

4ÈME ÉDITION CONFÉRENCE ZÉRO CARBONE
BÂTIR : UNE CONTRIBUTION POSITIVE À L'ENVIRONNEMENT

**La convergence des systèmes énergétiques,
clé de la décarbonisation**

Roger Nordmann, Conseiller national VD, Président du Groupe socialiste aux
Chambres fédérales,

Président de Swissolar

Vice-Président de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du
territoire et de l'énergie du CN (CEATE-N)

(notes personnelles pour la conférence)

Table des matières

1	L'enjeu climatique, une question de prospérité et de bien-être	3
2	La compartimentation traditionnelle des systèmes énergétiques	6
3	L'accroissement du rôle de l'électricité, et ses limites	9
4	La convergence, cruciale pour la décarbonisation	11
5	Le bâtiment au cœur de la convergence	15

Mesdames et Messieurs,

Votre conférence est centrée sur les bâtiments qui n'émettent pas de CO₂, que ce soit lors de leur construction ou pendant leur exploitation. En guise de mise en perspective de vos discussions, je souhaiterais d'abord rappeler l'enjeu climatique, puis ensuite vous aider à mettre en perspective le volet énergétique du bâtiment par rapport à l'entier du système énergétique. Le tout, évidemment dans la perspective d'une décarbonisation.

Plan de exposé

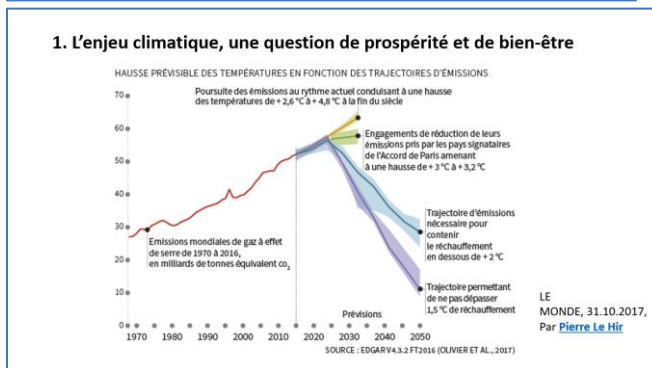
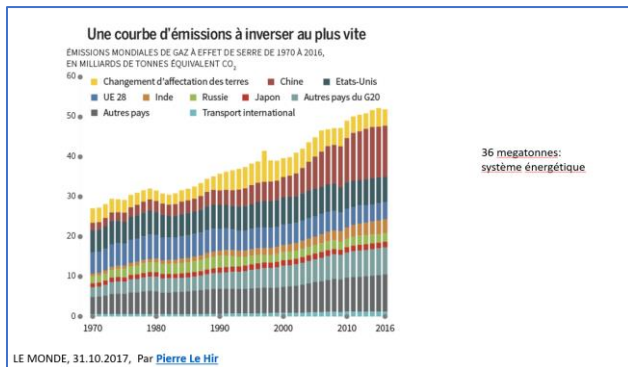
1. L'enjeu climatique, une question de prospérité et de bien-être
2. La compartimentation traditionnelle des systèmes énergétiques
3. L'accroissement relatif du rôle de l'électricité, et ses limites
4. La convergence, cruciale pour la décarbonisation
5. Le bâtiment au cœur de la convergence

Après une phase centrée sur la conquête des énergies renouvelables et l'accroissement de l'efficacité énergétique, on va de plus en plus mettre en place la convergence des sphères énergétiques, en particulier de celle d'électricité, de celle de la mobilité et de celle de la chaleur. Évidemment, le bâtiment se retrouve au cœur de ces trois sous-systèmes. Comme nous le verrons, cette convergence est absolument décisive pour la décarbonisation du système énergétique.

1 L'enjeu climatique, une question de prospérité et de bien-être

Il est maintenant clairement établi que les émissions de gaz à effet de serre, au premier rang desquels le CO₂, réchauffent l'atmosphère.

Pour vous donner des ordres de grandeur (slides) :



Ce n'est évidemment pas la première fois que le climat change au cours de l'histoire géologique de la planète, mais la rapidité du changement est complètement inhabituelle. Il est probable que des changements de ce type aient contribué, il y a 60 millions d'années, à une grande extinction des dinosaures.

Assurer la diversité des espèces et préserver les écosystèmes contre des transformations brutales ou destructives est évidemment un des enjeux centraux de la lutte contre l'échauffement climatique. Qui sommes-nous, nous espèce humaine, pour nous arroger le droit de détruire à ce point notre environnement ? À lui seul, ce 1^{er} argument me paraît justifier les efforts de maîtrise des gaz à effet de serre qui sous-tendent vos travaux.

Depuis longtemps, les interventions des humains sur leur environnement ont provoqué des effets massifs. Il semble ainsi que dès 800 av. J.-C., la civilisation de la Grèce antique ait commencé à défricher massivement. À l'époque, la Grèce était un territoire recouvert par de denses forêts. Lorsque l'on considère

le paysage pelé qui marque de nombreuses régions grecques, on mesure l'ampleur de ces dévastations. Certains historiens considèrent que le défrichage est à l'origine du déclin de la Grèce antique, et on serait tenté de leur donner raison.

Ce qui m'amène directement à la seconde motivation de lutter contre le réchauffement climatique, à savoir le bien-être et la prospérité humaine. Si nous détruisons les bases environnementales de notre existence, nous détruisons le fondement du bien-être de notre société, et nous empêchons les sociétés pas encore prospères de se développer. Je pense donc que c'est aussi, et peut-être avant tout, pour l'être humain qu'il faut préserver le climat.

Finalement, peu importe la motivation, cas les deux points de vue, celui plus environnemental ou celui plus humain, sont légitimes, et ce qui compte, c'est l'action et les effets concrets.

Le chemin est étroit pour éviter une catastrophe globale, mais je crois qu'on pouvant y parvenir.

Le défi consiste simultanément à permettre aux pays en développement d'atteindre un niveau de vie correct et d'autre part assainir complètement le système énergétique. Cela pose aussi la question de la consommation absolue de confort des différents sociétés. Forcer la croissance à l'infini ne peut être pas la bonne solution.

D'une part parce que l'espoir d'une croissance de plusieurs pourcents par an dans les sociétés développées est illusoire. La combinaison d'une démographie stagnante, voire déclinante, et d'une raréification des ressources naturelles poussent bien des économistes à mettre en doute possibilité même d'une forte croissance. Car dans ces conditions, le seul facteur qui permet la croissance, c'est le progrès technologique, qui, malgré la globalisation des efforts, n'est pas très rapide.

D'autre part parce que sortir les pays en développement de la pauvreté par une croissance frénétique de l'ensemble du globe se heurterait aux limites physiques.

Pour rendre accessible la prospérité au plus grand nombre, une répartition équitable de l'accès aux richesses est indispensable. En la matière, on observe des tendances contradictoires.

D'un côté, inégalités entre pays ont tendance à se résorber du fait de la croissance des pays pauvres et la stagnation des pays riches. De l'autre, les inégalités ont tendance à se creuser au sein même de nombreux pays,, ce qui

pousse les sociétés vers la quête d'une croissance frénétique, qui est au mieux illusoire, au pire contre-productive.

Pourquoi ces considérations d'ordre général vous concernent-elle au-delà de l'efficacité énergétique?

Et bien c'est assez simple : le logement, domaine dont vous occupez, est absolument central en terme de sollicitations d'environnement et de répartition des richesses. Il consomme beaucoup d'énergie et de matière, et se base sur une ressource limitée, le sol. Or nous savons tous que disposer de la rente foncière est une des principales sources de richesses.

Il est donc crucial d'imaginer des modes d'habitat économes avec cette ressource qu'est le sol, de manière à limiter la pénurie. D'autre part, il faut privilégier des formes de propriété, ou plus largement de répartition de la rente foncière, qui évitent une trop grande concentration des richesses au détriment de la classe moyenne et des plus pauvres, à l'intérieur même de notre pays.

Je ne le répéterai plus dans cette conférence, car la suite est consacrée à l'aspect climatique et énergétique, sur lequel j'arrive à l'instant, mais gardez toujours à l'esprit l'impact majeur du logement sur la répartition des richesses.

2 La compartimentation traditionnelle des systèmes énergétiques

Le système énergétique qui s'est définitivement mis en place après la deuxième guerre mondiale dans les pays développés repose évidemment sur la consommation massive d'énergies fossiles, mais surtout sur une séparation en plusieurs sous-systèmes. La Suisse ne fait pas exception à la règle.

2. La compartimentation traditionnelle des systèmes énergétiques

1. La mobilité routière, maritime et aérienne, partiellement aussi ferroviaire
2. La production de chaleur pour le bâtiment, le chaud sanitaire, l'artisanat et l'industrie
3. La filière électrique

Particularité CH

- Quasiment aucune électricité produite avec du fossile en CH
- Beaucoup de chauffages électriques directs

Se reflète dans la stratégie énergétique 2050: efficacité bâtiment, efficacité trafic, électricité renouvelable.

SE 2050: bon pas intermédiaire, mais insuffisant pour la décarbonisation.

Fondamentalement, nous avons, dans le passé affaire à trois principaux sous-systèmes énergétiques.

1. La mobilité routière, maritime et aérienne, partiellement aussi ferroviaire, qui carbure, c'est le cas de le dire, aux énergies fossiles. Ce sous-système présente trois caractéristiques très problématiques :

- une source unique d'énergie primaire : les énergies fossiles, principalement le pétrole, et extrêmement concentrées en quelques points du globe
- une efficacité très médiocre dans l'utilisation de ces sources énergétiques : les meilleurs moteurs à explosion ont une efficacité inférieure à un tiers, et l'efficacité du puits à la roue dépasse rarement 20 %.
- d'importantes émissions de CO₂.

2. La production de chaleur pour le bâtiment, le chaud sanitaire, l'artisanat et l'industrie, basée principalement sur les énergies fossiles pétrolières et gazières, mais aussi parfois sur le charbon. Ce sous-système présente deux caractéristiques critiques :

- En termes physique, on dégrade une énergie chimique de haute valeur, hautement concentrée, pour obtenir la forme d'énergie la plus dégradée qui soit, à savoir la chaleur, souvent même à basse température si on pense par exemple au chauffage du bâtiment à 22°.
- Ici aussi, d'importantes émissions de CO₂.

3. La filière électrique, provenant de différentes sources, et qui alimente tous les usages plus subtils, allant de l'éclairage aux technologies de l'information en passant par exemple par la production de froid et les applications physico-chimiques comme l'électrolyse. L'attrait principal de l'électricité, c'est son efficacité dans l'utilisation, raison pour que l'on peut considérer que c'est la forme la plus noble d'énergie. Au niveau mondial, deux-tiers de l'électricité environ provient du charbon, du gaz et du pétrole.

La filière électrique se caractérise par deux contraintes majeures :

- Elle était, jusqu'à tout récemment, intrinsèquement liée au réseau électrique et celui-ci ne peut pas stocker de l'énergie.
- Il faut en tout temps un équilibre instantané entre la production et la consommation.

Après avoir esquissé ses trois sous-systèmes, permettez-moi de souligner deux spécificités helvétiques qui nous différencient légèrement des autres pays développés :

Notre pays ne génère quasiment aucune électricité à partir de sources fossiles, mais produit son électricité à hauteur de 35 % avec du nucléaire et d'environ 65% avec du renouvelable, dont 60% par l'Hydro. Cet aspect accentue la séparation entre d'une part le système électrique et d'autre part les deux sous-systèmes que sont les transports et la chaleur.

En revanche, une deuxième spécificité a l'effet inverse et rapproche les univers de l'électricité et de la chaleur : presque seule au monde avec les Français, la Suisse utilise l'électricité pour du chauffage électrique direct. Dans de tous les pays où l'électricité est partiellement générée de manière fossile, utiliser cette électricité pour générer de la chaleur serait une absurdité non seulement physique mais aussi économique : mieux vaut utiliser directement la chaleur du combustible fossile que d'en perdre les deux tiers lors de la transformation en électricité avant finalement d'en utiliser le dernier tiers sous forme d'électricité pour produire de la chaleur.

A côté de ces trois principaux sous-système, il existe naturellement encore d'autres sources et filières d'usage traditionnel d'énergie, comme par exemple le bois, la force animale, etc. Mais les trois principaux sous-systèmes esquissés à l'instant sont complètement structurants pour la consommation énergétique des pays développés.

La stratégie énergétique que nous venons d'adopter se base largement encore sur cette structuration : il y a un volet de réduction de la consommation de chaleur dans le bâtiment, un volet d'efficacité du trafic et un volet électrique, qui comporte principalement des mesures pour remplacer la production nucléaire. S'il fallait résumer la stratégie énergétique 2050 en quelques mots, on pourrait dire que c'est une stratégie de réduction du gaspillage fossile et d'assainissement durable de la production électrique.

Autant cette stratégie s'imposait comme grosse étape intermédiaire en direction d'un assainissement du système énergétique, autant elle ne suffit pas pour atteindre l'objectif incontournable d'une dé-carbonisation.

Il s'agit donc maintenant de préparer la suite, et pas seulement dans les officines politiques mais aussi dans la recherche, dans la pratique et dans les investissements. D'où l'utilité d'un colloque comme celui d'aujourd'hui.

3 L'accroissement relatif et les limites du rôle de l'électricité

La mise en œuvre de la stratégie énergétique aboutira à augmenter le poids relatif de l'électricité dans le mix énergétique, pour trois raisons :

3. L'accroissement relatif du rôle de l'électricité, et ses limites

- 1) Récolte performante de l'électricité renouvelable
- 2) Electricité très efficace dans ses applications
- 3) L'utilisation des énergies fossiles est inefficace

→ Baisse du fossile, part relative accrue pour l'électricité

Mais: le réseau ne stocke pas l'électricité, et le stockage est difficile, spécialement à long terme et à grande échelle

L'électricité ne suffit pas pour la décarbonisation

Premièrement, l'électricité est la forme d'énergie la plus facile à récolter de manière renouvelable. Deux illustrations pour s'en rendre compte: un banal panneau photovoltaïque permet de récolter 20 fois plus d'énergie par mètre carré que la plantation de canne à sucre la plus efficace destinée à la production d'éthanol. Second exemple de récolte efficace d'électricité : lorsqu'on turbine de l'eau, on arrive aujourd'hui transformer 90 % de l'énergie de chute en électricité.

Deuxièmement, l'électricité est la forme d'énergie la plus efficace dans l'utilisation. Trois illustrations à cet égard : Une lampe électrique LED convertit environ la moitié de son énergie en lumière. Par comparaison, une bougie probablement moins d'un pour cent. Le moteur électrique de l'avion Piccard convertissait 97 % de l'électricité en mouvement des hélices, alors que, par comparaison, un moteur de camion très efficace au régime optimal convertit au mieux 30 % de l'énergie en mouvement. Enfin, une pompe à chaleur électrique bien paramétrée permet d'utiliser trois à cinq fois moins d'énergie commerciale qu'un chauffage à mazout simplement en extrayant de la chaleur ambiante pour l'utiliser.

Troisièmement, l'utilisation actuelle des énergies fossiles est extrêmement inefficace. Il existe une marge de progression très importante à l'intérieur même des utilisations fossiles. Ainsi, un bâtiment moderne, même chauffé au mazout, est facilement 10 fois plus efficace d'un bâtiment conçu dans les années 60. Dans ce secteur, les gains sont très faciles et aboutiront à une baisse de la consommation fossile.

Cette baisse intrinsèque de la consommation fossiles sera renforcée par la substitution de certaines applications fossiles par des applications électriques, par exemple dans la mobilité individuelle ou grâce aux pompes à chaleur. Ces facteurs poussent plutôt une augmentation de la consommation d'électricité, laquelle est cependant contrebalancée par des gains d'efficacité dans les usages actuels de l'efficacité.

De ce fait, et sans surprise le pronostic de la stratégie énergétique pour 2050 est assez simple : alors que l'électricité représente un quart de l'énergie en 2010, elle représente la moitié en 2050. Ce bouleversement des proportions traduira surtout la baisse de la consommation fossile, et pas tellement la hausse de la consommation électrique, qui pourrait rester assez stable.

Jusqu'ici, rien de très nouveau, c'était l'objet du débat qui a précédé le vote populaire du 21 mai 2017.

Nous venons de voir que l'électricité jouera un rôle accru en raison d'avantages évidents que sont son efficacité intrinsèque et la facilité à la récolter de manière renouvelable. Mais la chose n'est pas si simple en raison d'une troisième caractéristique de l'électricité que j'avais sciemment omise de mentionner il y a un instant en évoquant la part croissante de l'électricité.

L'électricité est extrêmement difficile à stocker. Le réseau ne peut pas stocker temporairement de l'énergie, ce qui fait qu'à l'échelle de l'Europe, à chaque instant, il faut injecter exactement la même quantité d'électricité dans le réseau que les usager soutirent du réseau. Cette difficulté de stockage constitue un énorme obstacle, d'autant plus que les sources d'électricité dépendent partiellement la météo. Or celle-ci ne se calque pas automatiquement sur les besoins des sociétés humaines. En particulier, sous nos latitudes, il peut y avoir d'importantes variations entre les saisons. Nous consommons plus d'énergie en hivers, mais produisons plus d'énergie en été.

Le stockage permet partiellement de résoudre ces problèmes, mais ce processus nécessite la transformation de l'électricité, et cette transformation coûte et génère des pertes. Et manque de chance, ces pertes sont en règle générale d'autant plus importantes que la durée de stockage est longue.

Nous sommes donc devant une équation compliquée : pour la décarbonisation de notre système énergétique, des gains d'efficacité dans les utilisations fossiles et leur substitution partielle ne suffiront pas. Il faudra aller au-delà.

L'électrification nous aide, mais elle ne constitue pas la panacée ou le remède universel.

4 La convergence, cruciale pour la décarbonisation

Pour résoudre ce problème, il ne suffira pas de miser sur les technologies de stockage de l'électricité. Il s'agira au contraire de s'appuyer aussi sur d'autres atouts, et en particulier :

- viser une coordination optimale entre l'électricité et les autres formes d'énergie renouvelable que sont la chaleur ambiante, celle du soleil et celle du sous-sol ainsi que la biomasse.
- Utiliser l'inertie thermique pour stocker de l'énergie
- Renforcer les échanges de surplus entre le monde de l'électricité et le reste du secteur énergétique.

Cette transformation de la gestion du système énergétique porte un nom : c'est la **convergence** des systèmes énergétiques. Elle doit permettre de gagner en efficacité mais aussi en souplesse sur l'axe temporel. **Elle efface les limites entre les différents sous-systèmes.**

Il n'y a donc pas de concurrence entre l'électrification à large échelle et autres formes d'énergie renouvelable, mais bien un fort potentiel de synergie .

Qu'est-ce que cela veut dire concrètement ?

4. La convergence, cruciale pour la décarbonisation

1. Coordination optimale entre l'électricité et les autres formes d'énergie renouvelable (chaleur ...)
2. Utilisation de l'inertie thermique.
3. Echanges entre l'électricité et les autres sous-systèmes.

Efface les frontières entre les sous-systèmes.

Synergie nécessaire entre l'électricité renouvelable et les autres énergies renouvelables

Deux premiers éléments de la convergence sont bien visibles :

- l'électrification de la mobilité individuelle, qui permet de diviser par quatre la consommation d'énergie pour la même prestation kilométrique, mais qui n'a de sens que si le gros l'énergie vient du renouvelable.
- L'utilisation de pompes à chaleur électrique pour valoriser au mieux la chaleur environnante

Mais quelles sont les autres aspects la convergence ? J'aimerais en mentionner cinq, sans prétendre à l'exhaustivité :

1. La conversion des surplus énergie électriques en gaz de synthèse, c'est-à-dire en hydrogène en méthane, une forme d'énergie chimique. Celui-ci peut être stocké et transporté dans le réseau de gaz naturel, puis utilisé ultérieurement pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité, voire de la mobilité en servant de carburant pour véhicules à gaz.
2. Utiliser le couplage chaleur-force à partir de la biomasse ou du gaz de synthèse. Cette technologie consiste à produire simultanément de la chaleur et de l'électricité, ce qui permet d'obtenir une efficacité globale beaucoup plus grande que si l'on avait produit que de la chaleur ou que de l'électricité (je peux y revenir lors des questions). Lorsqu'on parle ce couplage chaleur-force, on pense souvent au moteur à explosion couplé à une génératrice, mais on aurait tort d'oublier la pile à combustible, plus efficace, silencieuse et dépourvue de partie mécanique.
3. Le stockage de la chaleur sur de plus longue durée. On pense avant tout à des réservoirs d'eau ou à l'inertie du bâtiment, mais il est aussi possible de stocker indirectement de la chaleur, par exemple en régénérant une sonde géothermique (j'y reviendrai tout à l'heure) ou en utilisant le changement de phase de la glace, un phénomène basique qui absorbe et restitue de chaleur, mais qui nécessite une pompe à chaleur pour amener l'énergie à un niveau de chaleur utile.
4. En l'absence de meilleure utilisation, on peut bêtement convertir des excédents d'électricité renouvelable en chaleur, ce qui est bien entendu une option à n'utiliser qu'en dernier recours, car, avec l'électricité, on peut en principe obtenir une plus grande valeur ajoutée.
5. On peut adapter la consommation électrique en profitant de l'inertie thermique, ce qui est une forme indirecte de stockage : par exemple en chauffant davantage un bâtiments lorsqu'il a des excédents momentanés d'électricité, puis en profitant de cette chaleur emmagasinée pour baisser la consommation lorsque électricité se fait rare. Le même système est également possible avec le froid, en modulant la température d'un entrepôt frigorifique. La qualité des isolations offre désormais une grande marge de manœuvre.

Aucune de ces technologies n'est révolutionnaire, et on les connaît depuis longtemps, mais des progrès sont en cours, si l'on pense, par exemple, aux travaux visant à rendre réversible les piles à combustible : utiliser non seulement

de l'hydrogène pour faire de l'électricité, mais aussi de l'électricité pour faire de l'hydrogène. Ou encore au stockage adiabatique à air comprimé.

Face à ces possibilités magnifiques, une question vous taraude probablement : pourquoi ne les utilisons nous pas encore à large échelle ?

Deux raisons à cela :

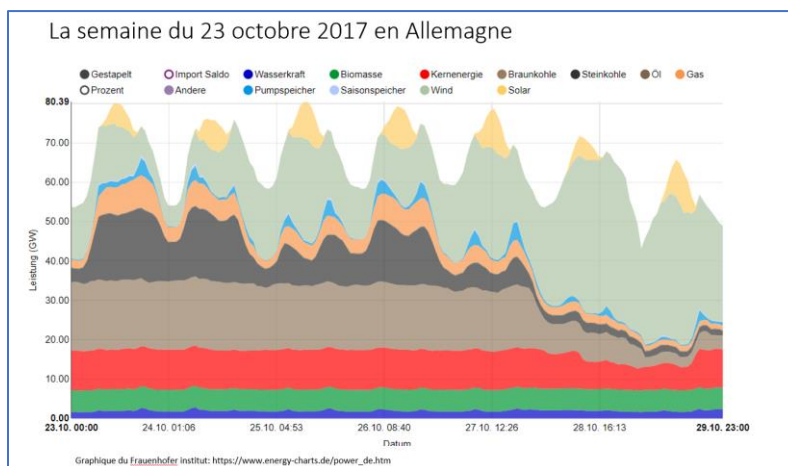
1. En vertu des règles élémentaires de la physique, chaque conversion d'énergie d'une forme à l'autre implique des pertes. De ce fait, il est toujours préférable d'essayer d'utiliser directement et immédiatement l'énergie disponible plutôt que de la stocker de la transformer.
2. Dans tous les cas, l'énergie la moins chère et celle que l'on a pu économiser par des gains d'efficacité.

Et de fait, la convergence n'entre en jeu que lorsque ces deux premiers axes sont épuisés. Mais alors là, elle devient vraiment importante, c'est alors la seule alternatives aux énergies fossiles.

Aujourd'hui, cette fonction de « bouche-trou » est largement assumé par les énergies fossiles.

Deux exemples pour cela :

- Chez nous, on utilise volontiers les énergies renouvelables comme la chaleur solaire pour réduire la consommation fossile, et c'est cette dernière qui s'adapte au rythme des renouvelables.
- En Allemagne, ce sont les énergies se fossiles qui se rétractent lorsque renouvelables efforts, et qui assurent le différentiel lorsqu'il y a ni vent ni soleil.



À l'avenir, c'est la convergence qui devra nous aider à repousser les énergies fossiles. Elle suppose évidemment un management adéquat du système énergétique, et les moyens pour investir dans ses installations.

J'aimerais maintenant, en guise de conclusion, vous expliquer pourquoi le bâtiment jouera un rôle décisif dans cette transformation, grâce à un exemple concret.

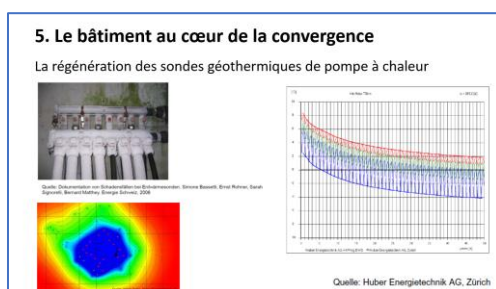
5 Le bâtiment au cœur de la convergence

On oublie parfois que le bâtiment est au cœur du système énergétique : l'essentiel de l'électricité est utilisée dans des bâtiments et ceux-ci utilisent actuellement la moitié des énergies fossiles. Par conséquent, le bâtiment sera au cœur de la convergence.

J'aimerais l'illustrer en vous présentant la régénération estivale des sondes géothermiques de pompes à chaleur, grâce à chaleur solaire.

Le problème de base

Vous l'ignorez peut-être, mais chaleur des premiers dizaines de mètres du sol est davantage influencée par le rayonnement solaire que par la chaleur provenant du centre de la terre. Proche de la surface, la puissance thermique venant du centre de la terre est en réalité faible. Cette réalité induit une conséquence très problématique pour les sondes géothermiques des pompes à chaleur : elles ont tendance à se refroidir au fil des années, et certaines vont jusqu'à geler.



La conséquence, c'est qu'au fil des années il devient de plus en plus difficile d'extraire la chaleur de la sonde, et que la pompe à chaleur utilise de plus en plus d'électricité en hivers. Dans le pire des cas, la pompe à chaleur devient une espèce de chauffage électrique direct.

La régénération solaire

Il est cependant possible de régénérer le sous-sol en y injectant un excédent de chaleur estivale. Ainsi, on évite un refroidissement du sous-sol au fil des années. Le principe est tout simple : en été, lorsque les capteurs solaires thermiques d'une maison produisent trop de chaleur, on injecte cette chaleur dans la sonde géothermique. La chaleur ainsi injectée permet de ramener à la fin de chaque été le sous-sol à la température initiale qu'il avait avant le forage. Ainsi, la pompe à chaleur est plus efficace et fonctionne avec moins d'électricité.

Evidemment, il faut qu'il s'agisse d'un sous-sol sans écoulement d'eau, sans quoi la chaleur s'en irait, étant précisé que si il y a écoulement d'eau, le problème du refroidissement est moins aigu.



Concrètement, il faut dimensionner généreusement les capteurs, qui permettent alors de récolter suffisamment de chaleur. Malgré le caractère encore relativement neuf, les paramètres économiques assez jouent bien. En particulier, parce que l'on peut réduire la profondeur du forage, ce qui permet de financer les capteurs solaires thermiques. Et l'entier de l'énergie récoltée par les capteurs peut être valorisée, ce qui est un gros avantage économique. Sans ce dispositif, le surplus de chaleur récolté en été est perdu.

Je trouve cet exemple de convergence particulièrement intéressant pour les raisons suivantes :

- en utilisant du solaire thermique que l'on récolte en grande majorité en été, on parvient finalement à réduire la consommation électrique hivernale. Et on y parvient même sans même faire une conversion chimique.
- On stocke de la chaleur, mais dans le sous-sol plutôt que dans le bâtiment. Il y a même pas besoin de lourde installations additionnelle ou d'isolation car, en vertu des lois de la physique, la chaleur que l'on injecte dans la zone la plus froide ne va pas s'échapper vers des zones plus chaudes.
- Le stockage de chaleur permet d'augmenter l'usage de l'efficacité dans l'électricité et fine de substituer davantage d'énergies fossiles. On remarque aussi la complémentarité entre la chaleur solaire et le monde de l'électricité.
- Cet exemple montre que la combinaison différente technologies permet d'obtenir une efficacité maximale au fil du temps

- La régénération des sondes géothermique permet d'utiliser beaucoup plus intensivement le sous-sol, ce qui est précieux en zone urbaine.
- Enfin, on peut stocker et utiliser de la chaleur à un bas niveau température, ce qui permet d'avoir des capteurs thermiques beaucoup plus simples.



Je serai ravi si l'un d'entre vous, dans un projet concret, relevait le défi d'introduire cette technologie en Suisse romande, car il n'y a, à ma connaissance pas de projet. Swissolar, la fédération des entreprises actives dans le domaine du solaire, voit un grand potentiel dans la mise en œuvre de la convergence, notamment dans ce système de régénération des sondes géothermiques et plus généralement dans l'utilisation intelligente de l'enveloppe du bâtiment pour la récolte d'énergie renouvelable. C'est la raison d'ailleurs pour laquelle Swissolar consacre beaucoup d'énergie à une autre convergence : la convergence entre le monde de l'énergie et celui de l'architecture. Et je serai ravi si quelques-uns d'entre vous décidaient de nous rejoindre.