

## Ni pompe à essence, ni EDF : enfin libres pour réfléchir ?

André Rosselet

**A**près plus de vingt ans d'incrédulité, les pouvoirs économiques et politiques en prennent brutalement conscience, comme tout le monde : notre civilisation technique devra changer profondément ou disparaître. Annoncés en 1992 déjà largement au Sommet de la Terre à Rio, certains faits se confirment de manière têtue :

Les prévisions concernant le réchauffement de la planète sont confirmées<sup>1</sup>. De plus, cette élévation des températures est plus forte en zones continentales qu'en moyenne, les océans jouant un rôle de masse d'inertie. L'origine de ces changements est due en grande partie aux activités humaines, en particulier à l'utilisation boulimique des combustibles fossiles, charbon, pétrole et gaz<sup>2</sup>.

Les cycles annuels de la biomasse ne peuvent absorber qu'un petit quart des émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) actuelles. Ce déséquilibre entraîne une accélération des phénomènes observés<sup>3</sup>. Le régime des précipitations sera lui aussi fortement modifié : en particulier, on craint de forts déficits en eau dans le bassin méditerranéen. De nombreuses

---

1. Selon le rapport du GIEC d'avril 2007, l'augmentation de la température moyenne de la planète pourrait s'élever jusqu'à 6,4 °C d'ici 2100. Mais les conséquences que pourra entraîner ce réchauffement ne sont pas quantifiables, et continuent de faire l'objet de spéculations en tous genres.

2. Précisons que les gaz à effet de serre, CO<sub>2</sub>, méthane, vapeur d'eau, ozone, CFC, etc., ne sont pas forcément nocifs pour la santé, ce ne sont pas des polluants chimiques au même titre que le soufre, les oxydes d'azotes ou les composés organiques volatiles émis par les industries, les véhicules ou le chauffage. Ils agissent en retenant dans l'atmosphère le rayonnement infrarouge réémis par la terre, piégeant ainsi une partie du rayonnement solaire.

espèces vivantes, animales ou végétales ne vont pas pouvoir s'adapter à ces changements<sup>3</sup>.

Les réserves de pétrole et de gaz sont limitées et diminuent fortement. On prévoit qu'il faudra s'en passer dans 40 à 50 ans, et même moins si leur consommation continue d'augmenter comme aujourd'hui.

Si les réserves s'épuisent, on pourrait se dire qu'il suffit d'attendre, et qu'une fois le pétrole et le gaz épuisés, un nouvel équilibre va s'établir; le système s'arrêtera de lui-même, l'épisode des combustibles fossiles n'étant plus qu'un (mauvais) souvenir. C'est oublier que les réserves mondiales de charbon restent considérables et peuvent suffire, avec les schistes bitumineux, à la couverture des besoins pour plusieurs centaines d'années. L'utilisation du charbon ne cesse de croître dans le monde pour la production d'électricité, surtout en Chine et en Inde, mais également aux États-Unis. La production mondiale de houille a plus que doublé en 30 ans. Or, par unité de chaleur produite, le charbon, outre les

3. Pour limiter cette évolution plus qu'inquiétante, il faudrait diviser nos émissions de gaz à effet de serre par quatre ! C'est dire que les objectifs du protocole de Kyoto (réduire jusqu'en 2010 le niveau d'émission de ces gaz de 10 % par rapport à 1990), qui n'a même pas été ratifié par des pays industrialisés tels que les États-Unis et l'Australie, ou même la récente décision de l'Union Européenne de réduire les émissions de 20 % d'ici 2020, ainsi que de fournir 20 % de la demande par des énergies renouvelables, paraissent bien dérisoires par rapport aux nécessités de la sauvegarde de la biosphère, qui impliquerait une réduction de 75 % au moins.

4. Selon les calculs de M. Gassmann, climatologue, la combustion de tout le carbone contenu dans les combustibles fossiles conduirait à une élévation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère de 8 (huit!) fois la teneur actuelle, alors que l'augmentation jusqu'ici en a été de 30 %. On n'ose pas en imaginer les conséquences, parmi lesquelles probablement la disparition de l'humanité.



polluants chimiques contenus dans les minerais, génère un tiers de CO<sub>2</sub> de plus que le pétrole, qui lui-même en dégage un tiers de plus que le gaz. C'est donc le pire des combustibles fossiles<sup>4</sup>.

### Les illusions politiques

C'est la première fois que l'humanité est confrontée à des conséquences aussi graves de ses propres activités. En effet, pour limiter les dégagements de gaz à effet de serre, c'est à l'échelle planétaire qu'il faut agir. Si les délocalisations des industries lourdes dans les pays émergents ont permis de diminuer certaines pollutions locales, elles ont surtout augmenté la pollution globale et les émissions de gaz à effet de serre. On pourra mentionner aussi le facteur démographique, qui ne va rien arranger. Selon une hypothèse moyenne qui table sur 9,1 milliards d'habitants, en cinquante ans, c'est l'équivalent de la population de la Chine, de l'Inde et du Brésil réunis qui viendra s'ajouter à la population actuelle.

Les décisions seront très difficiles à prendre car, à juste titre, c'est dans les pays dits développés, dont les émissions sont extrêmement élevées, que les efforts principaux devront être faits. Simul-



tanément, les pays émergents s'équipent à grande vitesse de centrales au charbon pour la production d'électricité, et de véhicules dont le parc croît de manière vertigineuse.

Entre-temps, la notion de développement durable a trouvé un écho inespéré: cette notion si rassurante, conciliant intérêts économiques, croissance et bien-être, met presque tout le monde d'accord. Elle n'est pourtant qu'un «bricolage conceptuel visant à changer les mots à défaut de changer les choses» (Serge Latouche). Citons le code des marchés publics français du 11 janvier 2007: «La notion de développement durable est entendue au sens large puisqu'elle comprend trois piliers qu'il convient si possible de combiner: efficacité économique, équité sociale et développement écologiquement soutenable...»

Par ailleurs, appliquer le principe de précaution signifie agir pour limiter des risques majeurs avant qu'il ne soit trop tard. L'évolution actuelle suit le chemin inverse, l'utilisation des combustibles fossiles ne cesse d'augmenter. Et les engagements actuels des gouvernements restent dérisoires. D'ailleurs, les traités de l'OMC ne comprennent aucune clause environnementale. Les actionnaires pourront encore se frotter les mains<sup>5</sup>.

Combien de conflits et de guerres ont été déclenchés pour le contrôle des réserves de pétrole et de gaz? Allons-nous continuer longtemps d'accaparer, dans les pays industrialisés, 80 % des ressources planétaires? Il n'est pas sûr que les rapports de force ne vont pas changer et qu'un partage plus «équitable» ne nous sera pas imposé.

### Les illusions technologiques

Pour rassurer peuple et investisseurs, les médias focalisent successivement leurs titres sur différentes technologies qui vont nous sauver du désastre, assurer la croissance et prévenir les risques de pénurie.

Une alternative «propre» présentée est bien sûr l'énergie nucléaire. On se garde bien de dire que les gisements d'uranium ne représentent en énergie que l'équivalent de 3 % des réserves de pétrole! Récemment, ces réserves ont été fortement réévaluées vers le haut, les prix aussi. On prétend aussi que l'énergie nucléaire ne génère pas de gaz à effet de serre en occultant que l'extraction de grandes quantités de minerais, le raffinage et l'enrichissement de l'uranium sont extrêmement gourmands en énergie, qui est fournie aussi par des centrales électriques au charbon placées près des mines (au Niger, en Australie, par exemple). Mais les promoteurs du nucléaire ont une autre idée derrière la tête: après l'EPR, centrale nucléaire de dernière génération, se profilent à nouveau les surgénérateurs, centrales fonctionnant au plutonium (comme SuperPhénix à Malville, dont le fonctionnement a dû être arrêté) et censées produire plus d'énergie à partir d'une même quantité de combustible.

5. Voir l'article de Pierre Sommermeyer dans ce numéro.

Comme l'a souligné déjà dans les années 1970 l'ingénieur russe Kowarski, ces centrales sont encore beaucoup plus dangereuses, d'un facteur 1000 disait-il, que les centrales à eau pressurisée, et la question des déchets encore plus insoluble. C'est à un jeu de poker menteur que nous invitent les nucléocrates, sans que cette technologie ne soit encore maîtrisée.

C'est aussi le cas de la fusion nucléaire: basée sur la fusion d'atomes d'hydrogène, réaction semblable à celle du soleil, cette technologie nous est présentée depuis un demi-siècle comme la ressource inépuisable dont l'humanité rêve... pour autant qu'elle fonctionne! En effet, les études les plus récentes prévoient des travaux de mise au point pour 50 ans encore. Les obstacles sont difficiles et nombreux, certains probablement insurmontables. Les températures nécessaires à la réaction, plusieurs dizaines de millions de degrés, posent la question de la résistance de l'enceinte de confinement, par ailleurs soumise à un bombardement de neutrons extrêmement violent. La stabilité du plasma reste très aléatoire. Comment encore croire à une technologie aussi improbable?



La génération de courant électrique au moyen de piles à combustible, utilisant de l'hydrogène diffusé à travers des membranes, a fait l'objet de travaux intensifs et de beaucoup de promesses: une voiture ne rejetant que de l'eau pure! Cette technologie n'est pas encore parvenue à maturité, la durée de vie et les coûts de l'hydrogène et de son stockage restent autant d'obstacles à franchir. Mais l'hydrogène ne produit aucune énergie, c'est seulement un agent énergétique qui, comme l'électricité, doit être fabriqué. Il faut recourir pour cela à des centrales solaires, nucléaires ou à charbon. La filière de l'hydrogène ne résoudra en rien les problèmes énergétiques, elle pourra par contre faciliter ou améliorer l'utilisation de l'énergie.

Les biocarburants, issus de cultures énergétiques (canne à sucre, betterave, maïs, colza, pomme de terre), sont souvent présentés comme une alternative au pétrole. C'est oublier que nous devons continuer à manger: on estime que si toutes les terres cultivables en Europe étaient consacrées – avec force engrais, pesticides et OGM – aux cultures énergétiques, les carburants obtenus ne couvriraient qu'un cinquième de la consommation européenne actuelle. Le carburant obtenu, après les transformations nécessaires, ne représente que 1 % environ de l'énergie solaire reçue par le champ cultivé. Un bon capteur thermique en restitue 60 %, et un capteur photovoltaïque de bonne qualité 15 %! Pour donner un exemple, un capteur solaire de 8 m de côté produira autant de chaleur que le carburant tiré d'un hectare de culture; pour produire du courant électrique, un carré de 14 m de côté. Les biocarburants, oui, à condition d'utiliser les déchets agricoles en priorité et les cultures énergétiques en seconde priorité, après les cultures vivrières.

## Changer de cap

Remplacer les énergies fossiles et nucléaires actuelles par des ressources renouvelables sans changer nos habitudes est un leurre et un non-sens. Les études sérieuses montrent qu'il est possible de diviser par quatre notre consommation énergétique sans diminuer notre confort<sup>6</sup>. Encore faut-il s'entendre sur ce terme de confort. Dans tous les cas, nous devons apprendre à utiliser l'énergie différemment et compter sur les ressources disponibles sur place, aussi bien pour nous loger, nous nourrir que pour nous déplacer. Nous savons construire des bâtiments confortables qui ne consomment pratiquement pas d'énergie, et des transports publics performants qui en consomment peu. Il faudra bien que les voitures sous leur forme actuelle disparaissent de la circulation. On verra plus loin de quelle manière. On peut aussi renoncer joyeusement à beaucoup de gadgets qui nous encombrent l'existence aujourd'hui : machines à café, lave-vaisselle, voiture, résidence secondaire, vacances au bout du monde – parce que, là aussi, les transports aériens ne devront plus être réservés qu'aux opérations de secours. La traversée en bateau (solaire ?) d'un continent à l'autre peut aussi être une fête...

## Des énergies renouvelables

Contrairement à ce qu'on lit dans les études officielles qui affirment que leur contribution va rester marginale dans les prochaines décennies, c'est bien pour couvrir l'essentiel de nos besoins que nous devr(i)ons recourir à des énergies renouvelables.

Le rayonnement solaire sur la planète représente 10 000 fois l'énergie consommée actuellement par toute l'humanité. L'énergie solaire se présente sous



différentes formes : son rayonnement direct peut être transformé en chaleur (capteurs thermiques pour l'eau chaude et le chauffage) ou en électricité (capteurs photovoltaïques). Concentrée, elle permet d'obtenir de hautes températures (fours, procédés industriels, chauffage, cuisine...). Elle est disponible partout, décentralisée et gratuite, ce qui semble être son principal défaut pour la haute finance.

C'est aussi le rayonnement solaire qui anime, par son réchauffement, les courants atmosphériques : les vents représentent une ressource considérable d'énergie. Déjà aujourd'hui, les éoliennes produisent du courant électrique équivalent à plusieurs dizaines de centrales nucléaires. Le rythme de leur installation augmente de 30 % par an, tout comme le solaire photovoltaïque. Les compagnies pétrolières ne s'y sont pas trompées, puisqu'elles investissent aussi une partie de leurs bénéfices pharamineux dans leur fabrication.

Les précipitations sont dues également aux échanges thermiques dans l'atmosphère. Retenues dans des barrages ou au fil de l'eau, elles sont turbinées dans les centrales hydrauliques qui produisent depuis plus d'un siècle un courant électrique bon marché et abondant : en Suisse 60 % de l'électricité est obtenue de cette manière, et le potentiel théorique disponible n'est utilisé

6. Ernst von Weizsäcker, Amory Lovins, *Facteur 4*, Mens, Terre vivante 1997.

qu'au tiers. Si les grands barrages (Itaipu entre Brésil et Paraguay, Assouan en Égypte, les Trois Gorges en Chine...) ont été dénoncés pour leur impact destructeur sur l'environnement et les populations déplacées, des possibilités très intéressantes existent dans de petites installations décentralisées. Un des grands avantages de l'énergie hydraulique se trouve dans le fait qu'en stockant l'eau dans les barrages, il est possible ensuite de la turbiner en fonction de la demande, avec une grande souplesse d'utilisation.

La biomasse est une énergie renouvelable limitée: les forêts peuvent disparaître, les terres s'épuiser. Elle peut représenter aussi une source de revenu intéressante pour les agriculteurs en attendant que, les ravages de la mondialisation étant passés, les cultures vivrières leur apportent un revenu correct...

La biomasse se présente sous forme de bois-énergie (bûches, copeaux ou granulés), de cultures énergétiques qui devront être transformées en carburant par des procédés chimiques ou biologiques, ou encore sous forme de biogaz, qui résulte de la digestion anaérobie des matières organiques par des bactéries. Le biogaz est composé principalement de butane et de monoxyde de carbone, il peut être utilisé tel quel dans des moteurs. Le digesteur peut recevoir le lisier des animaux d'élevage et tous les déchets organiques disponibles dans les exploitations agricoles, également les déchets végétaux des ménages ainsi que les boues d'épuration des eaux. Le biogaz peut être produit principalement par des déchets, tout en conservant les cultures vivrières. Et la matière digérée peut être utilisée comme engrais pour les cultures. Ces deux dernières caractéristiques rendent le biogaz particulièrement intéressant pour une utilisation décentralisée.

La géothermie consiste à utiliser la chaleur (ou le froid en été) disponible dans le sous-sol. En moyenne, la température du sous-sol augmente de 1 °C tous les 30 mètres. Il «suffit» donc de pénétrer suffisamment profondément pour atteindre la température souhaitée. Le flux thermique provenant des profondeurs reste faible, 0,17 W/m<sup>2</sup>, soit 600 fois moins en moyenne que le rayonnement solaire. La quantité de chaleur qu'il est possible de prélever est limitée par les conditions d'échange autour de la sonde. Le sous-sol peut aussi jouer le rôle de réservoir thermique saisonnier et contribuer au chauffage des habitations ou à leur climatisation: c'est probablement dans ces applications que la géothermie est la plus prometteuse.

### Stocker et transformer l'énergie

Toutes ces formes d'énergie sont-elles équivalentes, interchangeable? Non, et de loin. Les combustibles et carburants, qu'ils soient fossiles ou tirés de la biomasse, ont l'avantage de conserver leur énergie, on pourra les utiliser au moment où on en a besoin. Leur densité énergétique est assez grande (environ 10 kWh/kg) pour ne représenter que peu de poids supplémentaire à transporter dans des véhicules.

Il en va autrement de l'énergie solaire: le rayonnement, bien que cyclique, varie selon les heures de la journée, la saison et les conditions météorologiques. L'énergie éolienne est soumise elle aussi aux caprices du temps. Il faut donc s'adapter aux conditions présentes et se donner les moyens de stocker les surplus, afin de répondre aux besoins en période creuse de production.

Un avantage des réseaux de distribution se trouve dans la complémentarité de ces diverses sources d'énergie: on laissera les énergies renouvelables



## Le contrôle des prix

répondre à la demande lorsque leur production est suffisante, et on recourra aux combustibles pour combler les manques. Le réseau joue le rôle de régulateur. On peut ajouter qu'à l'avenir il serait nécessaire, si on veut augmenter la proportion d'énergie renouvelable alimentant le réseau, que les consommateurs s'adaptent aussi aux quantités disponibles à l'instant, en recourant à des variations de tarifs par exemple, profitant des moments d'abondance pour stocker du froid, de la chaleur, ou faire tourner des machines.

Pour les véhicules ou les appareils portables, la question du stockage devient déterminante: les batteries restent lourdes, leur durée de vie réduite, leur prix élevé, leur recyclage problématique pour l'environnement. Les progrès dans ce domaine restent lents et difficiles (tout comme le stockage de l'hydrogène destiné aux piles à combustible). À l'avenir, l'air comprimé, les volants d'inertie (énergie cinétique emmagasinée dans un volant tournant à grande vitesse), les super-condensateurs paraissent être de meilleurs moyens pour accumuler l'énergie. À quand de vrais moyens de développement pour les rendre utilisables ?

Stocker de l'énergie revient à doubler son prix. Et c'est à un changement de mentalité que nous sommes invités: s'adapter aux fluctuations, ne plus considérer un système en éléments séparés, mais comme un tout, avec une fourniture, une accumulation et une utilisation de l'énergie optimisées ensemble.

Jusqu'ici, les prix de l'énergie, malgré quelques augmentations, sont restés si dérisoires qu'ils ont mené au gaspillage actuel. On sait que, pour réduire la consommation, il faudra augmenter les prix dans une très forte proportion. Il y a là une marge qu'il faut absolument utiliser pour changer de technologies et d'habitudes: les moyens existent. Mais les mécanismes du marché ne vont pas résoudre ces questions: si le prix d'une ressource augmente, les autres suivent également. Les prix s'équilibrant vers le haut, les multinationales qui détiennent le marché n'ont aucun intérêt à ce que les choses changent. Elles s'arrangeront pour contrôler également les différentes filières énergétiques de manière à s'adapter aux changements sans changer leur logique. En 2006, les profits d'Exxon Mobil ont été de près de 40 milliards de dollars (dont 16 millions ont été dépensés entre 1998 et 2005 pour

financer des études niant le réchauffement climatique); ceux de Total, de 12,6 milliards...

Sera-ce donc aux gouvernements de prendre leurs responsabilités? Dur.

### Imaginons l'autonomie énergétique

Que peut-on faire, en attendant? Bien sûr, s'inscrire et travailler dans tous les mouvements, organisations, voire partis politiques, qui luttent pour accélérer les prises de conscience et les changements nécessaires. Mais pour y croire, être convaincu qu'il existe des alternatives qui fonctionnent bien, il s'agit aussi de les expérimenter et de les pratiquer. Rester contraint de biberonner à la pompe à essence, à EDF ou à la Romande énergie, aux compagnies aériennes low cost pour les vacances ne nous arrange pas le cerveau. Même locataires et fauchés, nous avons tous une petite marge de manœuvre qu'il s'agit d'utiliser. Riches, encore plus!

Dans le cadre de l'Association pour le développement des énergies renouvelables (ADER) à Lausanne, nous tentons aussi d'imaginer comment répondre aux besoins vitaux de manière autonome. Pourquoi l'autonomie? Pour changer de logique, réfléchir à nos besoins réels, chercher comment y répondre. Cela



devrait nous donner la force de présenter aussi des solutions concoctées en dehors des intérêts commerciaux qui fonctionnent selon leur logique: une idée, même bonne, doit nécessairement déboucher sur un produit, qui sera vendu en tant que tel pour répondre à une fonction spécifique. Mais nos besoins ne peuvent être définis que par nous-mêmes, en élargissant nos préoccupations dès que possible, et collectivement.

Une autonomie totale est illusoire: le simple fait d'acheter un produit fini implique qu'il soit sur le marché et qu'on ait les moyens de l'acheter. On entendra ici par autonomie énergétique le fait de vivre en utilisant les ressources renouvelables disponibles sur place, sans les épuiser.

En restant client, nous pouvons continuer à consommer sans limite, en payant. Mais produire soi-même en partie nourriture, énergie, objets (auto-construction) ou déplacements, c'est répondre autrement aux aberrations qui nous sont imposées, retrouver une liberté d'action et garder, ou retrouver, un esprit critique. Réinventer de nouvelles manières de faire. L'aspect collectif viendra donner plus de force à un projet, les compétences seront partagées, les équipements, les outils, les moyens aussi. Passons quelques besoins énergivores en revue.

### Se loger

Dans nos contrées, le climat est rude. Pour maintenir une habitation à une température agréable, la première condition reste une bonne isolation thermique. Les maisons passives (Passiv Haus en Allemagne) n'ont plus besoin de chauffage, elles captent elles-mêmes l'énergie nécessaire. Un chauffage central deviendra inutile. On pourra prévoir un

poêle à bois pour les grands froids. L'épaisseur de l'isolation de l'enveloppe, murs et toiture, doit être largement prévue (40 cm), et surtout ne pas comporter de ponts thermiques.

Les fenêtres apportent non seulement de la lumière, mais chauffent aussi directement l'habitation par beau temps (captage solaire passif)<sup>7</sup>. Il faut prévoir durant l'été une protection solaire, l'ombre d'arbres par exemple, ou de volets. Les capteurs thermiques, en toiture ou en façade (une disposition verticale permet de capter, en Suisse, une énergie presque constante tout au long de l'année) alimenteront un stock d'eau assez important pour fournir l'eau chaude sanitaire aussi lors des périodes de mauvais temps.

Il est aussi possible de prévoir un stockage saisonnier pour le passage de l'hiver.

Quant à la climatisation, il faudra s'en passer. Un bâtiment bien isolé, d'une inertie thermique suffisante, peut être refroidi par ventilation nocturne, si possible à travers un puits canadien rafraîchissant l'air dans le sous-sol. Dans certaines villes du Sud, 40 % de la consommation de courant en milieu de journée est due aux climatiseurs.

Un des secrets du confort réside dans une forte inertie thermique du bâtiment lui-même, qui accumule et réduit du même coup les variations brusques de température.

Les maisons à très basse consommation ont généralement des systèmes de ventilation qui récupèrent la chaleur de l'air sortant pour réchauffer l'air entrant à travers un échangeur de grande surface. Ces installations centralisées restent un peu compliquées, on peut espérer les simplifier à l'avenir, ou les décentraliser par pièces pour la rénovation par exemple. Une maison autonome doit pouvoir rester simple à

construire ou améliorer, utilisant des matériaux autant que possible naturels, pierre, bois, laine, chanvre...

Une maison confortable sans chauffage central, c'est moins de frais, moins de pannes, un mode de vie plus actif, faire un feu, couper son bois... de temps en temps.

De telles réalisations ne devraient pas être confiées qu'à des spécialistes. En équipes d'auto-construction pour réaliser des habitats groupés, en mettant en commun savoir, travail et motivation, on disposera par la suite d'un savoir-faire précieux pour des améliorations ou des transformations ultérieures et pour l'entretien sur la durée d'utilisation du bâtiment. Tout en diminuant fortement les coûts.

## **Se nourrir**

L'autosuffisance alimentaire n'est pas l'objet de cet article. Cependant, chaque aliment, chaque objet que nous achetons contient de l'énergie « grise », l'énergie qu'il a fallu pour le fabriquer, l'obtenir, le transporter. Nous savons tous qu'un kilo de fruit ou légume, de viande (agneau de Nouvelle-Zélande ou certains poissons) a nécessité pour arriver dans notre assiette jusqu'à 10 kg de kérosène. Les plats préparés, bardés de barquettes en plastique de protection et de cartons sont bien sûr à bannir. Retrouver les produits locaux et de saison. Et cultiver des jardins potagers familiaux ou collectifs, c'est aussi manger bio et frais.

7. Les doubles ou triples vitrages actuels, avec couches sélectives réfléchissant vers l'intérieur le rayonnement infrarouge et contenant des gaz lourds, ont des coefficients de transmission thermiques jusqu'à dix fois inférieurs à un vitrage simple ( $K = 0,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ). Le cadre devient alors déterminant pour les pertes thermiques.

## Produire son électricité

Dans une optique d'autonomie, le courant électrique peut être obtenu principalement au moyen de panneaux solaires photovoltaïques. Si on est relié au réseau, celui-ci fonctionnera comme tampon, absorbant les surplus et fournissant l'énergie manquante. Sinon, le stockage devra se faire dans des batteries, ou bientôt peut-être par supercapacités, volants d'inertie ou air comprimé. Selon les régions, l'énergie éolienne ou hydraulique peut compléter ou même couvrir l'essentiel des besoins.

Avant l'estimation des besoins, il est essentiel d'entreprendre une démarche pour traquer les consommations inutiles et utiliser plus efficacement l'électricité : bannir le chauffage électrique direct de l'eau, aussi bien pour l'eau sanitaire que pour la machine à laver le linge : celle-ci sera fournie par l'installation solaire ! Les mesures montrent que, sur une machine ordinaire, on divise par 8 la consommation électrique d'un lavage. Le séchoir à linge électrique est à supprimer, il consomme plus que le lavage.

Pour l'éclairage, les luminaires halogènes de 300 W ou les spots de 50 W peuvent être jetés à la poubelle sans regrets (ou modifiés) : des lampes fluocompactes de 10 à 20 W ont un bon rendement lumineux et un rendu des couleurs acceptable. Tout comme celui des diodes électroluminescentes (DEL ou LED) qui ont une durée de vie de 100 000 heures, cent fois celle des ampoules à filament, dix fois celle des

lampes économiques fluocompactes. Leur puissance unitaire est très faible (1 W par ex), on peut les grouper pour obtenir l'éclairage souhaité ; le rendement lumineux est en constante progression<sup>8</sup>. Cette forme d'éclairage est appelée à remplacer progressivement les autres sources d'éclairage.

S'agissant d'ordinateurs ou d'écrans, il reste indispensable de les éteindre complètement après utilisation, comme tous les appareils d'ailleurs. Les écrans plats consomment à surface égale quatre fois moins d'énergie. Les ordinateurs portables consomment également beaucoup moins (20 W en moyenne au lieu de 60 à 80 W) – mais sont moins réparables, ce qui peut augmenter leur part d'énergie grise.

S'agissant du réfrigérateur, il en existe qui consomment peu, de l'ordre d'un demi kWh par jour. Mais quelle absurdité, en hiver, de refroidir électriquement une armoire placée dans un local chauffé pour reconstituer à l'intérieur la même température que dehors ! On pourrait s'en passer. Imaginez un garde-manger, grande armoire bien isolée, reliée à deux tubes d'une dizaine de mètres enfouis, comme les puits canadiens, à un mètre de profondeur dans le terrain. Leur extrémité est reliée en « U », de manière à permettre une circulation en circuit fermé. Une ouverture extérieure permet un renouvellement partiel de l'air. Un ventilateur de type ordinateur est enclenché de temps en temps, principalement la nuit. La température du garde-manger va se stabiliser à une valeur proche de celle du sous-sol, 12 °C environ tout au long de l'année. De quoi conserver longtemps vos produits laitiers et légumes, en consommant cent fois moins qu'un frigo !

On pourra réinventer le fer à repasser, le toaster, la cuisinière solaire ! À l'ADER, nous construisons un four à concen-

8. 40 lumen/W actuellement, équivalent à celui des lampes économiques, et, bientôt disponible à 100 lumen/W. À l'ADER nous avons mis au point un modèle de lampes 3 W destinées aux camps de réfugiés sahraoui, alimentées par des installations solaires. Les produits finis disponibles sur le marché sont encore de mauvaise qualité.

tration, accumulant la chaleur durant la journée pour cuisiner aussi le soir. Pour les jours de mauvais temps, du biogaz prendra le relais, obtenu grâce à un digesteur domestique (ceux-ci étaient répandus depuis longtemps en Chine). Il reste à s'y mettre !



*Et pour produire du courant pendant la nuit et l'hiver ?  
La cogénération !*

La cogénération consiste à produire simultanément chaleur et électricité. En effet, brûler un combustible n'est pas optimal : en faisant fonctionner une machine thermique (moteur, turbine), on peut produire de l'énergie électrique « noble », c'est-à-dire utile pour des emplois tels que l'éclairage, les communications, des moteurs d'entraînement ou des pompes, la chaleur résiduelle servant à chauffer l'eau sanitaire et la maison. Ainsi le carburant est utilisé de manière beaucoup plus efficace, comme c'est le cas des installations à gaz ou à bois alimentant à la fois le réseau électrique et un chauffage à distance<sup>9</sup>. L'avantage de ces modes de production est que tous les combustibles et toute source de chaleur sont utilisables moyennant un brûleur approprié. Mais

*Enfin libres pour réfléchir ?*

les moyens à disposition pour leur mise au point à l'échelle industrielle sont restés jusqu'ici dérisoires.

J'oubliais : et dans la maison, un vélo-génératrice qui produit le courant nécessaire à votre ordinateur. 20 minutes de travail, 5 minutes de pédalage, c'est exactement ce que recommanderait votre médecin. À moins que le soleil ne pédale à votre place : un panneau d'un m<sup>2</sup> produit autant de courant que vous !

### **Se déplacer**

Nous savons bien ce qu'il faudra faire : aller à pied, en vélo, prendre le bus, le métro et le train. Et au grand maximum 1 000 km en avion par année. Et plus de voiture traditionnelle !

L'idée d'une voiture qui doit rouler à 160 km/h, dépasser les autres, peser plus d'une tonne, monter à 100 km/h en 7 secondes doit être abandonnée : c'est inutile et stupide.

Peut-on imaginer un véhicule très peu polluant, qu'on pourrait utiliser gaiement pour se rendre à la gare, trimballer les grands-parents ou les enfants, transporter les courses du samedi et les sacs de patates ? Le Took-took solaire !

Trois roues, 300 kg de charge utile, trois places, équipé d'un moteur électrique de 300 W (600 W en pointe), 30 km/h, 300 W de panneaux photovoltaïques sur le toit (environ 2 m<sup>2</sup>) qui

9. Nous testons actuellement deux filières complémentaires utilisant le bois comme combustible : une machine à vapeur avec une turbine spirale « scroll » qui produit 1 kW électrique pour 10 kW thermiques ; et la thermoélectricité, procédé utilisant des éléments semi-conducteurs, de type Peltier, qui, traversés par le flux de chaleur, fonctionnent en générateurs thermoélectriques. Sans pièce en mouvement à part la petite pompe de circulation de l'eau de 6 W, ce générateur, placé dans un fourneau à bois, devrait fournir 100 W électriques pour 2 kW thermiques.

nous protègent du soleil. Un petit véhicule autonome, qui roule au fil du soleil, et recharge ses batteries à l'arrêt et en descente. Un pédalier permet un appoint de vitesse ou en montée. Pour de longs trajets, en option, un groupe électrogène léger qui pourrait fonctionner au (bio) gaz, ou Stirling avec du granulé de bois ou, plus chic encore, une pile à combustible. Consommation estimée à 4 kWh/100 km (équivalent à moins d'un litre d'essence) fourni en bonne partie par les panneaux. Sur un an, leur production peut atteindre 300 kWh, ce qui représente 7500 km sans combustible! C'est possible.

Un tel véhicule existe déjà en germe: pour deux personnes, il est fabriqué en Suisse depuis plus de dix ans, pèse 240 kg, c'est la Twike. Pour des raisons de prix et de forme de carrosserie, elle n'a pas de panneaux solaires. Quelques pas de plus, et le tour est joué!

C'est possible. Parviendrons-nous à réunir les forces nécessaires pour qu'existe enfin une diversité technologique, d'autres modes de vie et d'échange que le tout au commercial?

L'auto-construction, l'échange des savoirs, l'entraide seront plus nécessaires encore pour s'adapter – et pousser – aux changements nécessaires.

#### Résumé

*Les énergies fossiles s'épuisent, par définition; leurs effets sur le climat et leur utilisation boulimique ne pourront être corrigés par les «illusions technologiques» que propose l'industrie. Or on peut consommer moins, et mieux; il existe des solutions renouvelables, à petite échelle, contrôlables par les utilisateurs eux-mêmes. À condition de faire preuve d'imagination et de changer nos comportements. L'auteur, ingénieur électricien, est engagé depuis longtemps dans la recherche et l'application d'équipements en énergies renouvelables pour répondre aux besoins quotidiens: se loger, se nourrir, se chauffer, se déplacer.*

**André Rosselet**

**[www.ader.ch](http://www.ader.ch)  
[ader@bluewin.ch](mailto:ader@bluewin.ch)**