

## — LAUSANNE : EN ROUTE VERS LES « SMART CITIES » ?

Georges Ohana,  
Délégué à l'énergie de la Ville  
de Lausanne  
Ville de Lausanne  
Services Industriels

Courriel :  
Georges.ohana@lausanne.ch

### RÉSUMÉ

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la consommation d'énergie finale en Suisse a augmenté de manière exponentielle. La forte progression des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergies fossiles a un impact sur le climat et entrainera, si elles ne sont pas maîtrisées et réduites à brève échéance, un réchauffement de la planète qui aura des conséquences catastrophiques. En Suisse, les émissions de CO<sub>2</sub> sont essentiellement produites par le chauffage des bâtiments et les transports. L'électricité étant essentiellement de source hydraulique et nucléaire, elle est quasiment exempte de CO<sub>2</sub>. Toutefois, la décision du Conseil fédéral de sortir du nucléaire en fermant les centrales à l'échéance de leur durée d'exploitation implique la réalisation de milliers de centrales de production décentralisées (panneaux solaires photovoltaïques, éoliennes, centrales à biomasse, petite hydraulique) et la mise en place de mesures d'économie d'énergie. Les réseaux intelligents deviennent nécessaires pour accompagner ce changement et coordonner l'arrivée de nombreux nouveaux acteurs dans le secteur de l'énergie. Les communes doivent intégrer ces changements au niveau local et s'équiper pour planifier leur développement en tenant compte de cette nouvelle donne énergétique. Les décisions concrètes d'aménagement du territoire sont en grande partie du ressort des communes. Ce sont également les collectivités les plus proches des citoyens. Les communes sont donc un des acteurs essentiels pour la mise en œuvre sur le terrain des politiques énergétiques et climatiques. Exemple avec la politique mise en œuvre à Lausanne.

## MOTS-CLÉS

Climat, politique communale, énergies, CO<sub>2</sub>, cités de l'énergie, Convention des Maires, smart cities, management énergétique urbain, Lausanne.

## ABSTRACT

Since the end of World War II, the final energy consumption in Switzerland has increased exponentially. The strong growth of CO<sub>2</sub> emissions related to the consumption of fossil fuels has an impact on the climate and will lead, if they are not controlled and reduced in the short term, to a global warming that will have catastrophic consequences. In Switzerland, CO<sub>2</sub> emissions are mainly produced by heating systems in buildings and by transport. The electricity being mainly produced by hydro and nuclear sources, it is almost CO<sub>2</sub>-free. However, the Federal Council's decision to shut down the nuclear power plants at the end of their operating life implies the realization of thousands of new decentralized power plants (solar panels, wind turbines, biomass power, small hydro) and implementation of energy saving measures. Smart grids become necessary to support this change and coordinate the arrival of many new players in the energy sector. Municipalities must incorporate these changes at the local level and plan their development taking into account this new deal. Concrete decisions land is largely the responsibility of the municipalities. They are also the communities closest to the citizens. Municipalities are one of the key players in the implementation of the field of energy and climate policies. This article will discuss the case of Lausanne.

## KEYWORDS

Climate, municipal policy energy, CO<sub>2</sub>, energycity, Covenant of Mayors, smart cities, urban energy management, Lausanne.

—

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la consommation d'énergie finale en Suisse a été multipliée par huit. À partir des années 1970, suite aux deux crises pétrolières, une politique énergétique s'est progressivement mise en place, permettant de stabiliser la consommation d'énergies fossiles à partir de 1990. Dans le domaine de l'électricité, principalement à cause de l'explosion de nouveaux services à haute valeur ajoutée, la consommation a toutefois continué à croître de façon soutenue.

## — CONSÉQUENCES CLIMATIQUES

La hausse des consommations d'énergie constatée en Suisse est généralisable à l'ensemble des pays développés. Pour en étudier les conséquences sur le climat, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a été mis en place en 1988, à la demande du G7 (groupe des sept pays les plus riches : USA, Japon, Allemagne, France, Grande Bretagne, Canada, Italie), par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et par le Programme pour l'environnement des Nations Unies. Le GIEC effectue une évaluation et une synthèse des travaux de recherche menés dans les laboratoires du monde entier. En particulier, l'étude des variations des concentrations en CO<sub>2</sub> et de la température, au cours des 400'000 dernières années à partir des données d'un forage d'une carotte de glace effectué à Vostok, en Antartique, montre une forte corrélation entre les deux courbes.

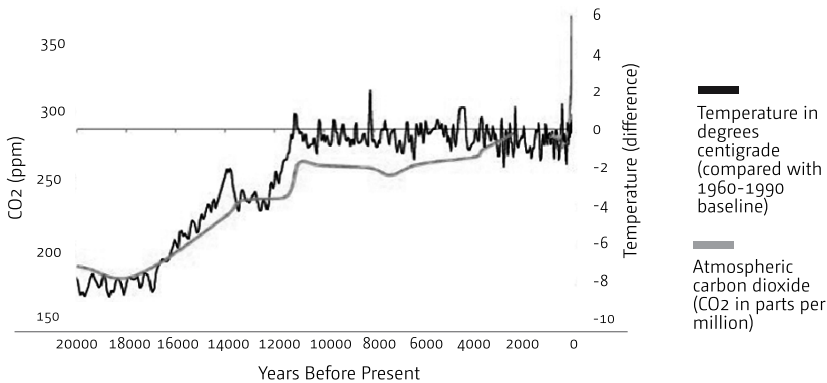
Ces résultats expérimentaux confirment une bonne partie de la théorie de l'astronome Milutin Milankovitch. Entre 1912 et 1940, ce dernier a calculé les effets de la quantité du rayonnement solaire qui atteint la surface terrestre en raison de trois phénomènes: la variation de l'excentricité de l'orbite elliptique de la Terre avec une période de 100'000 ans, la variation de l'inclinaison de l'axe terrestre (entre 22 °C et 25 °C) avec une période de 40'000 ans et la précession des équinoxes, avec une période de 22'000 ans. L'effet combiné de ces trois périodicités, selon Milankovitch, est le facteur le plus important expliquant les périodes glaciaires des 400'000 dernières années.

L'expérience confirme que sur cette longue période, les variations de température sont déterminées par les régularités périodiques de la position et du mouvement de la Terre. Avant la révolution industrielle, ce sont ces variations de température qui provoquent une augmentation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et non l'inverse. En effet, la variation de température a précédé de quelques 800 ans, pendant ces 400'000 ans, la variation de la concentration de gaz carbonique.

L'action des activités humaines sur le climat se manifeste sur la figure 1, qui montre les variations des concentrations en CO<sub>2</sub> et de la température au cours

des 20'000 dernières années. La terre était sous l'emprise de la dernière ère glaciaire. À partir d'il y a 15'000 ans, la température a commencé à se réchauffer en raison des variations de l'orbite de la terre. L'augmentation de la température a atteint environ 8 °C. Au cours des dix mille dernières années, la température et le taux de CO<sub>2</sub> ont été relativement stables.

La concentration maximale du gaz carbonique n'a jamais dépassé 280 parties par million (ppm) au cours des 400 derniers millénaires. Or, la ligne presque verticale rouge à l'extrême droite marque la montée du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle. Il atteint aujourd'hui 390 ppm. Le mécanisme entre réchauffement et taux de CO<sub>2</sub> s'est dès lors inversé. La hausse des températures associée sera inévitable. Le réchauffement brutal attendu, environ 5°C d'ici 2100 si les émissions de CO<sub>2</sub> ne sont pas drastiquement réduites, entraînera les conséquences que l'on sait : élévation du niveau des océans, fréquence plus élevée de phénomènes climatiques extrêmes, ralentissement voire disparition du gulf stream et ses conséquences sur le climat européen...



**Figure 1 :** Variations des concentrations en CO<sub>2</sub> et de la température au cours des 20'000 dernières années

## — POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE SUISSE

La réponse à long terme de la Suisse aux défis du changement climatique est la mise en place d'une vision compatible avec une société à 2000 Watts. Une telle vision, issue des Ecoles Polytechniques Fédérales, vise à une prise en considération transversale des consommations énergétiques. En 2011, la société suisse a consommé environ 55'000 kWh par personne et par an. À considérer que cette consommation énergétique serait fournie par un moteur fonctionnant à la même puissance tout au long de l'année, celui-ci posséderait une puissance de 6000 Watts/pers. Comparativement, l'Afrique sollicite un moteur de 500 Watts/pers, et la société nord américaine est dotée d'un moteur de 12'000 Watts/pers.

Cette vision correspond à l'objectif de limiter les consommations en énergie primaire à 17'500 kWh/pers. an, soit l'équivalent d'un moteur de 2000 Watts fonctionnant en continu 8760 heures par année. De plus, ce concept impose de contenir les émissions de gaz à effet de serre (GES) à 1 tonne/pers./an. Cela implique que, sur les 2000 Watts disponibles, seuls 500 Watts soient d'origine fossile, le reste provenant d'énergies renouvelables. En résumé et s'agissant de la société suisse, cet objectif revient à réduire d'ici 2150 les consommations d'énergie primaire d'un facteur 3 et les émissions de GES d'un facteur 6.

## — SIGNATURE DE LA CONVENTION DES MAIRES

Comme réponse à court terme aux défis énergétiques et climatiques, Lausanne a signé le 10 février 2009 à Bruxelles la Convention des Maires (CdM) pour la promotion de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables lancée à l'initiative de la Commission Européenne. Elle s'engage ainsi à atteindre sur son territoire d'ici 2020 les objectifs dits « des 3x20 » : augmentation de 20% de l'efficacité énergétique, réduction de 20% des émissions de CO<sub>2</sub> et obtention d'un mix énergétique comprenant au moins 20% d'énergie renouvelables. Pour s'assurer de l'atteinte de ces objectifs, les villes signataires s'engagent à publier régulièrement leur plan d'actions de politique énergétique ainsi qu'un inventaire des émissions de CO<sub>2</sub> sur leur territoire. Comme outil de gestion de la Convention des Maires, Lausanne utilise le label Cité de l'énergie.

## — EUROPEAN ENERGY AWARD GOLD ET LABEL CITÉ DE L'ÉNERGIE

Les communes ont un rôle important à jouer en matière de politique énergétique. Elles ont, à cet égard, de larges compétences, condition indispensable pour assurer avec efficacité les nombreuses tâches relatives à la mise en œuvre de cette démarche. Afin de répondre entièrement aux exigences de gestion de l'énergie et de l'environnement, certaines communes et villes pratiquent une politique volontaire, se fixent elles-mêmes des objectifs ambitieux et libèrent les moyens financiers adéquats pour les atteindre. Le label Suisse Cité de l'énergie est le signe tangible de la reconnaissance des efforts fournis par ces communes. C'est le symbole de la mise en œuvre de mesures concrètes.

Les bonnes idées font du chemin. C'est ainsi que des pays de l'Union Européenne comme l'Allemagne, la France, l'Italie, l'Autriche, l'Irlande, la république Tchèque, la Pologne et la Lituanie ont adopté le concept, devenu l'European Energy Award. Plus de 1000 villes sont déjà certifiées. L'European Energy Award est basé sur un processus d'amélioration continue s'appuyant sur un catalogue de mesures standards comprenant six domaines d'action. Le label est décerné aux communes, grandes ou petites, réalisant un certain nombre d'actions efficaces dans au moins trois des domaines suivants : aménagement du territoire et bâtiments, réseaux d'énergie, eau et épuration, transports, information et organisation.

Pour qu'une ville ou une commune obtienne le label, elle doit, entre autres, remplir les conditions suivantes :

- Avoir effectué l'analyse de la situation, avec un état des lieux détaillé de sa politique énergétique, basé sur un catalogue de 79 mesures et une évaluation quantitative chiffrée, dont le résultat atteint plus de 50% des actions possibles pour la commune (plus de 75% pour la version gold) ;
- Définir des objectifs et un programme de politique énergétique pour les trois à cinq ans à venir.
- Budgétiser les moyens financiers nécessaires à la première phase de réalisation.
- Institutionnaliser le contrôle de succès de la réalisation des mesures de politique énergétique.

On compte à fin 2012 en Suisse :

- 323 Cités de l'énergie, soit plus de 4.3 mio d'habitants
- 570 villes ou communes sont partenaires, représentant au total plus de 5.4 mio d'habitants.

Au classement des Cités de l'énergie, Lausanne arrive en tête avec Zürich et Schaffhouse, toutes les trois avec 84% des mesures réalisées.

## — OBJECTIFS DE POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

Avec sa politique énergétique, Lausanne vise pour 2050 une réduction de 50% des émissions de CO<sub>2</sub> sur son territoire communal par rapport à 2005. Ses objectifs sectoriels sont les suivants :

- Chaleur renouvelable : 50% des bâtiments de Lausanne (20% actuellement) sont raccordés au chauffage à distance (CAD), et la production du CAD est 100% renouvelable (env. 70% actuellement).
- Efficacité énergétique : l'ensemble des bâtiments consomme 50% d'énergie thermique de moins qu'en 2000 (réduction de 1.5% par an plafonné à l'équivalent d'une rénovation au standard Minergie de l'ensemble du patrimoine immobilier).
- Electricité renouvelable : + 200 GWh d'ici 2050, donc une production totale de 600 GWh.
- Mobilité : 40% de report modal (35% actuellement), diminution de 30% des émissions de CO<sub>2</sub> du parc automobile par rapport à 2005.

## — PLAN D' ACTIONS DE POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

Pour s'assurer de l'atteinte de ces objectifs, les villes signataires de la CdM s'engagent à définir un plan d'actions de politique énergétique, à réaliser un inventaire des émissions de CO<sub>2</sub> sur leur territoire et à sensibiliser la société civile (collectivités publiques, entreprises, associations, citoyens, etc.).

Pour atteindre ces objectifs, il s'agit, en collaboration avec les niveaux supérieurs de planification, cantonaux et fédéraux, d'agir principalement sur ces axes :

- maîtrise de l'étalement urbain ;
- promotion des modes de déplacements économes en énergie ;
- construction de bâtiments à basse consommation d'énergie ;
- rénovation efficace du patrimoine bâti ;
- développement des productions à partir d'énergies renouvelables et locales.

Toutes les actions prises dans ces domaines doivent également concourir à améliorer la qualité de vie et à générer des emplois locaux durables. Le

projet inter-région France-Suisse INTERREG IVA, appelé *REVE d'Avenir* ([www.revedavenir.org](http://www.revedavenir.org)), a été lancé en 2010 dans la perspective d'inciter les acteurs des territoires concernés à s'engager par des actions significatives. Vingt-sept collectivités suisses et françaises, dont 11 villes de Suisse romande, toutes labellisées Cités de l'énergie, et 16 villes ou intercommunalités françaises participent à *REVE d'Avenir*. La population cible potentielle est donc importante, avec plus de 3,3 millions d'habitants, dont 520'000 en Suisse.

Inventaire des émissions de CO<sub>2</sub>

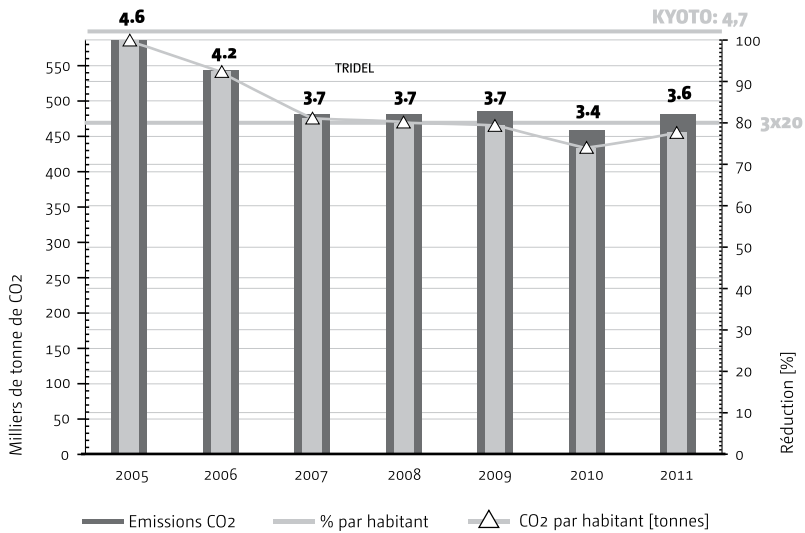
### INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

A été établi pour le territoire communal en prenant 2005 comme année de référence. En effet, les villes signataires de la CdM sont tenues de choisir une base de référence comprise entre 1990 et 2008. Le critère principal est de pouvoir disposer à long terme de données utilisant les mêmes référentiels. Lausanne a choisi l'année 2005, car les Services Industriels (SiL), qui gèrent les principales données énergétiques de la ville, ont migré leur système d'information à cette période. D'autre part, les réalisations de TRIDEL, la nouvelle usine d'incinération des déchets, mise en service en 2006 et construite à proximité immédiate de la ville pour que la chaleur produites par ses fours puisse alimenter le réseau de chauffage à distance, ainsi que du métro m2, qui ont un impact positif majeur en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>, sont postérieurs à cette date et peuvent ainsi être valorisées.

La méthode utilisée pour suivre les émissions est le BEI (Baseline Emission Inventory ou inventaire de base des émissions) fourni par la Commission européenne. Il s'agit de faire l'inventaire de l'énergie finale utilisée pour les bâtiments et les transports, en tenant compte des facteurs d'émission des différents vecteurs énergétiques. La provenance de l'électricité et de la chaleur produite localement est également prise en compte. Selon cette méthode, en 2005 Lausanne a émis environ 600'000 tonnes de CO<sub>2</sub> sur son territoire, ce qui correspond à 4,6 tonnes par habitant (5,25 tonnes à l'échelle de la Suisse en 2005). Cela signifie que sur son territoire, Lausanne a déjà atteint l'objectif de Kyoto prévu pour la Suisse, qui est de 4,72 tonnes de CO<sub>2</sub> par habitant.

Le total des émissions de CO<sub>2</sub> pour 2011 est estimé à 480'800 tonnes, ce qui représente 3,6 tonnes par habitant (5,12 tonnes par habitant au niveau suisse pour 2009). La figure 2 montre l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> entre 2005 et 2011. Sur cette période, la réduction des émissions par habitant atteint 22.2%. L'objectif fixé par la Convention des Maire (-20% de CO<sub>2</sub> en 2020) est donc également déjà atteint au niveau du territoire lausannois.





**Figure 2 :** Évolution des émissions de CO<sub>2</sub> sur le territoire communal lausannois entre 2005 et 2011 (source : Ohana G.)

## ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES PLANS D' ACTIONS

La CdM propose également un outil pour planifier et suivre les économies d'énergie, la production d'énergie renouvelable et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> sur le territoire lausannois. Les principales actions prises en compte depuis 2005 ou prévues à ce jour sur le territoire communal jusqu'en 2020 sont les suivantes :

- projets de construction de 3'000 logements sur des parcelles communales, avec de haut standard d'isolation ;
- création d'un écoquartier sur des parcelles communales aux Plaines-du-Loup (zéro émission carbone) ;
- télégestion des bâtiments pour optimiser leur consommation de chaleur ;
- réalisation du m2 et projet de métro m3 (augmentation du report modal vers les transports publics) ;
- optimisation de l'aménagement hydroélectrique de Lavey (+70 GWh) ;
- réalisation d'un aménagement hydroélectrique sur le Rhône au palier de Massongex-Bex avec Romande Energie et Forces motrices valaisannes (+15 GWh pour Lausanne) ;
- projet éolien EolJorat Sud au Chalet-à-Gobet, via la société Si-REN à 100% lausannoise (+90 GWh) ;
- projets solaires photovoltaïques via Si-REN (+30 GWh) ;

- utilisation de la chaleur de TRIDEL pour le chauffage à distance (env. 250 GWh thermiques) ;
- production d'électricité par TRIDEL par couplage chaleur force (env. 60 GWh, dont la moitié sont considérés comme renouvelables) ;
- extension et densification du chauffage à distance bénéficiant de l'obligation de se raccorder inscrite dans la loi vaudoise sur l'énergie (LVLÉne) ;
- introduction du smart metering pour la sensibilisation aux économies d'énergie, l'optimisation de la gestion de la charge réseau et la gestion des productions décentralisées ;
- sensibilisation du public avec des actions comme celle de *REVE d'avenir*.

Ces actions permettent d'envisager en 2020, par rapport à 2005, des économies annuelles d'énergie de l'ordre de 528.5 GWh, une production supplémentaire de 345 GWh d'énergies renouvelables et une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 178'200 tonnes. Cela correspond à une amélioration de l'efficacité énergétique de 18%, à une part de 21% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique global (thermique et électrique) et à une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 30%, soit une émission par habitant de 3.1 tonnes (basé sur la population de 2011).

## **PLAN DE COMMUNICATION ET ACTIONS DE SENSIBILISATION**

Dans le cadre du projet *REVE d'Avenir*, une plateforme internet permettant de suivre les objectifs 3x20 a été développée : [www.wattact.org](http://www.wattact.org). Basée sur un instrument de mesure permettant de collecter et d'analyser des données de façon pérenne et couplée à un système d'information géographique sur lequel les actions entreprises sont affichées, elle permet de suivre l'évolution de la situation pour les territoires des collectivités participant au projet.

Cette plateforme doit devenir une source d'inspiration pour des actions à entreprendre par les différents publics cibles du projet : collectivités publiques, associations, entreprises et ménages. Au travers d'un profil personnel, la plateforme permet à chaque internaute de quantifier ses économies d'énergie et de gaz à effet de serre, de les géolocaliser et de faciliter l'échange de connaissances et d'expériences. Wattact est un outil pour encourager le public à participer à l'atteinte des objectifs de la Convention des maires. Les acteurs sont incités à réaliser des actions concrètes, qui sont rendues visibles et mises en valeur sur ce site.

## **MANAGEMENT ÉNERGÉTIQUE URBAIN (MEU)**

La gestion de l'énergie au niveau urbain s'est complexifiée ces 20 dernières années, notamment à cause :

- de la pénétration sur le marché de nouvelles technologies qui sont en compétition avec les systèmes basés sur les énergies fossiles;
- de l'évolution des systèmes énergétiques en clé multi-fluide et multi-services;
- du rôle accru des villes – au niveau mondial – en termes de politique énergétique et d'objectifs dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Ainsi, les villes et les entreprises énergétiques locales ont besoin d'outils sophistiqués, de manière à pouvoir, d'une part, gérer les infrastructures énergétiques existantes et d'autre part, développer des stratégies de planification couvrant tant la demande que l'approvisionnement énergétique. Toutefois, ces outils, en plus d'être en mesure de traduire la complexité énergétique de zones urbaines, devraient aussi permettre une meilleure communication avec les décideurs et le public. L'utilisation d'une technologie liée à un système d'information géographique représente donc un élément essentiel quant à cette exigence.

Le projet MEU a comme objectif de développer et de tester une plateforme web qui réponde précisément aux besoins des planificateurs de systèmes énergétiques urbains. Ce projet a permis de réunir des partenaires académiques, ainsi que quatre villes Suisses – La Chaux-de-Fonds, Lausanne, Martigny et Neuchâtel – et des entreprises multi-énergies- Viteos SA, Sinergy SA et Services Industriels de Lausanne. L'outil a les caractéristiques suivantes :

- interface cartographique comme environnement de travail principal;
- évaluation quantitative d'une série d'indicateurs énergétiques et environnementaux pour une zone urbaine, tant au niveau des bâtiments (demande) que de l'approvisionnement;
- accès direct à la planification de zones urbaines, par le biais de la création, puis de l'évaluation quantitative de scénarios construits directement par l'utilisateur, sur la base de modifications directes réalisées à partir de l'état des lieux énergétique d'une année arbitraire;
- monitoring continu, sur base annuelle, des flux énergétiques, des consommations, ainsi que des actions énergétiques entreprises, par le biais d'une base de données temporelle.

Les bâtiments représentent l'élément central de la plateforme, puisque c'est au travers de chacun des bâtiments que la demande et les systèmes d'approvisionnement énergétiques sont définis. En cliquant sur un bâtiment, l'utilisateur a accès à une liste exhaustive de données physiques et structurelles. Dans chaque bâtiment, les technologies de conversion énergétiques sont présentes, afin de couvrir partiellement ou complètement les quatre services énergéti-

ques de base, à savoir le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la climatisation et les services électriques. La plateforme offre une palette complète de technologies, allant des chaudières à différents types de pompes à chaleur, pouvant être caractérisées de manière détaillée. La distribution entre services énergétiques peut être introduite manuellement ou se baser sur une simulation numérique du bâtiment. En plus, tant des technologies centralisées que décentralisées peuvent être prises en compte, en utilisant le géo-référencement des systèmes énergétiques, par le biais de leur localisation dans un bâtiment.

### CONSOMMATIONS

Pour autant qu'elles soient disponibles, les consommations annuelles mesurées pour chacune des technologies énergétiques sont introduites sur la plateforme. Si les consommations mesurées ne sont pas disponibles, la plateforme utilise des résultats de simulations, qui permettent d'estimer la demande énergétique d'un bâtiment en prenant en compte, notamment, les données structurelles (surface au sol, isolation, etc.), ainsi que l'influence du solaire passif (horizon proche et lointain).

### RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES

Les réseaux énergétiques – chauffage à distance, électricité, gaz naturel – peuvent être ajoutés en tant que couches visualisables sur la plateforme. Cela permet d'obtenir une vision cartographique des connections présentes, ainsi que du potentiel pour de futures extensions. Des activités de recherche sont d'ores et déjà prévues afin d'exploiter la nature géo-référencée des réseaux, notamment pour effectuer du pré-dimensionnement et des calculs géométriques. Pour les technologies de conversion énergétique qui sont alimentées par un réseau, ce dernier peut être caractérisé en termes de distribution d'énergies primaires et d'impact CO<sub>2</sub> par le biais de la définition de contrats (liés aux réseaux). Cette définition détaillée permet de prendre en compte, par exemple, des contrats spécifiques d'électricité d'origine renouvelable ou, encore, des efforts d'amélioration de l'efficacité énergétique globale des réseaux de chauffage à distance.

### LIGNE DU TEMPS

Une ligne du temps est disponible et permet de visualiser toutes les données sur différentes années, ainsi que les empreintes des bâtiments sur la carte. La granularité choisie pour la présente version de la plateforme est annuelle.

### ETAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUE D'UNE ZONE URBAINE

En se basant sur les données introduites au niveau des bâtiments, de leurs systèmes énergétiques et de leurs approvisionnements respectifs, la platefor-

me permet d'obtenir une vision très détaillée de l'état des lieux énergétique d'une zone urbaine – c'est-à-dire jusqu'à plusieurs centaines de bâtiments - pour une ou plusieurs années (accessibles par la ligne du temps), si les données en question sont disponibles. La figure 3 montre un ensemble d'indicateurs énergétiques et environnementaux visualisables directement sur la représentation cartographique de la zone urbaine, au travers d'une symbolique appropriée et dans des tables agrégées.

## SCÉNARIOS

L'élément central de la plateforme MEU est la possibilité de modifier un ou plusieurs éléments caractérisant l'état des lieux d'une zone urbaine (correspondant à une année choisie) et de définir un scénario. L'outil recalcule ensuite tous les indicateurs résultant de telles modifications; ces derniers sont visualisables exactement de la même manière que dans le mode "Etat des lieux". Les scénarios servent à traduire concrètement, au niveau des bâtiments sur la plateforme, des plans de développement urbain choisis par les villes ou les entreprises multi-énergies, afin d'évaluer quantitativement leur impact en termes énergétique et environnemental.



**Figure 3 :** Visualisation de l'état des lieux énergétique d'une zone urbaine et des indicateurs. (source : Plateforme MEU.)

## GREEN E-VALUE

Dans le domaine très large du smart metering, un projet pilote nommé Green e-Value a été réalisé à Lausanne en partenariat avec le fond immobilier RealStones, neo technologies (société de service informatique dans le domaine des énergies, dont Lausanne est actionnaire) et Signa-Terre (société de conseil

énergétique). Il a pour but de démontrer l'efficacité et la faisabilité de l'implémentation de la technologie du smart metering et le développement d'une première série d'indicateurs de performance énergétique à partir des données issues des compteurs intelligents. Il a porté sur sept immeubles lausannois propriétés de RealStones, comptant 185 logements et 22 commerces. Les installations sont actuellement opérationnelles. En plus de l'électricité, ce projet englobe également les consommations d'eau et de chaleur.

La réalisation du projet a consisté à :

- remplacer les compteurs électriques existants par des compteurs électriques intelligents ;
- remplacer les compteurs gaz, eau ou chauffage à distance par des compteurs gaz, eau ou chauffage à distance compatible (en terme de communication) avec les compteurs électriques ;
- installer l'infrastructure de communication ;
- installer la plateforme informatique gérant les données en provenance des compteurs, paramétrer les services nécessaires à son bon fonctionnement et à l'alimentation des indicateurs d'efficacité énergétique ;
- définir et développer les indicateurs d'efficacité énergétique multifluides sur un portail web ;
- définir et développer les indicateurs d'efficacité énergétique multifluides qui sont présentés sur des écrans installés dans les immeubles.

#### DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE FEED-BACK

Plusieurs études et réalisations ont montré que lorsque les habitants d'un bien d'habitation ont à leur disposition des indicateurs en « temps réels » de leur consommation, ils modifient leurs comportements et celle-ci diminue. L'expérience des familles à énergie positive effectuée dans la région Rhône-Alpes, en France voisine, a montré que des modifications de comportement suffisent en effet à générer des économies supérieures à 10%. L'idée du projet Green e-Value est de rendre disponibles les informations de consommation de la manière la plus ludique et la plus simple possible, afin de permettre une large diffusion dans le grand public. Les indicateurs se montrent aussi intuitifs que possible. Ils sont accessibles par internet et s'affichent en permanence dans les halls d'entrée des immeubles. Ces prestations devront être encadrées par une campagne d'information et de formation permettant ainsi une réelle appropriation de ces nouveaux outils par le public.

Les propriétaires d'immeuble et les gérances immobilières se voient proposer un ensemble d'outils. Ceux-ci sont axés sur la dérive des consommations, les détections de fuite ou les rapports de suivi établis quotidiennement, men-

suellement ou annuellement. Ils peuvent comparer l'ensemble de leur parc de bâtiments et en améliorer la gestion. Un des objectifs majeurs de la politique énergétique est d'augmenter le taux de rénovation du patrimoine immobilier. Le smart metering permet de proposer aux décideurs des audits énergétiques et des plans de rénovation afin de doubler, voire de tripler le taux actuel.

Au final, la généralisation de cette infrastructure permettrait de cumuler les économies dues au comportement et celles dues à l'augmentation du taux de rénovation du patrimoine immobilier.

### **APPEL À PROJETS EUROPÉEN « OPTIMISING ENERGY SYSTEMS IN SMART CITIES » : LE PROJET DESTINATION**

Nous avons vu jusqu'à maintenant comment se mettent en place les différents éléments d'une politique locale de l'énergie. La dernière étape vise l'application des derniers développements des technologies de l'information à la gestion de l'énergie. L'objectif de DESTINATION (DECision Support Tool and INtegration of Advanced Technologies toward energy OptimizatiON in cities) est donc de créer un système d'informations, basé sur des données de consommation d'énergie et de comportement en temps réel, capable de faire interagir tous les acteurs qui jouent, où joueront, un rôle dans la consommation et la production d'énergie. Le développement de ce système énergie-information doit permettre, à terme, de diminuer les consommations énergétiques et les émissions de CO<sub>2</sub>, et de gérer une partie de la charge des différents réseaux énergétiques (« effacer » les pointes de consommation).

Comme tout projet européen, DESTINATION verra collaborer trois villes, couplées à leur université et leurs distributeurs d'énergie, de trois pays européens différents : Lausanne pour la Suisse, Tallinn pour l'Estonie et Milton Keynes pour l'Angleterre.

Trois « living labs » de smart cities, un par ville partenaire, seront réalisés. Ces « living labs » seront une expérimentation en grandeur nature, à l'échelle d'un quartier, de la mise en œuvre de technologies énergie-information innovantes. Ils permettront d'analyser séparément puis conjointement, l'utilisation des données énergétiques pour :

- **La mise en œuvre et le test de nouvelles technologies.** Du point de vue technologique, une « smart city » utilise une multitude d'innovations: production d'énergie renouvelable/locale, stockage (électrique, thermique), équipements plus efficaces, smart meters, smart grid pour la flexibilité, smart home pour l'optimisation des systèmes, etc. Les living labs permettront de tester ces technologies et leur fonctionnement pour rendre les réseaux d'énergie locaux

(distribution d'électricité, chauffage à distance, etc.) aussi actifs que possible, dans un but d'efficacité énergétique et de gestion des charges multi-énergies.

- **La gouvernance.** Les données dynamiques et de bilans énergétiques du système d'information seront ainsi utilisées dans des outils d'aide à la décision et de planification énergétique territoriale comme MEU. DESTINATION permettra ainsi d'alimenter automatiquement les données de consommation en temps réel afin de traiter des scénarios compatibles avec le lissage des consommations et des productions alternatives liées aux smart grid. Sur la base de cette planification, des réglementations spécifiques pourront être édictées.

- **L'adoption par les consommateurs.** Le développement des technologies de l'information et de la communication a permis aujourd'hui de changer certains comportements des consommateurs, notamment par le biais des blogs, réseaux sociaux et plateformes de co-création. Dans les living labs, des tests d'acceptance de ces nouvelles technologies énergie-information et d'implication des consommateurs comme acteurs du système seront réalisés. Il est prévu d'utiliser tant des plateformes de réseaux sociaux, basées sur des données de consommation en temps réel individuelles et collectives, que des acteurs relais sur le terrain pour sensibiliser et motiver les habitants et employés du quartier. L'impact de la transformation en « consom'acteurs » sera mesuré en fonction des nombres d'utilisateurs, de même que de l'effet du comportement de ces utilisateurs sur l'énergie et les puissances consommées, tant aux échelles individuelles que collectives. Concrètement, Green e-value et Wattact seront adaptés au temps réel.

Pour Lausanne, le « living lab » sera constitué par le quartier de Praz-Séchaud-Boveresse, déjà préalablement équipé de compteurs intelligents multi-fluides (électricité-chaaleur-eau), couvrant environ 850 ménages. Pour compléter le volet Smart Grid, environ 350 kW de panneaux photovoltaïques pourront être posés sur les principaux toits plats du quartier. Un système expérimental de stockage de l'électricité hydropneumatique, en cours de développement, pourrait également être déployé.

## — CONCLUSION

Les tests réalisés devront permettre de comparer les effets et impacts sur les consommations d'énergie, les émissions de CO<sub>2</sub> et sur la flexibilité de la charge. Ils devraient permettre de répondre à une série de questions : Est-ce que la collaboration renforcée avec les consommateurs, incités à devenir des «



consom'acteurs », permet de diminuer significativement les consommations d'énergie ? La réactivité de ces « consom'acteurs » et la prévisibilité de leur comportement permet-elle d'offrir au marché des puissances de délestage pour les réseaux ? Dans quelles conditions les consommateurs accepteront-ils que les distributeurs leur coupent certains équipements pour l'optimisation de la gestion des systèmes énergétiques ? Quel est l'impact sur les prix des services énergétiques ? etc.

Les résultats du projet devraient permettre d'avancer dans la direction donnée par la stratégie énergétique 2050 telle qu'elle a été mise en consultation par le Conseil fédéral jusqu'au 31 janvier 2013.

Le chemin pour devenir une « Smart City » est long et ambitieux. Il demande la collaboration étroite d'un grand nombre d'acteurs de domaines parfois éloignés. Les communes sont la structure politique la mieux adaptée pour réunir tous ces acteurs et relever les défis énergétiques.