

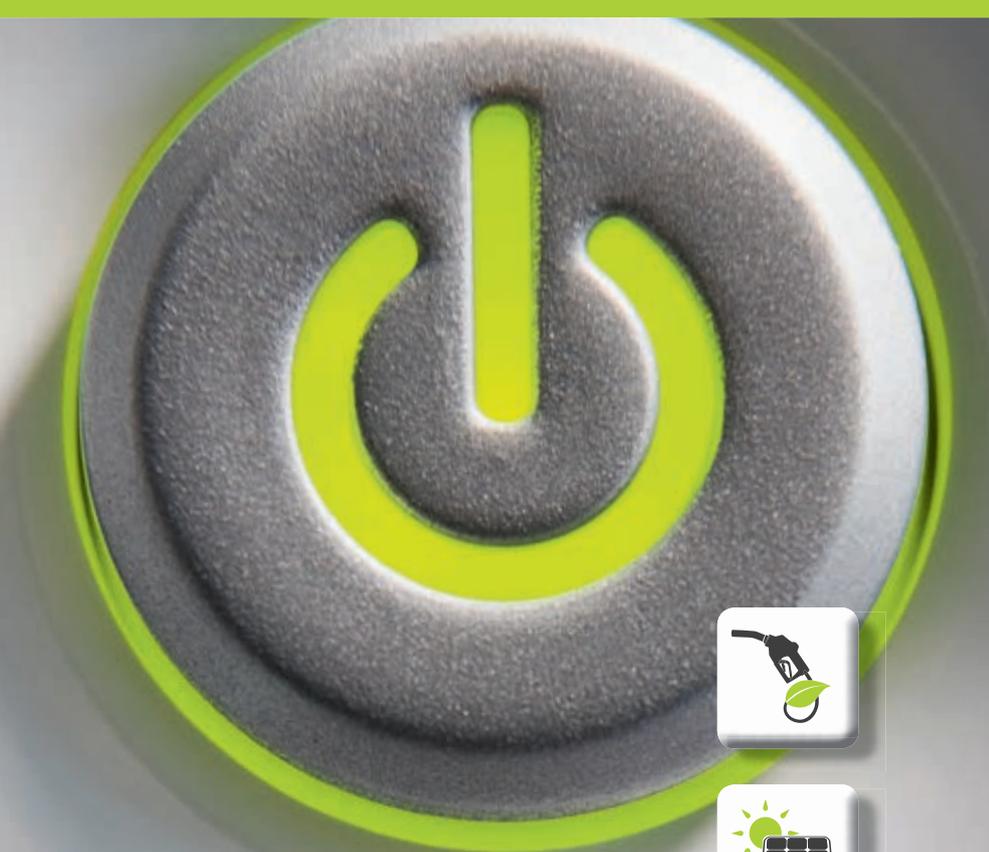


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'énergie OFEN

energeia.

Bulletin de l'Office fédéral de l'énergie OFEN
Numéro 6 | Novembre 2014



Energies renouvelables

Sur la route d'un avenir énergétique durable

Interview

Le professeur Rolf Wüstenhagen nous parle des conséquences des décisions des investisseurs sur la politique énergétique

Biomasse

Faire le plein de biométhane à la ferme



**Salon
Maison
Bois
Energie**

bauholzenergie.ch

Salon avec congrès pour professionnels et privés

**13 au 16 novembre 2014
BERNEXPO, Berne**

- construction | construction en bois
- efficacité de l'énergie dans la construction | modernisation
- Minergie® | Minergie-A® | Minergie-P® | bâtiments énergie-plus | maison passive | CECB
- énergies renouvelables | stockage de l'énergie
- bain | univers du bain | cuisines | architecture d'intérieur



AVEC LE SOUTIEN DE



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



**Kanton Bern
Canton de Berne**



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise

Office fédéral de l'énergie OFEN

Editorial	1
Interview	
Le professeur Rolf Wüstenhagen nous parle des conséquences des décisions des investisseurs sur la politique énergétique	2
Electricité renouvelable	
La promotion des énergies renouvelables s'est développée fortement depuis 2011	4
Energie éolienne	
Dans la région de Martigny se trouvent des éoliennes qui sont au top au niveau européen	6
Chaleur	
Les réseaux de chauffage à distance ont un grand potentiel en Suisse. Un coup d'œil dans le centrale de chauffage de Wilderswil	7
Biomasse	
Faire le plein de biométhane à la ferme	8
Système d'encouragement	
Que valent les systèmes d'encouragement économiquement parlant?	10
Point de vue d'expert	
Gestion de l'énergie: numérisée... elle révolutionne notre branche	11
Recherche et innovation	
Pieux échangeurs de chaleur, lorsque les fondations chauffent et rafraîchissent les bâtiments	12
Agence internationale de l'énergie atomique	
Walter Steinmann représentera la Suisse au Conseil des gouverneurs de l'AIEA.	14
En bref	15
Le coin de la rédaction	17

Impressum

energeia – Bulletin de l'Office fédéral de l'énergie OFEN
Paraît six fois par an en deux éditions séparées française et allemande. Copyright by Swiss Federal Office of Energy SFOE, Berne. Tous droits réservés.

Adresse: Office fédéral de l'énergie OFEN, 3003 Berne
Tél. 031 322 56 11 | Fax 031 323 25 00 | energeia@bfe.admin.ch

Comité de rédaction: Sabine Hirsbrunner (his), Angela Brunner (bra), Marianne Zünd (zum)

Rédaction: Fabien Lüthi (luf), Eveline Meier-Guillod (mee), Philipp Renggli (rep), Cédric Thuner (thc)

Mise en page: raschle & kranz, Bern; www.raschlekrantz.ch

Internet: www.bfe.admin.ch/energeia

Plate-forme de conseils de SuisseEnergie: www.suisseenergie.ch

Source des illustrations

Couverture: Office fédéral de l'énergie, BFE; franz&rené; thinkstock
p.2: Hannes Thalmann, HSG; p.4–5: Office fédéral de l'énergie, OFEN; p.6–7: Suisse Eole;
p.8–9: Anita Vonmont; p.10: Shutterstock; p.11: Schneider Electric SA; p.12–13: EPFL-LMS;
p.14: Office fédéral de l'énergie, OFEN; p.15: Dominick Reuter, Swissnex Boston;
p.16: franz&rené; shutterstock; p.17: Office fédéral de l'énergie, OFEN.

Editorial

Les renouvelables renforcent l'indépendance

La Stratégie énergétique 2050 (SE 2050) donne un signal clair pour développer les énergies renouvelables en Suisse. Chez nous, près de 60% de la production électrique provient aujourd'hui déjà de l'énergie hydraulique.

L'éolien, le solaire et la géothermie recèlent également un potentiel pour contribuer à un mix énergétique équilibré à long terme. Les éoliennes du coude du Rhône valaisan qui ont une moyenne équivalent plein temps supérieur à la moyenne européenne (p. 6) sont un exemple de réussite.

Seul environ un cinquième de l'énergie que nous consommons actuellement provient d'énergies renouvelables, alors que quelque 80 % sont couverts par des énergies fossiles. Pour la Suisse, la SE 2050 représente l'opportunité de ménager les ressources et l'environnement sur le long terme et de gagner en indépendance par rapport à l'étranger et à des sources d'énergies, qui sont limitées et nuiront durant des siècles au climat et aux générations futures.

Le premier paquet de mesures de la SE 2050 a été élaboré. Hormis la sécurité (de l'approvisionnement) et la conformité environnementale, il faut prendre en compte la rentabilité des technologies. Une adhésion des politiques à la stratégie énergétique pourrait inciter à investir dans les énergies renouvelables. Avec quelles mesures pourrions-nous perfectionner le système énergétique et déclencher des investissements supplémentaires dans les sources d'énergie renouvelables? Rolf Wüstenhagen, professeur de management des énergies renouvelables à l'Université de Saint-Gall donne quelques pistes (p. 2–3).

Aujourd'hui déjà, l'économie (énergétique) modifie sa façon de penser au vu de la Stratégie énergétique 2050, ce qui prouve que nous sommes sur la bonne voie. Les objectifs de développement des énergies renouvelables sont ambitieux mais réalisables.

Pascal Previdoli,
directeur suppl. et chef de la division Economie à l'OFEN

«Il faut un financement de départ pour s'écarter du chemin suivi»

Le professeur Rolf Wüstenhagen analyse le comportement décisionnel des investisseurs et aborde ses connaissances acquises pour la politique énergétique.

Monsieur Wüstenhagen, comment jugez-vous les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 en ce qui concerne la promotion des énergies renouvelables?

Réalisables. Avec cet horizon temporel, on pourrait aussi imaginer des objectifs plus ambitieux. Mais les retards étant fréquents, on est sur la bonne voie en formulant des objectifs plus modestes. S'agissant de la liste d'attente RPC pour les projets d'énergie solaire, il faut d'abord résoudre un problème administratif. Dans le domaine de l'éolien, certaines procédures sont longues. Je suis parfois étonné de voir que ces projets prennent beaucoup plus de temps en Suisse que dans les pays voisins, même s'ils ne sont pas tous applicables à la Suisse.

«La promotion des énergies renouvelables a certes un prix, mais à long terme, ne pas investir dans ce domaine reviendrait plus cher».

D'après vous, quels sont les plus grands défis de la mise en œuvre de tels projets?

Les procédures de planification des projets énergétiques renouvelables d'envergure sont compliquées, notamment parce que les communes, les cantons et la Confédération peuvent donner leur avis. La prise en compte précoce et transparente de la population est un important facteur de réussite.

Quel rôle joue l'économie dans la promotion d'un mix énergétique durable?

Il existe de nombreuses entreprises proactives: les détaillants qui posent une installation solaire sur leur toit, les entreprises comme Ikea qui participent à un parc éolien à l'étranger ou les entreprises d'installations spécialisées dans les énergies renouvelables. Elles peuvent ainsi s'engager dans un nouveau domaine. Certaines entreprises d'approvisionnement en électricité réagissent mieux à l'environnement

en mutation. Les fournisseurs d'électricité actifs à l'échelon international en particulier se trouvent dans une situation financière défavorable en raison de la pression sur les prix du marché européen de l'électricité. Aujourd'hui, les investisseurs privés dans le secteur de l'énergie sont en augmentation: par exemple les propriétaires et les agriculteurs qui misent sur les installations photovoltaïques ou les coopératives qui investissent dans l'éolien. Le mix d'investisseurs se diversifie.

Quelle est la liberté de ces acteurs dans leurs prises de décisions?

Dans les recherches en matière d'innovation, il y a la notion de dépendance à l'égard du chemin suivi. Cela signifie que sur le marché, le

psychologiques, nous avons analysé les associations implicites des différents investisseurs et mesuré leur temps de réaction. Nous avons constaté qu'intuitivement, les décideurs du secteur énergétique associent plus rapidement énergie solaire et risque ou gaz et rendement que l'inverse. Ce décalage met en évidence des certitudes inconscientes pouvant influencer sur les décisions d'investissement. Parmi les investisseurs financiers tels que caisses de pension ou assurances, nous n'avons pas décelé cette relation, car leurs schémas de pensée sont différents.

Pourquoi les décisions des investisseurs dans le secteur de l'énergie sont-elles toujours associées à des risques?

Les investisseurs pratiquent une gestion active des risques comme nous l'avons montré dans un projet de recherche soutenu par le Fonds national suisse. Pour ce faire, nous avons analysé plus de mille choix expérimentaux opérés par un groupe d'investisseurs européens et américains en capital-risque. Quand les entreprises du domaine des énergies renouvelables s'exposent à de gros risques politiques, la propension des investisseurs en capital-risque à investir dans leurs projets a tendance à diminuer. Mais la vision du monde peut également influencer le risque perçu: les adeptes d'un marché libre ont fait preuve d'une aversion au risque supérieure à la moyenne et se sont plus souvent opposés aux investissements dans les énergies renouvelables.

Comment poursuivez-vous vos recherches dans ce domaine?

Pour un nouveau projet, nous interrogeons, avec des collègues de l'EPF de Lausanne, des propriétaires et des spécialistes de l'immobilier sur les installations photovoltaïques intégrées aux bâtiments. Nous voulons ainsi trouver ce qui empêche la mise en œuvre. Une



«Si nous n'agissons pas aujourd'hui, nous nous privons de nos libertés de demain en matière d'énergie et de climat».

Données personnelles

Rolf Wüstenhagen (44) est professeur de gestion des énergies renouvelables à l'Université de Saint-Gall et directeur académique de la formation continue en cours d'emploi en «Renewable Energy Management». Il dirige en outre le «Center for Energy Innovation, Governance and Investment (EGI-HSG)», qui fait partie d'un centre de compétences nouvellement créé pour l'énergie (SCCER CREST).

compréhension approfondie des véritables processus de décision des investisseurs est une base importante pour des recommandations politiques efficaces.

Comment la politique peut-elle contribuer à ce que le plus grand nombre possible d'investisseurs soutiennent la politique énergétique et investissent davantage?

Les investisseurs ne veulent pas prendre de risques inutiles. L'observateur se focalise sur la sécurité. La politique peut apporter une stabilité en clarifiant ses objectifs sur le long terme et en modifiant le moins possible ses approches fondamentales. A l'avenir aussi, les investisseurs auront des perceptions différentes du risque. La politique peut en profiter, notamment en prenant en compte les besoins des investisseurs à l'intérieur et à l'extérieur du secteur traditionnel de l'énergie.

Quelles mesures supplémentaires recommanderiez-vous?

Nous devons parvenir à ce que suffisamment d'investisseurs associent les énergies renouvelables à des risques suffisamment faibles. En observant de plus près les préférences en matière de risque des différents groupes-cibles, on constate par exemple que pour les

investisseurs institutionnels, un rendement élevé n'est pas prioritaire, mais que les facteurs régulateurs jouent un rôle important. Compte tenu de la réglementation des marchés financiers, la participation à un parc éolien est actuellement souvent considéré comme un investissement à haut risque, ce qui n'incite pas les assurances à s'engager dans de tels projets.

«Nous devons parvenir à ce que suffisamment d'investisseurs associent les énergies renouvelables à des risques suffisamment faibles».

Comment jugez-vous la rentabilité des objectifs de la stratégie énergétique concernant les énergies renouvelables?

Je vois ici une analogie avec la discussion sur les coûts de la protection climatique. Pendant des années, les économistes ont polémique sur la question des coûts de la protection climatique jusqu'à ce qu'en 2006, l'ancien chef économiste de la Banque mondiale, Nicholas Stern, étudie les coûts de l'immobilisme. Il en a conclu que les changements climatiques incontrôlés nous coûteraient beaucoup plus cher. La promotion des énergies renouvelables a certes un prix, mais à long terme, ne pas investir dans ce domaine reviendrait plus cher. D'autre part, plus nous consommerons

l'énergie avec prudence et efficacité, plus les coûts socioéconomiques seront réduits.

Cela serait-il plus facile avec des prescriptions légales adéquates?

Les exemples tirés de l'histoire comme l'introduction du catalyseur montrent que les prescriptions légales peuvent accélérer la pénétration du marché. Autre exemple: en 1980,

le Parlement israélien a rendu les capteurs solaires thermiques obligatoires pour les nouveaux bâtiments, si bien que le pays est devenu leader mondial dans ce domaine. Dans une Suisse éprise de liberté, les prescriptions sont considérées avec pas mal de méfiance. Si nous n'agissons pas aujourd'hui, nous nous privons de nos libertés de demain en matière d'énergie et de climat. Par contre, si nous réussissons à concilier notre prospérité avec un climat resté intact, cela aura un rayonnement positif sur les autres pays. J'y vois une grande opportunité pour la Suisse.

Interview: Angela Brunner

La promotion est efficace

Le premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 est au centre des débats parlementaires et sera probablement discuté lors de la session d'hiver du Conseil national. Le Conseil fédéral et le Parlement ont déjà décidé et mis en œuvre différentes mesures visant à promouvoir les énergies renouvelables en concordance avec ce paquet.

Le message relatif au premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 prévoit la révision totale de la loi sur l'énergie et la modification de neuf autres lois. Le Conseil fédéral propose au Parlement diverses mesures, entre autres en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables, de réseaux et de recherche, afin de réaliser progressivement d'ici 2050 les objectifs d'économie d'énergie et de développement énergétique. Depuis fin 2013, la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie

pense que «ce schéma a aussi été déclenché en mai 2011 par l'annonce inattendue faite par le Conseil fédéral de vouloir transformer l'approvisionnement énergétique»: pour preuve, le nombre d'annonces pour la rétribution à prix coûtant du courant injecté RPC (voir graphique 1). On y remarque une hausse subite depuis le deuxième trimestre 2011, «nous enregistrons depuis lors en moyenne quelque 900 nouvelles annonces mensuelles», précise Frank Rutschmann. Entre 2011 et 2013, les installations produisant de l'électricité

part des installations réalisables est de 35% pour les petites centrales hydroélectriques, de 55% pour les installations à biomasse, de 95% pour les installations photovoltaïque et de 25% pour les installations géothermiques (voir graphique 2).

Nouveaux instruments

Ayant reconnu la nécessité d'agir, le Parlement a débuté en 2012 un projet de législation pour améliorer les conditions d'octroi des aides pour les installations produisant du courant renouvelable. En juin 2013, dans le cadre de l'initiative parlementaire 12.400, on a finalement relevé le plafond du supplément de réseau à 1,5 centime par kilowattheure et décidé l'octroi d'une rétribution unique pour les petites installations PV ainsi que la possibilité d'autoconsommation. Dès le 1.1.2015, les propriétaires d'installations produisant de l'électricité renouvelable devront pouvoir consommer simultanément sur place le courant autoproduit. Cela permettra d'une part d'économiser les coûts d'achat de l'électricité et la rémunération pour l'utilisation du réseau. D'autre part pour le fonds RPC, aucune rétribution du courant injecté n'est versée sur l'électricité autoconsommée.

La rétribution unique est censée contribuer à supprimer la liste d'attente dans les plus brefs délais. En lieu et place d'un prix d'achat fixe garanti sur plusieurs années, les exploitants ont droit à une aide unique à l'investissement (voir encadré). Et Frank Rutschmann d'ajouter: «Environ 20 000 installations sur liste d'attente ont droit à la rétribution unique». Il faut néanmoins s'attendre à ce que le plafond actuel du supplément de réseau ne suffise pas à long terme. «Les fonds provenant du supplément suffiront probablement jusqu'en 2016. Si aucune nouvelle hausse n'est décidée jusque-là, un blocage des subventions est

«Les fonds provenant du supplément suffiront probablement jusqu'en 2016.

Si aucune nouvelle hausse n'est décidée jusque-là, un blocage des subventions est programmé.» Frank Rutschmann, OFEN

(CEATE) du Conseil national délibère sur le paquet de mesures. Le Conseil national se penchera probablement sur le projet déjà lors de la session d'hiver.

Élément central pour promouvoir l'électricité renouvelable

Bien qu'on délibère encore sur l'important paquet de mesures, en pratique, on n'a pas mal progressé. Différentes entreprises d'approvisionnement en électricité (EAE) ont par exemple basculé en partie vers les énergies renouvelables pour leur produit électrique standard (également nommé «Green Default»). Cela signifie que les clients doivent devenir proactifs s'ils souhaitent acheter un produit électrique non renouvelable auprès de leur EAE. «Les EAE, en particulier les services industriels, montrent le bon exemple et donnent ainsi un coup de pouce supplémentaire à la promotion de l'électricité renouvelable», déclare Frank Rutschmann.

La population également a adopté un nouveau schéma de pensée. Frank Rutschmann

renouvelable (sans la grande hydraulique) et soutenues par la RPC ont plus que doublé en passant de 3073 à 6727. La part de courant RPC renouvelable dans le mix électrique suisse était de 0,6% en 2009 et de 2,4% en 2013. «Cela nous montre que la RPC un instrument efficace pour la promotion de l'électricité renouvelable», ajoute Frank Rutschmann. L'afflux considérable de demandes pousse le système d'encouragements à ses limites. En effet, depuis 2011, la liste d'attente s'est allongée en raison du plafonnement en vigueur du supplément de réseau et des plafonds partiels des différentes technologies. Au 31 août 2014, 33 587 installations étaient sur liste d'attente: si toutes étaient construites, les objectifs fixés dans la Stratégie énergétique 2050 pour l'accroissement de l'électricité renouvelable à l'horizon 2020 seraient dépassés. «Cela n'est pas réaliste», commente le chef de la section Energies renouvelables. Concrètement, l'OFEN estime que seules 10% des éoliennes actuellement sur liste d'attente pourront être réalisées, en raison de oppositions d'associations ou de riverains. Selon l'OFEN, la

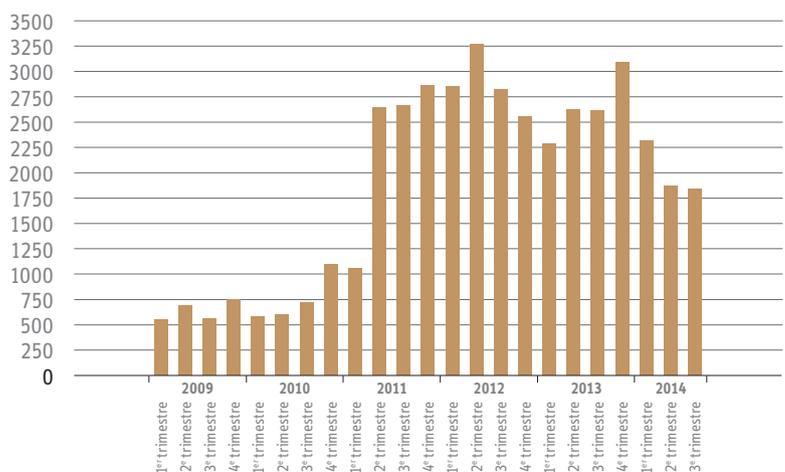
programmé», argumente Frank Rutschmann. Les débats parlementaires sur le premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 montreront la voie à suivre. Le Conseil fédéral y propose un relèvement à 2,3 centimes par kilowattheure. (his)

Rétribution unique ou RPC?

Quiconque annonce aujourd'hui pour la RPC une installation photovoltaïque d'une puissance entre dix et 30 kilowatts devra probablement patienter plusieurs années pour bénéficier de la rétribution du courant injecté. C'est pourquoi l'Office fédéral de l'énergie recommande aux exploitants de telles installations se décider pour la rétribution unique. Les contributions s'élèvent à environ 30% maximum des coûts d'investissement d'installations de référence. «L'avantage consiste dans le versement de la contribution dans les quelques mois suivant la mise en service», précise Frank Rutschmann. Cela permettra d'éviter de figurer sur une liste d'attente des années durant. Pour des informations complémentaires sur la rétribution unique: www.bfe.admin.ch/retributionunique

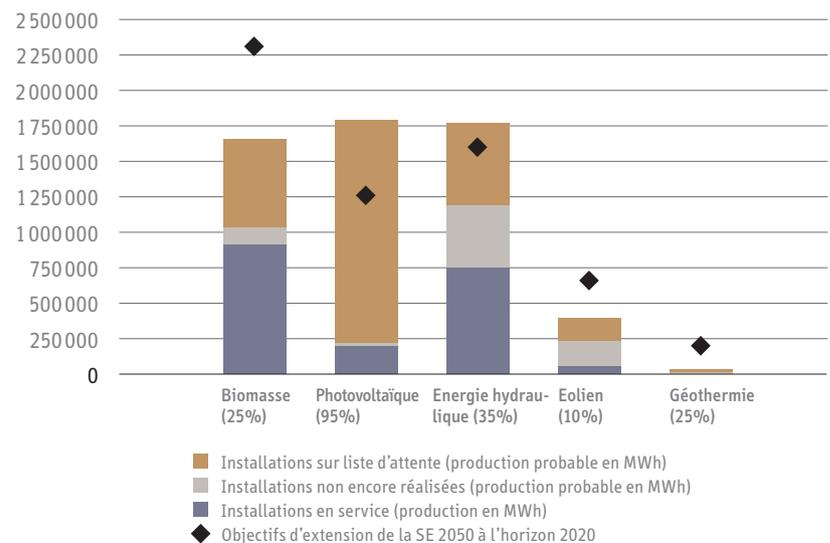
Nouvelles annonces RPC par trimestre (Etat au 31.8.2014)

Total des annonces RPC depuis 2009: 44 119



Source: Cockpit RPC, Fondation RPC

Production probable de toutes les installations RPC, liste d'attente incluse (avec probabilité de réalisation) (Etat le 1.7.2014)



Sources: Fondation RPC et OFEN

Un vent digne du bord de mer

En Valais, qui dit météo pense bien souvent à soleil. Un autre élément météorologique tire son épingle du jeu pour la production d'énergie électrique. Le vent. En effet, les courants balayant le coude du Rhône dans la région de Martigny permettent aux trois éoliennes installées d'atteindre des niveaux de production annuelle qui n'ont rien à envier aux installations proches de la Mer du Nord. Une efficacité exemplaire qui permet à la région de voir l'avenir, avec un potentiel élevé d'énergie renouvelable exploitable au niveau de l'éolien.

Le coude du Rhône désigne la région entre Collonges et Saxon en passant par Martigny à l'endroit où le Rhône change de direction et repart en direction du lac Léman. Cette région valaisanne est la seule de la plaine où le vent est assez présent pour être exploitée. D'autres installations sont en service dans le canton, mais sur les hauteurs comme à Gries sur les pentes du col du Nufenen. Voilà presque 10 ans que la première éolienne a été érigée dans la région, à Collonges. Depuis, deux autres sont venues la rejoindre, une à Vernayaz et une autre à Charrat. Trois éoliennes qui sont exploitées par les sociétés RhônEole et ValEole.

Même si ces éoliennes ne sont éloignées l'une de l'autre que de quelques kilomètres, chacune dispose d'une exposition différente. «Le vent dans la région crée une situation qui fait que nous n'avons jamais les trois machines à l'arrêt en même temps», explique Paul-Alain Clivaz responsable technique des sociétés ValEole et RhônEole. L'éolienne de Charrat par exemple tourne principalement depuis midi jusqu'au soir, mais à plein régime, alors que celle de Collonges tourne de manière moins puissante, mais toute la journée. Le matin avec le vent qui descend le Valais et le soir avec celui qui le remonte. C'est cette situation variée au niveau de l'éolien qui permet au coude du Rhône d'atteindre des performances de production impressionnante.

La vallée du Rhône atteint des sommets

En effet, les éoliennes de Charrat et de Vernayaz ont fonctionné en 2013 entre 2300 h et 2600 h équivalent plein temps. Une durée de production qui les place bien en dessus de la moyenne des Länder allemand au bord de la Mer du Nord: Schleswig-Holstein: 2025 h, Mecklembourg-Poméranie-Occidentale: 1835 h, Rhénanie-Du-Nord-Westphalie:



Charrat		Vernayaz		Collonges	
Année de construction	2012	Année de construction	2008	Année de construction	2005
Hauteur du mât	98 m	Hauteur du mât	98 m	Hauteur du mât	98 m
Diamètre du rotor	101 m	Diamètre du rotor	82 m	Diamètre du rotor	70 m
Puissance installée (MW)	3	Puissance installée (MW)	2	Puissance installée (MW)	2
Production annuelle 2013 (kWh)	6'877'309	Production annuelle 2013 (kWh)	5'250'103	Production annuelle 2013 (kWh)	4'768'362
Heures «pleine puissance» 2013	2'290	Heures «pleine puissance» 2013	2'625	Heures «pleine puissance» 2013	2'380

1793 h (Source: Bundesverband Windenergie e.V.). Au niveau Suisse, dans la même catégorie d'éoliennes, les trois machines du Peuchapat-tes sur les crêtes jurassiennes arrivent à une moyenne de 1900 h équivalent plein temps. La moyenne suisse atteint environ les 1700 h. Ces chiffres montrent que la Suisse possède des régions qui sont très bien adaptées pour la production éolienne et capable d'atteindre un haut niveau de production. Les études préimplantatoires pour les éoliennes avaient prévu de bons résultats pour les 3 installations du coude du Rhône, mais pas à un tel niveau.

Jusqu'à 2000 h équivalent plein temps

L'évolution des éoliennes, ces dernières années, a amené des éoliennes plus puissantes avec des diamètres de rotor beaucoup plus grands qui permettent d'utiliser une plage plus large des vents au niveau de leur hauteur. Ce qui permet d'améliorer de manière

significative la production. Selon l'expert de l'éolien à l'OFEN Markus Geissmann, à l'avenir les installations seront prévues pour atteindre au minimum 2000 h équivalent plein temps.

Grâce aux bonnes conditions de vent, le nombre d'éoliennes dans le coude du Rhône devrait passer à 9 ces prochaines années. Pour Paul-Alain Clivaz, «la plaine du Rhône dans la région est parfaitement adaptée à l'éolien, mais avec l'autoroute, les lignes hautes tension, les chemins de fer, les habitations, il n'a pas été facile de trouver 3 sites». Il est encore intéressant de noter que dans de la région une éolienne verticale de type Darrieus avait été installée dans les années 80, une des pionnières de l'énergie éolienne en Suisse. (luf)

Exploiter les ressources locales pour le chauffage

Dans la région d'Interlaken, le réseau de chauffage à distance de l'entreprise Avari fournit 180 clients en chaleur produite à partir de réserves de bois locales. Quelque 3'700 tonnes de mazout sont ainsi économisées chaque année.

L'installation de chauffage à distance Jungfrauregion de Avari, située au nord du village de Wilderswil près d'Interlaken, est une réussite. En 1986 déjà était née l'idée d'exploiter les ressources locales en bois pour fournir de la chaleur à de gros clients grâce à des chaudières à plaquettes et à un réseau de chauffage à distance. Il aura cependant fallu 14 ans pour que cette idée porte ses fruits. A l'origine était prévue une centrale destinée à approvisionner la région en électricité et en chaleur, mais les investisseurs, en premier lieu le canton de Berne, ont estimé que la production de courant représentait un risque financier trop important pour l'ensemble de l'installation en raison de la technologie employée à l'époque. En novembre 2000, la centrale thermique a ainsi été mise en service avec deux chaudières de 3,2 MW de puissance nominale et un réseau de 21 clients. Les plaquettes de bois proviennent aujourd'hui encore exclusivement de l'est de l'Oberland bernois. Afin de couvrir les charges de pointe, une chaudière à mazout d'une puissance de 3 MW a été intégrée à l'installation, mais elle n'est pratiquement pas utilisée. Cette chaudière produit au maximum 1% de la chaleur nécessaire par année.

Développement continu

«Les débuts furent difficiles», explique Martin Heim, délégué du conseil d'administration d'Avari et directeur de la centrale thermique, en ajoutant: «Le conseil d'administration a

Le saviez-vous?

Le pouvoir calorifique du bois dépend beaucoup de son humidité. Du bois complètement sec a un pouvoir calorifique de presque 5 kWh/kg. Avec une humidité de 30% le pouvoir calorifique n'atteint plus que 3,3 kWh/kg.

toujours estimé que notre projet était orienté vers l'avenir et économiquement raisonnable, mais il s'agissait aussi de convaincre de nouveaux clients». L'entreprise a largement atteint cet objectif et les quantités de chaleur fournies progressent régulièrement depuis l'an 2000. En 2008, Avari a installé une nouvelle chaudière d'une puissance de 5 MW dans le bâtiment existant. «Aujourd'hui, nous exploitons un réseau de 15 kilomètres de conduites et nous livrons environ 35 000 MWh de chaleur par an à nos 180 clients, de l'hôtel à la maison individuelle», précise le responsable. Pour produire cette énergie, la centrale brûle quelque 50 000 m³ de plaquettes de bois par année. Le réseau de chaleur à distance, dont les clients sont répartis sur les communes d'Interlaken, Matten, Wilderswil, Gsteigwiler et Unterseen, n'a pourtant pas encore atteint ses limites. La planification d'une quatrième chaudière à bois est bien avancée, mais son emplacement n'est pas encore fixé. «Nous espérons qu'elle sera mise en service dans un an», avance Martin Heim. En atteignant une production annuelle d'environ 50 000 MWh de chaleur par an, le développement de la centrale sera alors achevé. (his)

Le chauffage à distance encore marginal

Aujourd'hui, l'importance du chauffage à distance est encore marginale en Suisse. Alors que la part de ce type de chauffage par rapport à la chaleur totale consommée atteint 14% en Allemagne et même 90% en Islande, elle ne représente que 4% en Suisse. Une augmentation constante est toutefois constatée depuis plusieurs années. Selon la statistique globale de l'énergie établie par l'OFEN, la consommation de chaleur à distance était de 13'180 Tj en 2000, de 15'470 Tj en 2008 et de 17'890 Tj en 2013, ce qui signifie une augmentation de 6% par rapport à 2012. L'exploitation des rejets de chaleur des usines d'incinération des ordures ménagères et d'autres infrastructures représente la principale source de chaleur à distance. Les centrales de chauffage telles que celle de Wilderswil constituent d'autres sources importantes. Les installations de chauffage à distance fonctionnent comme de grands chauffages centralisés. L'eau est chauffée par un processus de combustion ou en exploitant les rejets de chaleur, puis elle est directement acheminée par un système de conduites vers les bâtiments des clients.

Faire le plein de biométhane à la ferme

Depuis peu dans une ferme de Reiden (LU), il est possible de faire le plein avec du biométhane. Du carburant pur qui coule du pistolet distributeur. Il provient d'une installation de biogaz locale et est conditionné sur place dans une installation d'essai d'un nouveau genre.

Reto Grossenbacher est agriculteur à Reiden dans le canton de Lucerne. Dans sa ferme, il produit du lait, des céréales et du biogaz. Pour cela, il utilise le fermenteur non loin de l'imposante ferme ancienne. L'agriculteur fait fermenter des déchets verts, du fumier et du lisier pour en faire du gaz renouvelable qui à son tour génère du courant et de la chaleur dans une centrale de cogénération propre à la ferme. Depuis peu, une partie du biogaz est également transformé en carburant. La station-service se situe juste derrière la ferme. Elle se compose d'une armoire métallique bleue (réservoir de gaz) avec un pistolet distributeur et d'une petite unité de traitement

«Notre défi est d'atteindre ce que réalisent les grandes installations, à petite échelle mais toutefois de manière rentable.» Ueli Oester, ingénieur EPF.

à côté. L'installation de traitement est la première de son genre au niveau national. Jusqu'à présent, seuls l'agriculteur Reto Grossenbacher et parfois Ueli Oester font le plein ici. L'ingénieur EPF de Däniken (SO) a conçu la station-service.

Le traitement du biométhane à petite échelle

Ueli Oester ouvre le clapet du réservoir de sa voiture. Derrière se cachent deux ouvertures, une pour le réservoir d'essence et une pour le réservoir de gaz. Avec un son bourdonnant, le carburant bio s'écoule pendant environ trois minutes. Le plein est fait. Le réservoir dans le dessous de caisse de la voiture à gaz – une bouteille sous pression de 80 litres – contient environ 20 m³ de gaz comprimé. Un réservoir plein suffit pour 300 à 400 km selon le véhicule et le type de route. La voiture est climatiquement neutre car le carburant est produit à

partir de déchets de ressources renouvelables.

Faire le plein de carburant «propre» à la ferme, directement à partir de l'installation de biogaz décentralisée – voilà qui ressemble fortement à un conte moderne. Pour transformer ce conte en réalité, il faudrait réussir à purifier le gaz brut de l'installation de biogaz en un biométhane avec un haut pouvoir calorifique. Ceci est techniquement réalisable; la transformation du biogaz en biométhane est une pratique courante dans de grandes installations techniques. En Suisse, il existe environ une douzaine d'installations industrielles de biogaz (par ex. Kompogas) qui purifient le gaz

brut en grandes quantités (250 – 1000 Nm³/h) puis l'injectent dans le réseau de gaz naturel. «Notre défi est d'atteindre ce que réalisent les grandes installations, à petite échelle mais toutefois de manière rentable», affirme Ueli Oester. «Pour cela, nous devons construire les installations de traitement à moindre frais.» Il s'agit d'une entreprise difficile dans la mesure où même les petites installations avec une quantité de production de seulement 1 à 50 Nm³/h ont besoin, en principe, du même équipement technique, y compris la commande et les appareils d'analyse pour la qualité du gaz.

Deux petites installations à l'essai

Avec le projet Blue BONSAI financé par l'Office fédéral de l'énergie, la Fondation Suisse pour le climat et l'industrie gazière suisse (FOGA), Ueli Oester se consacre à la construction de telles petites installations pour le traitement



du biométhane. En septembre 2013, l'ingénieur soleurois a mis en service une installation test d'une puissance d'env. 150 kilowatt (kW) à Bachenbülach (ZH). Elle transforme le gaz brut de l'installation de fermentation de la filiale Axpo Kompogas en biométhane. Le produit est composé de 96 à 98 % de méthane (CH₄) et possède ainsi la qualité nécessaire pour l'alimentation dans le réseau de gaz naturel. Le biométhane de l'installation arrive de Zurich dans un réseau de gaz de 400 mbar qui alimente une zone d'activités industrielles et commerciales. L'installation de traitement produit 15 Nm³ de biométhane par heure. Si le gaz était utilisé comme carburant, la production journalière suffirait pour environ 18 pleins de réservoir ou 7200 kilomètres (petite voiture).

La capacité de l'installation de traitement dans la ferme de Reto Grossenbacher à Reiden est dix fois plus petite. Elle est donc de 1,5 Nm³ de biométhane ou tout juste deux pleins de réservoir par jour (720 kilomètres). La teneur en méthane est un peu plus faible car le fermenteur contient de l'air pour désulfurer le biogaz; par conséquent, le biométhane contient quelques pourcents d'azote. Sa qualité est toutefois suffisante pour servir de carburant.

Accumulé de l'expérience

Les tests effectués jusqu'à présent ont aussi essuyés des revers. Ainsi, le compresseur et



La station test de la ferme à Reiden fournit du biométhane presque pur. En arrière-plan: le fabricant de biogaz Reto Grossenbacher (à gauche) avec le développeur de l'installation de traitement, Ueli Oester (à droite).

le module d'extraction d'eau ont du être révisés. Lors d'une nuit froide, l'eau de condensation a gelé, l'exploitation était littéralement gelée. Mais presque deux ans après le début du projet de recherche, les deux petites installations ont atteint les premiers jalons: la désulfuration et le drainage du gaz brut fonctionnent de manière fiable; les installations produisent du biométhane de bonne ou très bonne qualité (voir l'encadré). «La question encore ouverte est de savoir comment les membranes résistent à l'exploitation continue, en particulier avec les différentes températures et les différentes qualités du gaz brut», conclut Ueli Oester. Des informations supplémentaires devraient être disponibles avant la fin de l'année 2014 en ce qui concerne la durée de vie des compresseurs et des appareils d'analyse du gaz. Ces valeurs sont importantes afin de pouvoir évaluer la rentabilité des petites installations. Une autre installation avec une quantité de production de 5 Nm³/h (env. 50 kW) est déjà prévue. Elle doit être construite l'année prochaine dans une installation de biogaz agricole. «Notre objectif est de construire cette installation de biométhane pour un prix pas plus élevé que celui de l'essence», annonce Sibylle Duttwiler qui conseille et co-organise le projet Blue BONSAI. «En effet, le carburant n'est pas intéressant uniquement du point de vue écologique mais également économique.»

Il reste encore un bon nombre d'obstacles à surmonter avant que les conducteurs de voitures à gaz puissent faire le plein dans des stations-services de biométhane décentralisées dans des installations de biogaz agricoles. Il se peut qu'il soit impossible pour des questions financières d'équiper les petites stations de système de mesure admissible à la vérification ni de distributeurs de carburant automatiques qui accepte les paiements par carte. C'est pourquoi les tests sont effectués sur des réservoirs et des systèmes de facturation simplifiés pendant le projet.

Potentiel à évaluer

Ueli Oester fait référence à un prototype qui doit être mis en service l'année prochaine. Plus tard, l'entrepreneur souhaite installer d'autres petites stations-services dans tout le pays. Selon ses estimations, 9000 voitures pourraient circuler avec du biométhane pur en Suisse d'ici à 2020 et ce, avec une puissance de 15 000 kilomètres par an. L'objectif est de que une centaine de fermes biogaz et de stations d'épuration disposent d'une telle station-service. Parmi les presque 100 fermes biogaz existant actuellement, celle de Reto Grossenbacher à Reiden fait figure d'exception. (voa)

Comment le biogaz devient du biométhane

Le biogaz est, pour le formuler simplement, un mélange de 50 à 60% de méthane (CH₄) et de 40 à 50% de dioxyde de carbone (CO₂). On obtient un méthane presque pur en séparant le CO₂. On recourt à différents processus pour la transformation du biogaz en biométhane: lavage chimique, lavage à l'eau sous pression, processus de variation de pression, processus cryogène ou, comme chez Ueli Oester, la séparation membranaire. Lors de la séparation membranaire, le gaz brut est d'abord désulfuré dans un filtre au carbone charbon actif puis drainé dans un piège à froid et finalement comprimé dans un compresseur sur deux niveaux de 12 à 17 bar et pour finir, il est guidé à travers une membrane à triple raccordement. Cette membrane se compose de fibres creuses de polyimide et agit comme un filtre: Le CO₂ traverse la membrane mais pas le méthane. Ainsi, le CO₂ peut être séparé pour obtenir un méthane presque pur. Ce biométhane est chimiquement comparable au gaz naturel mais provient de sources renouvelables. Les gaz de rejet générés lors du traitement sont reconduits à travers un filtre bio puis dans l'atmosphère avec une légère perte de méthane de 0,1 à 0,5 %.

Grâce au biogaz qui est produit en Suisse uniquement à partir de déchets biologiques, il est possible de générer de la chaleur, de l'électricité ou encore du carburant. «Cette diversité et cette flexibilité représentent un grand atout de l'énergie issue de la biomasse. De plus, les résidus de la méthanisation dans les installations agricoles possèdent encore une haute valeur fertilisante et peuvent être retournés à la terre comme engrais, ce qui permet de respecter le cycle de la matière. Les possibilités de synergie avec l'agriculture sont grandes», estime Matthieu Buchs, responsable de la biomasse à l'Office fédéral de l'énergie.

Instruments d'encouragement en vue d'un mix d'électricité durable

Rétribution à prix coûtant du courant injecté ou marchés de quotas? Chaque système d'encouragement a ses avantages et ses inconvénients, comme le montrent les expériences faites en Suisse et à l'étranger.

A l'instar de la plupart des pays européens, la Suisse mise principalement sur un système de rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) pour accroître la part d'énergies renouvelables dans le mix d'électricité. Contrairement à l'Allemagne, notre pays dispose d'un plafond de dépenses (1,5 centime/kWh dès le 1er janvier 2015), qui empêche certes l'explosion imprévue des coûts, mais qui est également à l'origine d'une liste d'attente (actuellement plus de 35 000 projets) en raison de la forte demande de subventions.

L'effet de l'encouragement des énergies renouvelables dépend donc du modèle institutionnel et du choix des instruments. «La RPC

certaine partie de son électricité provient de sources renouvelables. S'il n'y parvient pas, il doit racheter des certificats auprès d'un fournisseur qui a dépassé ses objectifs. Un autre système d'encouragement possible serait la taxe différenciée sur l'électricité, qui consisterait à facturer une majoration au client final si l'électricité qu'il utilise ne provient pas de sources renouvelables.

Frank Krysiak a montré dans une étude qu'une composition variée d'instruments d'encouragement ne constituerait pas un gain. Toutefois, il estime que de tels instruments sont nécessaires pour atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050: la Suisse devrait

Importance des énergies renouvelables pour l'économie suisse

En 2013, une étude mandatée par l'OFEN s'est penchée sur l'importance des énergies renouvelables pour l'économie nationale. Elle a conclu qu'en 2010, cette branche (sous-traitants compris) représentait environ 1,5 % du PIB de la Suisse et que 1,2 % des actifs y étaient associés. Un scénario d'extension présenté dans l'étude estime que les coûts d'encouragement s'élèveront à quelque 480 à 600 millions de francs par an en 2020 (cf. Volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien, 2013).

Coûts difficiles à évaluer

En ce qui concerne les coûts, Frank Krysiak reste circonspect: «Nous ne pouvons pas prédire avec certitude l'évolution des coûts des énergies renouvelables au cours des décennies à venir». Le photovoltaïque, par exemple, a connu une évolution plus favorable que prévu. L'économiste est toutefois convaincu que les coûts resteront globalement maîtrisables: en effet, avec ou sans tournant énergétique, l'évolution des salaires constitue aujourd'hui un facteur de coûts plus important pour les entreprises que l'énergie.

Selon Frank Krysiak, la Stratégie énergétique met en évidence principalement les coûts qui se dessinent déjà aujourd'hui: «On sous-estime par exemple les coûts liés aux dommages environnementaux causés par les agents énergétiques fossiles, qui ne seront perceptibles que dans 30 ans environ». En outre, le prix à payer en cas d'accident nucléaire serait immense pour la société. L'économiste estime que les coûts d'adaptation de technologies étrangères (p. ex. turbines à vent) aux conditions suisses et ceux liés à l'acceptation de ces technologies par la population ont également une influence sur le progrès des énergies renouvelables. (bra)

«On sous-estime par exemple les coûts liés aux dommages environnementaux causés par les agents énergétiques fossiles, qui ne seront perceptibles que dans 30 ans environ». Frank Krysiak, professeur à l'Université de Bâle

est un instrument efficace pour permettre à une seule technologie de percer rapidement», indique Frank Krysiak, professeur d'économie de l'environnement à l'Université de Bâle et responsable du centre de compétence énergétique SCCER CREST. Le défi consiste, selon lui, à assurer le financement à long terme compte tenu du nombre croissant de décisions positives en matière de RPC. A son avis, le problème est que des systèmes comme la RPC excluent pratiquement toute concurrence, alors que les systèmes alternatifs, comme les marchés de quotas, peuvent conduire à une concurrence trop rude.

Mettre en place les bonnes mesures incitatives

Il convient de comparer et d'examiner minutieusement les avantages et les inconvénients du système en question. La Suède et la Norvège misent par exemple avec succès sur des quotas d'énergies renouvelables. Ce système oblige chaque fournisseur à attester qu'une

notamment multiplier par sept le rendement actuel des énergies renouvelables autres que la force hydraulique. L'Allemagne y est parvenue de justesse au cours des 20 dernières années, mais au prix d'un encouragement intensif.

En Suisse, la commercialisation du courant vert ne s'est pas encore vraiment établie. Pour assurer un succès à long terme dans ce domaine, il convient non seulement de développer la production d'énergies renouvelables, mais aussi de consolider la demande. «La deuxième étape de la Stratégie énergétique 2050 prévoit le remplacement successif, dès 2020, du système d'encouragement actuel par une taxe climatique incitative et une redevance incitative sur l'énergie», explique Laura Antonini, spécialiste des énergies renouvelables à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Pour l'heure, le développement de ces instruments fait l'objet de discussions.

Gestion de l'énergie: numérisée... elle révolutionne la branche



Les débats sur la durabilité autour de la question énergétique laissent parfois perplexes les acteurs engagés et disposés à agir. Une politique de subventionnement apparemment vaine et le manque de conditions cadres sont souvent critiqués; clarté et convergence font toujours défaut de la part de l'Europe. L'effet d'actions individuelles en matière de politique énergétique, comme c'est le cas en Allemagne, est encore incertain. Néanmoins, des décisions claires y ont été prises, ce qui a favorisé le développement de nouvelles technologies et les innovations.

Actuellement, la numérisation est en train d'alimenter la prochaine mutation fondamentale de modèles d'affaires établis. Après la conquête des marchés de la photographie, de la musique, des données utilisateurs ou de la publicité, c'est le marché de l'électricité qui

est à présent visé. L'IT s'impose notamment par le biais de puces électroniques qui mesurent en filigrane les courants électriques à tous les niveaux de tension dans les appareils et les installations électrotechniques et qui produisent du «big data» à moindre coût et à moindre effort d'intégration. Le traitement et la coordination appropriés de ces données offrent aux utilisateurs des possibilités insoupçonnées. Ceci permet de gérer de manière transparente et plus efficace des installations de production, des machines, des bâtiments, des complexes hôteliers, des hôpitaux, des centres de données, des infrastructures de toutes sortes et même des quartiers entiers.

Les systèmes modernes de gestion de l'énergie exploitent cette technologie et sont actuellement introduits, notamment afin d'atteindre plus rapidement les objectifs nationaux et internationaux en matière de durabilité, de réduction du CO₂ et d'efficacité énergétique (par ex. ISO 50001). Les résultats sont impressionnants, ces mesures réduisant significativement les coûts de base, les coûts d'exploitation et les coûts aux heures de pointe.

La prochaine révolution pour augmenter massivement l'efficacité et réduire encore les coûts est l'accouplement direct des données issues du flux d'énergie avec les données provenant des processus et des états des systèmes. La simulation de profils énergétiques dans des unités de production ou dans d'autres systèmes peut être comparée avec des données en temps réel. Ceci permet de visualiser des incohérences onéreuses ou d'éviter de longues périodes de maintenance ou d'arrêt. Les systèmes de gestion de l'énergie représentent ainsi un avantage concurrentiel.

L'exemple de la gestion de l'énergie démontre clairement à quel point une action durable et

économique peut être utile et compatible avec nos activités.

Matthias Boelke, CEO de Schneider Electric Suisse.

L'opinion exprimée sous cette rubrique reflète celle de l'auteur et ne correspond pas forcément à la position officielle de l'Office fédéral de l'énergie.

Swiss Green Economy Symposium

Quel est le potentiel sur le marché mondial et en Suisse d'une économie innovante au plan écologique? Dans le cadre du Swiss Green Economy Symposium, le 13 novembre 2014 à Winterthur, des pointures de la politique, de l'économie et des NGO débattront de cette question et échangeront leurs expériences dans ce domaine.

Il y aura parmi les orateurs le Conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann, le CEO de Swisscom Urs Schaeppi, la directrice d'Economiesuisse Monika Rühl, Dr. Pascal Previdoli, directeur suppléant de l'OFEN, Bruno Oberle, directeur de l'OFEV et Dr. Matthias Boelke, CEO de Schneider Electric Suisse.

Le public cible inclut les dirigeants de l'économie, de l'administration, des organisations non gouvernementales du secteur du développement durable ainsi que les représentantes et représentants du monde scientifique, de la politique et des médias.

Ce symposium est placé sous le patronage de l'Office fédéral de l'énergie et de l'Office fédéral de l'environnement. Parmi les organisateurs, citons Economiesuisse, la section suisse du Pacte mondial de l'ONU et la Chambre de commerce internationale.

Plus d'informations sous www.lifefair.ch;
info@lifefair.ch; 044 680 35 44



Recherche et innovation

Les mouvements des pieux échangeurs

Le laboratoire de mécanique des sols (LMS) de l'EPF de Lausanne étudie depuis 3 ans dans le terrain les effets des pieux échangeurs entre eux. De la recherche fondamentale pour un domaine de l'énergie utilisé depuis plus de 20 ans dans la construction, dont de nombreux aspects restent encore en partie inconnus. Thomas Mimouni, doctorant au LMS, réalise sa thèse de doctorat en effectuant des recherches sur les effets de groupe entre les pieux échangeurs dus à la chaleur.

Que se passe-t-il autour d'un pieu échangeur lorsque celui-ci est chauffé? Comment réagissent les autres éléments qui sont autour, le sol ou encore les structures au-dessus? C'est pour répondre entre autre à ces questions que Thomas Mimouni a décidé de réaliser des mesures dans le terrain pour sa thèse de doctorat. Les bases de cette étude sont d'observer le comportement des pieux entre eux lors des cycles de chauffage et de refroidissement. Ces recherches fondamentales s'inscrivent dans une volonté de mieux connaître le comportement des pieux échangeurs dans le sol. De nombreuses simulations sur ordinateur ont déjà été effectuées par le laboratoire de l'EPF lausannoise. Mais cette fois-ci, il s'agit de

mesures dans le terrain. C'est sous la houlette du professeur Dr. Lyesse Laloui que Thomas Mimouni a débuté ses travaux. Connaître l'influence de la chaleur sur les pieux échangeurs en groupe est une avancée importante pour la recherche fondamentale. Les recherches réalisées dans le cadre de cette étude sont avant tout destinées aux ingénieurs planifiant des bâtiments sur pieux. Les nouvelles connaissances doivent leur permettre d'intégrer en toute confiance les pieux échangeurs, et cela sans risque pour les bâtiments eux-mêmes.

Des travaux réalisés au milieu des travaux
Voilà déjà 3 ans que Thomas Mimouni a débuté sa thèse de doctorat. Avec le soutien de

l'EPFL, le LMS a obtenu lors de la construction du Swiss Tech Convention Center sur le campus de l'EPF de Lausanne l'installation de quatre pieux échangeurs sous un bassin de rétention. C'est dans cette structure que le doctorant a réalisé ses tests. Pour avoir toutes les données nécessaires, Thomas Mimouni a mené six campagnes de mesures différentes. C'est juste à temps que le doctorant a obtenu la place pour mettre ses pieux dans le sol. Rapidement, il a dû réaliser la première série de mesures avec un pieu sans dalle au-dessus. Suite à cette mesure le chantier a continué et Thomas Mimouni a mis ses essais dans le terrain en attente. Il a profité de cette période pour effectuer de nombreuses simulations sur

Le saviez-vous?

En Suisse, plus de 2900 GWh d'énergie géothermique ont été produits en 2012. Près de 79% proviennent des installations équipées de sondes géothermiques.

ordinateur dans le laboratoire. Une fois les pieux à nouveau accessibles, il a pu reprendre ses recherches en testant tour à tour chaque pieu avec en dessus le bassin de rétention d'eau. Enfin, les quatre pieux ont été chauffés en même temps. Les résultats des différents tests expérimentaux ont été comparés, ce qui a permis d'obtenir des informations à propos de la réponse thermomécanique d'un groupe de pieux échangeurs, unique jusqu'à ce jour, ainsi que sur la propagation de la chaleur dans le sol entre les pieux.

Pour effectuer une mesure, il faut compter environ un mois. Avec la phase de chauffage et aussi celle de refroidissement. A l'aide de

Cette technique est connue en Suisse depuis de nombreuses années, notre pays se situe même parmi les pays qui utilisent le plus cette technologie en Europe.

80 capteurs, Thomas Mimouni observe les mouvements du béton avec les fluctuations de températures. Les tests se sont très bien déroulés et ont confirmé les résultats obtenus à l'aide des simulateurs sur ordinateur. Les mouvements entre les pieux sont de l'ordre du millimètre pour des variations de température d'environ 10°C, mais ces déplacements peuvent avoir une influence sur le dimensionnement des dalles. «L'objectif est aussi de permettre aux gens de prendre confiance dans cette technologie», c'est ce que veut atteindre Thomas Mimouni avec ses recherches. D'ici la fin de l'année, Thomas Mimouni espère avoir terminé ses recherches et les publier. Ces recherches sont soutenues par Energie Ouest Suisse Holding, l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne et l'Office fédérale de l'énergie.

Comment fonctionnent les pieux échangeurs?

Tout d'abord, il faut une construction qui repose sur des pieux qui s'enfoncent plus ou moins profondément dans le sol. Pour utiliser la température relativement constante que l'on trouve dans le sous-sol, ou pour réinjecter

la chaleur de l'été dans le sol, des réseaux de tuyaux sont installés dans les pieux. Les tubes sont installés dans les parois afin de pouvoir créer un échange avec le sol, ils sont parcourus par un fluide caloporteur. Durant l'hiver, en faisant tourner le liquide dans les conduites, il est possible de ressortir la chaleur du sol, alors qu'en été c'est la chaleur de la maison qui est redescendu dans le sol et du liquide frais qui remonte. L'installation des pieux échangeurs demande un travail précis et soigné, car il faut faire attention à ne pas abîmer les tuyaux lors de la construction du pieu.

Cette technique est connue en Suisse depuis de nombreuses années, notre pays se situe même parmi les pays qui utilisent le plus cette technologie en Europe avec l'Autriche, l'Angleterre et l'Allemagne. L'un des bâtiments les plus connus utilisant cette technologie se trouve à l'aéroport de Zurich. Le Dock Midfield, un

terminal de l'aéroport de Zurich, repose sur 350 pieux dont 300 sont échangeurs. Ce système permet au bâtiment d'être chauffé en hiver et refroidi en été avec l'aide d'une pompe à chaleur. La puissance de chauffage atteint les 4000kW⁽¹⁾.

Il est aussi possible qu'à l'avenir la chaleur des tunnels soit aussi utilisée pour le chauffage de petites installations. Actuellement, des réflexions sont menées afin d'intégrer la technologie des tubes échangeurs dans des ancrages de tunnels ou encore dans des parois de soutènement de tranchées. (luf)

⁽¹⁾ Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA: «Utilisation de la chaleur du sol par des ouvrages de fondation et de soutènement en béton – Guide pour la conception, la réalisation et la maintenance», Zürich, 2005.



Matériel installé pour effectuer les mesures:

L'installation test se compose de 4 pieux échangeurs. Elle se trouve dans l'angle d'un bassin de rétention situé derrière le Swiss Tech Convention Center de l'EPFL. Les pieux ont entre eux un maximum de 4 m21 de distance. Chaque pieu à un diamètre de 90 cm et s'enfonce de 28 mètres dans le sol. Il peut être chauffé indépendamment des autres à l'aide d'un fluide caloporteur. À l'intérieur de chacun, on retrouve 192 mètres de tuyaux échangeurs installés sur la surface intérieure du pieu (quatre U complets), 17 jauges de déformation (une tous les 2 mètres) et une cellule de pression.

C'est avec ce matériel que Thomas Mimouni observe le comportement des pieux échangeurs entre eux depuis le début de ses études dans le terrain.

«Priorité à la sécurité nucléaire»

Walter Steinmann, directeur de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), représentera la Suisse au Conseil des gouverneurs de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) au cours des trois prochaines années. Il demande des standards de sécurité élevés pour les centrales nucléaires actuelles et futures.

Après l'accident nucléaire de Fukushima, la question de la sécurité des installations nucléaires est un thème central pour Walter Steinmann, directeur de l'OFEN. Le renouvellement des membres du Conseil des gouverneurs de l'AIEA permet à la Suisse de faire connaître ses propres préoccupations sur la scène internationale. L'Agence internationale de l'énergie atomique, la plus importante organisation dans le domaine nucléaire, s'engage à l'échelle mondiale pour une utilisation sûre et pacifique de la technologie nucléaire.

Monsieur Steinmann, notre pays est membre fondateur de l'AIEA. Quel rôle la Suisse joue-t-elle dans cette organisation?

La Suisse est l'un des 165 membres actuels de l'AIEA. Nous y jouons un rôle central parce que nous ne sommes ni une grande puissance nucléaire, ni un pays avec des entreprises fabriquant des centrales nucléaires. Mais, de concert avec des Etats amis, nous faisons fermement valoir nos positions et nos intérêts de manière à ce qu'ils soient pris en compte lorsque les décisions sont prises.

Vous représentez la Suisse pour la seconde fois au Conseil des gouverneurs de l'AIEA de 2014 à 2017. Quels enseignements tirez-vous de votre première participation au Conseil?

Je connais le travail au sein de «governing boards» de ce type, par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) basée à Paris. Les directeurs des administrations nationales s'y réunissent pour discuter de questions actuelles comme la sécurité d'approvisionnement en gaz, les examens par pays ou encore le régime d'encouragement des énergies renouvelables.

Dans l'AIEA, les pays ne sont en partie pas représentés par des spécialistes mais par des ambassadeurs. Il en résulte souvent des déclarations politiques d'ordre général. Pour les puissances nucléaires, les intérêts sont souvent

économiques ou géopolitiques: il s'agit dans la mesure du possible de ne pas transmettre le savoir technologique à d'autres Etats.

Au sein de l'AIEA, la Suisse essaie d'impliquer tout le réseau de l'administration, des autorités de sécurité ainsi que de l'industrie, et de présenter des positions solides. Nous sommes perçus comme une délégation compétente et novatrice au profil affirmé, et parvenons réellement à faire entendre des positions divergentes.

Dans quel domaine selon vous des mesures doivent-elles être prises?

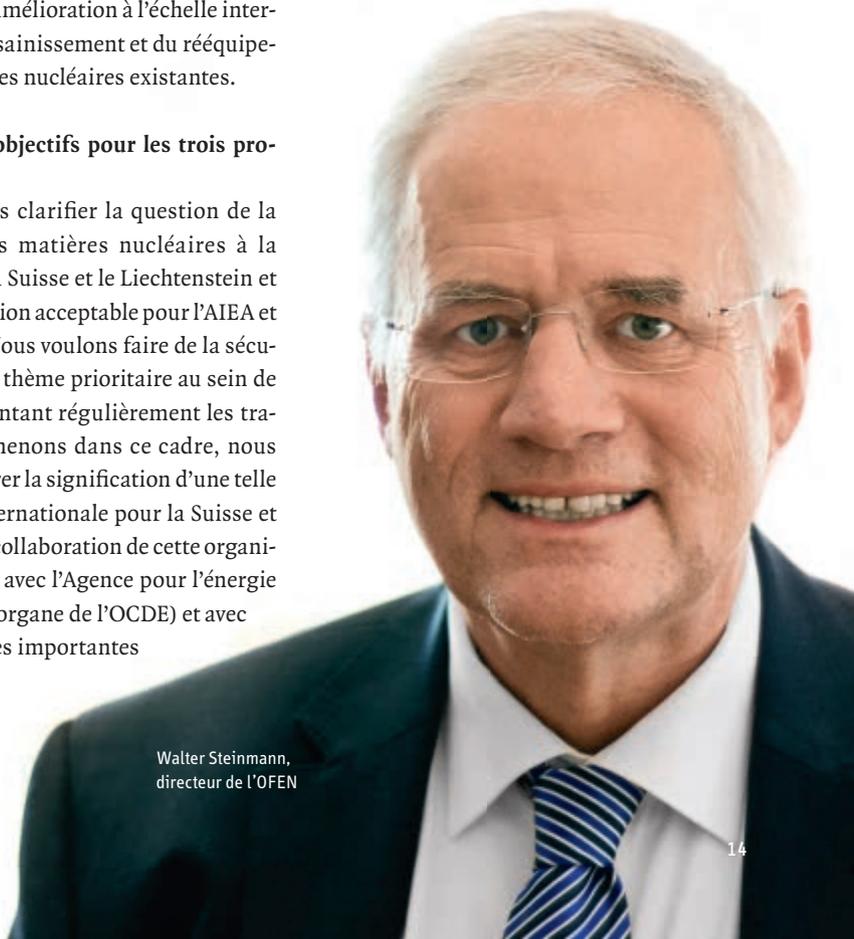
Après Fukushima, la sécurité nucléaire est clairement prioritaire. Une conférence diplomatique consacrée à une proposition déposée par la Suisse doit avoir lieu en février 2015: outre des standards et des exigences minimales pour les centrales nucléaires, nous souhaitons une amélioration à l'échelle internationale de l'assainissement et du rééquipement des centrales nucléaires existantes.

Quels sont vos objectifs pour les trois prochaines années?

Nous souhaitons clarifier la question de la surveillance des matières nucléaires à la frontière entre la Suisse et le Liechtenstein et trouver une solution acceptable pour l'AIEA et nos deux pays. Nous voulons faire de la sécurité nucléaire un thème prioritaire au sein de l'AIEA. En présentant régulièrement les travaux que nous menons dans ce cadre, nous aimerions montrer la signification d'une telle organisation internationale pour la Suisse et ainsi illustrer la collaboration de cette organisation avec l'UE, avec l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN, organe de l'OCDE) et avec d'autres instances importantes dans le domaine nucléaire. (thc)

La Suisse dans l'AIEA

La création de l'Agence pour l'énergie nucléaire à Vienne en 1957 a vu naître un organe indépendant chargé d'orienter et de contrôler l'utilisation de la technologie nucléaire sur le plan international. Membre fondateur, la Suisse participe chaque année à la Conférence générale, la plus haute instance politique de l'AIEA. L'AIEA est composée de représentants des 165 Etats-membres. En sa qualité d'organe de conduite stratégique, le Conseil des gouverneurs formule des recommandations sur le développement de l'AIEA à l'intention de la Conférence générale et examine les candidatures d'Etats-membres potentiels. Le Conseil compte 35 membres et se réunit cinq fois par année. La Suisse est membre du Conseil des gouverneurs en alternance avec d'autres pays du groupe d'Europe occidentale.



Walter Steinmann,
directeur de l'OFEN

Le chiffre

142 867

C'est la quantité exprimée en térajoules, d'énergie renouvelable produite en Suisse pendant l'année 2013. Cette quantité d'énergie représente 60% de l'ensemble de la production nette d'électricité, dont la plus grande partie provient de l'utilisation de la force hydraulique. La part revenant à l'énergie solaire, à la biomasse, à l'éolien et à la valorisation des déchets a augmenté au cours des dernières années. Elle représente aujourd'hui l'équivalent de 8083 térajoules, soit 3,4% de l'ensemble de la production d'électricité.

Suivez l'OFEN sur son blog ou sur Twitter

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) est actif sur les réseaux sociaux. L'OFEN souhaite ainsi diffuser auprès d'un large public des informations de fond sur différents thèmes énergétiques. Vous pouvez désormais suivre sur Twitter les enseignements actuels des projets de recherche et des projets pilotes et de démonstration (@BFECleantech). Quant au blog *energeia plus*, les spécialistes de l'OFEN y commentent l'actualité économique, politique et scientifique touchant au domaine énergétique. Pour plus d'informations: www.energeiaplus.wordpress.com.



ECHO DE BOSTON

Collaboration entre chercheurs dans le domaine des technologies vertes

L'Etat du Massachusetts illustre de manière impressionnante l'importance de la collaboration entre les milieux politiques, scientifiques, économiques et les autorités lorsqu'il s'agit de promouvoir les énergies propres.

La manifestation Swiss-US Energy Innovation Days organisée en juillet par l'OFEN et swissnex Boston a permis de présenter les meilleurs projets, technologies et innovations énergétiques suisses dans une des régions les plus importantes au niveau mondial pour la recherche et l'innovation en matière de technologies vertes.

Plusieurs rencontres entre la délégation suisse et des représentants du secteur de l'énergie à Boston ont donné un aperçu de la politique énergétique du Massachusetts, l'un des Etats les plus progressistes des Etats-Unis. Le gouverneur et le maire ont expliqué ensemble comment sont concrètement poursuivis les objectifs de politique énergétique et climatique. Les participants aux discussions étaient intéressés à en apprendre davantage sur les meilleures pratiques ainsi que sur la politique et les pratiques suisses en matière d'énergie. La possibilité de collaboration entre le Massachusetts Clean Energy Center et l'OFEN a été discutée à l'occasion de la visite d'une

installation d'essai pour rotors d'éolienne. Par ailleurs, les visiteurs suisses ont assisté au Massachusetts Institute of Technology (MIT) à la signature d'un accord portant sur l'échange d'étudiants avec l'EPF de Zurich. L'étroite collaboration instaurée de longue date au niveau de la recherche doit désormais être élargie à l'enseignement.

Tout indique que l'exposition sur le Watt d'Or et les Swiss-US Energy Innovation Days rencontreront encore un écho important. Pour cette raison entre autres, swissnex Boston jette un regard enthousiaste vers la prochaine année, au cours de laquelle nous fêterons nos 15 ans d'existence. Le thème de l'énergie restera d'actualité à l'avenir: en été 2015, nous enverrons probablement des avions solaires de l'EPFZ sans pilote au-dessus de l'Atlantique, une première mondiale.

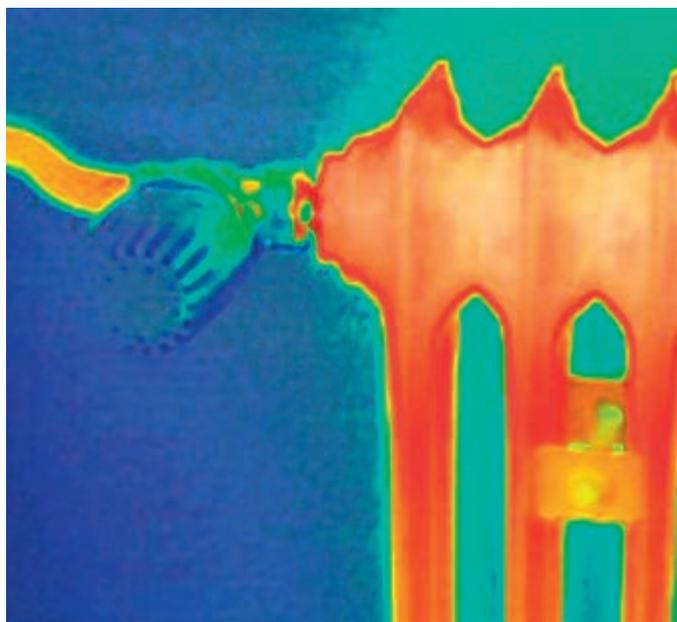
Felix Moesner, CEO & consul, swissnex Boston

Gérer l'énergie

«Mission possible»



Contrôler soi-même la consommation et la production d'énergie en Suisse? Cela est désormais possible sous forme ludique à l'Umweltarena de Spreitenbach. Intitulé «Mission possible», le jeu développé en collaboration avec SuisseEnergie propose aux visiteurs de gérer l'approvisionnement énergétique de manière à éviter toute pénurie et tout excédent. Une tâche difficile, mais pas insurmontable. Basé sur des chiffres réels, le jeu simule des défis futurs comme la mise hors service de la centrale nucléaire de Mühleberg en 2019. Il s'agit pour les joueurs de trouver le juste équilibre entre les nouvelles possibilités de production et les mesures d'économie d'énergie.



Chauffage

Une campagne de SuisseEnergie

SuisseEnergie veut inciter la population à réaliser des économies d'énergie dans le domaine du chauffage grâce à une campagne qui se déroulera durant les mois d'hiver. Grâce à un réglage optimal de l'installation de chauffage, une bonne technique d'aération et des mesures adéquates, un ménage moyen pourra économiser suffisamment d'énergie pour se chauffer gratuitement une année sur six. Les actions à prendre ne modifient en rien le confort du logement; elles ont par contre un effet positif sur le portemonnaie! En chauffant futé, vous passerez l'hiver au chaud tout en réduisant les frais de chauffage.

Abonnements / Service aux lecteurs

Vous pouvez vous abonner gratuitement à *energeia*: par e-mail: abo@bfe.admin.ch, par fax ou par poste

Nom:

Adresse: NP/Lieu:

E-Mail: Nbre d'exemplaires:

Anciens numéros: Nbre d'exemplaires:

Coupon de commande à envoyer ou à faxer à: Office fédéral de l'énergie OFEN | Section Communication, 3003 Berne, fax: 031 323 25 10

AGENDA

19 ET 20 NOVEMBRE 2014

Symposium ER'14 Yverdon-les-Bains

Le secteur du bâtiment représente une part très importante de la consommation énergétique en Suisse avec quasiment un tiers de la consommation d'énergie finale.

La HEIG-VD organise le Symposium sur l'Efficacité Energétique, l'Environnement et les Energies renouvelables dans le domaine du bâtiment (Symposium ER). Cette manifestation propose un tour d'horizon des nouvelles technologies et des réalisations exemplaires permettant de réduire la consommation énergétique et les impacts environnementaux du secteur du bâtiment.

Informations: www.er14.ch

22 NOVEMBRE 2014

Cours WWF pour politique

Le WWF organise un cours pour les personnes engagées ou souhaitant s'engager sur des thèmes énergétiques. Les participants pourront découvrir comment s'impliquer concrètement au niveau communal pour l'avenir énergétique. (cours uniquement en allemand)

Informations: www.wwf.ch/gemeindeenergie

28 NOVEMBRE 2014

Journée de l'électricité 2014 Zürich

La journée de l'électricité sera cette année consacrée à la sécurité de l'approvisionnement et ses conditions. Différents thèmes, comme le potentiel des grandes centrales hydrauliques, seront abordés durant la journée.

Informations: www.stromtagung.ch

03 DÉCEMBRE 2014

«Smart Cities»: troisième conférence nationale Bâle

Sous le slogan «Smart Cities-Projets, outils et stratégies pour l'avenir», des prestataires de services et le secteur public présenteront leurs projets et approches concrets en Suisse comme à l'étranger.

Informations: www.smartcity-schweiz.ch

Autres manifestations:
www.bfe.admin.ch/calendrier

Le coin de la rédaction

Economiser en conduisant? Voyez Eco-Drive

Accélérer intelligemment – tel est le but d'un cours Eco-Drive où l'on s'amuse sous l'oeil attentif d'un expert.

Dans le bus où l'on trouve les simulateurs, la tâche des trois participants paraît simple: partir de la station-service pour rejoindre le village. Le trajet de 3,6 kilomètres représente pourtant un défi, surtout que je n'ai pas l'habitude de changer de vitesse. Montée, descente, virage à gauche, virage à droite, panneau d'entrée de localité, bus, tracteur, passage à niveau, feu rouge. Au premier essai, nous terminons clairement en-dessous de la valeur de référence. Nous avons tous les trois conduit avec trop de retenue, déclare l'instructeur Eco-Drive, Kurt Fürst. Il le montre à l'écran: le trajet pourrait être fait presque entièrement effectué dans le rapport le plus élevé. Son astuce pour le deuxième essai: «Accélérer franchement, passer plus tôt le rapport supérieur et tirer parti de la vitesse.»

Profiter de la coupure d'alimentation

Une fois que l'on a engagé le rapport optimal et atteint un régime d'environ 1500 tours/minute, chacun peut lever le pied et profiter de ce qu'on appelle la coupure d'alimentation: l'injection électronique (c'est-à-dire l'amenée de carburant au moteur) est brièvement interrompue, tandis que le véhicule roule sur son aire. C'est particulièrement indiqué en

descente ou au moment de ralentir avant un feu de circulation. L'erreur que beaucoup font est de maintenir le pied sur l'accélérateur ou de débrayer au mauvais moment. On empêche alors la coupure d'alimentation, explique Kurt Fürst. L'expert déconseille également le débrayage, sachant que cela peut devenir dangereux et que le moteur consomme même au ralenti. En revanche, il suffit d'appliquer quelques règles Eco-Drive pour économiser 10 à 15 pour-cent de carburant. Par exemple, engager le rapport le plus élevé possible et rouler à bas régime, même en ville ou encore démarrer vivement mais très brièvement avant de passer le rapport supérieur.

Lors de mon deuxième essai, l'indice d'économie de carburant (8,8) se rapproche de la valeur de référence (10,4). Cet indice se calcule en multipliant la vitesse moyenne (km/h) par le poids du véhicule (t), divisé par la consommation moyenne (l/100 km). Mon nouveau style de conduite me permettrait d'économiser, pour un parcours de 15 000 kilomètres par an, au moins 110 litres de carburant. Autant positif pour l'environnement que pour mon porte-monnaie! (bra)



MISSION POSSIBLE!



Partez en mission avec SuisseEnergie !

Influencez la quantité d'énergie produite et consommée en Suisse! Prenez la décision d'arrêter une centrale nucléaire, de rendre les transports plus efficaces ou encore de construire des installations de production d'énergie renouvelable! Avec la bonne stratégie, vous trouverez l'équilibre pour un approvisionnement énergétique sûr.

**Découvrez la « Mission Possible »
à l'Umweltarena de Spreitenbach
(1^{er} étage, domaine énergie et mobilité).**