



INSTRUMENTS INNOVANTS DE PLANIFICATION ET DE MANAGEMENT DE SYSTEMES ENERGETIQUES EN ZONES URBAINES

(PROJET MEU)

Rapport annuel 2008

Auteur et coauteurs	Gaëtan Cherix, Massimiliano Capezzali
Institution mandatée	EPFL – Energy Center; HES-SO Valais; CREM
Adresse	EPFL Energy Center, Ch. Raye 10, 1024 ECUBLENS (VD)
Téléphone, e-mail, site Internet	021 / 693 00 83 massimiliano.capezzali@epfl.ch http://energycenter.epfl.ch
N° projet / n° contrat OFEN	102'775 / 153'580
accompagnateur OFEN du projet	Th.Kopp
Durée prévue du projet (de - à)	Programme R&D 'Pompes à chaleur, CCF, froid'
Date	08.12.2008 Du 1 ^{er} octobre 2008 au 30 septembre 2011

RÉSUMÉ

Les travaux réalisés durant les premiers mois du projet MEU ont principalement consisté à mettre en place opérationnellement l'organisation et la planification du projet. Les divers contacts entretenus en continu avec les partenaires du projet MEU ont permis d'identifier les projets urbains de chacune des quatre villes partenaires, ainsi que les collaborations ville – instituts pour l'année 2009.

D'un point de vue scientifique, la réflexion au sujet des données à utiliser pour favoriser une planification énergétique territoriale efficace a été lancée. Dans cette optique, il s'agit d'élaborer un modèle de données à même de structurer l'information pertinente pour les systèmes énergétiques urbains. Tous les différents aspects environnementaux, sociaux, réglementaires, culturels, etc. doivent être inclus dans la base de données, afin de disposer d'un maximum d'informations lors des prises de décisions. Ces différents aspects sont à analyser en fonction de leurs échelles de références, qui peuvent être caractérisées en trois catégories : **la municipalité, la zone urbaine et le quartier**.

Les projets urbains sont pensés à l'échelle des quartiers et le quartier est l'échelle sociale de référence. Toutefois, une planification énergétique urbaine performante exige de placer le quartier analysé dans son contexte national, régional, local et géographique (zone). En effet, le cadre réglementaire, les acteurs énergétiques locaux et les ressources disponibles dans une zone urbaine peuvent avoir une influence majeure sur le design du système.

Ces premières réflexions ont montré la difficulté de réaliser une structure de données qui satisfasse la majorité des acteurs, de même que l'importance primordiale de fixer des limites claires au système et une hiérarchie des thèmes à traiter (performances énergétiques, utilisation du sol, etc.)

Buts du projet

Le but du projet MEU est de fournir aux décideurs urbains un outil d'aide à la décision qui leur permette de planifier le développement ou la réhabilitation de quartiers urbains, selon des critères économiques, énergétiques et climatiques.

Actuellement, près de 70% de l'énergie consommée l'est en milieu urbain, essentiellement dans les bâtiments et les transports. Le développement urbain et péri-urbain est ainsi un des enjeux majeurs des politiques « énergie – climat » actuelles. Cette concentration des consommations dans les agglomérations entraîne un nombre croissant de villes à mettre en œuvre des projets urbains durables sur leurs territoires. Les exemples sont devenus nombreux (BedZed dans le Sud de Londres, UK; Vauban à Fribourg en Brisgau, D, etc.), mais restent insignifiants au regard de la quantité de projets urbains conventionnels réalisés et des consommations d'énergie des zones urbaines non rénovées.

L'objectif général du projet MEU est de fédérer les méthodes et modèles de calculs actuels, afin de développer et de valider une méthodologie intégrée de planification et de management de systèmes énergétiques en zones urbaines. Notre approche de ce problème se basera sur :

- l'élaboration d'un modèle de données unifié à même de structurer l'information relevante (données de terrain, contraintes et indicateurs de performances);
- la prise en compte des nouveaux outils de régulation et de financement;
- la mise en adéquation de méthodes et de modèles numériques multi-échelles.

Les divers développements réalisés dans le cadre de ce projet seront concrétisés par un outil d'aide à la décision, reposant sur un modèle de données unifié et agréé par les villes partenaires. Les informations fournies par l'outil devront permettre :

- de fournir du support aux planificateurs énergétiques urbains, tant pour la qualification ou le suivi des performances que pour la réalisation d'avant-projets de rénovation ou de construction de zones urbaines;
- de définir les implications des nouveaux outils structurels (lois, subventions, etc.) sur les processus décisionnels (le cadre structurel faisant partie intégrante des modèles de données et algorithmes développés), soit aussi sur le design des systèmes d'approvisionnement énergétique dans les villes;
- d'évaluer les forces, faiblesses et opportunités de marché pour les différents acteurs énergétiques actuels et futurs (distributeurs, sociétés de services énergétiques, etc.).

Travaux effectués et résultats acquis

En 2008, les travaux réalisés dans le cadre du projet MEU se sont concentrés sur la définition du contexte urbain, ainsi que sur une première identification des données pertinentes et des échelles de référence pour la planification énergétique urbaine.

De plus, un important travail a été réalisé pour le management de projet, notamment pour organiser les groupes de travail et d'accompagnement, définir et ouvrir un poste de doctorant, définir les premiers projets concrets urbains qui seront réalisés en 2008 et rechercher des candidats pour les travaux Bachelor et Master.

Les résultats de ces premiers travaux sont présentés ci-dessous.

Analyse du contexte urbain et des échelles de références pour la planification énergétique urbaine

Dans le cadre de la politique « énergie – climat » de l'Union Européenne [1], dans laquelle cette dernière s'est engagée unilatéralement à réduire ses émissions de CO₂ de 20% d'ici 2020, grâce à une augmentation de 20% de son efficacité énergétique et à une part de 20% de sources d'énergies renouvelables dans son bouquet énergétique, les villes ont un rôle central et majeur à jouer. En effet, d'une part, les villes sont responsables de plus de la moitié des émissions de CO₂ liées à l'activité humaine et d'autre part elles constituent le niveau administratif le plus proche du citoyen. Elles bénéficient de plus fréquemment (en fonction des législations nationales) de compétences utiles et nécessaires pour mettre en place, au niveau local, des politiques « énergie – climat » durables et efficaces.

En Europe, différentes initiatives pour un développement durable des villes ont été élaborées, soit par la Commission elle-même ou directement par des associations de villes. L'une d'entre elle, la charte de Leipzig [2] présente les premières recommandations des ministres européens au sujet des principes et concepts communs pour la politique de développement urbain. Parmi les réflexions proposées, la notion de « Baukultur » est énoncée : « La culture architecturale (Bau-kultur) doit être définie au sens large comme la totalité des aspects culturels, économiques, techniques, sociaux et écolologiques qui influent sur la qualité des activités de planification et de construction » [2].

Cette notion de « Baukultur » peut être utilisée, voire étendue, à l'échelle de quartiers durables. Elle rappelle que la problématique énergétique urbaine doit faire partie d'une approche intégrée et durable au sens large. En effet, les différents aspects environnementaux, mais aussi sociaux culturels ont un impact direct non seulement sur les consommations d'énergie et sur l'environnement, mais également sur la compétitivité des villes.

La quantité de données et facteurs à prendre en compte pour la réalisation d'une planification énergétique en zones urbaines exige ainsi l'utilisation d'une méthode intégrée, certifiant que les objectifs énergétiques participent activement aux multiples facteurs de durabilité et de compétitivité, utilisés dans leurs échelles de référence. Dans cette optique, il s'agit d'élaborer un modèle de données à même de structurer l'information pertinente pour les systèmes énergétiques urbains, tant du point de vue des données nécessaires pour appliquer cette méthodologie intégrée (input) que des indicateurs de performances souhaités (output).

Tous les différents aspects environnementaux, sociaux, réglementaires, culturels, etc. devront être inclus dans cette méthodologie et dans la base de données associée, afin de disposer d'un maximum d'informations lors des prises de décisions. Ces différents aspects sont à analyser en fonction de leurs échelles de références, qui peuvent être caractérisées en trois catégories : **la municipalité, la zone urbaine et le quartier**.

La municipalité est le nom de l'organisation en charge de la gestion d'une commune. Par extension, le terme sera utilisé dans ce rapport pour désigner le territoire communal ainsi administré. Actuellement, il arrive fréquemment que la ville dépasse la zone territoriale municipale. Cet état de fait complique la mise en place de règlement de zones ou quartiers, car cela implique la tenue de négociations entre municipalités.

L'échelle de la municipalité, de par les compétences qui sont déléguées à ses élus, permet d'élaborer une politique énergétique volontariste, soit de définir un concept énergétique, un programme d'action et de mettre en place les outils réglementaires associés. Les différentes fonctions ou moyens d'actions des villes sont [3] :

- Les municipalités consomment de l'énergie constamment (gaz, électricité, pétrole, etc.). Dans le cadre de leur politique énergétique, elles peuvent décider de construire et rénover leur patrimoine administratif uniquement en appliquant des standards énergétiques performants.
- Les municipalités s'occupent de la planification territoriale. Ainsi, les choix d'aménagement, d'urbanisme, d'affectation des sols et de déplacements vont avoir des répercussions importantes et directes sur les consommations énergétiques des différents acteurs des quartiers urbains, en matière de logement, d'activités économiques et de mobilité, etc. De plus, dans certains cantons suisses en particulier, les municipalités sont responsables de l'élaboration et de l'application des règlements de construction. Elles disposent ainsi d'outils permettant d'imposer, par zone ou quartier, des standards de construction minimaux, des critères de densité de population, etc. Enfin, les municipalités peuvent décider de promouvoir certaines ressources renouvelables ou technologies efficientes en montant des fonds de subventionnement.
- Les villes distribuent de l'énergie. La municipalité peut réaliser un plan directeur énergétique, caractérisant quelles sont les énergies de réseaux, voire les énergies renouvelables, à disposition des différentes zones urbaines qui composent la ville. Ce type de plan directeur évite les problèmes liés à la concurrence entre fournisseurs d'énergies de réseaux et facilite la mise en place de réseau de chaleur / froid.
- Les villes produisent de l'énergie. Elles ne se contentent pas uniquement d'acheter des ressources énergétiques, mais de plus en plus, elles en produisent localement, en utilisant des sources d'énergies fossiles ou renouvelables, ou en combinant ces deux sources. Elles sont ainsi en mesure d'investir dans des équipements efficaces et complexes dans le cadre de la rénovation ou de la construction de quartiers.

- Les municipalités ont un rôle d'incitation. « Une politique de développement urbain intégrée implique des personnes externes à l'administration et permet à la société civile de jouer un rôle actif dans la conception de leur cadre de vie immédiat » (Charte de Leipzig). Les administrations locales peuvent en effet chercher à impliquer et à encourager les différents acteurs urbains tant publics que privés, consommateurs ou producteurs d'énergie, à adopter un comportement responsable en matière de consommation énergétique.

Une **zone urbaine** peut être définie comme un territoire à l'intérieur de la ville comportant des caractéristiques spécifiques, soit par exemple un ensemble de quartiers dans lesquels s'appliquent des critères énergétiques communs.

L'échelle de la zone urbaine permet aux planificateurs énergétiques de considérer un projet de quartier urbain dans son contexte, en fonction des acteurs et des ressources à disposition. Cette échelle doit être considérée en tous les cas, afin d'évaluer en détail quelles sont les différentes sources (énergies renouvelables, énergies de réseau, rejets thermiques, etc.) à disposition, de les comparer aux demandes relevées ou projetées, et de désigner le système énergétique optimale pour la zone, ou un quartier de cette zone, évaluée.

- Sur décision de la municipalité, une zone urbaine peut être soumise à un règlement spécifique : Zone alimentée par du chauffage à distance produit par de l'énergie renouvelable, zone de géothermie basse température, etc.
- La présence de multiples acteurs (producteurs, habitat, commerce, industrie) au sein d'une zone urbaine permet d'exploiter les synergies entre acteurs et de minimiser la consommation de ressources pour des services énergétiques équivalents. Pour exemple, les rejets thermiques d'un site industriel (usine d'incinération des ordures ménagères, site chimique, etc.) peuvent être valorisés en chauffant plusieurs quartiers d'une ville.
- L'échelle de la zone permet au planificateur énergétique d'analyser systématiquement quelles sont les ressources énergétiques (sources d'énergie renouvelable, réseaux énergétiques, etc.) à disposition dans la zone concernée. L'eau de la nappe phréatique, voire un lac situé à proximité d'un quartier d'habitats, de commerces et d'emplois tertiaires, peut être utilisée comme source froide pour des pompes à chaleur, voir directement comme source de froid pour le rafraîchissement de bâtiments.

L'échelle du **quartier** est l'échelle de référence pour l'urbanisme. Elle permet de tenir compte des aspects de forme urbaine, de construction, mais aussi des aspects sociaux.

- Une densité forte d'habitants dans un quartier influence plusieurs facteurs durables:
 - Elle implique la somme de multiples consommations d'énergie dans un espace restreint. Même dans le cas de bâtiments très performants, une densité forte permet d'atteindre une masse critique de consommation suffisante pour utiliser des technologies de conversion à haut rendement, et pour considérer plusieurs options technologiques [4]. De plus, la mise en place de réseaux de chaleur / froid permet aussi de valoriser d'éventuelles surplus énergétiques produits dans le quartier.
 - Elle facilite la mise en place de transport publics en augmentant le nombre de clients potentiels.
 - Elle évite l'étalement urbain et péri-urbain en diminuant la consommation de sol par habitant.
- Le choix d'imposer plusieurs affectations à un quartier (habitat, emploi, commerce, école, etc.) répond à une volonté d'offrir des services de proximité aux habitants afin d'éviter de multiples déplacements en voiture (pendulaires). Cette diminution des déplacements entraîne d'une part une diminution des émissions de CO₂ et d'autre part une amélioration de la qualité de vie des habitants. D'un point de vue énergétique, une multi affectation des bâtiments d'un quartier peut entraîner des synergies entre acteurs, permettant de minimiser les consommations de ressources pour des services énergétiques équivalents.
- Le quartier représente l'échelle d'identification sociale des habitants. L'excellence des performances énergétiques d'un quartier passe quasi nécessairement aussi par une mobilisation des acteurs présents dans le quartier (habitants, commerçants, travailleurs, etc.). La « culture» de quartier peut ainsi augmenter l'impact des campagnes de communications qui visent à faire changer de comportement les habitants (employés) d'un quartier.

Ainsi, d'un point de vue énergétique, le quartier peut être utilisé comme échelle de référence. En effet, les projets urbains sont pensés à l'échelle des quartiers, le quartier est un échelle sociale efficace pour diffuser une culture durable et économique en énergie, et un usage multiple (habitat, commerce emploi) des bâtiments dans un périmètre restreint peut induire de multiples impacts positifs sur l'environnement.

Toutefois, une planification énergétique urbaine performante exige de placer le quartier analysé dans son contexte national, régional, local et géographique (zone). En effet, le cadre réglementaire, les acteurs énergétiques locaux et les ressources disponibles dans une zone urbaine peuvent avoir une influence majeure sur le design du système : Un quartier « zéro émission de CO₂ » alimenté uniquement par de la biomasse n'est pas la solution optimale, s'il est situé à proximité d'une industrie nécessitant de l'énergie et de l'eau pour refroidir ses rejets thermiques. Ainsi, les différentes échelles - municipalité, zone et quartier - doivent être analysées selon une méthode intégrée, afin de tenir compte de leurs facteurs respectifs (Cf. Fig. 1) qui peuvent influencer la planification énergétique du quartier.

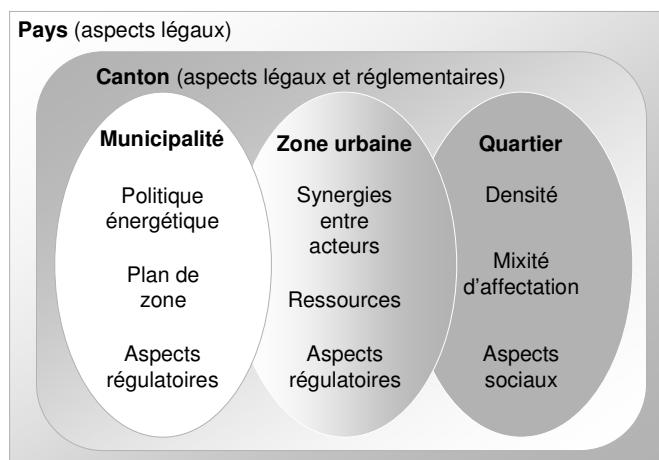


Fig.1 : Echelles de référence et facteurs associés [5]

Problème du langage commun ; Elaboration d'une structure de données

L'utilisation d'un outil standardisé par les villes et les bureaux de planification implique en premier lieu le développement et l'acceptation d'un langage commun. Cette étape de définition du langage sera concrétisée par le développement d'un modèle de données, à même de structurer l'information pertinente pour les systèmes énergétiques urbains. Il s'agira d'une part de définir les données nécessaires au calcul des performances de scénarios énergétiques (input), et d'autre part de déterminer les indicateurs de performances souhaités (output). Une première structure de données, qui pourra être utilisée comme base de discussion lors des séances du groupe de travail, a été réalisée.

En particulier, les données en input concernant les sources (ressources et producteurs), les réseaux et les consommateurs seront structurées selon les catégories suivantes :

- géolocalisation : coordonnées, dimensions, design de réseau, aménagement, etc.;
- énergie : puissance, profil de charge, bilan, niveaux de température, vecteur, équipement, etc.;
- économie : tarifs énergétiques, constructions, infrastructures, équipements, business models, etc.;
- réglementaire : contraignante (cadre légal, MoPECs et règlements communaux), volontaristes (subventions, labels et standards, modèles d'exonérations, etc.).

En output, les catégories d'indicateurs prévues sont les suivantes :

- énergie : consommations (primaire et finale), rendements, rejets, etc.;
- économie : coûts globaux sur les cycles de vie, répartition des coûts, subventions, etc.
- environnement : bilans de gaz à effet de serre et autres polluants, consommation du sol, etc.

Mise en place des structures organisationnelles du projet et des premières collaboration villes-académies

Suite à l'entrée en vigueur des contrats liant les partenaires, le projet sera officiellement lancé, lors de la première séance du Groupe d'accompagnement, au sein duquel seront représentés les élus des Villes, des représentants de l'OFEN et de l'industrie gazière, ainsi que les professeurs responsables du projet pour la communauté de recherche. Cette séance sera de plus l'occasion d'organiser une conférence de presse visant à mettre en valeur, d'une part, le partenariat exceptionnel de quatre villes Suisse, de l'industrie gazière et du monde la recherche, et d'autre part, l'ambition et l'innovation du projet MEU.

En vue de préparer cette première réunion du Groupe d'accompagnement, il a été décidé d'organiser une première séance du Groupe de travail, visant à :

- mettre en contact les acteurs qui seront appelés à travailler au sein du projet;
- mettre en relation les attentes des villes et les compétences des partenaires académiques impliqués, dans une perspective bottom-up;
- instruire les premières collaborations et organiser les premières activités du projet.

Il résultera de cette réunion, d'une part, un document qui sera présenté lors de la première réunion du Groupe d'accompagnement, et d'autre part, la définition des partenariats villes – institutions qui permettront de concrétiser les premiers projets urbains.

La base de données des contacts, explicitant les membres de chacun des groupes énoncés, figure en Annexe 1.

Collaboration nationale

Le projet MEU est par définition un projet de collaboration, vu son ambition de réunir dans une communauté de recherche, des Villes, des industriels et des chercheurs.

Les premières collaborations ont été initiées lors des séances tenues avec les villes de La Chaux-de-Fonds, Lausanne, Martigny et Neuchâtel. Ces séances ont permis de faire un premier état des lieux des projets énergétiques urbains qui vont être traités dans le cadre du projet MEU.

Le stade de définition de ces projets urbains n'est pas suffisamment avancé pour être rapporté actuellement. Il paraît toutefois intéressant de préciser quelles sont les problématiques globales, spécifiques à chacun des villes partenaires :

- La Chaux-de-Fonds : La situation de la Ville de la Chaux-de-Fonds est particulière, du fait de son histoire et de son ambition à être classée au patrimoine mondiale de l'UNESCO. De ce fait, le projet MEU doit permettre aux autorités locales de mettre en œuvre des mesures d'économies d'énergie à l'échelle de quartier, en minimisant l'impact visuel de ces modifications.
- Lausanne : La Ville de Lausanne vit actuellement une complète « Métamorphose ». Dans le cadre du projet urbain du même nom, la ville ambitionne de réhabiliter l'ancien secteur du stade de la Pontaise, en écoquartier. Le projet MEU devra permettre de caractériser des scénarios de systèmes énergétiques – demande et approvisionnement -, visant à optimiser les performances énergétiques (quartier passif) et à minimiser les émissions de CO₂ (quartier neutre en CO₂)
- Martigny : La Ville de Martigny possède depuis plus de 20 ans un plan directeur des énergies, qui délimite quels sont les réseaux énergétiques urbains qui alimentent les différentes zones de la Ville. Martigny souhaite lancer en 2009 une campagne d'efficacité énergétique sur son territoire, afin de densifier au centre ville la distribution d'énergie thermique renouvelable et produite avec une haute efficacité. Le projet MEU sera utilisé pour caractériser les performances des différents scénarios énergétiques envisagées, et montrer la diminution d'impact environnemental liée à l'utilisation de réseaux multi-énergies

- Neuchâtel : La Ville de Neuchâtel participant actuellement à un projet concerto, financé en partie par l'Union Européenne : HOLISTIC, réduction de la consommation énergétique dans un quartier de la Ville. Le projet développé s'étend dans un quartier qui réunit 4000 habitants. L'objectif du projet est d'économiser (15%) d'énergie fossile destinée au chauffage et d'augmenter de 8.5 GWh la production d'électricité renouvelable d'ici 2012. Le projet MEU sera dans ce cadre utilisé pour évaluer, en plus de mesures actuellement prévues, les opportunités et les performances d'un déploiement de réseau multi-énergie alimentés par des énergies renouvelables et/ou des technologies à haute efficacité (CCF, etc.).

Collaboration internationale

Le projet MEU a été présenté lors du dernier échange d'expérience réalisé dans le cadre du projet Interreg III A REVE Jura-Léman : Réseau de villes pour un politique de l'énergie durable dans l'arc jurassien et le bassin lémanique [6].

Un nouveau projet de collaboration transfrontalière (France – Suisse) dans le domaine de l'énergie est actuellement en cours de montage : Rêve d'Avenir. Vu l'intérêt marqué par les collectivités pour la thématique traitée par le projet MEU, un pôle d'intérêt « Planification des systèmes énergétiques urbains », alimenté par les résultats du projet MEU, devrait en principe être mis en place dans Rêve d'avenir.

Les premiers résultats du projet ont été présentés lors du colloque international :« Projets de quartiers durables, de l'intention à la réalisation ». Ce colloque a été organisé par l'Institut de géographie de l'Université de Lausanne (IGUL), du 4 au 5 septembre 2008.

L'approche promue par le projet MEU a été présentée lors du « 9^{ème} Beijing International Business festival », dans le cadre du « Forum sur le développement durable des quartiers d'affaires », tenu le 16 octobre 2008 à Beijing.

Évaluation de l'année 2008 et perspectives pour 2009

Les travaux réalisés durant les premiers mois du projet MEU ont principalement consisté à mettre en place opérationnellement l'organisation et la planification du projet. L'objectif était de réunir le groupe de travail courant 2008, objectif non réalisé vu les délais prolongés de signature des contrats de collaboration avec les villes.

Toutefois, les divers contacts entretenus en continu avec les partenaires du projet MEU ont permis d'identifier les projets urbains et objectifs de chacune des quatre villes partenaires. Les collaborations ville – instituts pour l'année 2009 sont ainsi prédéfinies et seront formalisées en janvier prochain.

D'un point de vue scientifique, la réflexion au sujet des données pertinentes à utiliser pour favoriser une planification territoriale tenant compte des aspects environnementaux a été lancée. Les premiers résultats ont été présentés d'une part lors du colloque internationale « Quartiers durable, de l'intention à la réalisation », et d'autre part lors d'un séminaire interne de la Chaire de Management des industries de réseau (MIR) de l'EPFL. Ces premières confrontations des résultats ont soulevé la difficulté de réaliser une structure de données qui satisfasse la majorité des acteurs, de même que l'importance primordiale de fixer des limites claires au système et une priorité sur les thèmes à traiter (performances énergétiques, utilisation du sol, etc.).

Concernant les travaux prévus pour l'année 2009 :

L'objectif principal assigné aux travaux prévus pour l'année 2009 consiste à développer, en partenariat avec les villes et industries impliquées, un modèle de données unifié et accepté, qui sera utilisé par la suite comme base pour le développement de la méthode.

Les travaux scientifiques se concentreront sur:

- Un état de l'art du cadre légal et règlementaire suisse et de son interfaçage méthodologique
- Un état de l'art concernant les modèles de données existants (académiques et dans les villes)
- Un état de l'art des différents modèles de simulation numérique existants.
- Le développement du modèle de donnée

Dans l'objectif de conforter la démarche bottom-up mise en place pour le projet, les résultats scientifiques seront testés sur le terrain, au travers de travaux de Bachelor / Master réalisés sur les projets concrets mis en place par les villes et par l'industrie gazière.

Références

- [1] **Plan d'action pour l'efficacité énergétique (2007-2012)**, Commission Européenne, (2007), COM(2006) 545 final, Journal officiel C 78 du 11 avril 2007
- [2] **Charte de Leipzig sur la ville européenne durable**, Commission Européenne (2007),
- [3] Magnin G. : **Ville et énergie. De quoi parle-t-on ?**, Actes du Colloque « Ville, énergie et environnement », Beyrouth (Liban), 17 – 19 septembre 2001.
- [4] Cherix G., Weber C., Maréchal F., Capezzali M. : **Intégration optimale des couplages chaleur-force dans les systèmes urbains**, Bulletin SEV/AES, 9/2007, pp 27-32
- [5] Cherix G., Capezzali M. : **Concept innovant de management et de planification des systèmes énergétiques en zones urbaines**, Acte du Colloque « Quartier durable, de l'intention à la réalisation », Université de Lausanne, IGUL, 4-5 septembre 2008
- [6] www.reve-jura-leman.org

Annexes

- [7] **Base de données des partenaires du projet MEU et de leur appartenance au groupe d'accompagnement et au groupe de travail.**