siècle. En 2020, l'expédition Agami du Low-tech Lab traversera l'Afrique à bord d'un prototype de véhicule low-tech pour mener une étude sur les clés du passage à l'échelle des low-tech. Elle ira à la rencontre de projets qui ont mis en œuvre des solutions dont les impacts sociaux et environnementaux positifs sont avérés. Cette expédition sera réalisée en partenariat avec l'entreprise à but socio-économique Le Relais, ayant elle-même développé des activités en France et en Afrique qui contribuent à cette solidarité internationale dans un échange Nord-Sud équitable.

2011

LITER OF LIGHT

S'ÉCLAIRER – Une bouteille en plastique servant d'ampoule dans les logements sans fenêtre. Liter of Light est une solution open source qui réfracte la lumière du soleil pour fournir un éclairage intérieur pendant la journée. La bouteille, remplie d'eau et d'un peu de javel, est insérée dans un trou dans le toit. Elle éclaire autant qu'une ampoule de 40 à 60 watts. Et remplace astucieusement l'énergie électrique.

1990

FRIGO DU DÉSERT

STOCKER – On l'appelle le frigo du désert. Il a été inventé dans les années 90 par Mohammed Bah Abba, un universitaire nigérian. Son principe est simple : deux pots en terre encastrés l'un dans l'autre avec une couche de sable humide entre les deux. La thermodynamique se charge de refroidir les aliments contenus à l'intérieur. Inventé à l'origine pour des contrées désertiques sans accès à l'électricité, il séduit aujourd'hui certains Occidentaux, soucieux de réduire leur consommation d'énergie – sachant qu'un frigo consomme en moyenne 250 kW par an.

« J'ai voulu montrer ce qui devait être corrigé. » *Pionnier de la photographie sociale, l'Américain Lewis Wickes Hine a construit son travail autour d'un principe fondateur : donner une image positive de ses sujets. Aux États-Unis, pays en pleine révolution industrielle, Hine immortalise ici en 1920 un travailleur qui deviendra l'un de ses clichés les plus célèbres,* Mécanicien à la pompe à vapeur dans une centrale électrique. *Sans misérabilisme, le photographe dévoile l'univers des usines où hommes et machines travaillent à l'unisson.*

© Gift of Walter and Naomi Rosenblum Brooklyn Museum

PARTIE 2

HOMO EX MACHINA

TECHNOCRITIQUES

Inventer un récit pour les low-tech

À en croire notre imaginaire collectif, le progrès technologique serait un mouvement linéaire, une succession d'innovations toujours plus complexes, plus gigantesques. Pourtant, à plusieurs reprises au cours de l'ère industrielle, d'autres récits ont pris à contre-pied cette histoire mythique en valorisant la sobriété, la maîtrise, ainsi qu'un rapport plus riche à nos outils et au monde. **François Jarrige***

* *François Jarrige est historien à l'université de Bourgogne. Il a notamment publié* Technocritiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences *(La Découverte, 2014) et* La contamination du monde. Une histoire des pollutions à l'âge industriel *(avec T. Le Roux, Seuil, 2017).*

L'intérêt pour les low-tech s'inscrit dans une longue généalogie de réflexions sur les trajectoires et les choix techniques. Dans les années 1960-1970, beaucoup ont cherché à définir ce que seraient des technologies « intermédiaires » (E. F. Schumacher), « libératrices » (Murray Bookchin), « démocratiques » (Lewis Mumford) ou encore « conviviales » (Ivan Illich). Il s'agissait d'imaginer des trajectoires techniques à petite échelle, décentralisées, sobres en énergie, respectueuses de l'environnement et à forte utilisation de main-d'œuvre. S'émancipant des alternatives trompeuses et trop binaires pensées en termes de refus ou d'acceptation des techniques, ces auteurs – et beaucoup d'ingénieurs et d'expérimentateurs avec eux – ont cherché à penser ce que seraient des dispositifs à la fois socialement bénéfiques, écologiquement durables et politiquement démocratiques. Contre l'idée que les techniques sont neutres et que seul leur usage définit leur sens, les théoriciens et promoteurs des technologies douces – qui ressurgissent aujourd'hui sous le terme de « low-tech » – considéraient qu'il ne suffit pas d'intervenir par la fiscalité, le droit ou les prix pour réguler les changements ; c'est le type même des technologies et des infrastructures matérielles qui doit être interrogé.

UN RETOUR AVORTÉ

Les années 1970 ont été l'âge d'or de ces technologies douces et des mouvements sociaux qui les portaient. Les publications et les expérimentations ont alors été innombrables, notamment aux États-Unis. Face au déferlement des nouveaux objets, aux débats sur la crise de l'énergie et aux projets grandioses hérités de la guerre froide, beaucoup se sont tournés vers des outils sobres et fabriqués de façon artisanale, certains imaginant même que ces « technologies douces » allaient quitter leur « ghetto marginal » pour conquérir le monde *(1)*. Pourtant, le mouvement s'affaiblit rapidement au cours des années 1980 avec la multiplication de nouvelles promesses technologiques et l'essor de la mondialisation néo-libérale ; l'enthousiasme initial est retombé avant de renaître timidement aujourd'hui.

Si ce mouvement reste mal connu en France, il a été abondamment étudié aux États-Unis, notamment par Langdon Winner qui date sa disparition de l'élection de Ronald Reagan à la présidence des États-Unis en 1980 *(2)*. L'échec tient à de nombreux facteurs : le poids des grands lobbies industriels, les choix d'investissements, la compétition inter-

(1) L. Samuel et D. Simonnet, « Technologies douces », in, L'homme et son environnement : De la démographie à l'écologie, *Paris, Encyclopédie moderne, 1976, p. 477.*

(2) L. Winner, La baleine et le réacteur. À la recherche des limites de la haute technologie, *1986 ; traduit par M. Puech, Descartes & Cie, Paris, 2002.*

© Slovak National Gallery.

Emblématique représentant du surréalisme et de l'expressionnisme slovaque, Imrich Weiner-Kráľ mélange art contemporain et motifs folkloriques venus des Balkans. Oniriques et étranges, les montagnes russes du Progrès illustrées dans Trenčín, *opposent l'ancienne architecture à la technologie moderne envahissante.*

(À droite) *Adolph von Menzel (1815-1905) illustre, dans sa toile* La Forge, *le système industriel à l'œuvre, donnant à la coopération entre l'Homme et la machine des allures de lutte titanesque.*

nationale exacerbée, l'aspect naïf de nombreuses expériences, ou encore les difficultés de définition : quels outils, quels instruments, quels appareils, quelles machines, quels réseaux ou systèmes techniques adopter ? Selon quels critères peut-on en effet juger du caractère doux, démocratique ou convivial d'une technique ? Ces questions demeurent décisives.

Les s douces devaient être écologiques et avoir un faible impact sur le monde, être peu gourmandes en énergie, façonnées avec des matériaux recyclables, produisant peu de déchets et fonctionnant longtemps, en favorisant l'emploi et la polyvalence contre l'obsession de la productivité et l'hyper-spécialisation. Ces techniques devaient permettre une intervention manuelle et artisanale, être appropriables localement. Mais ce type de listes soulève de multiples problèmes et les critères définissant ce que pourrait être une bonne technologie émancipatrice sont ambigus et souvent contradictoires entre eux. Ainsi, l'aspect décentralisé ou profitable en termes d'emplois n'est pas nécessairement conciliable avec le caractère écologiquement bénéfique de tel ou tel dispositif.

RETROUVER LES ALTERNATIVES PASSÉES

L'urgence de ces réflexions s'impose plus que jamais à l'heure de l'effondrement écologique global, de l'épuisement des ressources, et du chômage de masse. Mais les low-tech et leurs défenseurs demeurent mal connus, rejetés de nos imaginaires comme des trajectoires périmées, absents des histoires héroïques des techniques qui célèbrent le génie des grands inventeurs, l'innovation et les découvertes qui ont changé le monde. L'histoire des techniques reste souvent le récit de l'avènement des high-tech, de l'accroissement de la productivité et du gigantisme. Les sources à partir desquelles s'écrit l'histoire privilégient certains types de techniques sur d'autres, elles donnent le premier rôle aux dispositifs spectaculaires qui frappent l'opinion et retiennent l'attention des pouvoirs. Elles privilégient les outils permettant l'accumulation de puissance sur les technologies douces qui visent l'autonomie. L'importance des technologies douces n'a donc cessé d'être minorée alors même qu'elles constituaient le monde technique habituel et ordinaire de millions de personnes et que leurs partisans étaient plus nombreux qu'on ne le pense.

Depuis les débuts de l'industrialisation, de nombreux observateurs ont en effet dénoncé les ravages écologiques et sociaux des nouvelles techniques de production capitalistes et tenté d'imaginer des dispositifs permettant d'instaurer une harmonie avec le monde et les autres. Les premiers socialistes du XIXe siècle, comme Charles Fourier, s'opposaient ainsi aux effets avilissants et dégradants des machines de leur temps, ils repoussaient la technologie bourgeoise comme un instrument d'accroissement des inégalités et, parfois, de danger pour l'intégrité physique du globe. Souvent ingénieurs, ils croyaient pourtant au progrès de la science ; pour réconcilier leur aspiration à l'égalité et leur foi dans le progrès technique ils ont tenté d'imaginer des technologies qui seraient à la fois harmonieuses et bénéfiques pour le plus grand nombre. Outre-Manche, le poète John Ruskin rêve de son côté dans les années 1870 d'une communauté idéale où les machines qui suppriment l'exercice physique et le travail artistique seraient interdites, et où seuls seraient utilisés les outils permettant l'épanouissement de la créativité individuelle. Contre les machines à vapeur qui polluent et exploitent, les seuls moteurs autorisés seront ceux qui utilisent les forces naturelles du vent et de l'eau.

Certains moments de changement des systèmes techniques furent particulièrement propices à ce type de réflexion, comme le fut l'apparition de l'électricité à la fin du XIXe siècle ou celle du numé-

"L'histoire des techniques reste souvent le récit de l'avènement des high-tech, de l'accroissement de la productivité et du gigantisme."

POUR APPROFONDIR...

Depuis deux siècles, les technocritiques sont foisonnantes et multiformes, elles émanent des philosophes et des romanciers comme des artisans et des ouvriers ; elles se retrouvent en Europe comme dans le reste du monde et nourrissent sans cesse des pratiques alternatives.

Technocritiques.
Du refus des machines à la contestation des technosciences,
Paris, La découverte, 2014,
420 pages, 28 €.

© BPK, Berlin, Dist RMN-Grand Palais - Klaus Göken

rique un siècle plus tard. Toutes deux ont inauguré l'espoir d'un monde technique plus doux, décentralisé et socialement plus acceptable que la grande industrie capitaliste, avant d'être réinvesties par les logiques du gigantisme et du gaspillage. Après la Seconde Guerre mondiale, alors que les transferts techniques s'intensifiaient vers les pays du Sud, certains ont également contesté l'exportation sans nuance des grandes technologies occidentales peu adaptées aux besoins du « tiers-monde ».

UNE RIVALITÉ CONSTANTE

Mais au-delà de ces multiples projets et utopies cherchant à réorienter le sens de l'évolution technique, c'est la réalité même des objets techniques du passé qui doit être réexaminée. L'histoire des techniques est largement une histoire mythique *(3)*. Contre le schéma modernisateur polarisé par la seule innovation, par l'obsession de la concurrence, et identifiant l'industrie aux vastes machines et infrastructures imaginées par les laboratoires et les multinationales, ce sont les outils simples, ordinaires, bricolés, qui ont longtemps façonné la vie des individus et accompagné l'industrialisation. Vivant dans un monde aux ressources et à l'énergie rares, les sociétés passées ont longtemps privilégié les low-tech en recourant prioritairement à des outils simples, peu coûteux et fabriqués localement, maîtrisables par des groupes restreints.

Au XIXe siècle, à côté de la production de masse encore minoritaire qui employait des machines spécialisées et du travail déqualifié afin de produire des biens standardisés, il existait ainsi une production « flexible » fondée sur un travail qualifié et des machines souples, qui permettait la fabrication de produits variés en utilisant peu de force *(4)*. Avant de s'imposer massivement au XXe siècle, l'automatisation, le taylorisme et les énergies dites fossiles restèrent longtemps limités, en dehors de quelques régions. L'énergie hydraulique, comme celle du vent et des animaux, ont ainsi fait l'objet de nombreuses améliorations et perfectionnements avant d'être rendues peu compétitives par le bon marché factice des énergies fossiles. Aujourd'hui encore, les techniques agricoles douces et les animaux de travail restent utilisés dans le monde et sont souvent plus efficaces et adaptés aux situations locales que les vastes machines fonctionnant au pétrole ou que les high-tech disruptives imaginées dans les laboratoires et start-up de la Silicon Valley.

L'histoire des techniques devrait cesser d'être le récit linéaire de la victoire inéluctable des high-tech sur les technologies anciennes pour penser plutôt la rivalité constante entre hautes et basses technologies, entre des technologies de la puissance fondées sur l'exploitation des ressources et sur la spécialisation des tâches et des technologies sobres et économes vers lesquelles devrait s'orienter la créativité des ingénieurs, malgré la pression des actionnaires et des pouvoirs publics. Il faut dorénavant être capable de s'opposer aux hautes technologies qui réduisent le vivant à un ensemble de paramètres physiques abstraits ou qui impliquent une gestion autoritaire et technocratique du monde et des humains.

(3) D. Edgerton, Quoi de neuf. Du rôle des techniques dans l'histoire globale, *Paris, Seuil, 2013.*

(4) C. Sabel et J. Zeitlin (ed.), World of Possibilities: Flexibility and Mass Production in Western Industrialization, *CUP/MSH, 1997.*

Le paradoxe de Jevons

© Ben Lamare

William Stanley Jevons

(1835-1882)

Si la quantité de charbon employée dans un haut fourneau diminue par rapport au produit, les profits de la branche augmenteront. Du capital nouveau sera attiré, le prix de la fonte baissera, mais sa demande augmentera. Le nombre accru de hauts fourneaux fera éventuellement plus que compenser la consommation réduite de chacun.

Ouvrage clef

Sur la question du charbon
(1865)

Efficacité : « *capacité de produire le maximum de résultats avec le minimum d'effort, de dépense* ». Graal des ingénieurs comme des économistes, l'efficacité est le cœur battant de la civilisation industrielle, le mantra de la croissance dite « verte ». En sus de nous tourner vers le solaire et l'éolien, nous allons rendre nos systèmes techniques tellement efficaces dans leur consommation de ressources et d'énergie que notre mode de vie occidental va devenir, à terme, soutenable d'un point de vue écologique. Preuves en seraient les immenses gains en efficacité opérés dans tous les domaines depuis le début de l'ère moderne. Mais est-ce bien vrai ? William Stanley Jevons s'interrogeait déjà au milieu de XIXe siècle. Cet économiste britannique n'a rien d'un gauchiste ou d'un écologiste avant l'heure : non seulement compte-t-il parmi les fondateurs de l'école néoclassique, mais il est aussi traversé par tous les fantasmes de son époque et de son milieu, de la vénération de la croissance aux chimères de la colonisation et de l'éducation des peuples. Pourtant, dans l'ouvrage *Sur la question du charbon*, publié en 1865, il révèle une contradiction profonde du système industriel de l'Empire britannique, alors première puissance planétaire : « *C'est une complète confusion d'esprit que de supposer que l'utilisation économique de combustible équivaut à une réduction de consommation. En vérité, c'est tout le contraire* ». Le combustible de l'époque, c'est le charbon. Et tandis que les progrès techniques augmentent les capacités d'extraction et réduisent la consommation des machines, la consommation globale ne fait que se démultiplier : c'est ce qu'on appellera plus tard l'effet rebond. Qu'il soit direct ou indirect, cet effet rebond s'est toujours vérifié : dans un système de croissance, les gains en efficacité ne se traduisent pas par un allègement de la consommation énergétique ou matérielle globale. C'est ce qui fait dire à de nombreux écologistes que la quête d'efficacité portée par le développement durable est une impasse. Pour certains décroissants, il faudrait au contraire orchestrer un « effet débond » : plutôt que de chercher un cercle vertueux dans les gains d'efficacité, nous devrions nous ingénier à tisser des liens intimes entre une baisse de la consommation matérielle, un ralentissement des rythmes de vie, un partage du temps de travail, la multiplication et l'approfondissement des activités sociales… et bien entendu le développement de technologies sobres. **Philippe Vion-Dury**

L'ambivalence des technologies

Il est difficile, déchirant même, de choisir et d'isoler un concept de la pensée de Jacques Ellul tant son œuvre forme un entrelacs complexe et insécable, faisant de l'historien et sociologue français la borne incontournable et fondatrice de toute réflexion critique sur le « système technique ». Une borne utile pour qui entend développer une innovation low-tech, et ne pourra faire l'économie d'une critique plus profonde envers le développement technologique actuel et passé. Entre autres, qui souhaite porter cette critique du progrès « aveugle » se verra nécessairement renvoyé à la neutralité de la technologie. « *Un couteau peut aussi bien servir à peler une orange qu'à tuer un homme* », rétorquera-t-on neuf fois sur dix. Comprendre : la technologie n'est ni bonne, ni mauvaise, tout dépend de l'usage qu'on en fait. Faux, répond Ellul dans *Le bluff technologique*, ouvrage majeur et synthétique de sa pensée publié en 1988. « *La technique porte ses effets en elle-même, indépendamment des usages.* » Il ajoute : « *J'entends par là que le développement de la technique n'est ni bon, ni mauvais, ni neutre, mais qu'il est fait d'un mélange complexe d'éléments positifs, "bon" et "mauvais" si on veut adopter un vocabulaire moral.* » La neutralité d'une technologie serait en réalité une illusion qui viendrait masquer les nuances, et nierait qu'une technologie particulière porte en elle ses effets. Les effets, de même que les nuances de « bon » et de « mauvais », ne sont pas les mêmes pour un couteau et pour un fusil. C'est là ce qu'Ellul désigne comme « l'ambivalence » des techniques. Ce qui, a priori, ouvre la porte à une réflexion positive sur les innovations : nous pourrions tenter de ne retenir que celles qui seraient les moins ambivalentes, dont on pourrait séparer les effets néfastes et vertueux, ou qui porteraient les effets les plus positifs. Encore faudrait-il pouvoir dresser une grille d'analyse des techniques, et en identifier les effets. Pour Ellul, il n'y a aucun « effets pervers », ceux-ci renvoyant à un vocable trop moral et inadapté. En revanche, « *tout progrès technique comporte trois sortes d'effets : les effets voulus, les effets prévisibles et les effets imprévisibles.* » Ellul, lui, restera toujours pessimiste : « *Plus il y a de progrès dans [un] domaine, plus la relation du "bon" et du "mauvais" est inextricable, plus le choix devient impossible, et plus la situation est tendue, c'est-à-dire moins nous pouvons échapper aux effets ambivalents du système.* » À voir si les ingénieurs et scientifiques adeptes de la démarche low-tech sauront, dans un avenir proche, mettre fin à la croyance au progrès aveugle et proposer des inventions dont les « effets voulus » parviendront à subjuguer les ambivalences. **Ph. V.-D.**

© Ben Lamare

Jacques Ellul

(1912–1994)

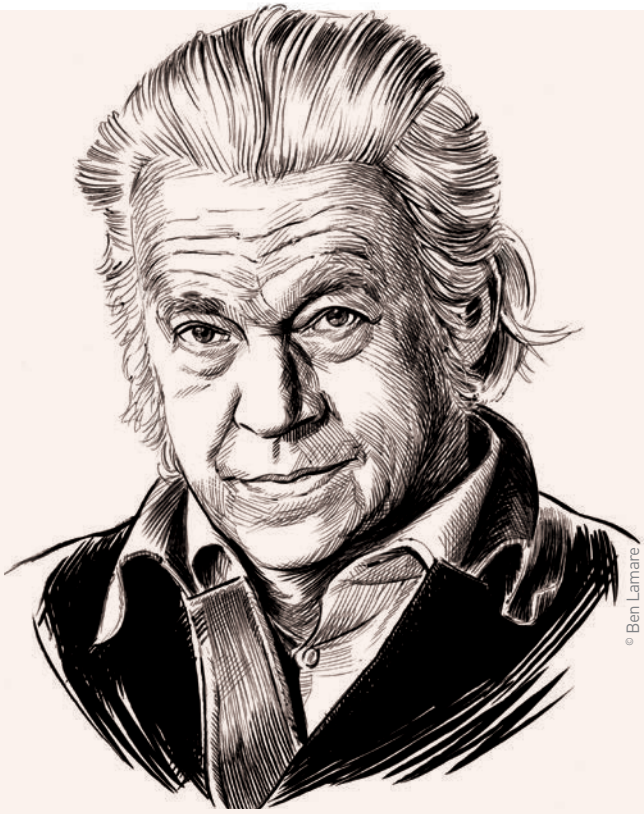
S'intéresser à la protection de l'environnement et à l'écologie sans mettre en question le progrès technique, la société technicienne, la passion de l'efficacité, c'est engager une opération non seulement inutile, mais fondamentalement nocive.

(Plaidoyer contre la « défense de l'environnement », janvier 1972)

Ouvrage clef

Le bluff technologique
(1988)

Une technologie à taille humaine



© Ben Lamare

Ernst Friedrich Schumacher

(1911–1977)

Je sais par expérience qu'il est plutôt plus difficile de conquérir la spontanéité et la simplicité que d'aller dans le sens d'une sophistication et d'une complexité toujours plus grandes. N'importe quel ingénieur ou chercheur de troisième catégorie peut accroître la complexité. Mais le retour à la simplicité demande un certain don de pénétration véritable.

Ouvrage clef

Small is beautiful
(1973)

Le grand apport de l'économiste Ernst Friedrich Schumacher est d'avoir réinscrit – entre autres choses – la technologie dans la perspective de l'échelle, d'avoir mis en relation le gigantisme et la sophistication d'un côté avec l'écologie et l'émancipation de l'autre. L'auteur du célèbre *Small is beautiful* (1973) développe le concept de technologie intermédiaire qui fait curieusement écho aux réflexions contemporaines sur les low-tech. Laissons-lui la parole in extenso. « *Le système de* production de masse – *qui repose sur une technologie sophistiquée, très gourmande en capital, tributaire d'une forte consommation d'énergie, et qui fait l'économie du travail de l'homme – présuppose que l'on soit déjà riche, car on a besoin d'un fort investissement en capital rien que pour établir un seul poste de travail.* Le système de production par les masses *mobilise, lui, les ressources inappréciables propres à tous les êtres humains : leur esprit éclairé et leurs mains expertes,* et leur donne en renfort des outils de première classe. *La technologie de la* production de masse *porte en elle la violence. Elle fait des ravages sur le plan écologique. Elle va à l'encontre du but recherché quant aux ressources non renouvelables et annihile la personne humaine. La technologie de la* production par les masses, *qui fait appel au meilleur de la connaissance et de l'expérience modernes, favorise la décentralisation, est compatible avec les lois de l'écologie, et fait un emploi modéré des ressources rares. Enfin, elle se propose de servir la personne humaine au lieu d'en faire l'esclave des machines. Je l'ai appelée* technologie intermédiaire (*ou* de niveau moyen), *pour indiquer qu'elle est de beaucoup supérieure à la technologie primitive des siècles passés tout en étant, dans le même temps, beaucoup plus simple, plus économique et indépendante que la super-technologie des riches.* » Et l'économiste de spécifier les quatre conditions de cette nouvelle structure agro-industrielle : que les lieux de travail soient construits là où vivent les populations qui en récoltent les fruits, que ces lieux de travail soient très peu coûteux pour limiter les besoins en capitaux, que les méthodes de production visent la simplicité maximale, que les matériaux utilisés soient locaux, et les produits consommés le soient également. Un changement d'échelle qui ne pourra être opéré qu'en décentralisant le pouvoir et en le confiant à des entités régionales. **Ph. V.-D.**

La révolution bioéconomique

Au tournant des années 1970, le mathématicien et économiste américain d'origine roumaine Nicholas Georgescu-Roegen secoue l'orthodoxie économique de l'époque avec un postulat simple : la croissance illimitée de la production et de la consommation viole les principes de base de la nature. Contre une vision « virtuelle » d'une économie circulaire et potentiellement infinie, il réintroduit les principes de la thermodynamique et de l'entropie : dans un « système clos » comme la Terre, les ressources et l'énergie tendent nécessairement vers l'épuisement. De là, une conclusion simple, résumée en une formule célèbre posée dans son ouvrage majeur, *La Décroissance* (1971 dans sa version originale) : « *Chaque fois que nous produisons une voiture, nous détruisons irrévocablement une quantité de basse entropie qui, autrement, pourrait être utilisée pour fabriquer une charrue ou une bêche. Autrement dit, chaque fois que nous produisons une voiture, nous le faisons au prix d'une baisse du nombre de vies humaines à venir.* » La grande gabegie de ressources du système thermo-industriel est donc irréversible, et toutes les ressources ainsi consommées sont « détruites », malgré les (maigres) efforts fournis en matière de recyclage. Selon l'économiste, la théorie économique est donc à la fois trop et trop peu matérialiste : trop, puisqu'elle réduit l'homme à un agent rationnel, l'homo œconomicus, et trop peu, puisqu'elle suppose des ressources infinies et rejette l'existence de limites. Nicholas Georgescu-Roegen oppose à cela un « programme bioéconomique minimal » visant à transformer le cadre institutionnel dominant et réinscrire l'économie dans des considérations biophysiques : « *Le processus économique n'est qu'une extension de l'évolution biologique et, par conséquent, les problèmes les plus importants de l'économie doivent être envisagés sous cet angle.* » Contre l'économie de croissance, l'économie stationnaire et le développement durable, il pose les bases de la décroissance : réduction de la consommation de matériaux et d'énergie, renoncement aux biens superflus, diminution progressive de la population, maîtrise démocratique de l'innovation technologique… La révolution bioéconomique est un changement de paradigme culturel, institutionnel et économique toujours susceptible de nourrir les réflexions portées par le mouvement low-tech près d'un demi-siècle plus tard. **Ph. V.-D.**

© Ben Lamare

Nicholas Georgescu-Roegen

(1906-1994)

> *L'humanité est comparable à une famille qui consommerait toutes les provisions, limitées, d'un garde-manger et jetterait les inévitables détritus dans une poubelle, en l'occurrence l'espace alentour.*

Ouvrage clef

La décroissance
(1971)

La cité organique

© Ben Lamare

Lewis Mumford

(1895–1990)

Ce que j'appellerai technologie démocratique est la méthode de production à petite échelle, qui repose principalement sur l'habileté de l'homme et sur l'énergie animale, mais qui, même lorsqu'elle emploie des machines, reste sous le contrôle direct de l'artisan ou du fermier, chaque groupe développant ses aptitudes propres par des arts adaptés et des cérémonies sociales autant que par l'usage limité des ressources naturelles.

(Pour une technologie démocratique, 1963)

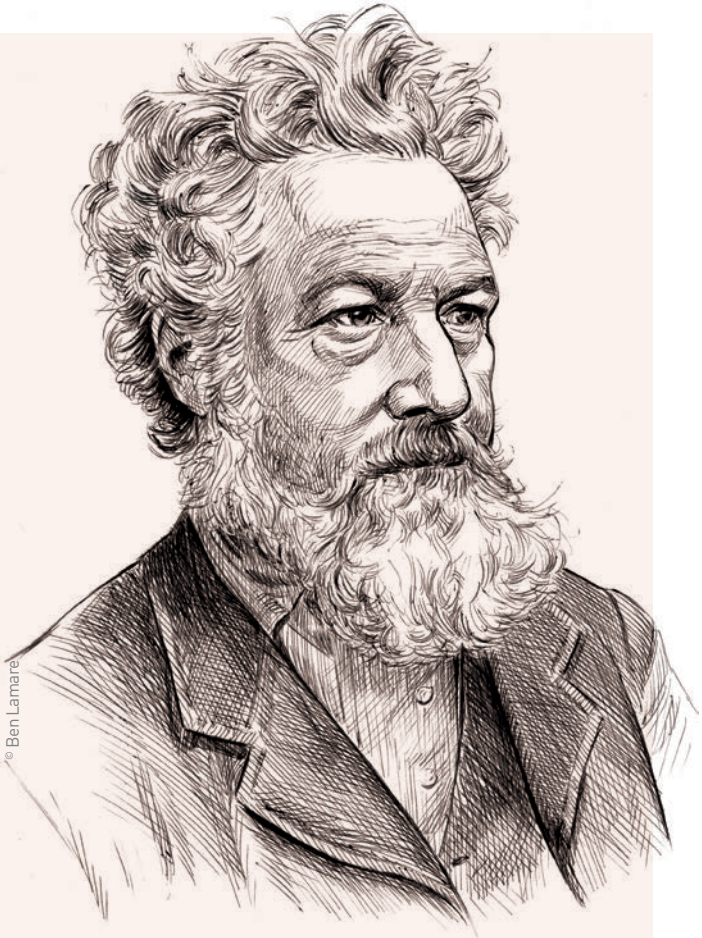
Ouvrage clef

La Cité à travers l'Histoire
(1961)

« *En contraste avec la diversité organique, présente originellement dans la nature et enrichie par une large part des efforts historiques de l'homme, l'environnement dans sa totalité devient aussi uniforme et aussi rectiligne qu'une autoroute de béton, afin de permettre le fonctionnement uniforme d'une masse uniforme d'unités humaines.* » Biologie, environnement, urbanisme, anthropologie, histoire, technique… Toutes les dimensions de la pensée de Lewis Mumford sont condensées dans cette citation extraite de son ouvrage *Les transformations de l'homme* (1956). Pensée d'une ampleur rare sillonnant une bibliographie considérable, pensée dont chaque aspect est susceptible de nourrir une démarche low-tech. Parmi les nombreux axes de réflexions développés par ce critique d'architecture et historien des arts américain, la cité occupe une place prédominante. Au sortir de la Première Guerre mondiale, le jeune Mumford assiste avec effroi au déploiement de la métropolisation, à l'essor de la mégapole à laquelle il opposera plus tard le concept de « région urbaine », enfant de la « cité-jardin » de l'urbaniste britannique Ebenezer Howard. À la ville industrielle qui « *dévore sa propre substance* », il préfère des « cités organiques » qui s'unifieraient en constellation pour former un réseau décentralisé au sein de régions réconciliant la ville et la campagne. Quel serait le visage de cette cité ? Dans un entretien à la revue *Métropolis* en 1974, il détaille sa vision. Si « *le retour en arrière est, aujourd'hui, le seul moyen d'aller de l'avant* », il sauve la « grande ville » contre le fantasme d'une existence villageoise, mais en fixe la démographie entre quelques dizaines et quelques centaines de milliers d'habitants. Au-delà, on bascule dans la métropole qui « *ne tient que par les techniques de communication [modernes].* » Cette décroissance démographique urbaine et le dépassement du « mythe de la machine » sont les conditions *sine qua non* pour basculer dans une société à taille humaine – libérée de la centralisation des « *méga-machines* », ainsi qu'il qualifie les grandes organisations hiérarchiques – et permettre enfin d'« *humaniser l'humanité* ». Unités de voisinage en collaboration, énergies et consommation locales, respect de la nature encore sauvage, fin de l'obsolescence programmée (qu'il nommait alors « démographie des produits »), fait-main contre production à la chaîne, artisanat contre industrie, technologie « démocratique » contre technologie « autoritaire »… Les traits de la société organique de Mumford ressemblent curieusement à un manifeste low-tech, avec six décennies d'avance. **Ph. V.-D.**

La désobéissance artistique

Difficile de faire plus inclassable que William Morris : né aux premières heures de l'Angleterre victorienne, ce britannique fut fabricant, designer textile, imprimeur, éditeur, traducteur, romancier, poète, conférencier, peintre, dessinateur et architecte, cofondateur de la Socialist League en 1885 et inspirateur du mouvement Arts and Crafts qui entendait réformer les arts décoratifs. Inclassable et chamarrée est sa pensée, aussi, palette aux nuances d'utopisme, de socialisme, de marxisme, s'exprimant dans tous les domaines et de toutes les manières.
Cet esthète révolutionnaire porte une exigence fondamentale simple : « *le droit de vivre dans un monde de beauté* ». Quitte à revendiquer, dans le célèbre texte « Comment nous pourrions vivre » (1884), une forme de « désobéissance artistique » à la manière d'un Thoreau : « *Je n'accepterai point d'endosser l'habit rouge du soldat ni qu'on m'envoie tirer sur mon ami français, allemand ou arabe dans une querelle dont le sens m'échappe : je me rebellerai plutôt. Je n'accepterai pas non plus de gaspiller mon temps et mon énergie à fabriquer un colifichet dont je sais que seul un imbécile en voudra ; je me rebellerai plutôt* ». Mais sa résistance est œuvre d'édification, et sa plume se met au service d'un projet concret qu'il décrit dans ses conférences et sous la forme utopique dans *News from Nowhere*, roman de science-fiction publié en 1890 et imaginant un monde artisanal, sans argent, en harmonie avec la nature. Pour Morris, l'artisanat et les arts décoratifs, en plus d'être désirables, sont également subversifs dans une société qui s'industrialise rapidement.
« *Nous sommes les derniers représentants de l'artisanat auquel la production marchande a porté un coup fatal* », se désole-t-il dans *L'art et l'artisanat d'aujourd'hui*.
Face à la laideur du colifichet standardisé et destiné à la consommation (bientôt) de masse, l'artisanat ajoute de la beauté aux objets, un supplément d'âme, mais aussi de la beauté à l'acte de travail lui-même, et donc finalement au travailleur et au monde qui l'entoure.
La machine n'est pas absente du rêve de Morris, mais elle est simplement employée pour « *soulager les gens de la partie la plus mécanique et la plus rebutante du travail nécessaire* ». Le révolutionnaire s'inscrit ici dans la pensée d'Aristote : confier les tâches liées à la survie à des automates est le moyen idéal de la liberté. Au-delà, pour déterminer l'emploi d'une machine ou le recours au travail à la main, seul compte « *le plaisir de l'ouvrier et la qualité du produit.* » **Ph. V.-D.**



William Morris

(1834–1896)

La lumière du soleil, l'air pur, la surface préservée de la terre, la nourriture, le vêtement, le logement dans la mesure du nécessaire et du décent ; la conservation de toutes les formes de savoir et la faculté de les diffuser ; les œuvres d'art, la beauté que l'homme crée quand il est véritablement homme, volontaire et réfléchi – toutes choses qui participent au plaisir de gens libres, courageux et sains. Voilà la richesse.

(La civilisation et le travail, 1884)

Ouvrage clef

News from Nowhere
(*Nouvelles de nulle part*, 1890)

UN CONTRE-POUVOIR POPULAIRE

Faire de la technique un enjeu politique

Dans les discours critiques de la technologie moderne, quelques rares voix écologistes plaident pour ramener la recherche et le développement entre les mains du public. Les technologies introduites dans notre quotidien doivent être soumises à un véritable débat démocratique pour révéler leur potentiel libérateur. **Vincent Gerber***

* *Vincent Gerber est historien de formation, fondateur de la plateforme internet ecologiesociale.ch, et spécialiste du penseur et militant Murray Bookchin. Il est l'auteur de* Murray Bookchin et l'écologie sociale. Une biographie intellectuelle *(Écosociété, 2013).*

La vision à porter sur la technologie alimente toujours les discussions au sein du mouvement écologiste. Si on y remarque un certain consensus sur la remise en question de l'idéologie du Progrès et de ses buts mercantiles, le point de vue sur « quelle technologie nous voulons » se montre plus confus et clivant. Low-tech, high-tech, outils conviviaux, à petite échelle, standardisés ou non… Quelle technologie pour quelle écologie ? Un vrai débat. Cependant, la réflexion masque que notre marge de manœuvre dans le domaine se révèle en réalité très faible. Dans un monde toujours plus machiniste et technocratique, la véritable question à se poser face au progrès technologique serait peut-être bien : qui le dirige ?

« *La technologie est le fondement structurel d'une société ; c'est dans le cadre qu'elle définit que viennent s'inscrire l'économie et la plupart des institutions.* » *(1)* Ces mots de Murray Bookchin posent d'emblée l'enjeu majeur dont il est question ici. Face aux nombreux critiques de la technologie et du progrès, cet écologiste libertaire états-unien a montré à quel point notre vision sur le produit de la recherche scientifique avait toujours été soumis à une forme d'ambiguïté, oscillant entre libération et aliénation. Il s'agirait dès lors surtout de la considérer en termes de potentiel : « *Ce dont il s'agit ici, c'est essentiellement de potentialité. Je ne prétends nullement que la technologie soit nécessairement libératrice ni constamment profitable au développement de l'homme ; pas plus que je ne crois que les machines et la mentalité technologique nous condamnent à être leurs esclaves.* » *(2)*

> **"Un progrès technologique peut être considéré comme neutre jusqu'au moment où il est mis en pratique, sous forme d'un procédé ou d'une machine, qui sera elle déterminée par d'autres impératifs – de profits en particulier."**

Bookchin relevait que nos innovations techniques pourraient être sélectionnées et conçues pour servir l'espèce humaine et la libérer du labeur, voire l'affranchir définitivement de la peur du manque et de la rareté, à condition que celles et ceux qui les développent décident sciemment d'aller vers ces buts. Dans son écologie sociale, Bookchin a voulu montrer qu'il ne fallait pas confondre la science, qui se place au niveau de la recherche, c'est-à-dire en amont du processus, et sa mise en application concrète via les machines et autres appareils « domestiques » que nous côtoyons. Selon le père de l'écologie sociale, un progrès technologique peut être considéré comme neutre jusqu'au moment où il est mis en pratique, sous forme d'un procédé ou

(1) Murray Bookchin, « Vers une technologie libératrice », Ecosociété, 2013.

(2) Ibid.

© Amon Carter Museum of American Art.

Père fondateur du précisionnisme, mouvement influencé par le cubisme et le futurisme apparu dans les années 1920 aux États-Unis, l'Américain Charles Sheeler commença sa carrière comme photographe commercial. Spécialisé dans le domaine de l'architecture, des usines et des machines il travailla notamment pour Ford, dont il peint et photographie les usines. En 1940, le magazine Fortune, *lui commande une série de six œuvres dont cette peinture,* Conversation – Sky and Earth, *fait partie.*

d'une machine, qui sera elle déterminée par d'autres impératifs – de profits en particulier. Et qui entraîne avec elle des implications sociales et écologiques inévitables mais généralement peu prises en compte par ses promoteurs.

UNE ABSENCE DE POUVOIR DÉMOCRATIQUE

Là où le bât blesse, c'est que pour faire émerger le potentiel libérateur et libertaire de nos avancées technologiques, une réelle reprise en main démocratique de leur développement se révèle nécessaire. Un constat partagé par Richard Sclove, qui en a fait le point de départ de sa propre réflexion, poursuivant et enrichissant la pensée de Bookchin.

Ancien assistant de recherche, Richard Sclove a constaté à quel point aucune étude de recherche et développement ne se penchait sérieusement sur les conséquences sociales de l'introduction de nouvelles technologies. Ces dernières sont lancées sur le marché essentiellement à partir d'analyses marketing et de rendement. Il est pourtant évident, nous dit Sclove, que derrière toute technologie se cache un mélange d'économie, d'éthique et de politique. Des motivations économiques, voire militaires, sous-tendent l'orientation de la recherche aujourd'hui, bien avant les besoins humains. Au travers du développement d'une nouvelle machine se retrouvent le rôle du marché capitaliste et la mainmise des grands groupes sur les brevets et sur le développement des outils dont nous sommes dépendants dans notre quotidien. Et sur lesquels nous avons perdu tout pouvoir d'influence.

Partisan comme Bookchin d'une démocratie directe, imaginée sous la forme d'une fédération de communautés à taille humaine, Richard Sclove estime qu'une société démocratique qui croit en ses valeurs doit garder la mainmise sur le développement et l'accès aux technologies par celles et ceux qui en ont besoin. Une évidence loin d'être réalisée aujourd'hui. Au contraire, les processus de conception des outils de demain « *sont dominés par des groupes relativement homogènes, essentiellement composés d'hommes blancs partageant à l'évidence un intérêt implicite à écarter des innovations susceptibles de compromettre leur position sociale privilégiée* » *(3)*.

Sclove va dès lors plaider pour une démocratisation de la recherche scientifique et la création de technologies pro-démocratie. Le facteur central qui doit déterminer si une machine se révèle bénéfique ou non est donc bien pour lui la réponse à la question : est-ce qu'elle renforce ou, au contraire, diminue le contrôle démocratique sur la société et amène à de nouvelles hiérarchies et de nouveaux déséquilibres sociaux ? L'auteur va dans cette optique mettre au point toute une série de critères permettant de juger et d'orienter vers un développement favorable à une société réellement démocratique.

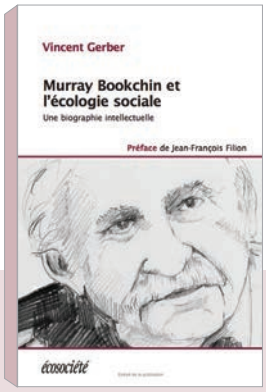
On retrouve parmi eux les considérations usuelles sur l'écologie, la santé ou encore la flexibilité des appareils conçus. Mais Sclove y ajoute surtout la recherche d'un contrôle citoyen sur ces développements, avec des injonctions comme « *éviter les technologies génératrices de relations sociales autoritaires* », « *réduire au maximum le besoin social de pratiques technologiques sans intérêt, débilitantes, ou aliénant l'autonomie* », « *éviter les technologies qui présentent, du point de vue de la démocratie, une propension indéniable à inculquer des croyances idéologiques* », « *éviter les technologies qui exacerbent ou créent de nouvelles inégalités* » *(4)*, etc.

CONSCIENTISER ET POLITISER LE DÉBAT

Pour pouvoir ainsi peser sur le développement technologique et s'assurer qu'il respecte ces critères, Sclove annonce d'emblée que croire en l'effet autorégulateur du marché ou à l'indépendance des spécialistes est un leurre. Ces derniers en particulier se montrent trop centrés sur leur propre domaine de compétences et ne peuvent prendre en considération les répercussions culturelles, sociales, voire même psychologiques amenées par l'introduction d'une nouvelle technologie. Parmi les pistes étudiées pour rompre avec la confiscation de l'innovation par une élite, Sclove met en avant plusieurs exemples.

Le premier est celui des Amish, culture conservatrice certes mais qui, selon les mots de l'auteur, « *décide de son évolution en toute conscience* » *(5)*. Sans idéaliser le modèle, Sclove montre que lors de l'arrivée d'une nouvelle technologie en son sein, « *chaque communauté amish*

"Reste à développer un contre-pouvoir populaire capable de peser dans un domaine qui domine toujours plus profondément notre quotidien."



POUR APPROFONDIR...

Choisissant le mode de la biographie intellectuelle, Vincent Gerber croise les événements biographiques de Bookchin avec l'évolution de sa pensée, riche en propositions politiques : décentralisation, démocratie directe, technologies et villes à échelle humaine...

Murray Bookchin et l'écologie sociale. Une biographie intellectuelle,
Ecosociété, 24 avril 2013,
180 pages, 17 €.

locale – agissant collectivement plutôt que comme un ensemble d'individus autonomes – se demande en quoi l'adoption d'une technologie affecterait la communauté dans son ensemble. [...] Il arrive cependant que les Amish mettent une nouvelle technologie "à l'essai", n'autorisant son adoption qu'à titre probatoire afin de pouvoir en apprécier les résultats. Ainsi, après une période d'essai, les téléphones privés, les générateurs électriques et les ordinateurs ont finalement été interdits dans différentes communautés amish » (6). Les calculatrices, en revanche, ont été tolérées, tout comme de grands réservoirs à lait refroidis par des moteurs diesels. Le processus démocratique a amené à la sélection raisonnée des outils les plus adéquats pour les besoins d'une communauté donnée. Une approche centrée sur le débat démocratique correspondant assez bien à la vision de Bookchin.

Si l'exemple amish est particulier, avec une société très fermée et de petite taille difficile à reproduire, une vision plus moderne de ce principe peut se retrouver au Danemark. Reprenant le fonctionnement des jurys populaires, le gouvernement danois a organisé des « conférences de consensus » sur la technologie depuis les années 80, pour permettre aux citoyens et citoyennes d'exprimer leur point de vue et de peser sur le domaine de la recherche scientifique. Un certain nombre de personnes, généralement rémunérées, se voient désignées (par tirage au sort ou sur appel à candidatures) pour échanger avec des experts d'un domaine, lié à un débat de société. Le thème de la conférence peut être l'introduction d'une nouvelle technologie, voire une question de recherche expérimentale. Après les délibérations, le groupe se retire et émet un compte-rendu des échanges, transmis à l'instance politique compétente.

Ces conférences visent à priver les experts – qui sont aujourd'hui les seuls à être consultés – du monopole de la pensée. Aucun spécialiste n'est en réalité plus apte qu'une personne lambda à anticiper l'ensemble des conséquences qui découleront de l'introduction d'une innovation technologique dans l'environnement quotidien des gens. La limite de la démarche reste cependant que, contrairement à l'exemple amish, elle demeure non contraignante dans le processus législatif. Si la médiatisation du compte-rendu lui donne un poids politique certain, Sclove relève que l'apport principal de ces conférences a surtout été d'augmenter de façon importante le niveau de conscience général du public sur les questions scientifiques.

© Lilkeaduck

Les Amish délibèrent avant l'introduction d'une nouvelle technologie dans leur société.

UN MOUVEMENT POLITIQUE

Ce qui importe dans ces exemples, c'est peut-être bien le processus d'adoption. Le fait de réimpliquer la population et lui donner du poids dans un domaine qui jusque-là l'excluait. L'enjeu va néanmoins bien plus loin : « *[...] il ne suffit pas d'encourager les citoyens à participer : ils doivent être souverains – par rapport aux experts. Seul un corps de citoyens formé collectivement a la compétence, en agissant par le biais d'institutions représentatives et participatives, d'entreprendre les délibérations nécessaires à l'expression de leur propre liberté » (7)*. Facteur d'enrichissement et de création d'inégalités, le domaine de l'innovation et du développement des outils de demain se trouve aujourd'hui verrouillé par le privé. Dès lors, un travail politique doit être réalisé pour que le développement technologique ne soit pas laissé aux seuls acteurs de l'économie capitaliste. La consommation orientée ou le boycott seuls ne suffisent pas à opérer un changement sociétal suffisant. Reste à développer un contre-pouvoir populaire capable de peser dans un domaine qui domine toujours plus profondément notre quotidien. En définitive, il s'agit de mener un combat contre la centralité de l'économie dans nos existences à laquelle seuls un renversement du libéralisme capitaliste et un changement institutionnel profond peuvent mettre un terme. « *Une technologie libératrice présuppose des institutions libératrices » (8)*, résume Bookchin.

Étant donné le poids de la technologie dans nos vies, il est impératif aujourd'hui de redevenir actrices et acteurs de son développement et de pouvoir agir en amont, au niveau de la conception même et non de sa seule sélection finale. Une fois reliées aux besoins réels de la population, nos technologies pourraient devenir plus diversifiées, moins homogènes, moins intrusives et également moins génératrices de dépendance vis-à-vis de ceux et celles qui les pensent. Le combat contre l'obsolescence programmée, pour le respect des données personnelles et privées et au bout du compte pour réactualiser l'idéal d'une technologie aidante et démocratisée est à ce prix.

(3) Richard Sclove, Choix technologiques, choix de société, *éd. Charles Léopold Mayer, 2003.*

(4) Idem, pp. 99, 105, 110, 114.

(5) Idem, p. 9.

(6) Idem, pp. 10 et 88.

(7) Idem, p. 171.

(8) Murray Bookchin, The Ecology of Freedom, *1982 AK Press, p.328.*

L'ARCHIPEL DES CONVIVIALITÉS

De l'extension du domaine convivial

Refus du gigantisme, frugalité, horizontalité, expérimentation… La démarche low-tech plonge profondément ses racines dans l'idée de convivialité, concept clef développé par le penseur iconoclaste Ivan Illich. **Thierry Paquot***

** Thierry Paquot, philosophe, s'intéresse aux utopies et à la géohistoire de la pensée écologique. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages dont* Lewis Mumford, pour une juste plénitude *(Le Passager Clandestin, 2015) et* Ivan Illich, pour une ascèse volontaire et conviviale *(Le Passager Clandestin, 2019).*

En 1973, alors que le monde thermo-industriel connaît son premier choc pétrolier, un ouvrage qui sera bientôt culte paraît en français : *La Convivialité* d'Ivan Illich. L'auteur d'*Une société sans école*, livre polémique paru deux ans plus tôt, apparaît alors comme un penseur sulfureux ou du moins dérangeant. Ce contestataire atypique – un prêtre sans paroisse – échappe au clivage droite/gauche sans pour autant se proclamer « écologiste » ou « tiers-mondiste », et oblige en cela ses lecteurs à penser autrement la dénonciation du capitalisme et l'élaboration de pratiques alternatives. Au sein du CIDOC (*Centro Intercultural de Documentacion*) qui fonctionne de 1966 à 1976 à Cuernavaca (Mexique) et où travaille Illich, de nombreux intellectuels, activistes et militants du monde entier, échangent et publient des documents de travail sur tous les sujets ayant trait à la dénonciation du « développementisme », cette idéologie de la « croissance pour la croissance » imposée par les pays industriels à l'ensemble du monde.

LES SEUILS DE RETOURNEMENT

C'est là également qu'Ivan Illich élabore sa critique des institutions qu'il perçoit comme étant au service du productivisme et qu'il rédige les ouvrages qu'il appellera plus tard ses « pamphlets » : *Libérer l'avenir*, *Une société sans école*, *Énergie et équité*, *La Convivialité* et *Némésis médicale*. Il y développe la loi de la contre-productivité des services qu'il met au point avec Jean-Pierre Dupuy et qui stipule que « *lorsqu'une activité outillée dépasse un seuil défini par l'échelle* ad hoc, *elle se retourne d'abord contre sa fin, puis menace de destruction le corps social entier.* » *(1)* Au-delà d'un certain seuil de développement, l'école désapprend, l'hôpital rend malade, les transports deviennent chronophages, etc. La rédaction de *La Convivialité* le préoccupe considérablement, et plusieurs versions se succèdent jusqu'à l'impression en français qu'il considérera alors comme la plus aboutie. Il veut, annonce-t-il d'emblée, « *travailler à un épilogue de l'âge industriel* » et se persuade que son livre permettra aux deux-tiers de l'humanité qui ne sont pas encore entrés dans l'âge industriel de passer directement à un âge post-industriel et d'éviter ainsi les calamités de l'industrialisme. Une telle responsabilité le rend fébrile, confiant à ses proches qu'il s'était même « effondré » lorsqu'il entama la rédaction de l'ouvrage. À cette époque, il ignore que le « système technique » allait, de son vivant, se substituer à « l'âge des outils » sur l'ensemble du globe. Une nouvelle « donne » technologique qui va subordonner tout individu et contrarier son autonomie.

DE L'OUTIL CONVIVIAL À LA RICHESSE VERNACULAIRE

Pourquoi parler de « convivialité » ? Le mot anglais *conviviality*, repris par Ivan Illich, est introduit dans la langue française par Jean Anthelme Brillat-Savarin dans son ouvrage *Physiologie du goût* publié en 1825. Le gastronome parle d'« esprit de convivialité », et c'est bien de cela qu'il s'agit, plus que d'un agréable banquet entre amis… « *J'appelle* société conviviale *une société où l'outil moderne est au service de la personne intégrée à la collectivité, et non au service d'un corps de spécialistes. Conviviale est la société où l'homme contrôle l'outil.* » *(2)* Dans une telle société, « *L'outil est* convivial *dans la mesure où chacun peut l'utiliser, sans difficulté, aussi souvent ou aussi rarement qu'il le désire, à des fins qu'il détermine lui-même. L'usage que chacun en fait n'empiète pas sur la liberté d'autrui d'en faire autant.* » On l'a compris, une bicyclette est conviviale, dans la mesure où n'importe qui peut la réparer. En revanche,

(1) La Convivialité, *OC1, 2003, p.454.*

(2) ibid, p.456.

Imaginée par le sénateur américain Gaylord Nelson et diffusée en 1970 aux États-Unis pour promouvoir la Journée de la terre, cette affiche apocalyptique marquera la prise de conscience écologique de la société américaine. Après quatre mois d'affichage, la campagne est un succès : 20 millions d'Américains descendent dans la rue pour protester contre la pollution de l'air. Le terme « effluent society » est un jeu de mot sur effluent, *signifiant « déchet », et* affluent, *« abondant ».*

les centrales nucléaires ne le sont pas, comme le démontrent Tchernobyl et Fukushima… sans compter qu'elles contribuent à une surabondance d'énergie qui, paradoxalement, provoque la crise de l'énergie ! Il convient, par conséquent, de fixer des limites à ce type de croissance en favorisant l'ascèse. « *Par* askêsis*, aujourd'hui, j'entends la fuite délibérée de la consommation quand elle prend la place de l'action conviviale. C'est l'*askêsis*, non pas le souci que j'ai de ma santé, qui me fait prendre les escaliers malgré la porte de l'ascenseur ouverte, me fait envoyer un billet manuscrit plutôt qu'un e-mail, ou me conduit à essayer de trouver la réponse à une question sérieuse avant de consulter une base de données pour voir ce qu'en ont dit les autorités qui ont pu achopper avant moi sur la même difficulté.* » *(3)* Ivan Illich dénonce les « professions mutilantes » et le « monopole radical » dans *Le chômage créateur* (1977) qui est sous-titré « Postface à *La Convivialité* ». Les premières désignent les enseignants, médecins, assistants sociaux, bref, celles et ceux qui « savent » mieux que vous ce qui vous concernent – qu'on appellerait aujourd'hui les « sachants »… Quant au « monopole radical », il s'agit de la suprématie d'un produit industriel ou d'un service professionnel acquis sur le marché à la place des activités que chacun auparavant exerçait et qu'il ne sait ou ne peut plus faire. Par exemple, lors de l'introduction de la voiture dans la société, les citoyens avaient d'abord le choix d'en avoir une ou non. Celle-ci se diffusant et devenant un monopole radical, chacun n'a alors plus eu le choix que de la marque et du modèle…

Ici, l'*avoir* l'emporte désespérément sur le *faire*. Pour valoriser le *faire*, Ivan Illich, dans *Le Travail fantôme* (1981), s'attarde sur ce qui relève d'une production domestique, *fait main et chez soi* : « *Le terme "vernaculaire" vient d'une racine indo-germanique impliquant l'idée d'"enracinement", de "gîte". En latin,* vernaculum *désignait tout ce qui était élevé, tissé, cultivé, confectionné à la maison, par opposition à ce que l'on se procurait par l'échange.* » *(4)* Par le vernaculaire, il renoue avec toutes les modalités du *faire par soi-même* qu'apprécie la low-tech, expression non usitée alors. Il mentionne élogieusement l'utile *Guide to Convivial Tools* que réalise Valentine Borremans (New York, The Library Journal, numéro spécial 13, 1979), ouvrage également commenté par Michel Bosquet (pseudonyme d'André Gorz) dans le *Nouvel Observateur* du 31 décembre 1979 en ces termes : « *L'Archipel de la convivialité (…) révèlera à des centaines de milliers d'individus, qui se croyaient marginaux, qu'ils forment en réalité un archipel immense dont, pour la première fois, un livre d'exploration commence à recenser les îles et d'indiquer les contours.* »

UNE PREMIÈRE VAGUE AVORTÉE

Ivan Illich peut certainement observer à son époque d'innombrables expérimentations sociales que nous désignons maintenant par « alternatives ». Il n'en fait pourtant pas mention, préférant un propos théorique incitatif à un quelconque mode d'emploi d'une convivialité en kit. Certaines communautés hippies aux États-Unis, au cours des années 1960 et 1970, ont ainsi misé sur l'autarcie agricole et artisanale tout en économisant l'énergie et en pariant sur le solaire. On en trouve des traces dans *The Last Whole Earth Catalog: Access to Tools* (New York: Portola Institute, Random House, 1971). Lors de la conférence Habitat I, organisée à Vancouver en 1976 par le département des Nations unies dédié à l'« habitation du plus grand nombre », Ivan Illich découvre l'incroyable richesse vernaculaire en matière de constructions – que son ami l'architecte britannique John Turner présente également dans *Housing by people* (1976). Il est certain qu'Ivan Illich était informé par les visiteurs qui venaient à Cuernavaca du monde entier de procédés techniques traditionnels et de réalisations assurant à chacun son autonomie. Cet incroyable creuset transculturel va malheureusement tourner au ralenti à la suite de la fermeture du CIDOC. Le contexte mondial d'alors se nourrit de la contestation de la jeunesse, tant celle des campus nord-américains mobilisés contre la guerre au Vietnam que des tentatives néo-rurales des soixante-huitards français et italiens et des « communes urbaines » allemandes, hollandaise ou danoises au lendemain du joli mois de mai… Le *Do It Yourself* se généralise au point où les multinationales, dans tous les domaines, en font un slogan pour vendre leurs produits ! Le qualificatif « convivial » est mis à toutes les sauces. Cette formidable récupération par la société de consommation de tout ce qui la brocardait se révèle efficace : après la vague libertaire, la plage consumériste…

“Par *askêsis*, aujourd'hui, j'entends la fuite délibérée de la consommation quand elle prend la place de l'action conviviale.”

POUR APPROFONDIR…

Philosophe, historien, prêtre « en congé » de l'Église, professeur itinérant, fondateur d'une université libre… Illich fut une figure incontournable des débats intellectuels des années 1970. Sa pensée stimulante et anticonformiste accompagne aujourd'hui nombre de pratiques alternatives.

Ivan Illich pour une ascèse volontaire et conviviale,
Le Passager Clandestin, 2019,
110 pages, 8 €.

LE NOUVEL « ARCHIPEL DE LA CONVIVIALITÉ »

Et si nous en étions à nouveau là ? Et si la « recherche conviviale » avait été suspendue durant une trentaine d'années, et qu'elle renaissait depuis peu ? Sans s'inscrire dans une continuité illichienne, peut-être, mais invitant tout de même les gens, tous les gens, à « *faire toujours plus avec toujours moins* » ? Depuis une dizaine d'années surgissent ici et là des collectifs d'architectes, de paysagistes, de designers et aussi de simples citoyens qui refusent l'obsolescence programmée et la dépendance au marché et décident de réparer, réemployer, réutiliser… Certes, dans leur coin, des solitaires œuvraient pour le « toujours mieux » qui ne repose pas sur un « toujours plus », comme le designer Victor Papanek, l'urbaniste Jan Gehl, l'architecte Lucien Kroll et sa femme paysagiste Simone Kroll, Daniel Cérézuelle et Guy Roustang qui fonde le PADES (Programme Autoproduction et Développement Social) en 1996 et quelques autres, sans toutefois faire « école ». À présent, nous assistons à une démultiplication créative de petites équipes pluridisciplinaires qui choisissent la convivialité – sans nécessairement se revendiquer d'Ivan Illich – pour *faire*. Edith Hallauer, dans sa thèse soutenue en 2017 et intitulée *Du vernaculaire à la déprise d'œuvre*, décrit et analyse cet archipel de la convivialité où rayonnent plusieurs « phares » tels Patrick Bouchain, Pierre Frey ou Gilles Clément, et scintillent diverses balises comme ETC., Encore Heureux, MIT, Bellastock, Bruit du Frigo, Saprophytes, Yes We Camp, Échelle Inconnue, Bergers urbains… *(5)* Des homologues leur font écho dans de nombreux pays et l'on peut estimer que nous assistons à une floraison de « collectifs » qui partagent peu ou prou les mêmes intentions : renouer avec un savoir-faire artisanal, privilégier la participation avec les habitants et la coopération entre les métiers, utiliser des matériaux bio-sourcés disponibles à proximité, réutiliser l'existant, valoriser les compétences de chacune et chacun, viser l'économie des moyens et des énergies, s'inscrire dans un territoire, exalter la beauté simple façonnée par l'approche conviviale… Philippe Madec, Dominique Gauzin-Müller et Alain Bornarel ont lancé un *Manifeste pour une frugalité heureuse et créative* qui emprunte à Ivan Illich ses conceptions de la convivialité, du vernaculaire et des communaux. Autant l'avouer, ces initiatives s'apparentent à la low-tech et réclament une *décroissance* désirée et maîtrisée. La violence du tout-béton, la dépendance du tout-électrique, la tyrannie du mondial sur le local, la mainmise du marché sur le vernaculaire, l'opposition séculaire entre le sachant et l'apprenant, la rivalité telle une fatalité entre les corps de métier, l'acceptation du gaspillage comme expression de la richesse, le refus de tenir compte du vivant considéré comme étranger à l'humain, sont autant d'obstacles à l'éclosion de ces petites révolutions minuscules qui pourtant représentent des alternatives incrémentales à l'*hubris* que cultivent les partisans du productivisme et que dénonçait, en son temps, Ivan Illich. Celui-ci saurait-il se réincarner dans ces collectifs ? Je veux bien le croire…

Ivan Illich au Mexique, 1976.

© Gordian Troeller et Marie-Claude Defarge.

(3) « Soins médicaux pour systèmes immunitaires ? », 1994, La Perte des sens, *2005, p.266.*

(4) OC2, 2005, p.151.

(5) Cf. Alter-architectures manifesto : Observatory of innovative architectural and urban processes in Europe, *sous la direction de Thierry Paquot, Marco Stathopoulos et Yvette Masson, Milan et Gollion, Eterotopia et Infolio, 2012 ;* L'Hypothèse collaborative. Conversation avec les collectifs d'architectes français, *sous la direction de l'Atelier Georges et de Mathias Rollot, Paris, La cabane d'édition Hyperville, 2018, qui présente l'historique et la philosophie d'une quinzaine de « collectifs ».*

PARTIE 3

SE JETER A LOW

Peintre, affichiste et sculpteur originaire de Koursk, Alexandre Deïneka étudie au Vkhoutemas, les Ateliers supérieurs d'art et de technique fondés par Lénine en 1920. Ancien militant, favorable à la révolution de 1917, il opère un tournant moderniste dans les années 1930, très inspiré par les thèmes de l'aviation et l'histoire pré-révolutionnaire. À l'image de At noon, *imaginé en 1932, l'artiste questionne tant la souffrance au travail que l'enthousiasme héroïque de ses sujets.*

DR

CULTIBUTTES ET VIBROPLANCHES

L'Atelier Paysan : des machines agricoles en open source

Depuis 2009, l'Atelier Paysan propose des stages et des plans en 3D pour permettre aux agriculteurs de se former à l'autoconstruction d'outils. Au-delà du projet technique, c'est un projet politique qui se dessine en filigrane : transmettre savoirs et savoir-faire aux cultivateurs afin qu'ils s'affranchissent de leur dépendance aux grandes industries.* **Élodie Horn**

** Cet article a été initialement publié dans le numéro 28 de* Socialter *(avril-mai 2018).*

Le froid est mordant en ce début du mois de mars. Le mercure peine à atteindre zéro degré, même en pleine journée – ce qui n'empêche pas les 11 agriculteurs en formation au sein de l'Atelier Paysan de s'affairer. Bonnets vissés sur le crâne et chaussures de sécurité aux pieds, ils travaillent seuls ou à plusieurs, soudent, scient, se conseillent pour la réalisation de leurs outils. De cette organisation se dégage une véritable émulation, alors qu'ils s'activent depuis deux jours dans la Maison familiale de Moras, située dans le département de l'Isère. Ils resteront cinq jours sur place pour suivre la formation de l'Atelier Paysan. L'objectif ? Défendre le savoir-faire des paysans comme un outil d'autonomie dans un secteur très largement dépendant de l'industrie.

TRIPTYQUE EMBLÉMATIQUE

La plupart des participants de l'Atelier sont des maraîchers déjà installés en agriculture biologique ou en voie d'installation dans la région ou les départements voisins. Les trois outils réalisés durant ces 40 heures de formation sont le « cultibutte », le « vibroplanche » et la « butteuse » – triptyque emblématique de l'Atelier Paysan puisque ce sont les premiers outils à avoir été conçus lors de sessions d'autoconstruction. Cyril Lorréard, lui-même maraîcher, est l'un des formateurs qui accompagne les agriculteurs dans la fabrication de ces machines. Il fait partie des fondateurs de l'Atelier Paysan et a participé aux premières formations qui ont vu émerger la coopérative. « *Je me suis installé en 2009 comme maraîcher en agriculture biologique dans l'Ain. En investissant dans des outils vendus dans le circuit habituel, j'ai réalisé qu'ils n'étaient pas compatibles avec ma terre* », raconte-t-il. Il connaît bien Joseph Templier et Fabrice Clerc – les autres cofondateurs encore aujourd'hui cogérants de l'Atelier Paysan – qui avaient commencé à développer leurs propres outils dans leur coin. « *En plaisantant, on leur a dit que ce serait bien qu'ils animent des ateliers pour nous apprendre à les fabriquer. À force d'insister, on a organisé un premier stage durant lequel on a réalisé une dizaine d'outils* », se remémore Cyril Lorréard. Huit ans plus tard, il utilise toujours ces mêmes engins et a constaté le changement sur son terrain. « *Au bout de six ans, j'ai vu ma terre se régénérer et la structure s'améliorer grâce aux outils et aux engrais verts qu'on utilise en agriculture biologique* », souligne-t-il. Convaincu de l'importance de l'Atelier Paysan – qui, d'association, est devenu une société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) –, c'est à son tour d'animer des formations ouvertes à tous.

DES OUTILS ADAPTÉS À LA MÉTHODE DES PLANCHES PERMANENTES

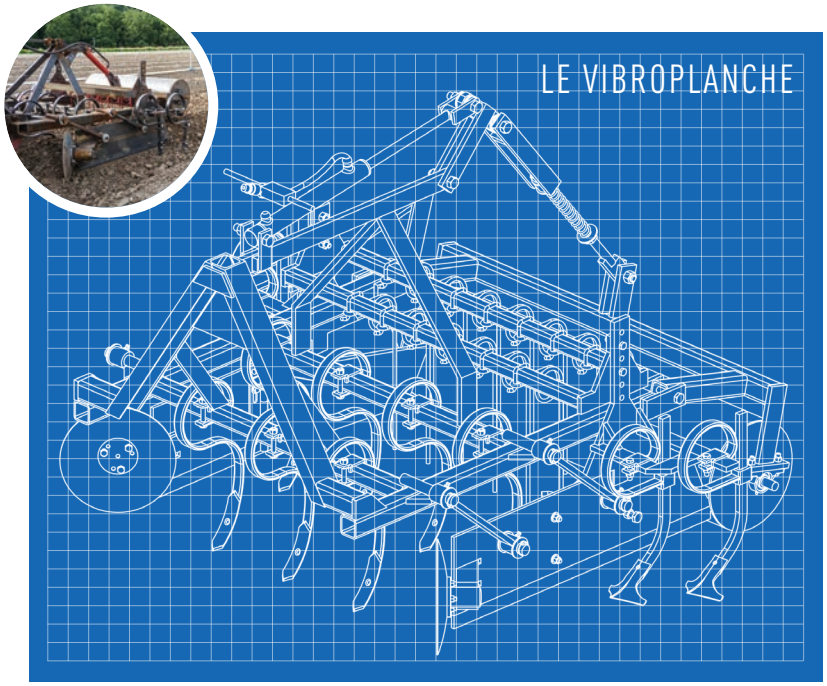
Cette session attire en particulier des maraîchers puisque les outils réalisés sont destinés à un terrain en planches permanentes. Le principe est simple : réserver chaque année une allée pour faire passer les roues des tracteurs ou les pieds des maraîchers. Clément Roux, un maraîcher en bio installé dans les Monts du Lyonnais depuis un an, a décidé de suivre ce modèle. « *Avec ma femme, nous avons voulu nous lancer dans le maraîchage. Nous cherchions des informations sur les différentes méthodes pour travailler le sol. Nous avons finalement opté pour la technique des planches permanentes, plus respectueuse de la terre* », explique-t-il, tout en continuant à travailler sur son vibroplanche, un outil d'affinage du sol. Le néo-maraîcher remarque lui aussi que les outils vendus dans le commerce ne sont pas adaptés à ses besoins. C'est par le bouche-à-oreille qu'il entend parler de l'Atelier Paysan et de ses formations. « *Je suis venu une première fois l'an passé pour réaliser une butteuse, un outil remplaçant la charrue*

© L'Atelier Paysan

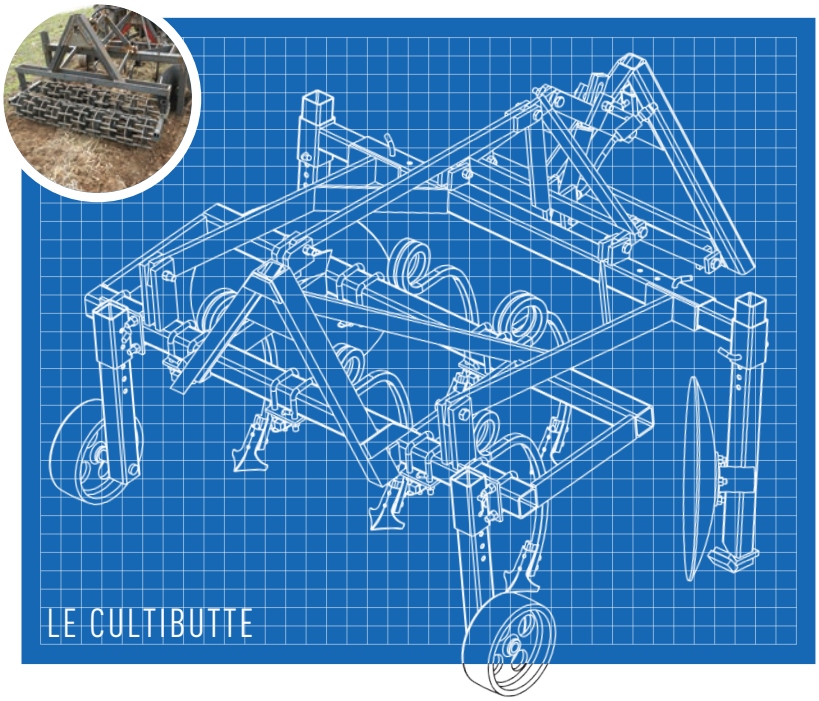
L'Atelier Paysan, grâce aux savoir-faire de maraîchers du Nord, a conçu la « Chtit-bine », un lit de désherbage automoteur qui sert aussi d'outil de binage ou de travail du sol léger.

pour l'enfouissement des déchets de culture et des engrais verts qui servent à régénérer la terre en agriculture biologique. Pour cette session, je voulais fabriquer le cultibutte », indique-t-il. Cet outil a été baptisé ainsi car il est orné de dents de cultivateur, qui permettent de reprendre un labour ou une fin de culture. Durant la session, les agriculteurs ne travaillent pas forcément sur le prototype avec lequel ils repartiront. Selon eux, la circulation des savoirs et des savoir-faire par l'apprentissage est l'une des forces de l'Atelier Paysan. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'avoir des connaissances en agriculture pour intégrer les ateliers.

Certains participants comme Pierre Pallant n'ont pas encore d'exploitation et viennent en observation. « *Avant, j'étais garde forestier en Belgique et ma compagne agricultrice à temps partiel. Nous sommes des amoureux de la moyenne montagne et nous voulons nous lancer dans le maraîchage et la production de plantes médicinales à temps plein en France* », confie-t-il, tout en s'entraînant à la soudure sur une structure métallique. L'autonomie prônée par l'Atelier Paysan est ce qui l'a motivé à venir voir de près ce qui s'y passait. Anthony Dubois est le seul participant qui ne soit pas issu du secteur du maraîchage. Paysan-boulanger dans le Jura, il est membre des Bienheureux – association collégiale, sans dirigeant, qui produit essentiellement du jus de pomme et du miel. « *Notre projet est d'atteindre l'autonomie alimentaire. Nous voulons créer de petits outils en commun qui pourront circuler facilement parmi les différents membres de l'association* », souligne Anthony Dubois. Mais le paysan-boulanger, qui s'est déplacé pour le compte de l'association, espère bien revenir pour une formation concernant son propre domaine professionnel.



© L'Atelier paysan



© L'Atelier paysan

DES PLANS EN LIBRE ACCÈS SUR INTERNET

En huit ans d'existence, l'Atelier Paysan a élargi son spectre d'outils et de formations. Le collectif compte désormais 12 employés permanents et 4 temporaires (en CDD et service civique), dont une majorité d'ingénieurs. Ils continuent sans relâche à développer de nouveaux plans de machines. Une cinquantaine d'entre eux sont déjà disponibles en ligne et une vingtaine en cours d'élaboration. La structure à but non lucratif réussit à s'autofinancer à hauteur de 60 % grâce à ses formations, ainsi qu'à la revente des machines fabriquées lors des sessions. Son budget pour 2018 s'élève à 1,5 million d'euros dont environ un quart provient de l'État et de l'Europe. La troisième principale ressource de l'Atelier Paysan provient de financements participatifs. Grâce aux moyens mis en œuvre, les ingénieurs-formateurs arpentent aujourd'hui la France avec deux camionnettes à la rencontre des agriculteurs. « *L'Atelier Paysan permet de rendre accessibles ces savoirs au plus grand nombre. Avant, ils restaient dans les fermes. Le collectif s'est donné pour objectif de faire circuler ces connaissances. Il est devenu un gros réseau de mise en connexion* », s'enthousiasme Cyril Lorréard.

Bien que les formations dispensées par l'Atelier soient payantes, les paysans qui souhaitent avoir accès aux plans des différents outils peuvent se les procurer gratuitement sur internet. « *Les plans sont sous licence libre Creative Commons. Ils sont validés par un comité*

© L'Atelier paysan

avant leur mise en ligne, mais restent en perpétuelle évolution », précise Nicolas Sinoir, animateur national de l'Atelier Paysan. Alors que l'agriculture est de plus en plus victime d'une appropriation privée de ce qui était auparavant commun, l'Atelier a choisi de rendre disponibles ces plans afin de pouvoir les partager et les améliorer constamment. « *Ce sont les paysans qui, en utilisant ces outils, vont permettre de les faire évoluer en fonction de leurs besoins ou de leurs usages. Ces machines, qui offrent de nombreuses possibilités, peuvent ainsi être améliorées. Grâce au forum en ligne, les remarques des paysans sont prises en compte. Ils vont au bout de la démarche en procédant eux-mêmes aux modifications sur leurs machines* », ajoute l'animateur. Il donne l'exemple du cultibutte qui représente bien, selon lui, l'intérêt de mettre ces plans en libre accès. « *Depuis sa création, il n'a cessé de devenir de plus en plus polyvalent. Il est conçu pour façonner ou entretenir les buttes. Ce n'était au départ qu'une herse qui servait à la reprise d'un labour ou d'une fin de culture. Des agriculteurs l'ont fait évoluer selon les différents types de territoires et de sols sur lesquels ils travaillaient. Certains l'ont adapté en y ajoutant par exemple un rouleau* », détaille Nicolas Sinoir.

AU-DELÀ DU PROJET TECHNIQUE, UNE VISION POLITIQUE

La démarche de l'Atelier Paysan s'inscrit pleinement dans les enjeux de la low-tech et fait écho à un débat ancien sur les enjeux politiques de la technologie, selon François Jarrige, historien spécialiste des critiques des technologies *(lire son article p.48-51)* qui a animé une conférence sur les ravages de la modernisation agricole organisée lors des « Rencontres de l'Atelier Paysan ».

“La circulation des savoirs et des savoir-faire par l'apprentissage est l'une des forces de l'Atelier Paysan.”

L'industrialisation de l'agriculture est en réalité très récente : « *Le milieu du XXe siècle a été caractérisé par la modernisation rapide de l'agriculture. Jusque dans les années 1930, les agriculteurs avaient notamment accès à des outils basiques, des charrues faites localement. Après 1945, le grand machinisme agricole, ainsi que l'emploi de la chimie se sont imposés. Dans la foulée de la Seconde Guerre mondiale se met en place un projet technique qui vise le productivisme* », expose-t-il. Les paysans sont devenus dépendants tant des multinationales de l'industrie chimique que des revendeurs d'outils agricoles. Les petites exploitations ont alors disparu, incapables de résister aux grandes structures industrielles. Le récent développement de l'agriculture biologique a néanmoins créé une prise de conscience, tandis que la question du type d'agriculture souhaité se pose à nouveau. « *Le philosophe Ivan Illich a été une figure majeure de ce courant dans les années 1970. Il définit les technologies autonomes comme des techniques conviviales. Par “convivial”, il entend non polluant et appropriable, et donc réparable. L'Atelier Paysan réactive cette vieille idée qui n'a cessé d'accompagner toute l'histoire de l'industrialisation* », souligne l'auteur de *Technocritiques* (La Découverte, 2014). La souveraineté technique que prône l'Atelier Paysan s'inscrit ainsi dans un questionnement plus vaste sur le rapport que souhaitent entretenir les agriculteurs avec leurs outils et la terre nourricière. Selon eux, une vision critique de l'utilisation de ces outils est nécessaire afin d'en faire usage en connaissance de cause et de ne plus exploiter la terre comme un simple substrat, mais bien comme un écosystème dont ils demeurent, pour une large part, les principaux garants.

OBSOLESCENCE DÉPROGRAMMÉE

Vers une économie de la fonctionnalité ?

Smartphones réparés, vêtements loués, machines reconditionnées… L'économie de la fonctionnalité pourrait-elle rendre la low-tech économiquement viable ?

Texte : **Jean-Jacques Valette** - Illustration : **Lou Rihn**

L'obsolescence (plus ou moins programmée) répond à une certaine logique économique. D'un côté, le renouvellement rapide des marchandises augmente les profits, de l'autre, si les objets possédaient une durée de vie extrêmement longue, la saturation du marché contraindrait de nombreuses entreprises à fermer, faute de pouvoir maintenir en activité les lignes de production. Nous continuons donc à fabriquer des chaussures qui ne durent qu'une saison, des téléphones que l'on change tous les deux ans, ou des machines à laver qui lâchent au bout de sept ans, selon les chiffres du SAV de la Fnac elle-même. Pourtant, une économie dite de la fonctionnalité pourrait proposer une autre façon de produire des biens et services de qualité tout en baissant son empreinte et en menant une activité rentable. « *Le principe de l'économie de la fonctionnalité, c'est que l'usage remplace la possession : au lieu de vous vendre un bien, je vais vous le louer et proposer un service autour*, résume Pierre Galio, chef du service Consommation et prévention à l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). *C'est par exemple ce que fait Xerox, qui au lieu de vendre des photocopieurs, les loue aux entreprises, assure leur maintenance et les remplace quand il le faut.* » S'il veut maintenir sa marge, le producteur a donc intérêt à fournir des biens de qualité, car l'usure et la réparation sont à sa charge. C'est le cas de Michelin, qui a développé une offre de mobilité pour les routiers. L'entreprise au bibendum ne vend plus de la gomme mais des kilomètres parcourus, et installe en conséquence des pneus éco-conçus beaucoup plus résistants sur les camions.

OBSOLESCENCE REPROGRAMMÉE

« *Il y a néanmoins des façons de faire de l'économie de la fonctionnalité qui ne règlent pas le problème de l'obsolescence programmée et n'ont rien d'écologique* », alerte Elie Assémat, fondateur de Commown, coopérative (Scic) spécialisée dans la location d'appareils électroniques responsables. « *Par exemple, les opérateurs téléphoniques proposent tous des offres de location, mais leur but c'est de vous faire renouveler plus fréquemment votre smartphone, donc ça crée des déchets et ça aggrave l'impact.* » La téléphonie n'est pas l'unique concernée. « *C'est égale-*

ment la dérive des constructeurs automobiles avec les offres de leasing, qui incitent à un renouvellement tous les quatre ans alors que la durée moyenne de possession d'une voiture est entre 7 et 10 ans », ajoute Claire Pinet, référente « économie de la fonctionnalité » au siège de l'Ademe. « *Selon notre définition, il est vraiment indispensable qu'il y ait une intention écologique et sociale pour que l'on parle d'économie de la fonctionnalité.* » Commown propose aussi des smartphones à la location, mais ceux-ci sont garantis sans obsolescence, comme le Fairphone dont l'objectif revendiqué est que ses clients gardent au moins 5 ans leur téléphone. « *Grâce à la location, il y a une source de revenu constante, et nous offrons en échange un service de réparation, d'assistance et de garantie contre le vol. C'est pourquoi l'économie de la fonctionnalité est complémentaire de la lutte contre l'obsolescence programmée.* » Commown permet ainsi de rendre accessibles des produits qui sont substantiellement plus chers du fait de leur qualité. C'est également le principe de Tale Me, une entreprise belge fondée en 2014 qui loue des vêtements pour bébés et femmes enceintes. Ceux-ci sont fabriqués en Europe avec des tissus bio certifiés Oeko-Tex100, la plus haute norme environnementale. Avec ce site, on peut ainsi louer un manteau d'hiver pour enfant pour 39 euros les six mois. Un concept qui fait particulièrement sens lorsque les besoins évoluent trop vite pour justifier l'achat, mais qui peine pourtant à s'établir : l'entreprise vient d'être rachetée après un dépôt de bilan en décembre 2018.

EXTENSION DU DOMAINE DE LA FONCTIONNALITÉ

« *Il n'est pas facile de se lancer dans l'économie de la fonctionnalité quand on est une PME*, constate Elie Assémat. *Les grosses boîtes comme Dell peuvent se permettre de louer des milliers d'ordinateurs à des entreprises car ils ont des capitaux. Mais pour les PME, le stock est un énorme investissement.* » Il faut également suivre ce stock qui change plusieurs fois de client au cours de son cycle de vie. Et le reconditionner à chaque étape. Il existe d'autres limites qui contraignent les domaines où l'on peut pratiquer l'économie de la fonctionnalité. « *Il faut que les produits soient suffisamment chers pour que les acheter soit dissuasif*, constate Elie Assémat. *Ça fonctionne avec de beaux vêtements, des smartphones, des vélos ou des meubles car ce sont des biens durables, pour lesquels il y a un intérêt à faire de la qualité et à la rendre accessible.* » Il faut également tenter de raccourcir la chaîne de production afin de minimiser le nombre d'acteurs impliqués. Une contrainte qui n'entravera guère Tale Me, qui n'a besoin que de fils et d'aiguilles pour réparer ses vêtements, mais qui peut en revanche peser dans d'autres domaines qui sont davantage dépendants de sous-traitants et de pièces détachées.

ÉCONOMIE DE LA SOBRIÉTÉ

« *Là où l'économie de la fonctionnalité rencontre l'esprit low-tech, c'est lorsqu'on questionne les besoins*, explique Pierre Galio. *On peut alors redimensionner la technologie.* » Pour Claire Pinet, l'économie de la fonctionnalité peut même s'étendre aux services et à l'immatériel. « *Nous collaborons avec une association qui s'appelle Terra, basée dans le Lot-et-Garonne, et qui travaille sur le bien-vivre alimentaire à travers un réseau d'agriculteurs bio qui approvisionne des boulangeries, des cantines et des maisons de retraite. S'il y a des gains de santé, pourquoi les assurances et la sécurité sociale n'apportent pas une participation financière ? On aimerait développer une évaluation des gains environnementaux et voir comment ça peut être rétribué.* »
Avec ce modèle, c'est donc toute une économie basée sur la sobriété et la qualité des biens et services qui devient envisageable. « *Le modèle en volume n'a pas d'avenir. Toutes les instances internationales annoncent des pénuries. Nous avons urgemment besoin de nouveaux modèles économiques et de nouveaux modes de vie* », plaide Pierre Galio. Mais pour cela, encore faut-il que ces pratiques se développent chez les consommateurs, les entreprises et les collectivités. « *La fonctionnalité, c'est surtout des offres inter-entreprises pour l'instant car celles-ci ont des bilans comptables et comprennent l'intérêt de la location*, note Elie Assémat. *Mais il y a encore de nombreuses niches à conquérir pour répondre à nos besoins de façon plus durable.* » Avis aux entrepreneurs !

Propos recueillis par **Nicolas Celnik**

3 questions à...

BRIGITTE PASQUELIN

Brigitte Pasquelin est docteure en sciences économiques, consultante-chercheure et membre titulaire d'ATEMIS (Analyse du Travail Et des Mutations dans l'Industrie et les Services). Elle est l'auteure d'un rapport sur l'économie de la fonctionnalité.

L'économie de la fonctionnalité ne risque-t-elle pas d'inciter à la consommation, via des systèmes comme le leasing ?
Il faut distinguer d'une part l'économie de la fonctionnalité et de la coopération, et d'autre part le modèle locatif. L'économie de la fonctionnalité repose sur la performance d'usage. À l'inverse, le modèle locatif demeure dans une logique de volume : si vous louez des voitures, les revenus sont corrélés au nombre de voitures que vous louerez.

Comment dégager des revenus ?
Par exemple, il faut considérer que la valeur d'un boulanger de village n'est pas seulement qu'il vend du pain : il a aussi une valeur servicielle, dans la mesure où il crée du lien social. Il vaut mieux que ce soit un acteur inscrit dans le territoire qui fournisse ce service, plutôt qu'un sous-traitant à distance. C'est une sorte de centralisation de l'économie du fait du regroupement de différents services. Mais ceci est compensé par le fait qu'elle est faite à échelle humaine, donc qu'elle va permettre au boulanger de retrouver une clientèle de proximité.

Quel conseil donneriez-vous à une entreprise qui souhaite se lancer dans l'économie de la fonctionnalité ?
D'abord, il ne faut pas oublier que nous sommes au service des enjeux du développement durable. Il est par ailleurs nécessaire d'être intégré dans un écosystème, entouré de clients et de fournisseurs qui s'inscrivent dans la même démarche. Les acteurs avec qui vous collaborez doivent comprendre vos problématiques, et vous devez comprendre les leurs.

TRIBUNE INVITÉ

Quelle place pour les low-tech dans l'entreprise de demain ?

Alors que les signaux d'un effondrement se font de plus en plus sentir, le monde de l'entreprise peine à les prendre au sérieux. Une mutation stratégique en regard des événements à venir est plus que jamais nécessaire. **Alan Fustec***

Annoncée dans les années 1970 par les époux Meadows *(1)*, la perspective d'un effondrement brutal de notre édifice financier et économique a tout d'abord été tournée en dérision par le plus grand nombre puis oubliée pendant près de trois décennies avant de refaire surface progressivement, alors que la question du réchauffement climatique gagnait en voix et en crédibilité. Ce rapport, intitulé « Halte à la croissance », fut le fruit d'une modélisation concrète des trajectoires de différents indicateurs (ressources, démographie, PIB…) donnant lieux à plusieurs scénarios. La sidération fut générale : si rien ne changeait, la croissance exponentielle de l'économie et de la population risquait de nous précipiter vers un effondrement global. Le monde économique moderne a commencé à prendre conscience de l'existence de ce gigantesque défi, remettant en cause sa propre pérennité, il y a environ vingt ans. La question de la survie de notre civilisation est dorénavant dans tous les esprits. Elle est protéiforme puisqu'elle résulte notamment de la dégradation accélérée de notre « capital naturel », de la croissance démographique globale qui est préoccupante ou encore du système financier mondial qui semble à bout de souffle.

Nous sommes nombreux à avoir considéré, pendant des décennies, que le développement durable et son pendant pour l'entreprise, la Responsabilité Sociale des Entreprises (RSE), allaient permettre de relever ce défi. Après 20 ans d'efforts en ce sens, il y a tout lieu d'en douter : les émissions de CO_2 ne sont toujours pas sous contrôle ; les dettes publiques et privées atteignent des niveaux qui font froid dans le dos ; nous n'avons pas traité notre dépendance au pétrole alors que le pic de production (pétrole de schiste inclus) semble imminent *(2)*. À ce stress énergétique vient s'ajouter la perspective de pénuries pour de nombreuses matières premières (or, argent, palladium, indium, zinc…) qui devraient vraisemblablement connaître leur maximum de production dans les 10 à 15 ans qui viennent *(3)*.

COMPLEXITÉ ET SOPHISTICATION

Il ne s'agit pas de remettre en cause la nécessité d'un développement responsable à grande échelle : l'application au monde économique des principes éthiques, qui visent la recherche du bien commun et pas seulement du profit, est plus que jamais requise. La RSE est un *must*. Mais le moment est venu de constater que ce ne sera pas suffisant car le concept – consensuel s'il en est – de transition écologique, aujourd'hui synonyme de développement durable, n'a pas remis en cause les deux moteurs de nos économies modernes : la course à la complexité et la course à la sophistication ou à la complication. D'un côté, la complexité est ici définie comme un réseau dense d'interactions matérielles et immatérielles entre des éléments qui, pris isolément, peuvent être relativement simples. Par exemple, une série de feuilles de calcul Excel qui visent à établir le bilan économique d'un

* **Alan Fustec** est ingénieur agronome, docteur en biologie et docteur en finances. Il enseigne le développement durable à HEC depuis 16 ans. Il crée en 2003 le cabinet de conseil Goodwill-management afin de prouver que de nouvelles manières d'envisager l'économie sont possibles. Il co-crée et dirige également depuis 2009 l'Agence Lucie, premier label de RSE ISO 26000 en France. En 2018, il lance un vaste démonstrateur de low-tech et de permaculture près de Guingamp, en Bretagne.

QU'EST-CE QU'UN PLAN DE CONTINUITÉ D'ACTIVITÉ ?

Le plan de continuité des affaires ou plan de continuité d'activité (PCA) est à la fois le nom d'un concept, d'une procédure et du document qui la décrit. Il permet à une entreprise de fonctionner même en situation de désastre, en mode dégradé, ou en situation de crise majeure. Les quatre critères classiques sont les suivants :

- Se projeter dans des événements non planifiés ;
- Présumer que le site de l'exploitant est indisponible ;
- Respecter un délai de reprise imposé par le métier ;
- Appliquer des procédures rodées (testées et à jour).

grand projet industriel sera considérée comme complexe : dans chaque cellule, il n'y a qu'une opération arithmétique simple (addition ou multiplication) mais l'ensemble est difficile à appréhender. La sophistication (ou complication), d'autre part, correspond aux technologies de pointe où la compréhension de chaque composante du système demande un haut niveau d'abstraction : rien n'est simple dans le domaine de l'ordinateur quantique, de la thérapie génique ou de la relativité générale. La transition écologique telle que nous la concevons aujourd'hui appelle à consommer moins ou mieux mais en poursuivant dans la voie des high-tech qui cumulent complexité et sophistication. Le résultat cloche : qui peut aujourd'hui défendre l'idée que les *smart cities*, les *green tech*, les bâtiments ou les voitures éco-conçues permettent une réduction importante des consommations de ressources naturelles ? Nombre d'ouvrages récents produits par des experts rigoureux *(4)* apportent des preuves convaincantes du contraire. Non seulement ces solutions high-tech requièrent des quantités croissantes de ressources, mais elles entraînent, dans un système qui ne change pas radicalement par ailleurs, des effets rebonds qui viennent annuler les gains en efficacité du fait d'une démultiplication des usages et de la consommation.

SE PRÉPARER À L'ÉPUISEMENT DES RESSOURCES

Malheureusement, le monde de l'entreprise se tient pour l'instant trop souvent à l'écart de ces sujets. On y parle de risques financiers, de risques opérationnels ou de risques de réputation… mais d'effondrement ? Non, restons sérieux ! Ma conviction est que cela doit changer. Notre culture moderne, très empreinte de peur et de méfiance, nous apprend à traquer les risques connus jusqu'à l'absurde mais ignore ceux qui ne se sont pas encore produits, quand bien même leur probabilité d'occurrence tend vers 100 %. « Manquer de pétrole ? Mais cela fait 40 ans qu'on nous dit qu'il en reste pour 40 ans ! » Il est urgent que les entreprises se préparent à un monde où les ressources se raréfient et qu'elles apprennent à établir des Plans de Continuité d'Activité (PCA) de « nouvelle génération » *(lire encadré ci-dessus)*, en accord avec des défis nouveaux. L'élaboration de ces plans, qui leur servent à mettre en place des solutions de secours en cas de catastrophe pour pouvoir continuer de fonctionner, n'a pourtant rien d'inédit dans les entreprises – c'est la science du plan B. Ma proposition est ici que dans un PCA « nouvelle génération », elles cherchent à se prémunir contre des risques sans précédents : manquer d'énergie ou de minerais, gérer leur trésorerie alors que la finance européenne ne se remet pas de la faillite d'un État, etc. Qu'y a-t-il dans les PCA actuels ? Rien de tel : on y traite de risques d'incendie au siège, du crash d'un avion sur un data center ou de cyberattaques sur les systèmes d'information.

VISER LA SIMPLICITÉ

Établir des PCA adaptés aux enjeux du siècle à venir requière de repenser intégralement le rapport des entreprises avec leurs activités, de réinventer leur démarche. Cela doit passer par une recherche tridimensionnelle qui concerne les produits, les services et les processus, que l'on peut schématiser ainsi :

- **Fonctionnelle** : quels sont les besoins fondamentaux de mes parties prenantes ?
- **Simple :** quelle est la façon la plus simple d'y répondre ?
- **Locale :** quelle est la solution la plus locale ?

Il est possible de voir dans cette recherche tridimensionnelle une approche renouvelée de l'Analyse de la Valeur *(5)* ou encore de l'éco-conception : tant mieux ! Sur le plan méthodologique, on ne part donc pas de rien, on bâtit sur l'existant. Cette approche intègre néanmoins un impératif nouveau : réduire drastiquement la complexité. Nous considérons cette approche comme low-tech dans la mesure où elle s'inscrit dans les enjeux actuels et à venir, sans pour autant en faire une nouvelle religion à opposer au culte de la high-tech. En somme, il ne s'agit pas de refuser toute complexité mais de réapprendre la simplicité. Rendons une fois de plus hommage à monsieur Pareto en appliquant son principe à la situation présente : avec un produit 80 % plus simple, je n'ai perdu que 20 % de fonctionnalités.

(1) "The limits to growth", rapport du MIT du Club de Rome, 1970 (publié en anglais en 1972).

(2) World Energy Outlook 2018, IEA : pic tous pétroles dans la seconde moitié des années 2020.

(3) Fiche technique, "Ademe : l'épuisement des métaux et minéraux : faut-il s'inquiéter ?", 2017.

(4) Comment tout peut s'effondrer, *Pablo Servigne et Raphaël Stevens, Seuil, 2015 ;* L'Âge des low tech : Vers une civilisation techniquement soutenable, *Philippe Bihouix, Seuil, 2014 ;* Les 5 stades de l'effondrement, *Dmitry Orlov, Le Retour aux Sources, 2016 [2013]*

(5) L'analyse de la valeur est une méthode qui vise à ne garder dans un produit que les caractéristiques qui ont vraiment de l'intérêt afin de baisser les coûts. C'est la "science de l'ersatz".

Goodwill-management est un cabinet de conseil en développement durable pas comme les autres. Depuis 2003, il démontre aux entreprises, études à l'appui, qu'elles ont tout intérêt à intégrer le développement durable au cœur de leurs activités. Goodwill les aide ainsi à développer un impact positif sur les Hommes et le territoire.

INGÉNIEURS ET ARCHITECTES EN TRANSITION

La low-tech fait ses classes

Dans certaines écoles, une poignée d'étudiants passionnés et d'enseignants engagés tentent de proposer une vision alternative, plus durable et plus sobre, de professions dont le rôle sera déterminant dans la transition écologique.

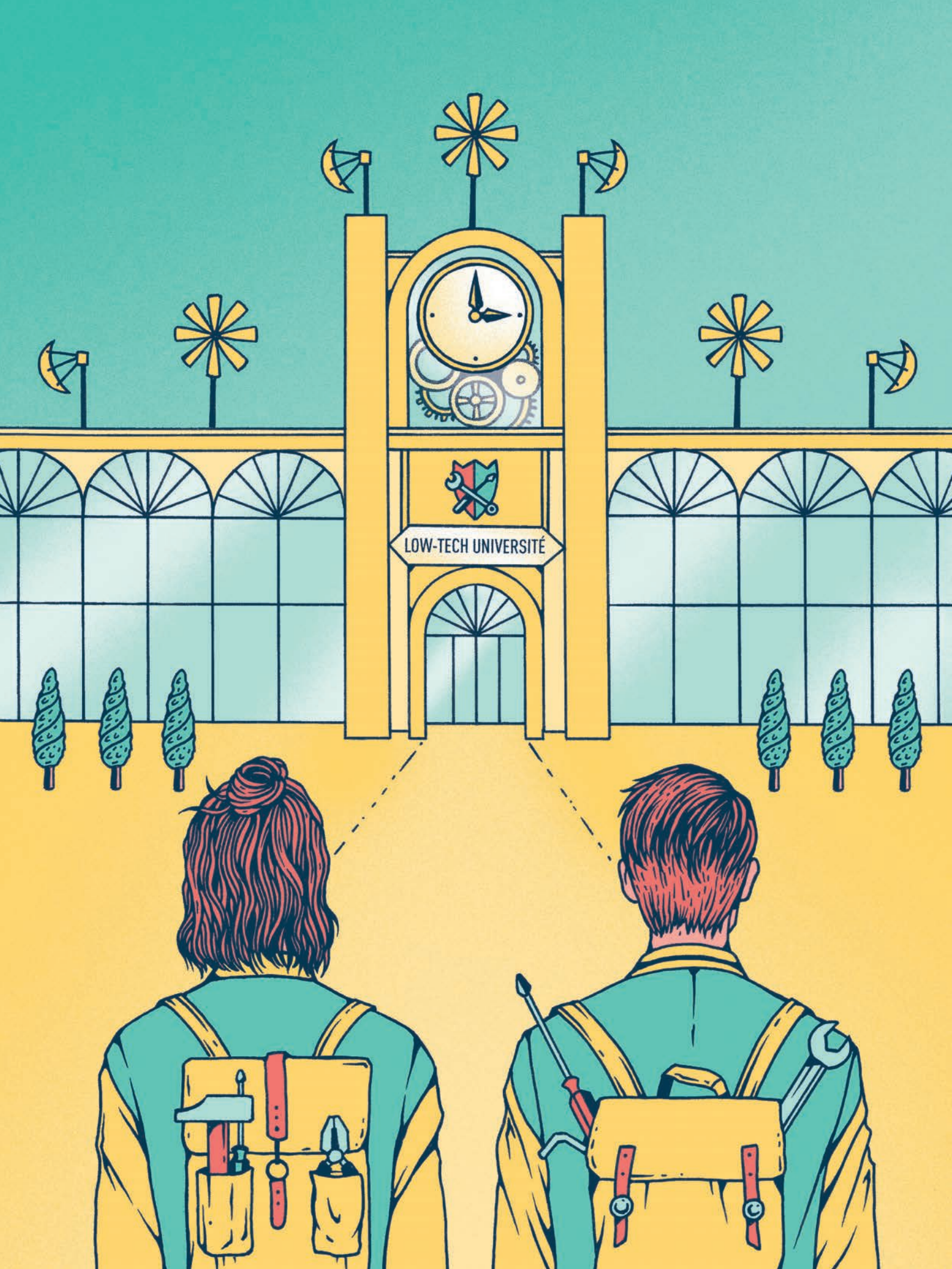
Texte : **Margaux Leridon** - Illustration : **Marine Joumard**

« *Étudiants ingénieurs, nous voyons autour de nous des camarades mal informés sur les enjeux actuels, ou bien qui pensent que sauver la planète, c'est juste fermer le robinet en se brossant les dents. Nous pensons que par nos choix de carrières, les futurs inventeurs, entrepreneurs, décideurs, citoyens que nous sommes, pouvons en faire beaucoup plus. (...) Nous sommes convaincus que les low-tech seront au cœur de l'innovation de demain, et qu'elles devraient déjà trotter dans la tête de tout futur ingénieur.* » Ces mots sont ceux de Marie Célestin, qui a cofondé en 2016 l'association Campus Low-tech avec trois autres étudiants de CentraleSupélec. Mise à disposition d'espaces et de machines, organisation de rencontres... Le projet était alors de diffuser dans cette grande école une autre idée de l'ingénierie, davantage centrée sur la recherche de solutions peu coûteuses et durables que sur l'innovation à tout prix. « *En plus de discuter avec l'école afin d'intégrer les low-tech au cursus scolaire (...) et de regrouper les projets low-tech menés à l'école, nous avons organisé des événements pour faire entendre notre message : des petits ateliers de fabrication de low-tech, une conférence sur la durabilité de notre modèle de société, et le tout premier hackathon low-tech étudiant* », expliquait Marie Célestin, dans un article publié sur le réseau social Medium. L'initiative a été reproduite par des élèves de l'ICAM, à Lille, où l'association « Atelier LowTech » organise rencontres et conférences et propose un espace tout équipé aux élèves désireux de mettre les mains dans le cambouis.

Si l'intérêt pour ce rapport alternatif à l'ingénierie reste marginal dans l'enseignement supérieur, les quelques étudiants qui l'incarnent font preuve d'un volontarisme contagieux. À l'École nationale supérieure de l'énergie, l'eau et l'environnement (Ense3), qui fait partie de l'Institut polytechnique de Grenoble (INP), deux étudiantes ont décidé de faire une année de césure pour documenter les innovations low-tech. Leur projet est relayé par la Fondation Grenoble INP et le Low-tech Lab. De son côté, la fédération « Ingénieurs Engagés » a essaimé dans plusieurs établissements de France. À l'Insa Lyon, ses militants ont mis au point un module de 25 heures autour des low-tech intitulé « changer le monde », intégré depuis la rentrée 2018 aux catalogues des enseignements optionnels de l'école.

PROFITER DES INTERSTICES

« *Ce sont avant tout les étudiants qui sont sensibles aux low-tech, c'est quelque*


LOW-TECH UNIVERSITÉ

chose qui vient vraiment du bas », explique Quentin Mateus, membre du Low-tech Lab et diplômé de l'université de technologie de Compiègne (UTC). Quant aux écoles elles-mêmes, « *ce sont de grosses machines, pas faciles à bouger* », se désole-t-il. Face à la frilosité idéologique et aux lourdeurs administratives, les étudiants motivés se glissent donc dans les interstices. « *À l'UTC, on pouvait se servir de l'UV "gestion de projet" pour proposer des sujets low-tech* », se souvient le jeune ingénieur. C'est également dans le cadre d'UV à projets que se montent souvent les projets portés par Latitudes, un organisme qui permet à des élèves ingénieurs de mettre leurs compétences au service d'associations locales.

Si la plupart des initiatives viennent donc des étudiants eux-mêmes, certains établissements tentent néanmoins de donner une coloration low-tech à leurs programmes. « *Vous deviendrez des ingénieurs intégrateurs des nouvelles technologies dans l'industrie, capables d'optimiser des solutions low-tech prenant en compte l'intégralité du cycle de vie d'un produit* », promet ainsi à ses futures recrues la plaquette du cursus « Industrie du futur » de l'École centrale de Lille. On retrouve cette sensibilité dans des écoles d'architecture, discipline pour laquelle les low-tech offrent également des perspectives intéressantes. L'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Val de Seine propose ainsi un séminaire « Technologies nouvelles pour l'architecture urbaine et l'environnement », qui revendique une dimension « *low-tech, pour réexplorer les savoir-faire anciens et envisager le rôle de l'architecte dans les nouvelles économies sociales et solidaires, les cycles courts, le bricolage* ». Le master Management de l'Innovation et de la Technologie (MIT) de Paris Dauphine questionne également régulièrement l'impact social et sociétal de la technologie, et a proposé plusieurs années de suite à ses étudiants de se questionner sur le potentiel de développement des low-tech dans le cadre de leur mémoire de fin de cursus. Aux États-Unis, le « Rural Studio » forme depuis les années 1990 les étudiants de l'université d'Auburn, en Alabama, à concevoir et à construire des habitations, des centres communautaires et des infrastructures sportives avec des matériaux simples, souvent issus de la récupération, et des technologies sobres.

INTÉGRER UNE DIMENSION LOW-TECH AUX ENSEIGNEMENTS

Alors que certains établissements font des low-tech un cursus spécifique, d'autres tentent de les faire infuser dans l'ensemble des programmes. Ainsi, à l'École nationale d'ingénieurs de Brest (ENIB), elles ne font pas l'objet d'une spécialisation, mais sont petit à petit intégrées à différents enseignements, explique Pascal Redou, le directeur des études. « *Nous essayons de faire des étudiants des gens qui réfléchissent un peu et qui assument ce qu'ils feront dans leur boulot. Ça se décline dans les sciences humaines, avec une vraie réflexion sur le rôle de l'ingénieur, mais aussi dans des modules scientifiques : utiliser le moins possible de ressources en calcul informatique, par exemple, pour dépenser le moins possible d'énergie* », détaille-t-il.

Il assume vouloir impulser une dynamique low-tech dans son école, quitte à bousculer un peu enseignants et étudiants. « *Il y a toujours un côté réfractaire ; on nous dit : oui, c'est bien gentil, mais c'est naïf. On nous reproche parfois d'être des gauchistes écolos* », reconnaît-il. « *Il y a des résistances* », confirme Delphine Toquet, qui assure l'enseignement des sciences humaines à l'ENIB. « *Certains étudiants se disent que les low-tech sont pertinentes à l'étranger, mais pas chez nous* ». Pour aider les futurs ingénieurs à surmonter leurs réticences, l'enseignante fait intervenir dans son cours des jeunes diplômés de l'école, qui ont choisi de faire carrière dans les low-tech, parfois après avoir travaillé dans l'industrie. « *Comme ils sont jeunes et ingénieurs de l'ENIB, leur témoignage a beaucoup plus de résonnance que si c'était simplement moi qui parlait ; ça n'a pas du tout le même impact* », explique-t-elle. Une manière d'éviter le cours théorique déconnecté des enjeux professionnels, repoussoir pour beaucoup d'étudiants qui veulent optimiser leur cursus en favorisant les enseignements techniques. Un jeune polytechnicien, qui reconnaît n'avoir jamais entendu parler de low-tech à l'école, met ainsi en garde : « *À l'X, on est assez critiques vis-à-vis de nos cours, et si quelqu'un vient théoriser de manière abstraite un concept comme les low-tech, ça risque d'être assez vite boudé* ». La formation par les pairs reste donc l'approche privilégiée des promoteurs des low-tech. Quentin Mateus a participé à plusieurs ateliers dans ce sens à CentraleSupélec Paris, à l'UTC ou à l'ICAM. Et les résultats sont selon lui plutôt concluants. Même ressenti du côté de Clément Chabot, qui intervient également en tant que jeune ingénieur dans des écoles. « *L'idée, c'est d'avoir une approche qui ne soit pas trop descendante, pour ne pas faire des cours "chiants" comme on a pu parfois en subir* », résume-t-il.

"C'EST LA CONTRAINTE QUI VA GÉNÉRER L'INGÉNIOSITÉ"

Reste la contradiction a priori inhérente entre la vocation des écoles à former les ingénieurs les plus pointus possibles, et une ingénierie low-tech qui veut minimiser la sophistication des technologies. Un antagonisme que balaie Clément Chabot, pour qui la low-tech est tout aussi stimulante intellectuellement que la high-tech, la complexité étant sim-

L'ŒIL DU LOW-TECH LAB

NI INGÉ, NI ARCHI ?

On le répète : la technique et, a fortiori, les profils techniques, ne suffisent pas à construire une société low-tech. D'autres compétences sont essentielles pour lever les barrières et dessiner un nouveau modèle : communication, anthropologie, pédagogie, marketing… Il faut donc sensibiliser les futurs professionnels de tous les domaines aux mythes liés à la high-tech, les former à prendre en compte ses limites et ses impacts, et in fine, rendre désirables les carrières dans le secteur des low-tech, tant pour orienter les étudiants dans cette voie que pour inciter les écoles à prendre en compte ce nouveau paradigme !

plement d'une autre nature. « *C'est la contrainte qui va générer l'ingéniosité* », explique-t-il. « *Si l'on met les bonnes contraintes au début, comme faire attention à l'impact du produit tout au long du cycle de vie et faire attention à son accessibilité pour toutes les classes sociales, tout le monde s'épanouit à fond dans le développement de la solution* », assure-t-il. Par ailleurs, même dans une école d'ingénieurs, le jus de crâne ne constitue pas nécessairement l'alpha et l'oméga de la satisfaction. « *Les étudiants sont malheureux d'être éloignés de la matière* », explique Delphine Toquet. « *Quand, durant les inter-semestres, ils font de la soudure avec les anciens de l'arsenal de Brest, ils sont super contents. L'innovation low-tech, c'est une incitation à renouer avec la matière*. »

"L'innovation low-tech, c'est une incitation à renouer avec la matière."

Seul problème, pour elle, dans la sensibilisation aux low-tech entreprise par l'ENIB : le nombre très limité d'intervenants pertinents. Une difficulté que confirme Pascal Redou. « *Il y a peu de gens dont c'est le métier. Si beaucoup sont préoccupés par ces questions au quotidien, rares sont ceux qui s'affichent comme promouvant les low-tech* », explique-t-il. « *Ce sont les écoles qui nous contactent, on ne démarche personne, et on a plus tendance à dire non que oui* », reconnaît de son côté Clément Chabot. « *Pour nous, c'est important de garder du temps pour faire, pour être concret, et ensuite seulement d'aller témoigner. Ce qui laisse effectivement un temps limité pour la transmission* », explique-t-il. Le jeune ingénieur se veut néanmoins optimiste : « *C'est encore un problème aujourd'hui, mais de nombreux acteurs se lancent dans les low-tech. Les témoignages vont se multiplier et les écoles devraient très vite intégrer ces questions* », assure-t-il.

UN VIVIER D'EMPLOIS POTENTIELS

Un autre levier de la sensibilisation aux low-tech dans l'enseignement supérieur est l'encadrement de thèses, afin de faire émerger progressivement une recherche scientifique en la matière. En 2017, Félix Chiron a ainsi soutenu une thèse à l'École nationale supérieure d'architecture de Nantes sur le réemploi, qu'il présente comme « *une pratique low-tech* » dans la construction. À l'université Grenoble-Alpes, une thèse d'électronique sur « la conception d'une solution low-tech/low-cost de ferme hydrolienne » est actuellement en préparation. L'ENIB cherche de son côté des financements pour encadrer une thèse sur les low-tech à la rentrée prochaine. « *C'est plus facile de trouver des sous lorsqu'on fait des projets pour le compte de l'armée* », reconnaît Pascal Redou, mais la machine est lancée.

Pour ses promoteurs, ce virage low-tech est d'autant plus pertinent qu'il pourrait, dans les années à venir, être un vivier d'emplois, y compris dans les grosses entreprises. « *Certaines prennent conscience que dans dix ans les clients voudront des produits de plus en plus responsables. Les entreprises doivent s'y mettre dès maintenant pour anticiper leurs stratégies futures* », explique Clément Chabot. En outre, « *beaucoup d'entreprises se rendent compte qu'elles sont nettement moins attractives qu'elles ne l'ont été. Il y a dix ou vingt ans, les moteurs de recrutement, c'étaient : un job bien placé, une possibilité d'escalader l'échelle hiérarchique, un bon salaire. Aujourd'hui, les gens veulent du sens dans leur métier* », explique-t-il.

Preuve de ce tournant dans les ambitions professionnelles, un forum « Ingénieurs Responsables » s'est tenu le 14 mars à CentraleSupélec. Ouvert à tous les étudiants du campus Paris-Saclay, l'événement visait à « *mettre en lumière les entités qui, face à l'urgence climatique et aux problématiques sociales, proposent des opportunités de carrière correspondant aux engagements pris par les étudiants.* »

Propos recueillis par **Nicolas Celnik**

Bientôt une école low-tech ?

Frédéric Bardeau est le cofondateur de Simplon.co, une entreprise qui propose des formations aux métiers techniques. Il participe au lancement de la Low-tech Skol, qui devrait ouvrir ses portes à l'automne 2019.

Comment est née l'idée d'une école dédiée à la low-tech ?
Elle vient de la réunion de trois acteurs : Guingamp-Paimpol Agglomération, qui souhaite que son territoire soit un démonstrateur de la transition ; Goodwill-management, un cabinet de conseil qui s'intéresse beaucoup à la question des low-tech et travaille avec le Low-tech Lab ; Simplon.co, qui a une expertise pour monter des écoles.

Comment fonctionnera la formation ?
Nous souhaitons proposer des formations gratuites destinées à des demandeurs d'emploi ou à des employés qui pourront ensuite aider leur entreprise à amorcer une transition low-tech. Les formations seront intensives – donc à temps plein –, dureront entre quatre et six mois, et l'apprentissage s'y fera au travers de la réalisation de projets concrets. Par ailleurs, nous apprendrons aussi à nos élèves comment exposer à un chef d'entreprise l'utilité de la démarche low-tech.

Quelles seront les compétences enseignées aux élèves ?
Nous sommes partis des besoins exprimés par les entreprises : minimiser le gaspillage, aller vers plus de frugalité ou de résilience. Cela nous a permis d'identifier les entreprises avec lesquelles nous allons travailler, donc de penser la formation qui répondra à leurs attentes. Nous cherchons des professeurs adaptés puis, enfin, nous accueillerons les élèves. Dans cette démarche, nous partons d'abord des attentes des entreprises, pour être certains que nos élèves trouveront un emploi.

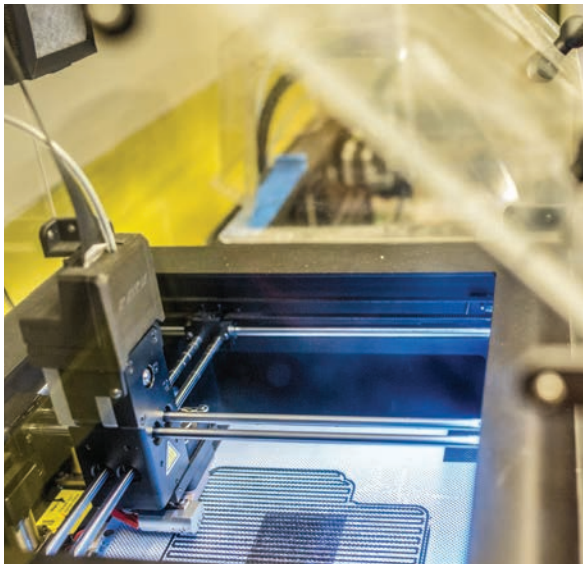
Fab labs, low-tech : une greffe possible ?

Avec leurs imprimantes 3D, leurs découpeuses laser et autres machines numériques, les fab labs symbolisent tout ce que la société a de plus high-tech. Pourtant, ces espaces d'invention, de bricole et de création peuvent devenir des lieux propices à l'épanouissement des low-tech. Exemple concret de cette complémentarité dans le fab lab de la Casemate, à Grenoble. Texte : **Laury-Anne Cholez** - Photos : **Pablo Chignard**

À Grenoble, le fab lab est installé dans une ancienne casemate militaire, construite dans les années 1830. Elle servait autrefois à entreposer des pièces pour les canons et à loger les troupes en temps de siège.

Une légère odeur de bois brûlé flotte dans l'air d'une haute salle voûtée en pierres. Barbe de hipster et bonnet vissé sur la tête, Tristan vérifie les réglages de la découpeuse laser qui trace des rainures sur une planche. À côté, une imprimante 3D est à l'ouvrage, projetant de fines lignes de plastique noir. « *Il y en a pour neuf heures de travail* », explique le jeune homme, qui fabrique des maquettes pour un festival d'arts numériques. Mieux vaut être patient ! Nous sommes à la Casemate de Grenoble, un centre de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI), qui abrite un fab lab depuis 2012. Un « laboratoire de fabrication », en bon français. Un lieu où l'on vient créer, réparer, fabriquer, bricoler à l'aide de divers outils : de l'imprimante 3D à la découpeuse vinyle, en passant par toute une gamme de perceuses et autres machines à commandes numériques. A priori, rien de très low-tech. Et pourtant, ces deux mondes ont beaucoup en commun. À commencer par la vulgarisation scientifique. « *Nous prenons très à cœur notre rôle d'éducation populaire. On s'est construit sur la médiation entre la science et le grand public* », explique Yoanna Nowicki, fab-manageuse. La Casemate collabore avec Kévin Loesle, un ingénieur qui participe au lancement du premier Low-tech Lab de Grenoble, un local-atelier qui ouvrira ses portes dans le courant du mois d'avril. En attendant, il organise des ateliers de sensibilisation dans les locaux de la Casemate. « *Même si les fab labs ont une image très numérique, ils ont un rôle à jouer dans la dissémination de la culture low-tech.* »

En effet, quoi de mieux qu'un laboratoire d'expérimentation où se côtoient des geeks, des bricoleurs, des ingénieurs et des



curieux pour découvrir de nouvelles façons de créer des objets plus durables et plus résilients. C'est d'ailleurs le tournant que prend la Casemate. À l'occasion de la biennale des villes en transition, le centre a travaillé avec la ressourcerie grenobloise Ulisse pour donner une seconde vie à de vieux vêtements grâce à des découpes laser et des boutons conçus avec l'imprimante 3D. « *On peut fabriquer des choses dans l'esprit de la low-tech tout en utilisant des machines à commandes numériques* », assure Yoanna Nowicki. Sur les étagères, entre les caisses d'outils et cartons de matériel, quelques créations locales : des maquettes de fusées, des bijoux, des tabourets en bois, des panneaux de signalétique. Le reste est visible sur leur site internet, faute de place suffisante pour exposer.

"Même si les fab labs ont une image très numérique, ils ont un rôle à jouer dans la dissémination de la culture low-tech."

TECHNOPHILIE CONTRE TECHNOPHOBIE

Les équipes doivent en effet se contenter d'un espace de 60 m² au lieu des 400 m² du premier étage, qui a brûlé en novembre 2017. Un incendie revendiqué par un groupe d'anarchistes grenoblois, affirmant lutter contre le « totalitarisme technologique ». « *On nous a pris pour les relais des GAFA – ce qui est faux. Tout le monde peut passer notre porte pour venir débattre sur ces sujets. Nous sommes un centre de médiation mais certains n'ont vu que le côté fab lab et high-tech. Certes nous travaillons avec Orange. Mais nous avons aussi des collaborations avec des associations de réinsertion* », justifie Jean Clot, le responsable de la communication. « *Deux mois avant l'incendie, nous étions ici pour faire des expositions sur les low-tech. Cet acte est difficile à comprendre* », renchérit Kévin Loesle. Cet incendie illustre les paradoxes de la « cuvette », dont certains habitants sont ultra technophiles – 25 % des salariés grenoblois travaillent dans le numérique – tandis que d'autres demeurent très critiques envers les symboles de cette « Silicon Valley » française. Le journal local satirique le Postillon est l'un de leur porte-voix. « *À la Casemate, les nouvelles technologies ne sont pas un questionnement, mais un réflexe. Il faut avant tout les mettre en avant, les rendre attrayantes, sans jamais questionner leur utilité* », peut-on lire dans un article intitulé « Numérique : mais qu'est-ce qu'on attend ? »

LE FAB-LAB MODE D'EMPLOI

NAISSANCE – Dans les années 90, Neil Gershenfeld, physicien, informaticien et professeur au Massachusetts Institute of Technology (MIT), invente le concept de fab lab. Un lieu conçu pour sensibiliser les étudiants à la fabrication numérique. En France, le premier fab lab ouvre ses portes à Toulouse en 2009. Mais l'idée ne date pas d'hier. « *En 1999, j'ai contribué à fabriquer la première imprimante 3D dans un squat à Paris. On faisait déjà de la low-tech sans le savoir* », assure Matei Gheorghiu, maître de conférences et coordinateur du conseil scientifique du Réseau français des Fablabs.

DÉFINITION – Un réseau mondial de laboratoires locaux permettant l'invention en donnant accès à des outils pour la fabrication numérique. Voici la première phrase de la charte des fab labs éditée par le MIT. Éducation, innovation, ouverture, open source et documentation sont les maîtres-mots de ces lieux dédiés à la bricole et la culture numérique.

(À gauche) ***Un panneau bien ironique, car ce fab lab n'utilise ni produits chimiques dangereux ni substances radioactives ! Dans les tiroirs, on trouve surtout du bois, du plastique et pas mal de récup'.***

(Au milieu) ***L'imprimante 3D, machine emblématique des fab labs est au travail. Elle utilise des fils de plastique biosourcé, issu du maïs ou de betteraves. Des recherches sont menées pour produire du fil avec du marc de café ou des coquillages.***

(À droite) ***Sous les voûtes de la Casemate, les membres du fab lab sont concentrés. De nombreuses formations sont organisées pour apprendre aux néophytes à maîtriser l'ensemble des outils informatiques.***

Face à ces critiques, Jean Clot estime qu'il faut redoubler d'efforts et de pédagogie pour faire comprendre le sens de son travail. Car même si la Casemate se veut ouverte à tous, il faut suivre une courte formation avant de prendre les commandes des machines. De quoi rendre les gens autonomes afin qu'ils puissent laisser libre court à leur imagination. « *C'est une innovation par les usages. Les gens viennent ici pour faire ce dont ils ont besoin. Pour apporter des solutions à des problèmes concrets* », analyse Yoanna Nowicki, citant l'exemple d'un homme en fauteuil roulant qui s'est fabriqué un système pour passer plus facilement les trottoirs.

FAB LAB ET REPAIR CAFÉS

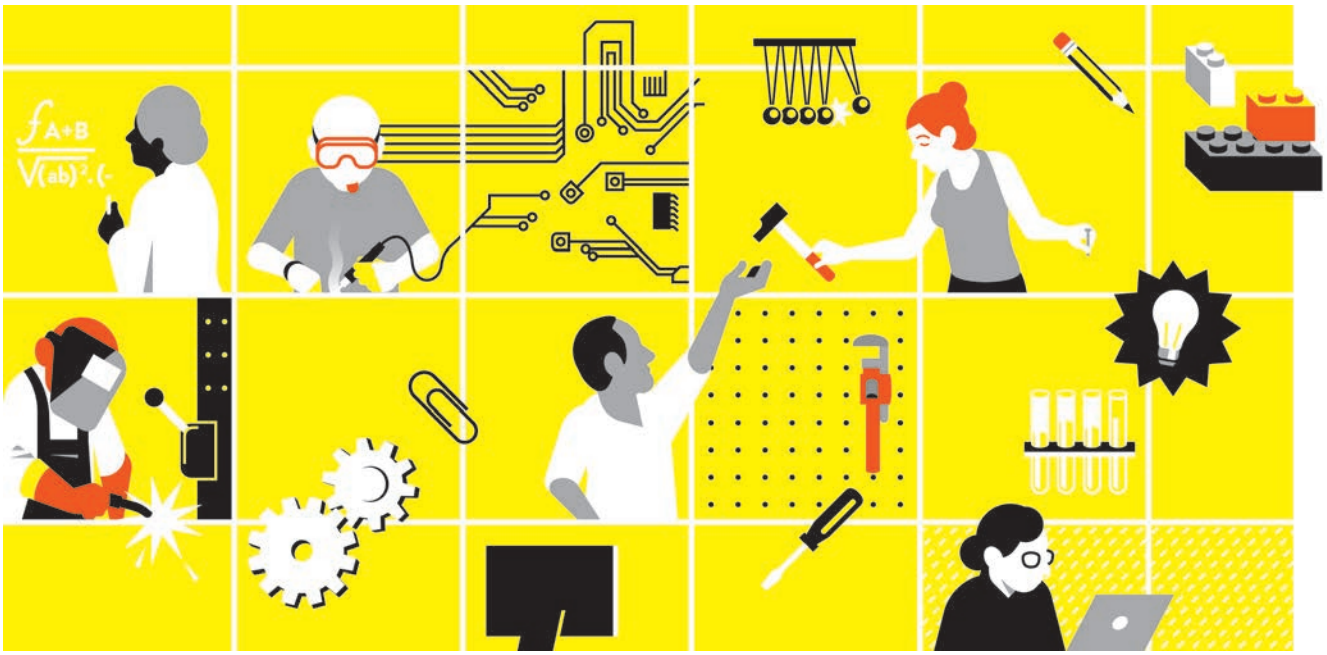
Les fab labs séduisent bien entendu beaucoup d'ingénieurs, qui ont une connaissance théorique des machines sans forcément être très habiles de leurs mains. À côté d'eux, les bricoleurs, au savoir plus empirique, n'auraient pas forcément accès à de tels outils sans les fab labs. Tout ce petit monde se retrouve autour d'une imprimante 3D pour s'échanger les bonnes pratiques. Une démarche somme toute très conviviale et low-tech. « *Les gens sont curieux d'apprendre, de s'interroger sur comment cela fonctionne et veulent plus que jamais lutter contre l'obsolescence programmée* », poursuit Yoanna Nowicki. Cette philosophie se rapproche des repair cafés, eux aussi sous les feux de l'actualité, malgré les freins psychologiques. « *Les gens sont pleins de bonnes intentions. Mais quand il faut prendre le temps d'aller fouiller dans une ressourcerie, puis de retaper l'objet plutôt que d'aller directement l'acheter chez Ikea, certains baissent les bras* », remarque Jean Clot. Se convertir à la low-tech n'est pas une démarche aisée. Surtout dans nos sociétés de consommation décomplexée. « *Le but des low-tech est de fabriquer des choses qui répondent aux besoins de base : alimentation, eau, accès à l'énergie. Des besoins qui sont déjà très bien assouvis en France. La question de leur place dans les pays développés n'est pas encore résolue* », avoue Kévin Loesle. Lorsque le jeune ingénieur annonce que son prochain atelier portera sur la fabrication d'un réchaud avec une boîte de conserve, on ne peut s'empêcher de sourire. Un tel outil permettra d'épater ses amis randonneurs mais ne servira pas à grand-chose dans une cuisine tout équipée. Doit-on pourtant le considérer comme un gadget ? « *Il faut sensibiliser les gens à ces nouvelles démarches. Leur faire comprendre qu'il est possible de relocaliser certaines productions. Leur montrer tout ce que l'on peut faire avec peu de moyens. Même s'il reste bien sûr à identifier les low-tech pertinentes dans un contexte urbain* ». Les citadins qui doivent se contenter de quelques mètres carrés pour vivre n'auront pas assez d'espace pour se lancer dans la création d'une éolienne avec un moteur d'imprimante ou d'un four solaire. C'est alors que les fab labs auront un rôle à jouer : celui d'héberger de ces nouvelles façons de penser et de créer des objets plus low-tech.

FABWASHING – Faute de marque déposée, le terme de fab lab est aujourd'hui employé à toutes les sauces. « *Certains vendent même des concepts clés en main pour 50 000 euros, sans comprendre que monter ce type de lieux, c'est quelque chose qui prend du temps, qui demande de l'humain et pas seulement de l'argent* », déplore Matei Gheorghiu. Cet universitaire va même jusqu'à parler de « fabwashing » à l'encontre de certaines structures particulièrement opportunistes.

L'ŒIL DU LOW-TECH LAB

CES ENDROITS OÙ LES LOW-TECH SONT BIENVENUES

Une myriade de lieux – dont les fab labs – se sont déjà appropriés les enjeux liés aux low-tech. Les ateliers partagés sont le pendant non numérique des fab labs. On peut aussi penser aux recycleries et aux ressourceries, des structures où sont proposés des produits de seconde main, souvent réparés sur place, et qui offrent des cours pour valoriser les objets de récupération. Plus globalement, citons les tiers-lieux (L'Hermitage à Compiègne, Open Lande à Nantes, Darwin à Bordeaux…), ces endroits hybrides pensés comme des cadres de partage de biens et de savoirs, orientés vers des questions diverses telles que le travail, la transition, ou les low-tech !



INSPIRATION LIBRISTE

Partager pour mieux régner

Pour avoir un réel impact, les low-tech vont devoir se diffuser au-delà des cercles militants et sortir de la marginalité. Financement et brevetage des innovations, rentabilité, relais… Les dilemmes ne manquent pas.

Texte : **Margaux Leridon** - Illustration : **Lou Rihn**

Ateliers et partage de connaissances dans des fab labs mis en réseau, tutoriels participatifs, vidéos gratuites… Les savoirs low-tech se diffusent la plupart du temps de manière horizontale. Cet esprit communautaire est intimement lié à ce rapport alternatif aux techniques, plus démocratique et critique vis-à-vis du système industriel. C'est dans cet esprit que Clément Flipo a créé Wikifab, une plateforme de tutoriels qui utilise le code source de Wikipedia afin de permettre aux *makers* de partager leurs connaissances et, comme sur l'encyclopédie collaborative, d'enrichir les contenus postés par les autres utilisateurs. « *Ma compréhension de la low-tech, c'est qu'elle doit être diffusée le plus largement possible, et surtout vers les populations qui en ont le plus besoin* », explique-t-il. Une philosophie qui s'oppose à l'idée de breveter les innovations. « *Les populations visées ne vont pas avoir les moyens de payer le coût du brevet ou de la licence* », développe Clément Flipo. « *Un tutoriel de fabrication d'un concentrateur solaire mis en open source va permettre de le mettre au point en Afrique ou en Inde, avec des matériaux locaux qui ne seront pas forcément les mêmes. C'est aussi cette liberté-là qu'apporte l'absence de brevet* », conclut-il.

FINANCER SANS BREVETER

« *Intrinsèquement, la low-tech est tourné vers cette notion de communautarisme* », abonde Pascal Redou, directeur des études à l'École nationale d'ingénieurs de Brest. « *Mais certains peuvent parfois être obligés de faire fructifier ce qu'ils font* », tempère-t-il. Or, pour Matei Gheorghiu, coordinateur scientifique du Réseau français des Fablabs, si la question de la rémunération se pose en effet, le brevet n'y apporte pas nécessairement la réponse

adéquate. « *De quoi a-t-on besoin pour créer ? De dormir, de boire, de manger. Un musicien a besoin d'instruments, mais surtout d'un environnement stimulant. Il faut évidemment donner aux gens les moyens de vivre, mais pas forcément des salaires mirobolants. Les personnes qui créent ont besoin d'un atelier et de gens intéressants, ouverts, avec qui échanger* », explique-t-il. Selon lui, les entreprises pourraient prendre part à ce financement d'inventions low-tech sans nécessairement passer par l'achat et le verrouillage de la propriété intellectuelle. « *Il faut que les industriels reconnaissent l'importance d'entretenir un réseau de créatifs, et qu'ils participent à son financement,* explique-t-il. *Ils peuvent par exemple demander à des membres du réseau d'intervenir ponctuellement ou régulièrement pour faire des formations dans leur fab lab d'entreprise... En ce moment, on est en train de prototyper différents financements* », détaille-t-il.

UN MODÈLE SLOW ET LOW

Faire participer les industriels à un modèle de libre diffusion du savoir, c'est un peu ce qu'a fait à son échelle Clément Flipo avec Wikifab. « *Au bout d'un an d'existence, on s'est rendu compte qu'on ne recevait pas assez de dons pour nous financer à la manière de Wikipedia* », raconte-t-il. Il a donc créé Dokit, société adossée à Wikifab, qui commercialise des versions personnalisées de la plateforme pour des entreprises souhaitant créer leurs propres tutoriels en interne. « *C'est grâce aux revenus qu'on perçoit avec Dokit qu'on peut faire vivre Wikifab* », explique Clément Flipo. Et Wikifab peut ainsi rester gratuit et non lucratif, à l'image de son encyclopédie modèle. « *Wikipedia ne vous rémunérera jamais parce que vous avez créé un contenu, mais ne fera jamais non plus d'argent sur le contenu que vous avez créé* », précise le fondateur du projet.

Du côté du Réseau français des Fablabs, pas de rémunération non plus. Une approche qui permet non seulement l'indépendance des coordinateurs, mais aussi, selon Matei Gheorghiu, un travail plus exigeant qu'autorise l'absence de pressions financières. « *Personne dans l'équipe ne dépend de cette activité pour vivre,* explique-t-il. *Or, pourquoi se dépêche-t-on? Pour faire bouillir la marmite. Si la marmite est déjà chaude, on ne se dépêche pas, et on fait les choses mieux.* » Pour lui, la précipitation est en effet la pire ennemie de la mise en place d'un réseau de fab labs pertinent. « *On commence à alerter les politiques à ce sujet,* raconte-t-il. *Un fab lab, il faut le bâtir avec les communautés locales, pas le sortir de terre ex nihilo pour répondre à une mode. Il faut d'abord faire le recensement de toutes les associations existantes en la matière, quitte à prendre plus de temps. Mieux vaut faire en trois ans quelque chose qui dure quinze ou vingt ans, qu'en six mois quelque chose qui périclite l'année suivante. En ce sens, on est low-tech y compris dans le modèle organisationnel* », détaille-t-il.

QUESTIONS DE DEGRÉ ET D'ÉCHELLE

Pour autant, la diffusion des low-tech ne saurait se passer complètement des high-tech, ne serait-ce que parce qu'elle s'appuie en grande partie sur internet. « *Il faut évidemment questionner l'impact de cette high-tech,* note Quentin Mateus, du Low-tech Lab, *et voir comment la rendre la plus sobre possible, en utilisant par exemple des codes "frugalisés", moins consommateurs de ressources et d'énergie. On parle d'ailleurs d'artisanat du code, parce qu'en plus d'être des codes moins gaspilleurs, ceux-ci redonnent du sens au travail des développeurs* ». Se pose en outre la question de l'échelle à adopter. « *L'important, ce n'est pas de diffuser en masse,* explique Matei Gheorghiu. *L'idée derrière la diffusion de masse, c'est de faire de la marge. Nous, notre but avec le Réseau français des Fablabs, c'est la diffusion pertinente* », argumente-t-il. Et cette diffusion pertinente passe notamment par la sensibilisation des plus jeunes. « *On fait comme les scouts, on essaie de commencer tôt,* sourit Matei Gheorghiu. *On a une action importante en direction des publics scolaires.* » Une approche partagée par Clément Flipo. « *Wikifab a un partenariat avec la MAIF, qui est la mutuelle des enseignants, ce qui nous donne accès à tout un réseau. Trois écoles ont envoyé toute une classe dans un fab lab tous les mercredis pendant plusieurs mois, et il y a vraiment eu de super projets. Les enfants ont par exemple realisés un baromètre sonore, un petit système qui enregistre le niveau de bruit dans la classe. Dès que ça crie trop fort, ça passe au rouge. Ils ont publié leur tutoriel sur Wikifab, pour permettre à d'autres écoles de le reproduire...* » Et, peut-être, susciter des vocations de futurs ingénieurs low-tech.

"La low-tech doit être diffusée le plus largement possible, et surtout vers des populations qui en ont le plus besoin."

L'ŒIL DU LOW-TECH LAB

LE LIBRE PEUT-IL ÊTRE RENTABLE ?

Le Low-tech Lab encourage le partage libre des solutions. Mais pour beaucoup, le maintien en libre accès des solutions est un frein à la valorisation économique. Pourtant, plusieurs exemples prouvent le contraire : certes, la « recette » est en accès libre, mais la façon de la mettre en œuvre dépend de l'expertise, de l'outillage et de l'expérience de chacun. La plupart des modèles économiques tirant profit de connaissances libres reposent sur ce postulat. Dans cette logique, c'est donc l'accompagnement, le conseil ou la vente « clé en main » qui font l'objet d'un échange marchand. Si dans le milieu du logiciel, le libre a trouvé sa rentabilité (Drone Code Fondation, Arduino, etc.), côté matériel, moins de structures ont réussi à pérenniser leur activité. Celles qui y sont parvenues reposent sur la labellisation et la vente de produits finis (Open Desk), ou encore sur l'accompagnement et la formation pair-à-pair (l'Atelier Paysan).

DR

TINY HOUSE

Et si l'habitat de demain se nichait dans les micromaisons ?

La tiny house, maisonnette en bois montée sur une remorque, séduit de plus en plus de Français en quête de frugalité. Minimaliste, ultra-fonctionnelle et peu coûteuse, cette caravane du XXIe siècle serait-elle le parfait labo d'expérimentation de l'habitat low-tech ?

Annabelle Perrin

« C'*est un ovni qui suscite une cote d'amour énorme* », s'enthousiasme Dominique Blavet, modératrice du site matinyhouse.com. Imaginées aux États-Unis dans les années 2000, ces « maisons minuscules », constituées d'une coque en bois positionnée sur une remorque, essaiment en France depuis cinq ans leur philosophie minimaliste. Habitat alternatif de 20 mètres carrés en moyenne, la tiny house prône un mode de vie moins superflu et un retour à la nature. « *Même si chacun est libre de faire comme il l'entend, la maison ne doit en principe pas dépasser 2,4 mètres de large, 11 mètres de long et doit peser moins de 3,5 tonnes, remorque comprise. L'idée, c'est de respecter le principe de mobilité* », poursuit la jeune femme qui a animé des ateliers sur le sujet. Elles seraient environ 800 à sillonner aujourd'hui les routes hexagonales.

En France, entre 40 et 60 constructeurs se partagent le marché. « *Les tiny houses les moins chères commencent à 20 000 euros*, détaille Dominique Blavet. *Certaines peuvent coûter jusqu'à 75 000 euros, notamment celles construites par l'entreprise Baluchon, qui est une véritable orfèvrerie. La moyenne se situe autour de 35 000 euros mais le marché est arrivé en phase de maturité et les prix vont commencer à baisser.* » Est-ce donc le moment idéal pour envisager de franchir le pas ?

SMALL IS ÉCOLO

L'un des arguments de vente de la tiny house repose sur son faible impact environnemental. Marie-José Zerbi Barthélémy, du cabinet d'architecture OPA, précise cependant que « *comme pour n'importe quelle maison, on peut la construire sale-*

ment ou proprement ». Selon Dominique Blavet, de nombreux producteurs font tout de même le choix de privilégier des matériaux éco-responsables.

C'est notamment le cas de La Tiny House qui, en 2013, a construit la première micromaison française. « *Nous pratiquons l'éco-construction*, explique Anne Thierry, salariée de l'entreprise. *Nous utilisons par exemple un isolant en lin de chanvre et coton. Il est végétal et écologique. Pour la charpente, nous employons uniquement du bois non traité, le plus possible issu de forêts locales. Peuplier et épicéa proviennent de Bretagne et passent par une scierie en Eure-et-Loir. Seul le sapin vient d'Europe du Nord.* »

En plus d'être éco-conçue, cette tiny house permet également de réduire sa consommation d'énergie, notamment grâce à une surface habitable plus petite. « *C'est logique, il n'y a pas d'inertie comme dans un appartement plus grand*, expose Anne Thierry. *Dans la Tiny, si on ouvre la fenêtre, il fait automatiquement froid et si on la ferme la chaleur des corps suffit souvent à chauffer la pièce.* »

L'AUTONOMIE, PRINCIPAL PROBLÈME

Installations de panneaux solaires, réserves d'eau, de gaz… Les entreprises innovent constamment pour rendre ces habitations toujours plus autonomes, à l'image de l'entreprise Cahute. « *Grâce à cette autonomie, nous avons pu développer beaucoup de projets en pleine nature*, indique son fondateur Thomas Longhi. *Nos tiny ont été validées par l'architecte des bâtiments de France. Voilà pourquoi nous pouvons installer nos maison dans des zones protégées ou classées monuments historiques.* »

La question de l'eau pose cependant toujours problème. « *Il y a de nombreuses recherches autour de la récupération des eaux de pluie ou de mer*, commente le constructeur. *Mais pour le moment nous ne disposons pas de technologies satisfaisantes pour rendre les tiny houses autonomes sur ce plan. Les processus de purification des eaux de pluie nécessitent énormément d'énergie. D'un côté, on économise de l'eau, mais de l'autre on consomme plus d'électricité, donc plus de batteries et plus de lithium embarqué.* »

UN ESSOR DU MINIMALISME ?

L'intérêt écologique ne viendrait-il pas plutôt d'un changement radical de mode de vie, provoqué par l'espace restreint ? « *Si l'on cherche à être autonome avec les mêmes habitudes de vie que dans un habitat traditionnel, il faut multiplier les équipements*, explicite Thomas Longhi. *Je pense que le réel enjeu passe par la sobriété.* »

> **“Les « tynistes » questionnent notre rapport à la simplicité et donc à la société de consommation.”**

Plus que des innovations purement techniques, les « tynistes » questionnent notre rapport à la simplicité et donc à la société de consommation. « *Pour se laver, il faut trois litres d'eau*, illustre le constructeur. *Pour avoir la sensation d'être propre, on a besoin de 30 litres d'eau. Et pour avoir la sensation d'être relaxé, on a besoin de 100 litres d'eau. Où met-on le curseur ?* » Le fabricant constate d'ailleurs que ses clients se rendent souvent compte, un an après leur achat, qu'un lavabo suffit et réclament d'enlever la salle d'eau. « *Nos grands-parents n'avaient pas de douche et en l'espace de trois générations, elle est devenue indispensable. Faire passer les besoins de propreté par la douche est une catastrophe écologique.* »

Face à l'urgence climatique, la petite musique des matériaux et habitus ancestraux séduit certes de plus en plus de citoyens, mais pas la majorité. La tiny house pourra-t-elle se démocratiser et toucher un plus large public ? En accord avec l'un des fondamentaux de la démarche low-tech, de nombreux sites et forums hébergent des plans de micromaisons en open source. Le Collectif Tiny House, par exemple, met en ligne les plans d'Entropie, association grenobloise spécialisée dans le design libre, l'éco-conception et l'auto-production. Un moyen pour tous les néo-bricoleurs de sortir de la marginalité ?

Pas si simple, répond Marie-José Zerbi Barthélémy, qui rappelle quelques contraintes de la tiny house, notamment concernant sa localisation : « *Elle peut être installée sur n'importe quel emplacement, pour un maximum de trois mois. Au-delà de ce délai, elle répond au droit de l'urbanisme et impose une déclaration préalable à la mairie. Et seulement si le Plan local d'urbanisme (PLU) le prévoit.* »

À l'inverse, ceux qui l'imaginent comme le combi Volkswagen des temps modernes risquent d'être déçus. « *On peut la bouger deux ou trois fois par an*, confie Dominique Blavet. *Mais faire le tour du monde en tiny house est une illusion et peut se révéler un cauchemar… C'est beaucoup trop lourd à déplacer.* »

Souvent écologique mais pas toujours, nomade tout en étant destinée à des modes de vies plutôt sédentaires, petite mais modulable… la tiny house semble être taillée de toutes pièces pour les générations futures et leurs contradictions. Non pas comme remède à tous les maux de l'habitat mais comme espace de réflexion. « *La tiny house disparaîtra sûrement car elle n'est pas une solution*, conclut Thomas Laughi. *Elle est plutôt un espace d'expérimentation qui interroge nos pratiques et nous pousse à réfléchir à des solutions.* »

Leroy Merlin s'est donné pour mission d'informer, d'expliquer et de révéler les évolutions qui se jouent dans le monde de l'habitat – individuel ou collectif –, de partager des projets pionniers pour inspirer, mais aussi de donner des conseils très pratiques pour permettre à chacun de vivre mieux. Animé par la volonté d'aider chacun à rêver et réaliser sa maison, et convaincu de l'intérêt du faire soi-même, Leroy Merlin a vite pris part au mouvement Maker. Partenaire principal de Maker Faire Paris 2019 du 22 au 24 novembre à la Cité des Sciences et de l'industrie, Leroy Merlin accueillera l'exposition du Low-tech Lab sur l'habitat durable.

FRUGALITÉ HEUREUSE

Plutôt que la smart city, bâtir la slow city

Face aux *smart cities* toujours plus connectées et énergivores, certaines villes préfèrent prendre un virage plus low-tech. Car si la technologie peut aider à la transition écologique, reste à l'utiliser à bon escient. **Laury-Anne Cholez**

Revenir à la bougie ? S'abreuver à l'eau du puits ? Faire une croix sur tout confort ? Les clichés moyenâgeux abondent lorsqu'on parle de ville low-tech. Ses détracteurs nous promettent des lendemains tristounets, sans gadgets électroniques pour nous tenir compagnie. Sans data analyses pour prédire nos envies. Ils préféreraient nous immerger corps et âmes dans une *smart city*. Une métropole « intelligente, connectée, agile et innovante » qui nous rendrait la vie plus facile. Mais toujours plus gourmande en énergie. Et face à l'épuisement des ressources, ces solutions technophiles atteignent leurs limites. Et si nous prenions un virage plus low-tech et frugal ? À quoi ressemblerait notre vie dans une cité plus résiliente ? Plongeons un instant dans l'avenir.

EN FINIR AVEC L'IMPÉRATIF DE MOBILITÉ

Chaque matin, pour aller travailler, 16,7 millions de Français quittent leur commune de résidence. La moitié d'entre eux parcourt plus de 15 kilomètres. Cette distance médiane a augmenté de 2 kilomètres entre 1999 et 2013 selon l'INSEE. Les embouteillages, le bus ou le métro bondé ? Impensable dans une ville low-tech où habitat, bureaux et commerces seraient rapprochés. « *Il faut procéder à un rééquilibrage d'urgence* », explique Philippe Madec, architecte, pionnier du développement durable en urbanisme. Lassé d'attendre que les politiques prennent leurs responsabilités, il a rédigé avec l'ingénieur Alain Bornarel et l'architecte Dominique Gauzin-Müller le « Manifeste pour une frugalité heureuse ». Un appel à changer les politiques d'aménagement du territoire. « *Arrêtons de demander des autorisations pour faire des choses différemment. Nous devons réclamer de l'autonomie de pensée et d'action, car ceux qui construisent ont une part de responsabilité importante dans le dérèglement climatique : 20 % des gaz à effet de serre sont liés aux déplacements et 40 % aux bâtiments.* » Faut-il alors se lancer dans la construction d'immeubles et de maisons moins énergivores ? Pas vraiment selon Philippe Barre, co-fondateur de Darwin, un tiers-lieu qui expérimente depuis 2007 de nouvelles façons de vivre et de consommer à Bordeaux. « *Ne pas détruire un bâtiment existant est le premier pas d'une démarche low-tech* », assure-t-il. Une évidence qu'il est bon de souligner face à l'appétit voraces des promoteurs immobiliers, toujours prompts à raser pour édifier des éco-quartiers. Darwin se débat d'ailleurs avec l'aménageur du quartier Bastide Niel, qui souhaite construire des immeubles sur certains de ses espaces. « *Notre expérience démontre qu'à notre échelle, on peut être résilient et trouver un équilibre. Loin des "escrocs" quartiers bétonnés et standardisés. On dérange à la fois le secteur du bâtiment, les promoteurs immobiliers et leurs produits financiers* », poursuit Philippe Barre. Dans les allées de cette ancienne caserne, la question de la sobriété énergétique se pose en permanence dans tous les domaines. Sans pour autant tomber dans la radicalité. « *Tout est une question d'arbitrage, en fonction d'un contexte. On ne se prive pas de high-tech mais on essaie de la limiter à l'utile et pas au futile. Faire plus avec moins et mieux avec peu, telle doit être l'urgence aujourd'hui. C'est cela, l'esprit low-tech.* »

> **"Les embouteillages, le bus ou le métro bondé ? Impensable dans une ville low-tech où habitat, bureaux et commerces seraient rapprochés."**

REPRENDRE LE POUVOIR SUR L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Il ne s'agit pas de clouer au pilori tous ces nouveaux outils mais d'apporter une certaine pondération dans leur utilisation. En somme : que la technologie soit au service de l'humain, et pas l'inverse. Une théorie chère au penseur écologiste et théoricien du municipalisme libertaire Murray Bookchin. « *Elle*

DR

L'arbre de la vie *(1917) de l'artiste franco-russe Léopold Survage, inventeur du style dit des « Rythmes colorés ». Au cubisme, auquel il s'essaie après 1913, il apporte une palette de couleurs tendres et chatoyantes qui font de ses paysages urbains des scènes chimériques.*

doit être une aide pour alléger la pénibilité du travail et pas une dépendance au service d'actionnaires », analyse Vincent Gerber, historien et spécialiste de l'intellectuel américain. « *Il faut revenir à une échelle à laquelle les habitants peuvent s'impliquer et comprendre les conséquences de leurs choix, comme la construction d'un nouveau bâtiment, ou d'une route* ». En somme, redonner le pouvoir aux citoyens sur l'aménagement urbain grâce à des agoras locales où tout serait décidé en commun. « *Murray Bookchin estime que tout le monde est capable de prendre position et de participer à la gestion d'une ville. Mais qu'il faut les inciter à faire de la politique du quotidien* », estime Vincent Gerber.

Loin d'être de complètes utopies, certaines villes ont déjà commencé l'expérience. À Ungersheim en Alsace, municipalité exemplaire en matière de transition écologique. À Langouet en Bretagne, village qui veut devenir 100 % écolo. Ou encore à Loos-en-Gohelle, commune pilote du développement durable dans les Hauts-de-France. À plus grande échelle, le projet Fab City, initié par Barcelone en 2011, est particulièrement intéressant. L'idée est de créer un réseau mondial de villes interconnectées, qui atteindraient toutes l'autosuffisance d'ici 2054. « *Il s'agit d'un challenge. Les villes doivent revoir leur façon de produire et de consommer afin de réduire leur impact. Avec Fab City, elles peuvent partager leurs bonnes pratiques* », explique Tomas Diez, urbaniste et instigateur du programme. Pour aiguiller les candidats dans ce chemin de croix, l'organisme a même édité un guide disponible sur internet.

LE GÉNIE DE LA FRUGALITÉ

Ces grandes ambitions se heurtent toutefois à plusieurs obstacles. Le premier d'entre eux : la loi d'airain du marché. « *Nous restons dépendants de groupes économiques qui maîtrisent nos modes de vie. On ne peut pas reprocher aux gens de polluer avec leur voiture quand tout le système est pensé pour rouler avec. La contestation est difficile. Il faudrait se réapproprier l'économie, en faire un bien commun* », analyse Vincent Gerber. Les résistances sont aussi psychologiques : le sacro-saint progrès technologique, étendard des *smart cities*, demeure ancré dans les consciences. « *Nous n'avons pas fait le deuil du machinisme qui a deux siècles d'existence* », concède Philippe Madec. « *Les citoyens sont habitués à vivre d'une certaine manière et auront du mal à accepter de faire autrement. Quant aux maires, ils ont peur de prendre des mesures qui seraient impopulaires* », précise Carlos Moreno, universitaire et spécialiste des *smart cities*. Ce qui va nous forcer à changer tient en un mot : l'effondrement. « *Quand le high-tech aura failli, on reviendra à un fonctionnement beaucoup plus simple, avec des outils que tout le monde pourra s'approprier* », prédit Vincent Gerber. Mais ne soyez pas paniqués. C'est souvent dans l'adversité que naissent les plus belles alternatives, ou « le génie de la frugalité », précise Philippe Barre. Car nous n'avons pas le choix. Face aux alarmes climatiques, la ville devra s'adapter quoi qu'il lui en coûte.

L'ŒIL DU LOW-TECH LAB

PENSER PLUS LOCAL

En un mot : subsidiarité. Il est essentiel de réintroduire ce principe selon lequel l'entité la plus compétente pour répondre à un besoin est celle qui est au plus proche de ceux qui sont directement concernés par cette action. Recréer de la proximité entre les citoyens et les systèmes de production – a minima, ceux qui répondent aux besoins essentiels comme l'eau ou l'énergie – permet de mobiliser les habitants dans la gestion consciente de leur bien commun.

CORENTIN DE CHATELPERRON

Voguer vers l'inconnu avec enthousiasme

Corentin de Chatelperron s'est lancé dans l'aventure des low-tech il y a une dizaine d'années. Avec le Low-tech Lab et une équipe de passionnés, l'ingénieur breton poursuit une ambition optimiste : améliorer le quotidien du plus grand nombre par des innovations utiles, durables et accessibles. Rencontre, le temps d'une de ses rares escales françaises, avec un explorateur des possibles. **Christelle Granja**

(En bas à gauche) *Corentin de Chatelperron, capitaine low-tech, à bord du Gold of Bengal, premier voilier au monde réalisé 100 % en toile de jute.*

En 2018, l'aventurier à vécu pendant quatre mois au large de la Thaïlande sur une plateforme flottante de bambou, produisant lui même sa nourriture, son eau potable et son énergie.

© Laurent Sardi

Aventurier : c'est sans doute un débouché que n'avait pas prévu l'Institut catholique d'arts et métiers, à Nantes . Pourtant, cela décrit assez bien Corentin de Chatelperron, qui y a décroché un diplôme d'ingénieur il y a près de quinze ans. Pas tant pour les tempêtes qui cassent parfois le mât de ses embarcations expérimentales, ni pour les pirates qu'il tente d'éviter lors de ses traversées de l'océan Indien, que pour l'objet de ses pérégrinations, hors des autoroutes de l'emploi. Son credo : la low-tech, et sa diffusion à travers le monde. Cet homme au physique d'éternel adolescent en est persuadé, le progrès a perdu sa boussole : il faut repenser l'innovation. « *Aujourd'hui, on invente beaucoup de nouveaux produits, mais quel en est le sens ? Quel est le rêve commun ? La low-tech est une manière de créer des outils et des objets qui répondent aux besoins de base, en allant vers des modes de vie plus sains et plus durables* », explique-t-il.

AU FIL DE L'EAU

En 2009, le Breton rejoint le Bangladesh pour un service civique au sein de l'entreprise navale Tara Tari (« dépêche-toi », en bengali), spécialisée dans la construction de bateaux en composite de fibre de verre. « *Juste à côté du chantier, il y avait des champs de jute et une usine de transformation de cette fibre naturelle. Cela m'a donné l'idée de remplacer la fibre de verre par de la fibre de jute* », explique simplement Corentin de Chatelperron. En bref, il s'agit de troquer un matériau polluant, importé, cher, par une ressource naturelle locale. Le pari est gagnant. Un prototype de voilier de neuf mètres, intégrant la fibre de jute à hauteur de 40 %, est construit en trois mois. Les parties métalliques et l'aménagement viennent essentiellement de produits issus du recyclage de cargos déconstruits localement. À bord du frêle esquif, le jeune homme quitte le Bangladesh pour regagner la France : il descend le fleuve Brahmapoutre, passe les bidonvilles de Dhaka pour rejoindre le delta du Gange et le Golfe du Bengale, jusqu'au Sri Lanka… Une traversée de l'océan Indien et une remontée de la mer Rouge plus tard, il atteint la Méditerranée et retrouve ses pénates. À l'arrivée, son bateau *made in* « Tara Tari » parle pour lui : « vite », le temps presse. Au Bangladesh, 164 millions de personnes vivent sur un territoire quatre fois plus petit que la France, menacé par la montée des eaux. « *En passant plusieurs années au Bangladesh, j'ai réalisé que je n'étais pas dans un pays sur la voie d'un développement possible, mais dans les coulisses hyper trash de notre mode de vie occidental. Les rivières ont une couleur dégueulasse, la pollution est dingue : c'est ce que produit l'achat d'une fringue à plusieurs milliers de kilomètres de là* », expose Corentin de Chatelperron. Une prise de conscience qui pousse le jeune homme à l'action. Trois ans plus tard, c'est à bord de Gold of Bengal, un bateau 100 % réalisé à base de fibre naturelle cette fois, qu'il parcourt les eaux du golfe éponyme. Plus qu'une passion, la voile est surtout un moyen écolo et pratique

> **"À la différence de la high-tech, qui exige des compétences ou des outils pointus, et souvent des matériaux rares, peu recyclables, la low-tech utilise des ressources locales, accessibles."**

© Low-tech Lab

(En bas) *Après 120 jours en autonomie, expérimentant 30 solutions low-tech, le Nantais a crée son propre écosystème à bord de sa plateforme flottante.*

de se déplacer. « *Et puis, on est un peu plus libre sur l'eau* », glisse-t-il. Tout en testant les capacités de son innovation flottante, Corentin se donne une autre mission : subsister grâce aux low-tech. « *À la différence de la high-tech, qui exige des compétences ou des outils pointus, et souvent des matériaux rares, peu recyclables, la low-tech utilise des ressources locales, accessibles* », précise-t-il.

UNE ARCHE DE NOÉ ÉCOLO

C'est à Paris, un frais matin d'avril, que nous rencontrons Corentin de Chatelperron lors d'une de ses rares escales françaises. Exceptionnellement, il est rentré en avion après avoir laissé son bateau aux Philippines, pour une dizaine de jours dans l'Hexagone, et notamment à Concarneau. C'est là que se trouve le siège du Low-tech Lab qu'il a monté il y a quelques années et qui compte désormais quinze passionnés, dont sept en CDI. « *Je souhaitais rencontrer les nouveaux venus, et plusieurs partenaires* », précise-t-il. Ils sont nombreux : entreprises (Décathlon, Schneider Electric), organismes publics (Ademe) et médias (Arte, Brut) soutiennent, entre autres, le projet. Dès le lendemain, Corentin rejoindra à Manille le « Nomade des Mers », sa dernière aventure en date : un tour du monde pour trouver, tester et diffuser les meilleures low-tech. Cette fois-ci, c'est un catamaran qui a été transformé en labo autarcique. À bord, des cultures de spiruline, cette algue qui concentre un grand nombre de nutriments, mais aussi des mouches soldat noires. Ces petits insectes sont à la base d'un ingénieux dispositif. Low-tech, évidemment ! « *En Malaisie, au sein de l'entreprise Entofood que nous avons visitée, des recherches sont effectuées depuis près de 8 ans sur ces mouches. Aujourd'hui, elles permettent de traiter 300 tonnes de déchets organiques par jour* », explique l'ingénieur. La clé de l'énigme : les larves de mouches soldat noires, très voraces, engloutissent tous types de déchets organiques. Une fois déshydratées, elles peuvent aussi être utilisées pour l'alimentation animale. Un canard complète cette arche de Noé écolo. « *J'avais des poules au début, mais elles ne respectent rien. Alors que le canard est hyper sympa, plus aquatique, et il peut être laissé en liberté sur le bateau* », confie Corentin, léger sourire en coin, sérieux malgré tout. On le comprend : sur un voilier pour plusieurs mois de navigation, chaque compagnon compte.

© Laurent Sardi

ÉVITER L'ÉCUEIL DU LOW-TECH WASHING

Dans un café du XIIIe arrondissement où il a bien voulu nous rejoindre, tongs aux pieds (« *j'ai l'habitude de vivre dans des pays chauds, je déteste mettre des vraies chaussures* ») et sac étanche de marin sur le dos, Corentin montre sur son ordinateur une photo du bipède palmé. On acquiesce : il a vraiment une bonne gueule. « *Nous avons eu la chance d'arriver au bon moment. Quelques années seulement après que nous ayons lancé le Low-tech Lab, cette démarche trouve un réel écho* », observe Corentin, avec la tranquillité de celui qui n'attend pas le jugement des autres pour tracer sa route. « *On entend de plus en plus parler de low-tech ; des promoteurs immobiliers viennent même nous voir*

Après 6 mois en mer en 2013, l'aventure de Corentin s'est clôturée à Tambarat (Indonésie), une île déserte transformée en véritable lieu d'expérimentation d'une vie low-tech.

© Low-tech Lab

depuis peu, nous demandant conseil pour intégrer des solutions low-tech pour répondre à certains appels à projet. Le fait que cette démarche devienne une mode est extrêmement bénéfique, même si le risque est de tomber dans le low-tech washing », nuance son collègue Quentin Mateus qui, après avoir rejoint l'équipe il y a 3 ans pour continuer les développements de prototypes en fibre de jute, prépare aujourd'hui la prochaine expédition du Low-tech Lab : l'expédition Agami à la rencontre de l'économie sociale, solidaire et low-tech africaine.

PARTIR À L'ABORDAGE

Pour autant, le chemin est encore long. « *Nous sommes trop petits par rapport à ce qu'on souhaite développer. Nous sommes surtout connus en France et en Europe, alors que nous souhaitons toucher les gens bien au-delà.* » Alors, pour diffuser la low-tech, rien de tel que l'usage (à bon escient) de la high-tech ! Des tutos, mais aussi une série documentaire d'Arte témoignent de l'aventure et permettent de partager les précieuses trouvailles « récoltées » lors des expéditions, et qui pourraient améliorer les conditions de vie de millions de personnes, pour peu qu'elles soient davantage connues. « *Nous ne nous opposons pas à la high-tech, au contraire : avec quatre milliards d'internautes sur la planète, c'est notre principal outil de communication. High-tech et low-tech doivent être complémentaires* », assume Corentin. Et pour insuffler sa démarche au-delà du milieu associatif et des cercles de passionnés, il n'hésite pas, avec son association, à créer des ponts avec le monde de l'entreprise. « *Suite à une réunion avec Corentin de Chatelperron, nous avons développé une approche frugale, avec un service qui emploie aujourd'hui trois personnes à temps plein, et qui a permis de créer plus de vingt produits low-tech ou frugaux* », témoigne Anne Sophie Pierre, chargée de projet chez Décathlon. Un levier d'action pour permettre aux low-tech de changer d'échelle ? « *Des projets comme celui de Corentin sont essentiels : ils suscitent l'envie, ils rendent les choses possibles, concrètes. Mais il ne faudrait pas que ces recherches restent à l'état de beau livre dans une bibliothèque, aussi lu soit-il !* », tempère Anne Sophie Pierre. Corentin en est persuadé : pour être utiles, les low-tech doivent se répandre le plus largement possible. Une fois la mission de Gold of Bengal terminée, d'ici deux ans, le trentenaire souhaite développer « la Nasa des low-tech ». Le projet rassemblerait un réseau d'entreprises, d'associations, d'écoles, de labos, pour « *booster la R&D, passer du prototype à la série, et poursuivre le développement de low-tech qui n'ont pas été abouties* », ambitionne cet inventif débridé. « *L'aventure, c'est aller vers l'inconnu mais avec enthousiasme* », sourit-il.

"Le fait que cette démarche devienne une mode est extrêmement bénéfique, même si le risque est de tomber dans le *low-tech washing*."

ENGRENAGE

Rester informé

Low-Tech Magazine
Ce site internet (en anglais) est un incontournable pour se former à la low-tech. Ses articles fouillés sont éclairants tant du point de vue théorique que pratique.

Low Tech Institute
Le Low Technology Institute réfléchit à l'après-pétrole en centralisant des notices (en anglais) sur son site pour entamer une démarche low-tech au quotidien.

La Fabrique Écologique
Cette association d'experts promeut l'écologie au travers de notes étayées et accessibles sur une grande variété de sujets. Elle a consacré un rapport à la low-tech.

Les Précurseurs de la décroissance
Cette collection d'essais, éditée par Le passager clandestin sous la direction de Serge Latouche, offre une introduction pédagogique à la pensée de figures essentielles de l'écologie dans de courts volumes.

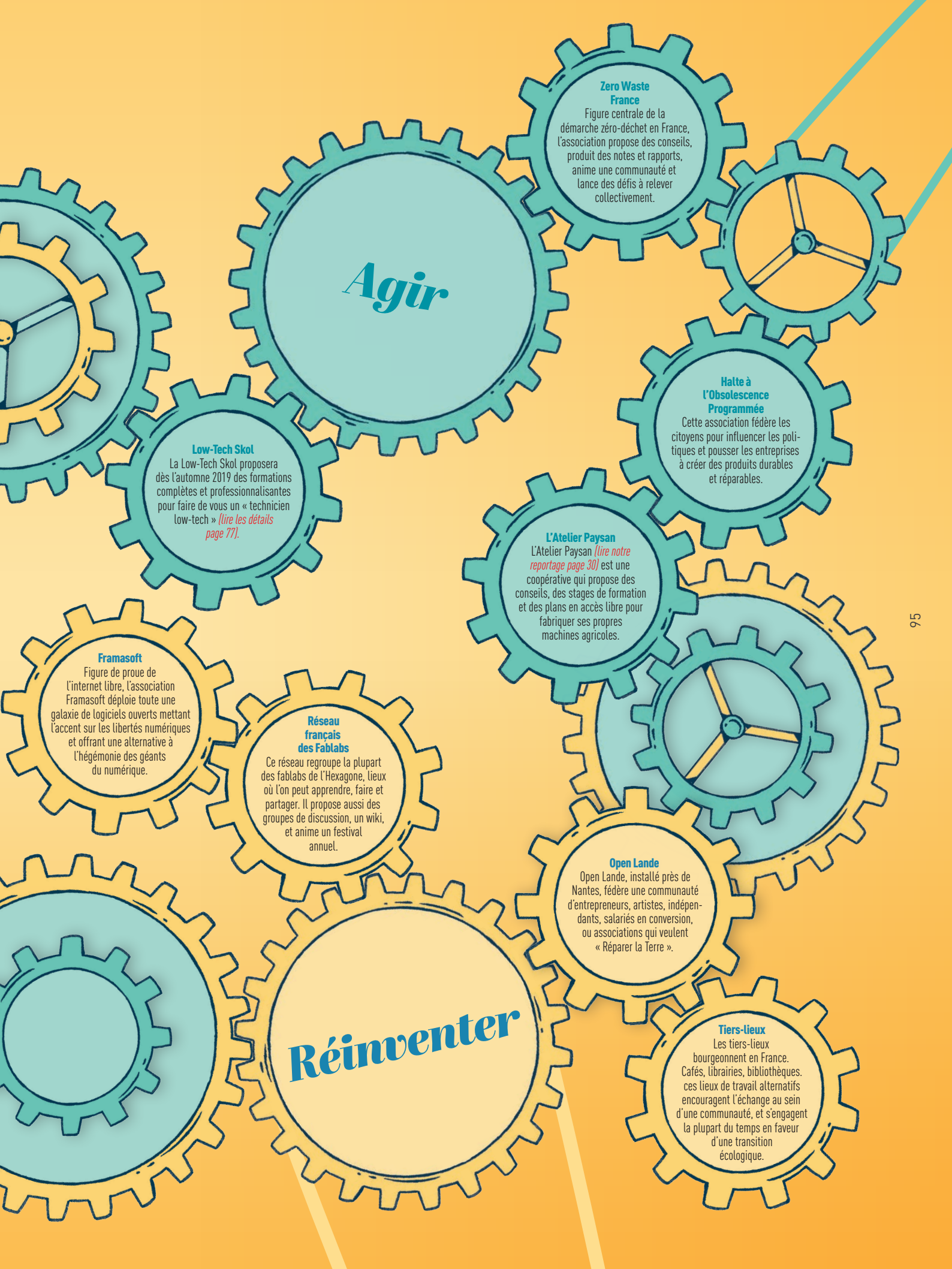
Se relier

Low-tech Lab
C'est aujourd'hui le pivot de toutes les initiatives low-tech menées en France et à travers le monde. Son site allie exemples concrets, kits pratiques et groupes de discussion pour créer une émulation collective.

Etika Mondo
L'association Etika Mondo propose des stages de cinq jours, théoriques et pratiques, pour apprendre à construire un écolieu. La démarche low-tech y occupe une place à part entière.

Ingénieurs Engagés
Cette fédération a monté plusieurs groupes locaux et thématiques afin de repenser le rôle des ingénieurs dans la société, centrés sur des problématiques sociales et environnementales.

Fonds Agir Low-tech
Cette structure d'intérêt général fraîchement lancée tente de mettre au point une approche méthodologique scientifique et rigoureuse des low-tech afin d'accompagner – par des conseils ou des financements – des acteurs de la transition.


Agir
Zero Waste France
Figure centrale de la démarche zéro-déchet en France, l'association propose des conseils, produit des notes et rapports, anime une communauté et lance des défis à relever collectivement.
Halte à l'Obsolescence Programmée
Cette association fédère les citoyens pour influencer les politiques et pousser les entreprises à créer des produits durables et réparables.
Low-Tech Skol
La Low-Tech Skol proposera dès l'automne 2019 des formations complètes et professionnalisantes pour faire de vous un « technicien low-tech » (lire les détails page 77).
L'Atelier Paysan
L'Atelier Paysan (lire notre reportage page 30) est une coopérative qui propose des conseils, des stages de formation et des plans en accès libre pour fabriquer ses propres machines agricoles.
Framasoft
Figure de proue de l'internet libre, l'association Framasoft déploie toute une galaxie de logiciels ouverts mettant l'accent sur les libertés numériques et offrant une alternative à l'hégémonie des géants du numérique.
Réseau français des Fablabs
Ce réseau regroupe la plupart des fablabs de l'Hexagone, lieux où l'on peut apprendre, faire et partager. Il propose aussi des groupes de discussion, un wiki, et anime un festival annuel.
Open Lande
Open Lande, installé près de Nantes, fédère une communauté d'entrepreneurs, artistes, indépendants, salariés en conversion, ou associations qui veulent « Réparer la Terre ».
Réinventer
Tiers-lieux
Les tiers-lieux bourgeonnent en France. Cafés, librairies, bibliothèques. ces lieux de travail alternatifs encouragent l'échange au sein d'une communauté, et s'engagent la plupart du temps en faveur d'une transition écologique.

EN LIBRAIRIE

L'âge des low tech, vers une civilisation techniquement soutenable
par Philippe Bihouix,
Seuil, coll. « Anthropocène »,
2014, 334 pages.

La réponse à la crise globale que nous traversons ne se situe pas dans une fuite en avant technologique. Dans son livre qui a contribué à populariser la low-tech, Philippe Bihouix dissipe les mirages des innovations high-tech et insiste sur la nécessité de changer notre modèle technique pour éviter le choc des pénuries à venir. Si l'essai étrille sans pitié nos illusions, c'est pour mieux explorer les alternatives avec enthousiasme. L'auteur vient par ailleurs de prolonger ses réflexions dans un nouvel ouvrage au Seuil, *Le bonheur était pour demain*.
Nicolas Celnik

La route verte des Indes : au pays des transitions écologiques et citoyennes
par Bénédicte Manier,
Rue de l'échiquier,
coll. « L'écopoche »,
2018, 160 pages.

La journaliste Bénédicte Manier a condensé 25 ans d'explorations en Inde afin de montrer comment la société civile a apporté des solutions aux principaux défis du pays. Pollution de l'air et des sols, pénurie de l'eau, déforestation, pauvreté rurale : chaque mal a trouvé une solution locale. Cette compilation très fournie dresse, à partir du laboratoire vers la transition que constitue le sous-continent indien, un manuel susceptible d'intéresser et d'inspirer le monde entier.
N. C.

Low tech ? Wild tech !
sous la direction de
Emmanuel Grimaud,
Yann Philippe Tastevin
et Denis Vidal, Éditions de
l'EHESS, *Techniques & Culture* 2017/1 (n° 67),
2017, 288 pages.

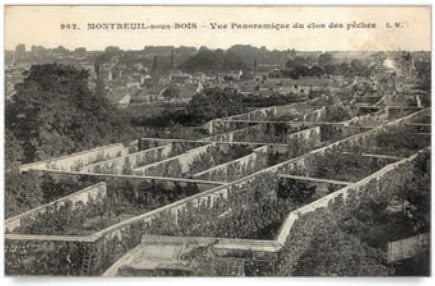
Partant du constat qu'il devient urgent de repenser l'innovation, la revue *Techniques & Culture* a consacré un numéro entier à la pensée low-tech. Posant les bases d'une cartographie alternative des modes d'assemblage à l'échelle planétaire, les articles, entièrement accessibles en ligne, donnent des outils pour mieux saisir ces manières de fabriquer qui échappent à toute classification. Un travail théorique éclairant – avant de mettre les mains dans le cambouis.
N. C.

Lewis Mumford, pour une juste plénitude
par Thierry Paquot,
Le Passager Clandestin,
coll. « Les Précurseurs de la décroissance »,
2015, 120 pages.

Lewis Mumford, philosophe, critique d'architecture et historien des arts, se mobilisa toute sa vie contre la guerre, contre l'armement nucléaire, et pour l'environnement. Le philosophe Thierry Paquot expose la pensée foisonnante de Mumford, en dégage des axes de lecture et révèle combien Mumford est pertinent pour penser une alternative intégrale à notre société. Tout lecteur ne pourra que s'enthousiasmer devant la collection des Précurseurs de la décroissance, dirigée par Serge Latouche, qui offre une introduction accessible et riche à la démarche low-tech. **N. C.**

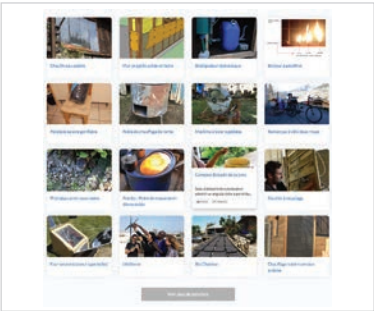
Barnabé Chaillot
Sur YouTube,
115 000 abonnés,
12 millions de vues.

Comment fabriquer des sandales à partir de pneus de voiture ? Planter du quinoa dans son jardin ? S'acheminer vers une (relative) autonomie électrique ? Le youtubeur Barnabé Chaillot diffuse dans ses vidéos son savoir-faire et propose des tutoriels pour que chacun puisse profiter de ses inventions. À partir de solutions simples, sobres et efficaces, il se positionne comme un inspirateur de ce que pourrait être une démarche low-tech. **N. C.**



Paléo-énergétique
Site internet,
https://paleo-energetique.org

Rechercher les innovations d'autrefois pour préparer les solutions de demain : voilà le credo de Paléo-énergétique. Ce collectif a accouché d'un site internet sur lequel sont référencés divers exemples de technologies énergétiques du passé et oubliés par le récit dominant du progrès technique. De quoi écrire une véritable contre-histoire de l'énergie ! Une visite sur le site promet des découvertes surprenantes, comme ces éoliennes iraniennes datant du IXe siècle avant J.-C. Les auteurs ont depuis compilé leurs recherches dans un ouvrage, *Rétrofutur* (Buchet-Chastel, 2018). **N. C.**



Le wiki du Low-tech Lab
Site internet,
http://lowtechlab.org/wiki/

Pour créer une émulation autour de la low-tech, le Low-tech Lab anime une plateforme collaborative à la manière de Wikipedia. Cette encyclopédie animée conjointement par les membres du laboratoire et leur communauté propose des fiches détaillées pour adopter un grand nombre de solutions repérées à travers le monde, triées par coût et par difficulté. Le lieu (virtuel) idéal pour se documenter avant de se lancer !
N. C.

L'APPEL DE MAKESENSE

Tu te demandes par où on commence lorsqu'on veut s'engager dans une démarche low-tech ? Si fabriquer ses produits ménagers fait de toi un *Low-tech Ambassador* ? À quoi ressemble un séchoir solaire ? Un bokashi (ou même ce que c'est, tout simplement) ? Si cela a du sens de faire pousser des légumes en hydroponie en milieu urbain ? Ou encore quels réflexes adopter pour consommer low-tech ? Bref, s'il est possible de vivre mieux avec moins, et comment agir à ton échelle ?

Comme Kévin, Laura ou Amina, **organise un apéro avec makesense** et rejoins la campagne

"100 apéros pour le climat" !

Il suffit de choisir une date qui te convient, un sujet autour des low-tech et du climat qui t'intéresse, de créer un événement en deux clics à l'adresse bit.ly/100aperosclimat et on t'accompagnera pas à pas dans l'organisation.

Allez, on t'attend !

Signé, make_sense* et le LOW-TECH LAB

**makesense est une communauté internationale qui accompagne des citoyens engagés, des entrepreneurs passionnés, et des organisations visionnaires pour résoudre ensemble les défis sociaux et environnementaux de notre époque.*

ABONNEZ-VOUS DÈS MAINTENANT !

Recevez votre magazine directement chez vous :

36 € SEULEMENT POUR 6 NUMÉROS + 1 HORS-SÉRIE

Simple et rapide, je m'abonne en ligne sur :

socialter.fr

COUPON D'ABONNEMENT

À compléter et à renvoyer sous enveloppe affranchie à :

SOCIALTER c/o Abomarque CS 63656 - 31036 TOULOUSE Cedex 1

OUI, JE M'ABONNE POUR 1 AN (SOIT 6 NUMÉROS + 1 HORS-SÉRIE)
pour 36 € au lieu de 47,90 € soit **25 % de réduction.**

☐ **JE RÈGLE EN UNE SEULE FOIS, 36 €** (TARIF FRANCE MÉTROPOLITAINE)*

☐ par chèque bancaire ou postal, libellé à l'ordre de SOCIALTER

☐ par carte bancaire ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐

Date d'expiration ☐☐ ☐☐ Type de carte : ☐ Visa ☐ Mastercard ☐ autre

Notez ci-dessous les 3 derniers chiffres du numéro de sécurité inscrit au dos de votre carte, près de la signature : ☐☐☐ **(*tarifs Europe DOM 48 € - Reste du monde et TOM 59 €)**

☐ **JE PRÉFÈRE UN ABONNEMENT À DURÉE LIBRE, AVEC PRÉLÈVEMENT SEMESTRIEL 18 € par semestre**

par prélèvement automatique SEPA : je remplis le mandat ci-dessous

J'INDIQUE MES COORDONNÉES

Nom : .....

Prénom : .....

Votre e-mail nous sera utile pour vous confirmer votre commande

E-mail :

Adresse : .....

Code postal : ☐☐☐☐☐ Ville : .....

Pays : ..... Tél. : .....

Date et signature obligatoires :

HS6

MANDAT DE PRÉLÈVEMENT SEPA (FRANCE MÉTROPOLITAINE ET U.E. EXCLUSIVEMENT)

N'OUBLIEZ PAS DE JOINDRE UN RELEVÉ D'IDENTITÉ BANCAIRE (RIB)

En signant ce formulaire de mandat vous autorisez *Socialter* à envoyer des instructions à votre banque pour débiter votre compte, et votre banque à débiter votre compte conformément aux instructions de *Socialter*. Vous bénéficiez du droit d'être remboursé par votre banque selon les conditions décrites dans la convention que vous avez passée avec elle. Une demande de remboursement doit être présentée dans les 8 semaines suivant la date de débit de votre compte pour un prélèvement autorisé.

ICS : FR53ZZZ80A62F Un numéro de RUM vous sera attribué par l'organisme créancier.

COORDONNÉES (MERCI D'ÉCRIRE EN MAJUSCULES)

NOM : _____ PRÉNOM : _____

ADRESSE : _____

CODE POSTAL : _____ VILLE : _____

TYPE DE PAIEMENT ☑ PAIEMENT RÉCURRENT

COORDONNÉES DE VOTRE COMPTE (DISPONIBLE SUR VOTRE RIB)

☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐

IBAN - Numéro d'identification international du compte bancaire

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

BIC - Code international d'identification de votre banque

FAIT À : _____ LE : _____

SIGNATURE

HS6

Note : vos droits concernant le prélèvement sont expliqués dans un document que vous pouvez obtenir auprès de votre banque.

☐ Les informations contenues dans le présent mandat, qui doit être complété, sont destinées à n'être utilisées par le créancier que pour la gestion de sa relation avec son client. Elles pourront donner lieu à l'exercice, par ce dernier, de ses droits d'oppositions, d'accès et de rectification tels que prévus aux articles 38 et suivant de la loi n° 78-17 du 8 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés.

Retrouvez tous les projets d'expérimentation et les tutoriels sur *lowtechlab.org*

Nomade des Mers
Un tour du monde à la découverte de l'innovation low-tech

En quête d'un habitat durable
Un démonstrateur d'habitat low-tech adapté au contexte occidental

Low-tech for Refugees
Projet d'implémentation terrain de low-tech dans les camps de réfugiés de Lesbos

Agami
Une expédition automobile pour montrer qu'une économie de la low-tech est possible
et même déjà à l'œuvre !

Collectif de projets d'expérimentation au service de la diffusion des low-technologies

LOW-TECH LAB

LEROY MERLIN PRÉSENTE

Maker Faire® Paris

★ LE FESTIVAL DE L'INNOVATION ET DE LA CRÉATIVITÉ ★
À LA CITÉ DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

EN PARTENARIAT AVEC

cité sciences et industrie

22.23.24 NOVEMBRE 2019

75 ATELIERS
800 MAKERS
ANIMATIONS
EXPO LOW TECH

PROGRAMME & RÉSERVATIONS
PARIS.MAKERFAIRE.COM

Make: makezine.com · LEROY MERLIN · ulule · SOCIALTER LE MÉDIA DES TRANSITIONS · LOW TECH