



## Notre avenir; une prospective écologique?

5 octobre 2007



Projet d'éco quartier à Lyon (photos du panneau explicatif présenté au salon Energissima 07).

Le 3 octobre dernier, la Russie a usé une nouvelle fois de la coupure de son oléoduc pour exercer une pression politique sur l'Ukraine. Comme 80% de l'approvisionnement énergétique européen venant de Russie transite par ce pays, la diplomatie européenne se montre bien aimable avec Moscou. Elle attend impatiemment la construction de deux nouveaux oléoducs qui approvisionneront l'Europe directement par la mer du Nord et la mer Noire. A cette perpétuelle incertitude politique, s'ajoute l'épuisement inéluctable des énergies fossiles qui interviendra, estime-t-on, au plus tard d'ici une quarantaine d'années pour le pétrole et une soixantaine d'années pour le gaz. Si le prix de ces énergies ne peut que grimper, c'est davantage en raison de l'augmentation quotidienne de la demande que de la future pénurie. On estime aujourd'hui que la Chine consommera le tiers des ressources énergétiques disponibles à l'horizon 2020-2030. Ainsi, la construction d'un nouvel oléoduc entre la Russie et la Chine est un facteur potentiel d'augmentation des prix du marché des hydrocarbures bien plus préoccupant que l'épuisement des réserves.

Malgré cela, des publicités issues de lobbies pétroliers nous informent que se chauffer au mazout constitue une « bonne décision »! Plus inquiétant encore, ces mêmes lobbies proposent une huile de chauffage désulfurée et bardée de divers logos ou mentions « éco » qui donnent à penser que leurs produits préservent l'environnement. Par cet habile jeu d'image, une inquiétante proportion des

consommateurs est persuadée que son choix est sans conséquence ni sur l'environnement ni sur le réchauffement climatique!

Quels sont les véritables enjeux énergétiques de demain? Comment sommes-nous préparés à l'après-pétrole? Quelles pourraient être les conséquences d'un « ne rien faire » ou d'un « faire trop tard »? Voici donc, pour tenter de répondre à ces questions, un petit exercice de prospective, axé principalement sur la production et l'utilisation de l'énergie dans l'habitat et le transport.

## Production et réseaux de distribution énergétique



Cellules photovoltaïques: « 130W/m2, garantie 25 ans ».

**La diversité du bouquet énergétique est un enjeu majeur.** Aujourd'hui, les producteurs d'énergie sont puissants et influents et il n'est nullement dans leur intérêt de voir s'effondrer la structure pyramidale qui caractérise leur secteur au profit d'une multiplication des producteurs, des sources et types d'énergie. Et pourtant, c'est la seule alternative crédible pour pallier les manques à venir. En modifiant la structure du marché de l'énergie, un éclatement et l'apparition d'une

mosaïque de petites productions locales et diversifiées, feraient tendre le marché vers l'équilibre. La diversité de l'offre, la pérennité des marchés et des ressources stabiliseraient les prix à long terme. Cette vision se fonde d'abord sur une diminution du gaspillage et sur une restructuration de nos besoins. Pour mieux comprendre la situation, dressons un bref état des lieux.

**Les barrages** sont l'actuelle source d'électricité la moins polluante de notre pays. Si cette production était suffisante il y a 40 ans, il nous faut aujourd'hui la compléter par pas moins de 4 centrales nucléaires. Nos besoins réels sont différents de ceux de nos aînés des années 1960 mais ils ne justifient pas qu'une grande partie de l'énergie produite soit ainsi gaspillée ou utilisée futillement.

Au niveau de la production électrique, **le nucléaire** a encore de belles années devant lui. Il y a encore entre 85 et 100 ans de réserve prouvée d'uranium, ce qui devrait assurer la transition avec une exploitation commerciale de la fusion nucléaire. En effet, un projet comme ITER n'en est qu'à ses balbutiements et les prévisions les plus optimistes parlent encore d'une période de 100 ans avant de voir la 1ère centrale opérationnelle. D'ici cette échéance, le passage de la 4e à la 5e génération de réacteurs à fission nucléaire plus économe pourrait repousser encore à 3 000 ans les réserves de combustibles disponibles

pour autant qu'il n'y ait pas d'augmentation de la demande.



Eolienne le long d'une piste cyclable touristique en Bavière.

**Les éoliennes** ont leur détracteurs qui estiment qu'elles sont « moches et bruyantes ». L'argument esthétique ne pèse pas lourd face aux champs de lignes à haute tension qui défigurent actuellement notre paysage mais que plus personne ne songe à contester et le bruit est toujours relatif à l'environnement immédiat. Si le parc

éolien venait à s'étendre, il ne couvrirait pas toute la campagne mais seulement les zones suffisamment ventées ou les abords des autoroutes, sans parler des éoliennes à axe vertical adaptable à un environnement urbain. Actuellement nos 13 éoliennes suisses et l'électricité qu'elles produisent suffisent à alimenter entièrement une ville de la taille de La Chaux-de-Fonds. Les éoliennes les plus performantes dépassent 2 mégawatts et des progrès sont encore possibles.

**L'hydrogène** produit à grande échelle à partir de l'énergie solaire est certainement le moyen le plus judicieux pour les déplacements du futur. Son inconvénient majeur, en dehors du manque de filières de production et du risque d'explosion, c'est l'absence d'un réseau de distribution comparable aux stations d'essence. Ce réseau pourrait d'ailleurs utiliser les infrastructures privées et publiques, permettant à l'utilisateur de recharger des piles à combustible directement depuis le garage des logements ou des places de travail.

Cette technologie ne sera hélas pas opérationnelle avant une vingtaine d'années encore. Pour le moment aucune intention n'est manifestée par les autorités pour favoriser cette recherche, hormis dans quelques cas comme l'Islande ou la Californie. Des applications militaires, notamment des sous-marins, fonctionnent déjà avec des piles à combustible.



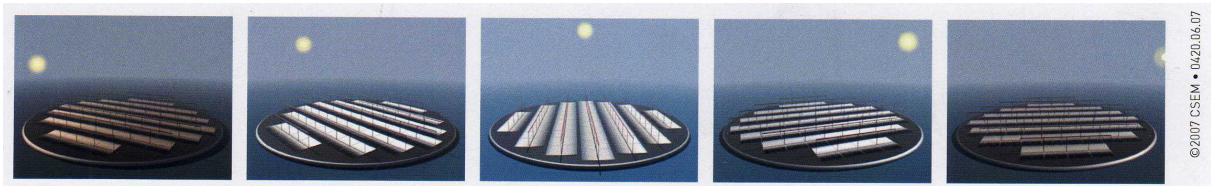
Différents éléments du colza au bio diesel produits sur le site d'Etoy ; il faut 3 tonnes de colza pour produire 1000l de bio diesel.

**Les biocarburants** sont en vogue dans les médias, mais attention aux fausses bonnes idées. En affectant des ressources alimentaires à la production de bioéthanol on fait grimper le prix des aliments de base. L'exemple de la filière américaine du maïs en Amérique Latine est particulièrement édifiant. Le maïs qui était jusque-là excédentaire était revendu à perte aux pays d'Amérique Latine provoquant l'effondrement du marché local. En le convertissant en bioéthanol, son prix s'est envolé sur le marché mondial laissant l'économie de ces pays exsangue.

Dans le canton de Vaud, à Etoy, il y a aussi une usine qui produit du biodiesel à partir de colza. La production est faible et est intégralement rachetée par des collectivités publiques. Si, dans l'absurde, toute l'agriculture suisse se convertissait à cette culture, nous ne pourrions couvrir que 5% des besoins du parc roulant. Paradoxe: les tracteurs qui sèment et récoltent cette manne fonctionnent au diesel ordinaire car le milieu paysan ne percevrait aucune subvention dans le cas où il utiliserait du biodiesel... Oui, on en est là! Ne perdons pas de vue que toute monoculture, quelle qu'elle soit, sur une grande échelle représente un danger majeur pour notre sécurité sanitaire et économique. Le seul biocarburant qui ne génère pas une énergie grise démentielle, est celui qui résulte des

herbes fauchées stockées, fermentées naturellement pendant une année avant d'être transformées. Ce procédé est plus simple, moins coûteux et plus énergétique mais le temps qu'il nécessite pour la production décourage les industriels.

**Toutes les filières se heurtent au problème de la distribution.** Pour l'électricité, les pertes en ligne des hauts voltages se montent à plus de 15% ce qui est énorme. Faire venir du combustible avec un pétrolier a également un coût en énergie grise non négligeable dont la facture totale n'est de loin pas réglée par l'utilisateur. Par la cotation en bourse des énergies, la fluctuation des coûts devient un outil spéculatif, provoquant un renchérissement artificiel. Une réponse à cette situation serait une production et une distribution de proximité de l'énergie évitant ainsi un important transit sur de grandes distances. Il est moins coûteux et plus efficace de faire la traque systématique au gaspillage que de chercher à développer des solutions techniques peu satisfaisantes. L'avancée la plus décisive se fera surtout sur l'énergie que l'on peut économiser, c'est-à-dire les « néga Watts ». Cette économie dépend principalement de notre comportement mais c'est ce qui est le plus difficile à modifier.



**L'avenir appartient selon nous à la multiplication de centrales locales.** Imaginons que chaque immeuble soit couvert de cellules photovoltaïques transformant les logements en petites centrales électriques. Imaginons dans les campagnes, des centrales de

biogaz ou de bioéthanol. Imaginons des îles artificielles couvertes de panneaux solaires (comme l'actuel projet Solar Islands) qui produisent du courant électrique offshore et le convertissent en hydrogène. Imaginons le littoral européen bordé d'usines

marémotrices. Imaginons les pays méditerranéens équipés de centrales solaires à eau surchauffée et imaginons dans les pays continentaux et d'Europe du Nord l'usage généralisé de la géothermie...

Science fiction? Non, ces projets existent au stade expérimental pour la plupart ou fonctionnent depuis de nombreuses années. Ils ne connaissent pas encore de développement ni de généralisation faute d'investisseurs ou de législations suffisamment contraignantes.

**La part des énergies renouvelables** dans le marché actuel ne dépasse pas 5%, mais leurs potentiels de croissance est immense. Si chaque consommateur peut devenir acteur de ce marché, le jeu de la production locale s'inscrit pleinement dans une logique de développement durable. La révolution la plus prometteuse du marché de l'énergie est davantage la multiplication

des sources de production que leur libéralisation économique où le gâteau serait partagé entre les principaux distributeurs. Chaque ville, chaque quartier, chaque village produisant de l'énergie à partir du soleil, de la géothermie ou de la biomasse, c'est là la véritable révolution énergétique. Cette configuration permettrait de stabiliser la production, le marché et les prix en évitant le risque d'inflation. L'énergie ne pourrait plus être utilisée comme un moyen de pression politique ou comme instrument de contrainte. Cette révolution qui touche un aspect fondamental de nos structures sociétales transformerait notre modèle d'organisation. La structure pyramidale à laquelle nous sommes habitués ne survivrait pas à de tels changements. Tout est en place pour une révolution énergétique dont l'avènement sera d'autant plus proche que l'augmentation des prix de l'énergie sera brutale.

## Le chauffage: 50% de notre facture énergétique



Ferme réalisée en chanvre banché par « Pittet Artisan ».

**Les plus gros consommateurs d'énergie sont les bâtiments.** C'est donc bien évidemment sur cet axe que l'effort principal doit être porté. Par chance, nous savons construire des logements passifs ou des logements dont la consommation est minime, mais le parc immobilier du futur est en majorité déjà construit. Il conviendrait d'améliorer en priorité l'enveloppe de ces bâtiments, mais les autorités de la conservation du patrimoine préfèrent des rénovations du parc qui n'endommagent pas l'esprit de la construction d'origine au détriment de la facture énergétique. Avec les mêmes réticences, certaines installations solaires sont interdites sur des bâtiments neufs ou rénovés. Pourtant, nous pourrions parfaitement admettre que les toitures se construisent désormais avec des capteurs solaires en lieu et place de tuiles. Il s'agit donc de définir les priorités et de faire un choix entre le culturel et la nécessité environnementale.

Par ailleurs, à Genève, plus de 80% des logements étant loués, les propriétaires n'ont pas d'intérêts directs à entreprendre les rénovations nécessaires car les charges sont supportées intégralement par les locataires. Là encore, il nous faudrait faire un choix de société en décidant, par exemple, de coupler les charges aux loyers afin de motiver les acteurs principaux à se soucier des questions énergétiques, comme le préconise notamment l'ancien député genevois M. Büchi.

Concernant le parc existant, d'un point de vue technique, une isolation convenable n'est pas à proprement parler une opération complexe; isolation périphérique, double ou triple vitrages, voilà qui se pratique déjà depuis longtemps.

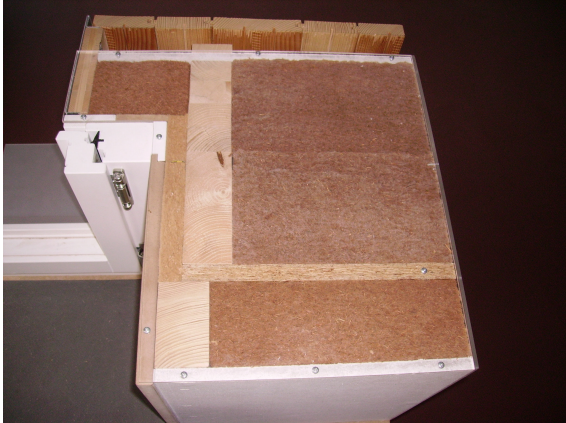
Au niveau de la production d'énergie, si un immeuble fonctionne avec un couplage chaleur-force transformant

par exemple des déchets de bois en chaleur et en électricité, il peut devenir autonome et devenir également acteur sur le marché. Panneaux solaires et pompes à chaleur forment également un tandem auto suffisant en énergie pour autant que le bâtiment soit convenablement isolé. Si la filière du bois ne peut remplacer les sources actuelles, elle s'inscrit parfaitement dans l'équation de la diversité du bouquet énergétique.

Ces systèmes offrent de bons rapports qualité prix pour autant que le bâtiment soit suffisamment important. Rappelons que la rénovation selon des standards environnementaux s'amortit économiquement entre 15 et 20 ans. L'amortissement se réduit en fonction de l'augmentation du cours du pétrole et ces améliorations valorisent un bien immobilier.

Pour les nouvelles constructions, il est encore temps de **concevoir une architecture solaire, passive ou bioclimatique** pour profiter au maximum des apports énergétiques gratuits du soleil. La conception du futur se préoccupe également de la facture indirecte en énergie grise avec un nouveau choix de matériau. Chanvre, paille ou terre cuite et crue consomment nettement moins d'énergie pour leur production que le béton, l'acier ou le plot de ciment. Pour des villas particulières, la mise en oeuvre de tels matériaux est bien appropriée. Non seulement ils facilitent la déconstruction des bâtiments après leur durée de vie, mais de plus ils font baisser drastiquement le coût de leur fabrication. Trop souvent négligé, l'aspect du tri des déchets de construction, la récupération et la technique de déconstruction font inmanquablement partie du processus de conception. Dans ce domaine, le champ d'investigation et d'innovation est presque inexploré.

Une importante quantité d'électricité est consommée l'été pour faire fonctionner de voraces climatiseurs. Il est pourtant simple de prévoir puits canadiens, lac froid, climatisation douce, ventilation à double flux ou échangeurs de chaleur.



Détail du mur du Green Office à Givisiez réalisé par Konrad Lutz. Ce bâtiment administratif est

l'un des premiers à être certifié Minergie-P et Minergie- ECO.

La récupération des eaux, les WC à sec, l'utilisation de matériaux sains, la pollution électromagnétique sont aussi importants et ces questions se poseront inmanquablement à une plus large échelle. Par ailleurs, les villas standards pourraient bien se voir ajouter une serre pour cultiver un potager bio.

En somme, plus que le remplacement d'une source d'énergie par une autre et des mesures cosmétiques publicitaires, l'avenir de l'immobilier passe par une réelle conception écologique qui minimise les besoins et le gaspillage énergétique.

## Transport: un tiers de notre consommation énergétique



Voiture contemporaine fonctionnant 100% au bio diesel.

Ferroutage et transport fluvial ne représentent qu'une faible part du déplacement de fret; les camions n'ont pour le moment pas de concurrents

véritables. Cependant, nous sommes de plus en plus confrontés à l'absurde en matière de transport de marchandises. Il arrive que près de

chez nous deux camions entrent en collision. L'un vient d'Espagne et transporte des tomates aux Pays Bas et l'autre transporte des tomates des Pays Bas ... en Espagne. C'est un cliché bien sûr mais la réalité n'est pas bien loin et la diminution de ces inepties routières est directement corrélée au prix des carburants.

**Le transport des marchandises** n'est pas seul en cause, il est bien sûr lié à une consommation excessive. Notre manière actuelle de vivre donne lieu à une consommation effrénée de ressources naturelles, souille quantité d'eau propre et génère de trop nombreux déplacements. Un exemple de tous les jours: une imprimante qui tombe en panne après seulement 2 ans d'utilisation! Toute l'énergie grise utilisée pour son transport et sa fabrication est 8 à 10 fois supérieure à ce qu'elle va consommer dans toute sa durée vie!

Selon Xavier Comtesse, l'avenir va certainement voir l'émergence d'un marché de location de service. Nous louerons un service où le hardware sera prêté et entretenu par le prestataire de service. Un objet conçu pour durer ne ressemble en rien à un objet conçu pour être vendu, puis remplacé. Le bilan gris qu'il génère ainsi est nettement plus intéressant pour l'environnement et cette solution soulage aussi considérablement le porte monnaie du client. Cette approche fonctionne déjà pour le Car Sharing, mais peut s'étendre à bien d'autres objets encore. Nous savons aussi que les déplacements aux supermarchés génèrent plus de pollution qu'une quantité d'articles équivalente achetée sur la toile et livrée à domicile. Ce mode d'achat prend de plus en plus d'importance et pourrait se rationaliser encore avec l'émergence de centres locaux de redistribution.

**Changer de voiture** pour un modèle plus économique est un geste relevant

de la bonne conscience mais se révèle contre-productif. En effet, si les constructeurs peuvent se targuer dans leur publicités d'améliorer le rendement de leurs moteurs, le rendement énergétique total d'une voiture (comprenant l'énergie investie dans la production) est ridiculement bas! 60% de l'énergie totale que consomme une voiture dans sa durée de vie l'est pour sa fabrication. Changer de voiture après 5 ans seulement ne présente de loin pas une économie d'énergie.

Par ailleurs, **la publicité nous assène l'argument sécuritaire** qui a pour effet principal d'alourdir de plus en plus les nouvelles voitures sans même parler des 4x4. En diminuant les vitesses autorisées, on limiterait la pollution, le risque d'accidents, la puissance des moteurs et donc le poids et la consommation totaux. Gardons toujours à l'esprit que le km/h entre 79 et 80 nécessite plus d'énergie que le km/h entre 78 et 79km/h, car la progression n'est pas linéaire mais exponentielle. La décision de limiter encore la vitesse sur les autoroutes et les routes serait économique et facile à mettre en oeuvre mais cette décision impopulaire relève là encore d'un non choix politique et malgré l'urgence de la situation, aucune décision n'a été prise dans ce sens.

Toutefois, en dépit de ce constat, **l'automobile a encore de beaux jours devant elle**, le marché ne fait que croître avec l'augmentation de la demande mondiale. Le futur verra une production massive et meilleur marché dans les pays d'Asie.

Au niveau de l'amélioration technologique, l'utilisation de matériaux composites pour en réduire le poids par un facteur 4 tout en augmentant la résistance des matériaux, la propulsion hybride, l'amélioration de l'efficacité des batteries ou encore l'adoption de formes plus stables et plus aérodynamiques marqueront une



avancée significative. Les progrès seront bien plus efficaces dans tous ces domaines, jusque-là négligés au détriment de la motorisation et des équipements.

Il faudra bien trouver **un carburant de remplacement pour l'essence**. Ce nouveau carburant le plus probable c'est l'hydrogène, mais tant que la question de sa production solaire à grande échelle n'est pas résolue, il restera au banc d'essai. Le biogaz et

l'éthanol ne présentent pas une grande proportion du gâteau énergétique du futur, mais ils contribuent à en alléger la filière principale.

Pour les trajets courts et dans les zones urbaines, l'électricité semble tout indiquée: silence, aucune émission de CO<sub>2</sub>, ce type de véhicule a un bel avenir pour autant qu'il soit petit, léger et facile à recharger. Là encore, il sera fondamental de produire cette électricité à partir des ressources locales et renouvelables directement dans les quartiers de résidence.



Prototype Michelin d'une voiture électrique légère dont les roues intègrent 4 moteurs électriques (Energissima 07).

Plus avant-gardiste que le type de propulsion des véhicules est le mode de déplacement sur de longues distances. Les Néerlandais ont imaginé dans les années 2000 un véhicule électrique qui se conduit sur les courtes distances et qui emprunte un rail pour composer **un train de véhicules** afin de gagner une autre métropole. Le rail

lui-même dispense le courant et les véhicules forment un train de ville en ville, ce qui est plutôt économique. Cette nouvelle infrastructure prendrait place au dessus des réseaux autoroutiers actuels. Avantage supplémentaire, quand le conducteur a programmé la station de sortie, il peut libérer du temps pour lui. Et si nous

étions les premiers à introduire un tel système entre Genève et Lausanne? Ne serait-ce pas plus audacieux que de construire la troisième voie d'autoroute?

Les transports de demain feront certainement la part belle aux **transports en commun**, au covoiturage et aux systèmes de guidage comme le GPS par exemple (10% de kilométrage épargné). De nouvelles organisations participatives des déplacements comme le covoiturage peuvent facilement voir le jour avec internet.

Pour les déplacements de proximité, le vélo mais surtout la marche à pied sont une évidence. La marche régulière est essentielle à la santé et ce domaine ne peut être découplé de notre environnement immédiat. Pour inciter plus de gens à marcher, l'urbanisation des agglomérations doit prendre en compte la séparation impérative des flux automobiles et de la mobilité douce. Actuellement des pistes cyclables empruntent des tronçons routiers générant nombre d'accidents, ce qui décourage les cyclistes et rend le trafic stressant pour les automobilistes. A l'avenir, il n'est pas exclu de concevoir des voies carrossables semi-enterrées, enjambées par des passerelles reliant des (éco-)quartiers entre eux. La circulation de surface serait uniquement dévolue à la mobilité douce. Les véhicules à moteur quittant les voies de circulation pourraient se garer en sous-sol, sous les quartiers. Pour le moment, beaucoup d'efforts sont portés sur la communication mais en définitive, bien peu d'améliorations des voies de circulation elles-mêmes sont entreprises.

## Un avenir plutôt optimiste?

Pour le moment **le prix de « l'énergie facile » est encore trop bas** (même à un cours de 100\$ le baril!), pour que notre société prenne la mesure et anticipe sérieusement les difficultés énergétiques à venir. Le principe du bon sens qui devrait naturellement s'imposer laisse sa place à d'interminables querelles « d'experts ». Pour le moment, aucune décision majeure ne se prend et nous perdons un temps précieux. En ce qui concerne la croissance économique, l'Occident est sur le déclin et n'aura plus longtemps les moyens de justifier sa politique énergétivore. Tant que l'énergie sert de moyen de pression politique, la stabilité en Europe n'est pas garantie. La prudence en matière de dépendance énergétique n'est pas un luxe mais une nécessité; notre société aussi complexe soit-elle n'est pas à l'abri d'un crash économique.

Sachant que **l'inertie de la classe politique l'empêche d'anticiper au delà du présent**, c'est à chacun de prendre des mesures à son échelle pour sortir de la spirale de la surconsommation, des énergies fossiles ou des déplacements inutiles. Au niveau de la construction écologique, les petits ruisseaux faisant les grandes rivières, il ne sert à rien d'attendre, utilisons nos moyens tant que nous en disposons et prenons les devants. Il existe des technologies simples éprouvées et applicables développées pour la plupart depuis plus de 20 ans. Nous allons au devant d'une révolution énergétique, c'est une évidence, et la question n'est pas tant de savoir comment mais plutôt quand elle aura lieu.

Christophe OGI  
Architecte HES