

Prospective créative énergie habitat territoires. Rapport de synthèse

Olivier Baverel, Gilles Debizet, Stéphane Ploix

▶ **To cite this version:**

Olivier Baverel, Gilles Debizet, Stéphane Ploix. Prospective créative énergie habitat territoires. Rapport de synthèse. [Rapport de recherche] Université de Grenoble; Grenoble INP; ENS Architecture Grenoble. 2014. halshs-01070206

HAL Id: halshs-01070206
https://shs.hal.science/halshs-01070206

Submitted on 15 Oct 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PROSPECTIVE CRÉATIVE ÉNERGIE HABITAT TERRITOIRES

Rapport de synthèse

Le 2 octobre 2014

Auteurs	Gilles Debizet (Université Grenoble1 – PACTE) Stéphane Ploix (Grenoble INP – GSCOP) Olivier Baverel (ENSAG)
Référence biblio	Atelier de prospective créative énergie habitat territoires, Rapport de synthèse ARC Energie 4 Région Rhône-Alpes, octobre 2014, 46p.
Téléchargeable	http://www.arc4-energies.rhonealpes.fr/partenariats/atelier-pceht/

INTRODUCTION **3**

1. ELABORATION DES FICHES-PROJETS **4**

1.1. OBJECTIFS DE L'ATELIER PCEHT 4

1.2. MÉTHODE D'ÉLABORATION 4

Première phase : écouter et partager les questionnements *4*

Séance 1 : Usages et pratiques dans l'habitat, 25 janvier 2013 à l'Institut de Géographie Alpine *4*

Séance 2 : Production décentralisée d'énergie en milieu urbain, le 27 mars 2013 à l'INP-Grenoble *5*

Séance 3 : Rencontre, à l'échelle du quartier et de la ville, entre l'offre et la demande, le 16 avril 2013 à l'ENSAG *5*

Deuxième phase : identifier des questions nécessitant des réponses combinées SHS, SPI et architectes. *5*

Troisième phase : rédaction collaborative des fiches-projets. *5*

2. INTRODUCTION DE L'ATELIER DU 4 AVRIL 2014 ..... **6**

2.1. MOT D'ACCUEIL 6

2.2. CONTEXTE ET OBJECTIFS 8

2.3. DÉFIS DE L'INTERDISCIPLINARITÉ 9

3. FICHES PROJETS ET RETOURS LORS DE L'ATELIER DU 4 AVRIL 2014 ..... **13**

3.1. FICHE « COORDINATION DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES DANS LES ESPACES URBANISÉS » 13

3.2. RETOURS ATELIER 4 AVRIL « COORDINATION DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES DANS LES ESPACES URBANISÉS » 18

3.3. FICHE « NOUVEAUX SERVICES POUR LE SECTEUR DU BÂTIMENT » 21

3.4. RETOURS ATELIER 4 AVRIL « NOUVEAUX SERVICES POUR LE SECTEUR DU BÂTIMENT » 25

3.5. FICHE « RÉSILIENCE DES BÂTIMENTS ET DES RÉSEAUX DU TERRITOIRE » 27

3.6. RETOURS ATELIER 4 AVRIL « RÉSILIENCE DES BÂTIMENTS ET DES RÉSEAUX DU TERRITOIRE » 32

3.7. FICHE « CONCEPTION COLLABORATIVE CENTRÉE UTILISATEUR » 34

3.8. RETOURS ATELIER 4 AVRIL « CONCEPTION COLLABORATIVE CENTRÉE UTILISATEUR » 37

3.9. FICHE « GÉNÉRALISATION DES INNOVATIONS » 40

SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES **43**

Quels enseignements et quelles perspectives pour la recherche rhônalpines ? *43*

Enseignements de l'atelier *43*

Perspectives pour la recherche rhônalpines *44*

Introduction

Plus de 40% de l'énergie française est consommée dans les bâtiments résidentiels et tertiaires. Les bâtiments et plus globalement les villes assureront une part croissante de la production d'énergie. Le développement des énergies renouvelables intermittentes renforcera les problèmes d'ajustement temporel et spatial entre l'offre et la demande et la valeur du stockage de l'énergie. Les réseaux d'énergie sont aussi appelés à des évolutions substantielles mais variables selon les territoires. La transition énergétique s'effectuera autant par des évolutions conjointes des pratiques et des avancées technologiques que des transformations organisationnelles et territoriales.

Avec le soutien de l'ARC Energies de la région Rhône-Alpes et pour répondre aux enjeux sociétaux de la transition énergétique, des chercheurs en Sciences Humaines et Sociales, en Sciences pour l'Ingénieur et en Architecture ont collaboré depuis 2013 dans le cadre de la démarche «Prospective Créative Énergie Habitat Territoires», afin d'identifier des thèmes de recherche interdisciplinaires à l'échelle de l'habitat et de la ville.

Au cours de l'année 2013, six séances de travail interdisciplinaires ont été menées – rassemblant des chercheurs rhônalpins en Sciences Humaines et Sociales (SHS), en Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) et en Architecture - dont les résultats ont été rassemblés sous forme de 5 « fiches projets » décrivant de possibles projets de recherche interdisciplinaires produisant des connaissances et des méthodes pour les acteurs de l'énergie dans l'habitat et les territoires.

Le vendredi 4 avril 2014, une soixantaine de participants d'horizons divers - recherche, industrie, services, maîtrise d'œuvre et d'ouvrage et collectivités - se sont réunis à Grenoble à l'occasion de l' « Atelier Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires », dans l'objectif de partager et d'enrichir les axes de recherche interdisciplinaires préalablement identifiés. Les participants ont travaillé en sous-groupes sur chacun des axes de recherche, puis huit « grands témoins » ont livré en séance plénière les retours des ateliers en sous-groupes.

Le présent document présente

- l'élaboration des fiches-projets au cours des six séances de travail menées en 2013
- l'introduction de l'atelier du 4 avril 2014 : contexte, historique ...
- les 5 fiches-projets avec les synthèses des huit grands témoins
- les principaux enseignements et les perspectives au niveau du site grenoblois

Les 5 fiches-projets portent sur :

Coordination des systèmes énergétiques dans les espaces urbanisés

Nouveaux services pour le secteur du bâtiment

Résilience des bâtiments, des réseaux et du territoire

Conception collaborative centrée utilisateur

Généralisation des innovations

1. Elaboration des fiches-projets

1.1. Objectifs de l'atelier PCEHT

L'atelier PCEHT consistait à élaborer des pistes de recherche interdisciplinaires associant des chercheurs en ingénierie (SPI), en architecture et en sciences humaines et sociales (SHS) sur la thématique de l'énergie dans l'habitat et les territoires.

Il visait aussi trois objectifs pour les communautés scientifiques concernées par la thématique à l'échelle du sillon alpin voire de la région Rhône-Alpes.
- développer des relations interpersonnelles entre des chercheurs

- améliorer l'intercompréhension entre disciplines

- esquisser des méthodes de recherche interdisciplinaires ad hoc en.

1.2. Méthode d'élaboration

Les fiches ont été élaborées par les participants de l'atelier en trois phases successives :

- écoute et partage de questionnements,

- identification des questions nécessitant des réponses combinant SPI, SHS et architecture,

- rédaction collaborative des fiches-projets.

Première phase : écouter et partager les questionnements

Au cours de trois séances (cf. infra), des chercheurs et des praticiens ont exposés comment était appréhendée la transition énergétique dans leur domaine d'activité en insistant sur les questions de collaborations entre les expertises impliquées dans les projets d'habitat ou de territoire.

Les participants de l'atelier ont ensuite projeté leurs propres questionnements scientifiques sur les questions soulevées par les conférenciers. Un travail de recollement transversal a ensuite été mené par un sociologue des sciences et technologies.

Séance 1 : Usages et pratiques dans l'habitat, 25 janvier 2013 à l'Institut de Géographie Alpine

- « Prises de décision relatives à l'énergie dans les ménages français », par Hélène Subremon (UMR LATTS SHS)
- « Comment vivent les habitants dans un bâtiment passif ? » par Vincent Rigassi (Architecte et ENSAG)

Séance 2 : Production décentralisée d'énergie en milieu urbain, le 27 mars 2013 à l'INP-Grenoble

- « Production décentralisée en milieu rural et urbain : aspect politique », par Etienne Masson (Directeur AGEDEN)
- « Production d'énergie solaire thermique en contexte urbain », par Philippe Papillon (INES)
- « Collecte d'énergie gratuite en contexte urbain », par Thierry Rampillon (Architecte agence CREON, projet De Bonne Energie)

Séance 3 : Rencontre, à l'échelle du quartier et de la ville, entre l'offre et la demande, le 16 avril 2013 à l'ENSAG

- « Le SmartGrid est-il l'avenir du système électrique? », par Christophe Kieny (chargé de mission Tenerrdis & directeur adjoint du GIE IDEA)
- « Adaptabilité des réseaux de chaleur urbains aux enjeux Climat Energie », par Renaud Bouvier (CCIAG – Responsable Commercial Résidentiel, Direction du Développement et du Service Clients)
- « Coordination de l'énergie dans les projets de urbains et immobiliers », par Gilles Debizet (enseignant-chercheur, UJF et UMR PACTE)

Deuxième phase : identifier des questions nécessitant des réponses combinées SHS, SPI et architectes.

Partant du recollement des questionnements, les coorganisateurs ont identifiés trois façons d'entrer dans les sujets : par les enjeux, par les objets techniques et par les terrains : réseaux, bâtiments et territoires pour faire très simple. Au cours de la quatrième séance, des remue-méninges ont été organisés selon les trois entrées afin d'identifier les principaux pôles d'agglomération des questionnements. Sept pôles ont alors été identifiées : chacun susceptible d'être un programme de R&D ; les questionnements élémentaires devenant des sujets de projet de recherche (doctorat, projet ANR ...).

Les co-organisateurs ont élaboré une fiche type spécifiant les deux niveaux : programme et projet et ont fusionné deux pôles très imbriqués l'un l'autre. Les fiches ont commencé à être remplies au cours de la cinquième séance.

Troisième phase : rédaction collaborative des fiches-projets.

Les fiches ont été complétées par les coorganisateurs de l'atelier puis amendées par les co-auteurs en s'appuyant sur les outils numériques. Le contenu a été validé collectivement lors d'une sixième séance. Une consultante en innovation, Christine THOMAS a harmonisé les fiches et éventuellement demandé des clarifications aux auteurs.

Quatre fiches thématiques (cf. supra) ont été produites ainsi qu'une fiche transversale « Généralisation des innovations ». En effet, il ne suffit pas de produire des connaissances et ou de développer des méthodes innovantes. Des recherches interdisciplinaires pourraient/devraient aussi porter sur l'aptitude de ses connaissances ou méthodes à être diffusées, c'est-à-dire appropriées et adoptées par les utilisateurs visés.

2. Introduction de l'atelier du 4 avril 2014

2.1. Mot d'accueil

Daniel Bellet – ARC 4 Energies, Intervention à l'occasion de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

L'ARC Energie est la communauté de recherche académique « Energie » de la région Rhône-Alpes. La région a décidé, il y a déjà quelques années, de mobiliser ses moyens au travers des ARC qui correspondent à des enjeux sociétaux importants. Il y a huit ARC dans la région Rhône-Alpes : sur la santé, sur l'environnement, etc., et un sur l'énergie… qui nous réunit aujourd'hui. Les moyens attribués aux ARC sont des moyens notamment en termes d'allocation de bourses de recherche. Une centaine d'allocation doctorale de recherche sont allouées répartie entre les huit ARC chaque année, sachant que les ARC sont vraiment des structure sans murs qui acceptent absolument tous les laboratoires, toutes les entités qui travaillent en tant qu'universitaires ou laboratoires ou industriels, dans la thématique qui est celle de l'ARC. Et puis, nous disposons aussi d'argent pour faire des actions d'animations scientifiques et qui a permis, par exemple à l'ARC ENERGIE de contribuer financièrement à l'organisation de cette demi-journée.

Au moins 2 500 chercheurs travaillent directement sur l'énergie dans la région Rhône-Alpes. L'ARC ENERGIE -ARC4- porte la maîtrise des énergies des matières premières, des énergies renouvelables, des matériaux pour l'énergie et les réseaux… L'axe transverse de l'ARC ENERGIE : c'est le bâtiment, dans le cœur de la thématique qui nous réunit cet après-midi.

Au niveau de la région Rhône-Alpes, pas mal de choses se construisent en ce moment, notamment au niveau de l'AURA, l'Alliance Universitaire de la région Rhône-Alpes, qui essaie de faire en sorte que la région Rhône-Alpes, comme toutes les régions, soit plus dynamique, plus performante, ne serait-ce que pour s'inscrire dans les projets européens. La Stratégie de Recherche et d'Innovation vise à structurer la recherche sur les points forts de la région Rhône-Alpes pour, notamment, devenir une région efficace en termes d'appels à projets européens. Cette SRI définit des Domaines de Spécialités Intelligentes, les DSI au nombre de sept au niveau de la région Rhône-Alpes, dont deux qui nous intéressent particulièrement : un sur les réseaux et stockage énergétiques et un autre sur le bâtiment intelligent à haute efficacité énergétique. Au niveau régional, le nombre d'emplois liés directement à l'énergie approche les 100 000, et au bâtiment 125 000. Donc, les enjeux sont importants pour la région Rhône-Alpes.

Au niveau de l'ARC, nous faisons de l'animation et essayons de structurer la recherche. Et, le côté pluridisciplinaire est vraiment quelque chose que nous encourageons et ce n'est pas forcément facile. Donc, l'idée des organisateurs de faire cet atelier nous semblait très pertinente et nous avions vraiment envie de les aider financièrement. L'un des objectifs de l'atelier, vous le verrez tout à l'heure, est de proposer des pistes de recherche associant les sciences humaines et sociales, les sciences pour l'ingénieur et l'architecture. C'est vraiment une ambition très intéressante. J'espère que vous pourrez profiter pleinement et contribuer à ces ateliers. C'est vraiment bien que des grands témoins soient invités, avec des casquettes différentes, en tant qu'ingénieurs, en tant qu'architectes… d'un institut régional, etc. Les enjeux sont extrêmement forts. On a des enjeux sociétaux qui sont évidents, des enjeux scientifiques qui sont évidents, technologiques, économiques, écologiques. Les

Grenoblois et je pense les Rhônalpins sont de plus en plus conscients des problèmes écologiques, avec des enjeux très importants. Je voudrais juste en conclusion dire que l'ARC ENERGIE était sollicité pour aider financièrement l'organisation de ces ateliers. Ils n'ont eu aucun de mal à nous convaincre que c'était une bonne idée, qu'il fallait absolument les aider et je vous souhaite à tous un bon après-midi dans les ateliers.

2.2. Contexte et objectifs

Olivier Baverel, Gilles Debizet, Stéphane Ploix

Intervention à l'occasion de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

L'atelier d'aujourd'hui constitue une étape entre le travail que nous avons mené depuis un an et demi et la publication de fiches programmatiques, des fiches qui présentent des pistes de projets de recherche interdisciplinaires. Les résultats qui vous seront présentés résultent de six séances de travail de l'atelier de Prospective Créative Energie Habitat Territoires : elles ont réuni près d'une trentaine de chercheurs et de praticiens en ingénierie, architecture et sciences humaines et sociales. Nous souhaitons que vous les discutiez : les complétiez ou les remettiez en question au cours des ateliers de cet après-midi. Ces fiches ouvrent des perspectives de recherche, c'est pourquoi elle sera conclue par les vice-présidents recherche des trois institutions auxquelles les organisateurs sont rattachés.

L'atelier PCEHT visait trois objectifs 1) développer des relations interpersonnelles entre des chercheurs, 2) améliorer l'intercompréhension entre disciplines 3) esquisser des méthodes de recherche interdisciplinaires ad hoc en.

Cet atelier se nourrit du terreau grenoblois, c'est-à-dire de multiples lieux d'échanges et de discussions scientifiques. Il s'agit bien sûr de l'ARC Energie dont Daniel BELLET vient de parler. Il puise aussi ses sources dans une initiative portée par l'UPMF et plus particulièrement la SFR Innovacs : le réseau SEED initié par Patrick CRIQUI et Nicole MERMILLIOD du CEA a initié les premières rencontres en 2011-12, le Labex AE&CC de l'école d'architecture a favorisé des échanges interdisciplinaires entre ingénierie et aménageurs, enfin, l'atelier a bénéficié de réflexions internes à Grenoble INP relatives à la structuration de sa recherche sur l'énergie. Depuis plusieurs années, des projets de recherche du site grenoblois ont associé les sciences de l'ingénieur avec les SHS, ou l'architecture avec les SHS. N'oublions pas non plus que les équipes pédagogiques des formations constituent de formidables lieux de rencontre. Cela concerne de nombreux domaines dans les établissements d'enseignement supérieur grenoblois, Grenoble INP, l'UJF, l'Ecole d'architecture, l'UPMF avec une mention spéciale pour le projet d'un master sur l'architecture, l'ingénierie et l'aménagement post-carbone qui réunit les coorganisateurs de l'atelier.

Au niveau national, les réflexions sur l'énergie ont été portées par deux grandes alliances nationales d'organismes de recherches. L'alliance ANCRE rassemble le CEA, la Conférence des Présidents d'Universités, le CNRS et l'IFPEN : une dizaine de groupes de travail thématiques alimentent ainsi une feuille de route nationale sur la recherche technologique en énergie. L'alliance ATHENA mobilise les sciences sociales, de grands organismes de recherche et de l'enseignement supérieur et a rédigé une feuille de route sur l'énergie.

Vous savez tous qu'il y a une demande croissante de la part des commanditaires de la recherche pour associer les SHS aux sciences technologiques. Cependant, monter des projets interdisciplinaires dans les délais des appels à projets s'avère infructueux .parce que nous avons des cultures et des méthodes différentes. Le potentiel de recherche rhônalpin est énorme. D'abord et surtout du côté des technologies de l'énergie, pas moins de 1 500 chercheurs travaillent dans le sillon alpin. Certes, il est bien plus faible en sciences humaines et sociales et en architecture : une vingtaine ont l'énergie comme objet de recherche, cependant un nombre substantiel de chercheurs de ces disciplines peuvent potentiellement participer à des recherches interdisciplinaires sur l'énergie. Notre ambition est de montrer des pistes de recherche à ces chercheurs comme aux alliances programmatiques de la recherche.

Il s'agit d'un début. Nous n'avons pas la prétention de couvrir tous les champs du sujet et nous espérons qu'il y aura d'autres chantiers à ouvrir pour développer des collaborations sur l'énergie entre les communautés scientifiques.

Nous avons en effet progressé sur plusieurs points. Pour arriver à discuter ensemble, il nous a fallu mettre ponctuellement de côté nos méthodes et notre regard disciplinaire spécifique : notre vocabulaire commun se base sur des problématiques sociétales et sur celui que les praticiens

partagent. Les questionnements ont été formulés de façon plus générique, avec moins de précisions que ne l'exige une discipline pour permettre le dialogue. Ce dialogue entre disciplines a déjà porté ses fruits : des succès ont été enregistrés à l'ARC et l'ANR.

Revers de la médaille, l'organisation de cet atelier fut chronophage. Nous avons passé beaucoup plus de temps que prévu, même si nous avons été aidés par deux prestataires, Christine THOMAS et Antoine DORÉ. La question du temps se posait aussi aux participants : leur mobilisation a varié au cours des séances. Les chercheurs dont la carrière est suffisamment avancée pour être capable de porter de projets ANR ou HORIZON 2020 d'envergure ont eu du mal à assister à toutes les séances. Il est vrai que ceux qui travaillent sur l'énergie sont déjà très chargés, nous le vivons pour nous-mêmes. Cela soulève une question essentielle pour la suite : comment rendre l'interdisciplinarité moins chronophage au stade du montage du projet ?

Si, seuls les piliers du groupe menaient les projets de recherches évoquées aujourd'hui, leurs plans de charge seraient saturés pour les trente prochaines années. C'est impossible. La publication des pistes de recherche et des réactions de grands témoins vise à élargir le nombre de chercheurs s'impliquant dans des projets interdisciplinaires et accélérer le débroussaillage méthodologique que nécessite des projets de recherche pluri et interdisciplinaire.

Et vous tous, cet après-midi, vous allez contribuer en atelier puis avec les grands témoins à éclairer leur pertinence et leur faisabilité. Nous vous en remercions par avance.

2.3. Défis de l'interdisciplinarité

François Ménard (Pôle urbanisme construction architecture – PUCA - Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature)

Extraits de l'intervention « Défis de l'interdisciplinarité » à l'occasion de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

Les défis de l'interdisciplinarité dans le domaine de l'énergie, de l'habitat, des réseaux et des territoires, peuvent s'entendre de deux manières : l'interdisciplinarité comme défi à relever - cette interdisciplinarité ne va pas de soi, elle nous oblige à sortir de nos champs disciplinaires d'origine pour dialoguer avec d'autres disciplines - mais aussi les défis sociétaux que l'interdisciplinarité permet d'identifier, de mettre au jour, autrement dit des défis qu'aucune discipline n'aurait pu percevoir seule ni définir comme tels, et qui n'auraient donc pas été travaillés. ..

Pour développer mon propos, je prendrai appui sur la démarche que nous avons engagée au PUCA à travers le programme de recherche BEPOS Smart Grid territoires et habitants, programme relativement modeste dans ses moyens, mais ambitieux par ses questionnements, tant et si bien qu'à force d'ouvrir des portes, nous nous sommes retrouvés avec un cahier des charges de 18 à 20 pages qui pouvait intéresser un peu toutes les disciplines. C'est à partir de cette démarche que je vais essayer de tirer un certain nombre de fils sur les défis de l'interdisciplinarité sous les deux types que je viens d'évoquer.

Smart Grid BEPOS territoires et habitants est un intitulé qui était programmatique à défaut de constituer une problématique en tant que telle. Programmatique dans la mesure où, énoncé de la sorte, il signifiait qu'il ne s'agissait pas de susciter des projets portant un objet ou des procédés considérés d'un point de vue technique pour leurs qualités ou leurs performances (un bâtiment, un système de chauffage, une architecture de réseau ou l'intégration du photovoltaïque sur une façade végétalisée…). Il ne s'agissait pas de travailler sur des processus sociaux, le changement des comportements à l'égard de l'énergie, la précarisation énergétique des ménages… On n'allait pas travailler non plus sur des espaces au devenir justifiable d'un diagnostic, d'un travail de conception, d'un projet urbain. Enfin, on n'allait pas travailler non plus sur des mécanismes strictement économiques (la rentabilité, des réseaux de chaleur dès lors qu'on donne une priorité à l'électricité, le retour sur investissement des dispositifs d'effacement, le bénéfice socio-économique global des Smart Grid, etc). Donc, on n'entendait pas travailler ou susciter des projets sur chacun

de ces objets, mais sur une relation, sur des rapports, sur des interactions dont on ne savait pas si ce qui les déterminait était d'ordre technique, d'ordre social (un social élargi à l'économie voire même aux objets, dans une perspective un peu Latourienne), ou d'ordre spatial (les agencements spatiaux, leurs échelles, leurs métriques, leurs fonctionnalités).

Donc, problèmes, difficultés, défis puisqu'à travers ce type d'approche on passe d'une interdisciplinarité de premier ordre à une interdisciplinarité de second ordre. Cette formule mérite quelques explications.

Ce que j'appelle une interdisciplinarité de premier ordre, c'est une interdisciplinarité où l'on vient incorporer une discipline extérieure au champ de questionnements d'un objet qui au départ était traité par un autre champ disciplinaire qui l'avait en quelque sorte construit en tant qu'objet. Un dispositif technique peut être étudié par les sciences sociales, il peut être étudié pour en comprendre l'histoire, les évolutions, la forme d'humanité dont les objets techniques sont dépositaires dans une perspective un peu Simondienne, mais aussi de façon un peu plus critique ou pour montrer que ce qui les détermine n'est pas une rationalité purement technique, mais des intentions, des stratégies, des rapports entre acteurs. Symétriquement, des réseaux sociaux par exemple peuvent être éligibles à une analyse en termes de morphogenèse, à l'aide d'algorithmes ou de modèles mathématiques dont certains ont pu être éprouvés en physique ou en biologie. Je ne développe pas plus ici, car cette forme d'interdisciplinarité appellerait de nombreux commentaires qui nous éloigneraient.

Là, je parle d'une interdisciplinarité de second ordre parce que l'objet lui-même se donne à voir sous des catégories changeantes. Quand je parle de réseaux intelligents par exemple, je peux désigner un réseau de distribution d'énergie qui incorpore des fonctionnalités issues des technologies de l'information et de la communication et donc qui va s'optimiser en temps réel ou selon un pas de temps relativement réduit, ou je peux le voir comme une forme d'intelligence collective faite réseau dans ce que dessine plutôt que ne décrit d'ailleurs Jeremy RIFKIN dans la troisième révolution industrielle. De la même manière, la maille locale pour l'énergéticien ne sera pas la même que pour l'urbaniste. Il ne s'agit donc pas de partir d'un objet qui aurait été circonscrit dans un cadre disciplinaire pour l'interroger à partir d'une autre discipline, mais d'appréhender de façon commune, coopérative ou partagée, des objets qui peuvent être caractérisés de façon complètement différente selon d'où l'on parle, selon l'intérêt de connaissance qu'on en a. L'enjeu peut être alors de revenir à la question ou au motif premier : on met ces entités - smart grid, territoires, bâtiments - en relation, mais pour quel motif ? Il y a une commande publique de réflexions sur des technologies émergentes, des politiques à mener, des coûts économiques, mais en matière de recherche la demande correspond plus à un creux, c'est-à-dire qu'on n'interroge ces entités-là ni directement à partir d'une politique, une réglementation à venir, un aménagement à concevoir, ni à partir d'un champ disciplinaire dont on aurait poursuivi les interrogations propres, la sociologie d'énergie qui va s'intéresser aux bâtiments et aux réseaux, mais à partir d'une zone floue aux frontières des uns et des autres, là où les enjeux et les argumentaires peuvent emprunter un champ disciplinaire ou un autre, où chacun peut venir disputer à l'autre la pertinence des termes par lesquels il traite la question. La recherche incitative n'aurait-elle pas alors pour objet de construire des questionnements de recherche de façon, précisément, à favoriser cette interdisciplinarité de second ordre non, pas pour elle-même, mais parce qu'elle coïncide avec l'indétermination propre aux émergences.

Bien. Mais une fois qu'on a dit cela que fait-on ? On court le risque d'aller vers des généralités qui peuvent paraître un peu abstraites ou creuses. Pour en revenir à l'exercice tel qu'il a été mené – et il ne s'agit nullement d'en faire un exemple – on en est resté à des approches un peu plus pragmatiques en matière de commandes ou de programmations de recherche tout en essayant de faire place à ce type de perspective. On n'a d'abord commencé par récuser toute approche qui serait mono-disciplinaire, monodimensionnelle ou mono-scalaire, inapte à rendre compte de la complexité introduite par la confrontation de différentes entités, inapte à produire un cadre d'intelligibilité intégrant les rationalités à l'œuvre dans chaque domaine. Il ne s'agissait pas pour autant de privilégier des approches pluridisciplinaires qui aurait consisté à appairer des sciences dures et des sciences sociales. Il y a une diffraction des savoirs qui traversent des champs qui paraissent constitués. Si vous prenez la physique des réseaux et la thermique des bâtiments, ça n'est pas la même chose. Selon qu'on arrive avec une approche assez classique des sciences de

l'ingénieur ou qu'on vient de la physique, on aura des lectures différentes. De la même manière dans les sciences sociales, entre la logique des usages et les stratégies entrepreneuriales, il y a des cadres d'analyse, des méthodologies et des systèmes de pensée différents.

Le risque toutefois, en se fondant sur ce type de considération est de concevoir l'interdisciplinarité comme une combinatoire générative mobilisant autant de discipline et de sous-disciplines que l'objet présente de facettes. Bien évidemment, aucun consortium de recherche aussi vaste soit-il, aucun programme aussi interdisciplinaire qu'il prétende être, ne pourrait y arriver… Et surtout je ne suis pas sûr que ça permettrait de traiter de façon intéressante ces questions-là puisqu'à un moment donné, pour rendre intelligible, il faut caractériser et simplifier. L'autre risque est celui d'une simple pluridisciplinarité ou d'une interdisciplinarité de façade qui s'épuiserait, et surtout, comme on l'a déjà constaté dans un certain nombre de programmes de recherche, les équipes construisent un alphabet commun, mais pour rester dans la métaphore, avec une langue au final assez pauvre et plutôt que l'interdisciplinarité on a de la non-disciplinarité, c'est-à-dire plutôt de la soustraction des cadres épistémologiques, cognitifs, méthodologiques de chacun, et au final des analyses qui restent très générales et qui chacune confrontée aux règles d'évaluation de son propre champ, sont finalement un peu décevantes.

Nous avons suggéré une autre approche consistant à accepter l'idée que les objets puissent faire l'objet d'un traitement, d'une approche par un champ disciplinaire dominant principal, mais à la condition qu'il soit mis à l'épreuve par la présence de chercheurs de disciplines autres qui vont introduire à côté du cadre de questionnement posé par la discipline principale la rationalité propre du questionnement de leur domaine « Mise à l'épreuve » ne signifie pas évaluer quoi que ce soit, mais introduire une rationalité externe en quelque sorte qui oblige chacun réinterroger ce qui allait de soi. Pour donner un exemple, on peut tout à fait avoir une approche de l'analyse des réseaux intelligents d'énergie issue des sciences de l'ingénieur qui va incorporer des chercheurs issus des sciences sociales qui, de façon intentionnelle dans le cadre d'une anthropologie non-réductionniste ou avec un autre référentiel théorique, iraient repérer où se trouve la connaissance dans le réseau en ne distinguant plus les machines des êtres humains, et du coup réinterroger la séparation du système technique nécessaire au cadre de pensée des sciences de l'ingénieur pour en avoir une approche élargie, plus féconde au sens où elle produirait une meilleure intelligibilité des processus à l'œuvre. Cette introduction opère comme une critique qui ne serait pas disqualificatrice, mais coopérative, par la proposition de façon parfois itérative, parfois sous d'autres formes, d'un élargissement, d'un déplacement, d'une réorientation.

Il y a un projet de ce type là en cours dans le programme BEPOS mais il peine à démarrer, ce qui nous conduit à nous interroger pour savoir si ces difficultés n'auraient pas un lien avec cette ambition (mais il est trop tôt pour le dire). La coopération peut prendre une autre tournure. La documentation, par des sociologues (rapport « instrumental », donc, d'un modèle d'effacement à partir d'une observation des usages domestiques de l'énergie, conduit à « dégrader » le modèle un peu idéal-rationnel et à le rendre plus réaliste, ce qui était bien l'objectif recherché, mais ce faisant, les résultats de ce travail réinterrogent la notion même d'usage en tant que pratique récurrente : ce qui était considéré comme stable se révèle labile et ce qui était considéré comme variable est malgré tout structuré. Le frottement des rationalités s'opère en deux temps : en considérant la tâche sous l'angle de l'usage (c'est-à-dire enchâssée dans des pratiques connexes et des représentations), la rationalité sociologique « oblige » les modélisateurs à revoir les modes de sa « dégradation ». Mais en cherchant à rendre les usages préhensibles par le modèle, les sociologues voient se modifier la ligne de partage en ce qu'ils pensaient le plus ancré, le plus rigide et le plus variable. C'est le cas, semble-t-il d'une des recherches en cours. Certes, ces deux cas de figures, en tout cas le second, l'interdisciplinarité demeure une interdisciplinarité de premier ordre mais son travail est rendu d'autant plus légitime que le cadre de la commande se rapprochait d'un interdisciplinarité de second ordre.

Ces exemples qui évoquent des travaux de modélisation me permettent d'introduire deux autres considérations. Dans cette réflexion sur ces articulations un peu nouvelles qui se mettaient en place, le problème des sciences sociales traditionnelles était leur manque de substrat empirique, d'où la nécessité en substitution de ce substrat empirique qui permet de mettre à l'épreuve du réel d'un certain nombre d'hypothèses, d'avoir recours à la modélisation. Or, le statut de la modélisation dans ce domaine-là est compliqué. De manière très schématique, on va dire que pour

les sciences de l'ingénieur ou pour la physique, les modèles ont une vertu descriptive alors que pour l'économiste, pour les sciences sociales, les modèles ont une vertu prédictive. Or, prédire n'est pas expliquer, je renvoie à René Thom. Donc, le risque d'un malentendu sur l'usage des modèles, si tant est que les sociologues sachent les utiliser - ce sont plutôt les économistes qui les utilisent - ce qui me permet de pointer une zone d'ombre du dialogue interdisciplinaire liée à ce que j'appellerais 'les régimes de temporalité de la production de la connaissance publique'.

Je pense en effet qu'il y a aujourd'hui un changement dans ces régimes de temporalité. Des sciences sociales ont été convoquées dans les années 60-70-80 par les politiques publiques, non pas directement pour l'aide à la décision, mais pour expliquer pourquoi les choses se passaient de la sorte et pourquoi le monde était tel qu'il était. On était sur des schémas d'analyse, des rapports de temporalité rétrospectifs. On analysait de façon évaluative des écarts entre des politiques et leur résultat. On expliquait des situations sociales, des conflits, par leur origine, par des déterminations structurales, par l'analyse du jeu des acteurs, etc. Aujourd'hui, on est dans une commande politique beaucoup plus tournée vers le futur et vers l'avenir, du fait d'une pression des politiques publiques par l'obligation de leur maîtrise économique et financière, dans un contexte de crise et d'incertitude. « Si l'on met en place telle politique, combien ça va coûter, si on met tel moyen, qu'est-ce que ça va produire ? », sous la pression d'une société du risque, tout s'évalue en fonction des risques, risques sociaux, risques technologiques, risques économiques.

Ce régime de production de connaissance tourné vers le futur est lié également à ce qu'on peut appeler le tournant climatique du développement durable, à savoir des émissions de gaz à effet de serre dont il faut limiter l'importance dans le temps à horizon 2050, ce sont les politiques de facteur 2, facteur 4. Partant de là, on a des scénarios de back casting avec des cibles de long terme à atteindre, qui privilégient là aussi la modélisation, la scénarisation prospective, mais dans lesquels certaines disciplines comme la production de l'espace, la conception, ont un rôle particulier puisqu'à mi-chemin entre le diagnostic, le dess(e)in et le scénario, même si parfois on va vers le story telling.

Tout ça pour dire que l'un des enjeux aujourd'hui de la confrontation entre les différentes disciplines, dès lors qu'on parle d'énergie, de réseaux et d'habitat, c'est peut-être d'arriver à la fois à se placer dans ces perspectives futures telles que les politiques publiques ou les grands programmes de R&D d'entreprise nous les posent, à savoir un certain nombre de verrous à lever, mais aussi introduire à partir d'une analyse du présent ou du passé proche ou des dynamiques à l'œuvre, l'ensemble des cheminements vers le futur. On ne se situe alors plus dans une logique de verrous à lever (comme dans les feuilles de route de l'Ademe ou les documents stratégiques des politiques industrielles type COSEI[1]), mais dans une logique d'identification des bifurcations possibles, d'examen des agencements inédits.

Pour conclure, il me semble qu'aujourd'hui l'un des défis de l'interdisciplinarité n'est pas simplement dans l'élaboration d'un alphabet commun, d'une langue commune, d'une intercompréhension, mais dans la capacité à comprendre l'évolution des fondamentaux épistémiques de chacune de ces disciplines et construire des modes d'interrogation qui à la fois soient une réponse aux questions sociétales et qui en même temps puissent provoquer une petite différence et ne prennent pas pour argent comptant la formalisation des enjeux en termes de verrous à lever, mais plutôt en réouverture des cheminements vers le futur.

[1] Le Comité Stratégique de Filières Eco-industries (COSEI) assure la concertation sur les orientations stratégiques pour les éco-industries.

3. Fiches projets et retours lors de l'atelier du 4 avril 2014

3.1. Fiche « Coordination des systèmes énergétiques dans les espaces urbanisés »

Thème général	Des systèmes énergétiques distribuent, convertissent et stockent l'énergie pour satisfaire les activités de multiples acteurs des espaces urbanisés. La sobriété et la mobilisation des énergies renouvelables requièrent un renouvellement de leurs méthodes de conception et de gestion tant en terme d'arrimage à la ville, de gestion de l'information, de dimensionnement et de répartition des risques.
Coordinateur	Gilles Debizet
Co-auteurs	Paul Bouvier-Patron, Antoine Doré, Christophe Kieny, Philippe Menanteau, Patrick Reignier, Daniel Quénard, Dung Quoc Ngo, Laurence Rocher
Mots Clefs	réseaux d'énergie, chaleur, électricité, smart grid, îlot, quartier, régulations, coordination, conception

Synthèse générale

- **Diagnostic général et enjeux :**

La sobriété énergétique des bâtiments et le développement des énergies renouvelables (dont le bâtiment à énergie positive est une illustration) associés aux TIC vont profondément modifier la géographie et les temporalités des flux d'énergies dans les espaces urbanisés. La distribution électrique se trouvera complexifiée et fragilisée. L'effacement de la consommation des ménages, la mutualisation d'équipements et d'achats/ventes d'énergie, la mobilisation des bâtiments et de l'espace urbain pour le stockage voire l'adossement du stockage des excédents électriques à des réseaux de chaleur locaux… interrogent autant les modes de production de la ville et de ses réseaux que le développement des technologies de production, de stockage et de conversion ainsi que la façon de concevoir et de gérer les réseaux de transport de l'énergie.

- **Problématiques :**

Le développement de systèmes énergétiques multi-vecteurs articulant différents contributeurs (financeurs, concepteurs et exploitants) soulève des questions qui ne peuvent être traitées qu'en associant plusieurs disciplines autour des questions suivantes :

- estimation des ressources locales en termes de production et de stockage,
- caractérisation spatialisée du parc de bâtiments et des réseaux prenant en compte l'hétérogénéité des espaces urbanisés,
- évaluation de la flexibilité des consommations,
- conciliation de l'équité sociale et de la fiabilité de la distribution (droit au confort),
- élaboration des protocoles d'échanges et de partage d'informations,
- appropriation des interfaces homme/machine dans les logements, les bâtiments et les réseaux,
- assemblage des compétences et des expertises dans les projets urbains et les systèmes en fonctionnement : modalités de collaboration entre les acteurs de la transformation de la ville

et des réseaux…

Liste des projets de recherche interdisciplinaire

1. **Echange d'informations entre les systèmes énergétiques au sein d'un morceau de ville (quartier, îlot…) à énergie positive**
2. **Critères d'arbitrage pour définir les échelles pertinentes de gestion intelligente des réseaux électriques**
3. **Mutualisation de chaufferies liée à la rénovation énergétique des bâtiments**
4. **Devenir des réseaux urbains de distribution d'énergie**
5. **Récupération de chaleur des zones industrielles et commerciales**

Projet n°1 : Echange d'informations entre les systèmes énergétiques au sein d'un morceau de ville (quartier, îlot) à énergie positive

- **Diagnostic général et problématique :**

L'extension du périmètre d'exigence "énergie positive" à l'échelle de l'îlot ou du quartier suppose une conception qui dépasse l'échelle du bâtiment et une contractualisation à long terme entre les différentes entités gestionnaires et utilisatrices de l'énergie, dès le stade de la conception. L'optimisation technico-économique à l'échelle du morceau de ville ne correspond pas nécessairement à l'optimisation à l'échelle de chaque système. Les propriétaires des systèmes existants et les maîtres d'ouvrage des nouveaux systèmes (ou bâtiments) doivent échanger des informations sur les consommations et les productions envisagées. Si le bilan "énergie positive" est exigé après x années de fonctionnement, ils doivent aussi définir des engagements réciproques. Le contrôle/évaluation par les autorités publiques et le respect de la vie privée sont également à prendre en compte. Se pose la question du protocole des informations échangées au stade de la conception en anticipant sur le fonctionnement.

- **Pistes de résolution :**

- comprendre les besoins énergétiques, les potentiels de production d'énergie, les logiques d'action et les compétences des occupants, des exploitants et des gestionnaires en matière d'information sur les flux d'énergie,
- élaborer une typologie des assemblages de systèmes énergétiques en fonction des propriétaires existants et des maîtres d'ouvrage impliqués,
- caractériser les échanges d'information en phase de fonctionnement puis en phase de conception,
- optimiser en terme technico-économique les systèmes énergétiques aux différentes échelles
- éventuellement apprécier et comparer les différentes solutions selon d'autres critères : prévention et gestion du black out pour l'électricité, précarité énergétique des habitants, compétences des exploitants...
- étudier les vecteurs et les protocoles standardisés de communication et caractériser leur compatibilité avec les alinéas précédents.

- **Taille : 4 ans, SPI (informaticiens, automaticiens, énergéticiens…), SHS (urbanistes, politistes, économistes, sociologues…), architectes**

Projet n°2 : Critères d'arbitrage pour définir les échelles pertinentes de gestion intelligente des réseaux électriques

- **Diagnostic général et problématique :**

Dans le fonctionnement historique du système électrique, il n'y avait que deux niveaux réellement

actifs : le niveau national, une entreprise publique (EDF) régulée par le ministère de l'énergie, et le niveau individuel du consommateur.
Ce système évolue profondément sous trois effets :

- la mise en concurrence (disjonction des fonctions de producteur et de distributeur, marché européen),
- le développement des productions réparties avec les nouvelles régulations et péréquations (CSPE),
- une relative territorialisation des politiques énergétiques, notamment du fait de la mise à l'agenda local de la question énergétique.

Du point de vue technique, la gestion du réseau s'appuyait sur une topologie définie par des niveaux de tension (par exemple : la BT d'un réseau de distribution correspond à 20 à 200 clients), les évolutions technologiques introduisent de l'intelligence distribuée qui permet un pilotage à la fois plus local et transgressif par rapport à la topologie.
L'intelligence distribuée pourrait concrétiser des formes nouvelles de gouvernance de l'énergie : la «centrale villageoise» en est un exemple : mutualisation des toits bien orientés pour la production photovoltaïque et investissements par des ménages/entreprises au niveau communal ou infra-communal. Est-ce une échelle pertinente en terme de gestion du réseau de distribution électrique ? La région, le département, l'intercommunalité ou bien encore l'îlot de bâtiments ne seraient-ils pas des niveaux plus pertinents ? En fonction de quels critères évaluer cette pertinence ?

. Pistes de résolution :

La première phase consiste à explorer les différents niveaux de gestion intelligente en associant des analyses technologiques (réseaux, systèmes énergétiques et d'informations), urbanistiques (transformation des espaces urbanisés) et politiques (compétences institutionnelles, capacités d'action et d'enrôlement, opportunité politique…). Ces analyses porteront sur les flux à différentes échelles, les modèles économiques, les informations prises en compte dans les processus de décision selon des situations variées (françaises et étrangères)...
Dans une deuxième phase, des organisations pertinentes pour différentes échelles seront proposées et replacées dans une structuration cohérente du système électrique.

· **Taille : 4 ans, SPI (électriciens, informaticiens, automaticiens…) et SHS (urbanistes, politistes, économistes…)**

Projet n°3 : Mutualiser des chaufferies consécutivement à la rénovation énergétique des bâtiments

· **Diagnostic général et problématique :**

La rénovation énergétique (isolation, ventilation…) des bâtiments divise par trois ou quatre la consommation d'énergie pour le chauffage. Les systèmes de production de chaleur vont se retrouver largement surdimensionnés et fonctionner loin de leur optimum. Ils pourraient alors être mutualisés entre plusieurs ménages dans un bâtiment ou (dans le cas de chauffage collectif) entre plusieurs bâtiments. Quels sont les obstacles technologiques, réglementaires et organisationnels ? Comment pourraient être répartis les coûts d'investissements et les gains économiques ? Quelles offres techniques produit-service proposer en lien avec le cycle de vie des équipements ? Dans des situations usuelles d'étalement dans le temps des travaux de rénovation, quels financements et articulations imaginer pour des travaux de rénovation énergétique ? Quels rôles pourraient jouer les différentes collectivités territoriales et l'Etat pour faciliter ces mutualisations ?

· **Pistes de résolution :**

- construire une typologie des systèmes énergétiques de distribution et de production de chaleur selon leur aptitude à être mutualisés
- identifier les expériences européennes de mutualisation associées à la rénovation : collecter les

retours d'expériences ou enquêter notamment sur les offres de produit-service en matière de mutualisation/échanges de systèmes de production et de distribution de chaleur
- comprendre les attentes et les besoins des occupants, des exploitants et des gestionnaires
- identifier des modalités de mutualisation et les solutions technologiques de régulation partagée
- identifier et décrire les obstacles réglementaires et organisationnels en France
- mettre au point un modèle de calcul en coût global réparti
- élaborer un cahier des charges fonctionnel de coordination des produits-services de mutualisation
- repérer les types de prestataires susceptibles d'accélérer le déploiement de la mutualisation

· **Taille : 4 ans, SPI (énergéticiens, informaticiens…), SHS (économistes, urbanistes, sociologues, juristes…)**

Projet n°4 : Devenir des réseaux urbains de distribution d'énergie (suite réhabilitation thermique, intégration du solaire et énergies fatales)

· **Diagnostic général et problématique :**

Fortement intensifs en capital et nécessitant des durées d'amortissement longues, les réseaux de chaleur sont fragilisés par la baisse de la consommation consécutive à la rénovation énergétique et à l'éventuel développement du solaire thermique sur les bâtiments. Cependant, la facilité à stocker l'énergie sous forme de chaleur, la capacité à récupérer les énergies fatales (chaleur des eaux usées, des déchets ménagers et des rejets industriels) et la flexibilité vis-à-vis des sources d'énergie peuvent justifier de préserver ce mode de distribution de la chaleur en réseau. A côté des grands réseaux de chaleur urbains, de nombreux mini-réseaux de chaleur (îlot, quartier, pluri-équipements…) sont installés ou en cours d'installation en France. Des réseaux "basse température" émergent : ils permettent de mobiliser une grande diversité de sources de chaleur et sont adaptés aux bâtiments sobres. D'une façon générale, les réseaux de chaleur apportent de la flexibilité en terme de source d'énergie, mais ils peuvent aussi figer le développement de la ville et le type d'acteurs énergétiques.

Quels sont les avenirs possibles des réseaux de chaleur : interconnexion versus mini-réseau, haute versus basse température (techno), "spontanés" ou planifiés", limités aux zones denses ou pas, autogérés ou administrés ? Feront-ils l'objet de standardisation et de verrouillage à l'instar des réseaux électriques ? Peuvent-ils se développer sous un mode coopératif (comme dans le monde agricole) ?

· **Pistes de résolution :**
- caractériser les sources et les technologies de production de chaleur intégrables dans un réseau, définir des critères d'intégrabilité
- explorer les expériences européennes de diversification des sources (biomasse, solaire…) et de déploiement des réseaux de chaleur
- évaluer la capacité d'un réseau de chaleur à stocker de l'énergie selon différentes échelles temporelles
- comprendre les attentes et les besoins des utilisateurs et des décideurs du raccordement à un réseau de chaleur et caractériser des modes de contractualisation entre le distributeur et les consommateurs et producteurs de chaleur
- cerner les opérateurs économiques et les modèles d'affaires, les territoires et les configurations d'accueil d'un réseau de chaleur
- construire des modèles économiques en coût global réparti en lien avec les modèles d'affaires
- éventuellement, identifier en quoi les réseaux de chaleur peuvent contribuer à la fiabilité et à l'économie des smart grid électriques, proposer une méthode de modélisation de la contribution des réseaux de chaleur
- identifier et décrire les obstacles réglementaires et organisationnels en France et repérer les types de prestataires susceptibles d'accélérer le déploiement

· **Taille : 4 ans, SPI (énergéticiens, électriciens, informaticiens…), SHS (économistes, urbanistes, sociologues, juristes…)**

Projet n°5 : Récupération de chaleur des zones industrielles et commerciales

· **Diagnostic général et problématique :**

Récupérer de l'énergie perdue dans les rejets de l'industrie pour chauffer des habitations apparaît comme une bonne idée. Mais est-ce pertinent pour les parties impliquées et suffisamment pérenne pour justifier des investissements de réseau ? Cela dépend évidemment du terrain tant dans ses dimensions physiques (type d'industrie, localisation de l'habitat et des industries, préexistence de réseaux de chaleur…) que politiques et économiques. L'exemple de Kalundborg (Danemark) s'appuie sur une faible formalisation juridique des engagements et met en évidence le temps long de construction de la confiance entre les acteurs industriels. La récupération de chaleur serait donc aussi à considérer comme un processus. Il ne s'agit pas d'étudier un raccordement de rejets industriels sur un site en particulier mais d'identifier les éléments à prendre en compte pour ce faire et de proposer une méthode à l'intention des territoires ou des industriels.

· **Pistes de résolution :**

La réponse à ces questions mobilise plusieurs domaines de connaissances :

- technique : évaluation et critères du potentiel technique des sources chaudes (voire des sources froides) eu égard aux besoins de chaleur, pérennité du processus industriel de la source chaude, modalités de stockage pour ajuster en temps réel la production à la consommation...
- économique : impact de la distance entre la source et le lieu de consommation, rentabilité des dispositifs de récupération, comparaison avec des solutions propres à chacune des parties, sensibilité à des fluctuations du potentiel,
- organisationnelle et juridique : nature des transactions entre les parties prenantes, modes de contractualisation, antagonisme entre expérimentation et formalisation juridique, partage des connaissances sur les potentiels et les fluctuations de la ressource et de la demande
- géographique : configuration spatiale et politique, mode de gouvernance et d'engagement à long terme, posture de la municipalité…

· **Taille : 4 ans, SPI (énergéticiens…), SHS (économistes, urbanistes, juristes…)**

3.2. Retours atelier 4 avril « Coordination des systèmes énergétiques dans les espaces urbanisés »

Extraits des retours de Pascal Girault (Responsable du groupe « Systèmes Urbains » au centre de recherches européen sur l'énergie, EIFER Karlsruhe, Allemagne) et Servan Lacire (Bouygues E&S) lors de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

Commençons par présenter quelques éléments de contexte avant d'aller plus loin dans les projets et d'aborder deux projets en particulier sur les cinq qui étaient présentés.

La première chose qui m'ait interpellé, c'est qu'on ait mis en même temps les mots énergie, territoire, réseau. Rappelons que la ville n'est pas une fin, mais juste un moyen et que plus de 80 % de la population française vit en ville aujourd'hui, et que ce n'est pas une raison pour oublier le rural.

Deuxièmement, l'énergie est le système nerveux invisible et complexe de la ville : on utilise ses services, sans forcément faire le lien avec elle. Au niveau des collectivités locales, cohabitent des acteurs très multiples, entre les financiers, les industriels, les élus, les services techniques, des échelles spatiales variées : du bâtiment jusqu'au territoire, au national, à la région, au supranational, et aujourd'hui à la maille européenne. Les échelles temporelles différent entre celle du mandat d'un élu, d'un projet d'éco-quartier ou d'une construction de bâtiment : de six à cinquante ans, peut-être plus pour un réseau de chaleur... Et puis, s'expriment des besoins ou des attentes très différents : économiques, sociaux et environnementaux, l'énergie étant l'un des aspects de l'environnement.

Troisièmement, il me semble que la vraie maille, le départ, ce n'est pas la ville mais le bassin de vie ou le bassin d'emploi pour au moins trois raisons. La première, c'est que le bassin de vie comporte les ressources naturelles, nécessaires pour produire de l'énergie décentralisée (biomasse, par exemple). Le bassin de vie inclut aussi ce qui est nourriture, biodiversité, espaces verts et les « services » rendus par ces derniers. Il est aussi celui de la mobilité et du transport. Quand on va travailler, quand on va sur des lieux de loisirs, les frontières du transport ne s'arrêtent pas nécessairement aux frontières géographiques de la ville, mais vont bien au-delà, sur ces mêmes bassins.

En conséquence, la réflexion au niveau stratégique devrait donc être menée à cette maille-là. On est à ce niveau stratégique sur des décisions long terme, par exemple l'objectif politique de facteur 4. Ensuite, on descend ensuite à la tactique, par exemple à la maille du quartier et de l'îlot et par exemple sur des objectifs liés au 3x20 européen. Et enfin, au niveau opérationnel, la maille du bâtiment devient prépondérante : "Sur mon opération, techniquement, je retiens l'implantation de 25 m2 de panneaux photovoltaïques..." On passe donc du stratégique/long terme/politique à de 'l'opérationnel/court terme/technique.

Cinquième point, l'acteur collectivité locale, pour moi, n'est pas qu'un consommateur bien qu'il ait des bâtiments publics et donc utilise l'énergie, il est aussi prescripteur : il est propriétaire de son ou de ses réseaux d'une part, il peut être producteur d'énergie décentralisée. La place de cet acteur devient de plus en plus visible et revendiquée.

Sixième point, le paradoxe, les paradoxes. Un acteur, un gros acteur par exemple industriel, peut intervenir à une maille locale et à la fois servir ses intérêts internationaux, avec des investissements qui peuvent être très différents. Les villes doivent être attractives et donc se démarquer des autres villes, alors que l'on parle de mutualisation par exemple de ressources entre villes. Et je ne vous parle pas des métropoles qui au niveau européen sont en concurrence, en compétition. Il est important de voir que les intérêts en fonction de la maille peuvent être divergents, voire complètement différents.

Dernier point, les visions sont souvent 'mono', parfois 'bi' : le point de vue, au mieux est technico-économique ou parfois socio-environnemental. L'énergie, dans l'intérêt des citoyens et de la planète mérite une vision long terme, non partisane et couvrant les 3 piliers du développement

durable, et couronnée par la gouvernance et la régulation.

Aujourd'hui, le BEPOS, Bâtiment à Energie Positive- est positif sur une période d'une année. Cependant, il est très excédentaire à des moments et très déficitaire à d'autres. BEPOS ne signifie pas autarcie. Il n'y a pas de BEPOS qui vive uniquement sur ses panneaux photovoltaïques ou sur la géothermie…

Le projet n°1 propose d'échanger les informations entre les systèmes énergétiques au sein d'un morceau de ville, de quartier, ilot à énergie positive, ce projet est basé sur l'aspect plutôt protocole et échange d'informations entre systèmes. Et là, trois grandes idées se distinguent :

- La première est basée plutôt sur le contrôle : Qui fait ce contrôle ? Pourquoi est-ce que ce sont ces personnes-là ? Auprès de qui fait-on le contrôle ? A quel moment fait-on le contrôle ? Est-on dans la carotte ou dans le bâton, ou dit plus joliment, est-on est sur l'incitatif ou l'obligatoire ? Qui est le garant de ces contrôles ? Pourquoi cette personne-là et que cherche-t-elle derrière ces contrôles ?

- Le deuxième aspect est plutôt basé sur la rareté de l'énergie. Cela touche les aspects socio-économiques de l'énergie : les problématiques d'accès physique à l'énergie et de péréquation tarifaire,... En France contrairement à l'Allemagne, la péréquation de distribution électrique concerne tous les types de consommateurs. Le prix doit-il représenter les coûts ou être un levier d'incitation au changement de comportement ?

- Le troisième point concerne plutôt l'échange de données. Comment peut-on l'organiser ? A quoi sert-il ? Quelle est sa gouvernance ? A qui appartiennent les données sur la consommation ? Qui les produit ? A quelles fins les utilise-t-on ? La question de l'Open data se pose ainsi ? Et puis un autre aspect concerne la dissémination des informations : comment les récupérer ?

Ensuite, le projet "Devenir des réseaux urbains de distribution d'énergie"... Les réseaux de chaleur sont fragilisés par la baisse de consommation consécutive à la fois à la rénovation énergétique des bâtiments et à l'introduction d'énergie décentralisée sur ces mêmes bâtiments ou sur ces zones. Alors, les questions étaient plutôt tournées vers les avenirs possibles des réseaux de chaleur : interconnexion versus les mini-réseaux, haute versus basse température, la saisonnalité,, spontané versus planifié, les limiter aux zones denses ou pas, autogérés versus administrés. Fait-il l'objet de standardisation et verrouillage à l'instar des réseaux électriques ou bien peut-il se développer sous un mode coopératif comme dans le monde agricole ?

Nous nous sommes tous focalisés sur le réseau de chaleur. Je viens du monde de l'électricité : en général les électriciens ne parlent que des réseaux électriques et ignorent plutôt les réseaux de chaleur et les énergéticiens parlent peut être d'avantage des réseaux de chaleur. Il y a peu de notion d'interconnexion ou de flexibilité entre les différents réseaux. Même dans notre discussion ici, nous avons parlé de réseau de chaleur sans évoquer le réseau électrique, si ce n'est les trois dernières minutes. Ce qui prouve que ici aussi les notions d'interconnexion entre les réseaux électrique et de chaleur et d'interdépendance au niveau de la consommation énergétique ont été peu traitées. Je pense que c'est un manque et je rappelle que sur les appels à projets de l'Union européenne, on doit produire du stockage chaud et optimiser le fonctionnement dans les réseaux à partir des différents vecteurs énergétiques (chaud, froid, électricité). Nous nous sommes posé des questions sur les boucles tièdes sans considérer que la température de l'eau chaude sanitaire devra rester très chaude.

Nous avons parlé des quartiers nouveaux et de la rénovation mais l'on n'a pas vu la pertinence du réseau pour stocker, gérer la saisonnalité des besoins ou mutualiser les productions importantes, celles qui ne peuvent pas être économiquement rentables au niveau d'un seul bâtiment. Autre point à souligner, il manquait la dimension sociale et la dimension juridique. Or, en matière de réseau, la dimension juridique et la dimension de régulation sont des éléments aujourd'hui essentiels. L'aspect monopole de distribution du réseau électrique par exemple, doit être intégré dans la réflexion. De même, si vous dites « je vais utiliser le toit de mon voisin pour mettre des panneaux photovoltaïques », mais que vous n'avez pas un bon contrat qui va permettre de régler la problématique juridique dans la durée, vous aurez rapidement des problèmes. Ces éléments-là manquaient dans le sujet. Il manquait aussi les antagonismes entre les réseaux et les besoins

locaux et le jeu d'acteurs avec les réseaux nationaux notamment l'optimisation au niveau national. Egalement, entre différents petits réseaux, les notions d'échange ou de connexion, en cas de surproduction ou de sous-production de l'un : "comment est-ce que je revends à l'autre et réciproquement ?" Il manquait aussi l'urbanisme dans les disciplines présentes, notamment sur la complémentarité entre les bâtiments au sein des quartiers. Un élément aussi qui pour moi fait partie de l'urbanisme et les conséquences au niveau d'un quartier : Ne va-t-on pas engendrer des inégalités au niveau énergétique avec des réseaux de quartier ? Cela peut avoir des incidences importantes. Et aussi comment peut-on jouer sur les comportements des citoyens ? Manque également la mobilité.. Tout le monde a dans l'idée qu'on se dirige vers moins de consommation au niveau des bâtiments, moins d'électricité et de chaleur, certes, mais le transport est un élément important. Quand les véhicules thermiques seront remplacés par des véhicules électriques, la consommation électrique peut devenir très importante. Je vais donner un tout petit exemple : le siège de la société où je travaille a un abonnement ERDF de 300 kW de puissance : Sur 240 places de parking, si 80 sont occupés par des véhicules électriques, il faut doubler la puissance de raccordement et la consommation sur le réseau ERDF.Et les tripler si 2/3 des véhicules sont électriques.

Tout ce qui a été dit nécessite de bien mettre autour de la table les bons acteurs au bon moment et à la bonne échelle. Et donc cela va dans le sens de l'interdisciplinarité.

3.3. Fiche « Nouveaux services pour le secteur du bâtiment »

Thème général	Pour l'équipement des systèmes bâtiments, mis à part le locatif, les offres sont de type produit. Or, en France, 72% des ménages en précarité énergétique sont des propriétaires (55% sont des propriétaires âgés) avec une faible capacité d'investissement. Ce programme de recherche vise à concevoir des modèles d'organisation et des solutions technologiques permettant de faire émerger de nouveaux services pour l'habitat.
Coordinateur	Stéphane Ploix
Co-auteurs	Shadi Abras, Olivier Baverel, Yanis Hadjsaïd, Christophe Kieny, Philippe Ménanteau, , Dung Quoc Ngo, Thierry Rampillon, Patrick Reignier, Natacha Seigneuret, Frédéric Wurtz
Mots Clefs	système produit-service, supervision/gestion énergétique, simulation sociale, système multi-agents, jeux sérieux

Synthèse générale

- **Diagnostic général et enjeux :**

Pour l'équipement de logements, de bâtiments et d'îlots de bâtiments, mise à part pour le locatif, les offres sont de type produit. Or, en France, 72% des ménages en précarité énergétique sont des propriétaires (55% sont des propriétaires âgés) avec une faible capacité d'investissement. Ce programme de recherche vise à concevoir des modèles d'organisation et des solutions technologiques permettant de faire émerger de nouveaux services pour l'habitat à différentes échelles. Ces services peuvent s'appuyer sur de nouveaux acteurs ou sur de nouveaux outils représentant les acteurs humains. En effet, l'impact du comportement des occupants est, dans les bâtiments à haute performance énergétique, beaucoup plus important en relatif, que dans les bâtiments traditionnels. L'apport thermique du métabolisme des corps devient significatif, l'action sur les ouvrants et les occultants, l'usage des équipements électriques, l'interaction avec les systèmes de gestion énergétique, la prise en compte des informations en provenance des réseaux électriques et de chaleur sont autant d'éléments qui induisent une réflexion sur la représentation du comportement des occupants dans un espace de vie.

- **Problématiques :**

Le panel des nouveaux services à concevoir s'étend de l'aide à l'analyse diagnostique intégrant des mesures réelles sur les usages et le comportement des systèmes, à l'aide à l'exploitation par le biais de conseils circonstanciés en passant par la restitution sous une forme appropriée des flux énergétiques internes et à l'interface avec l'extérieur d'un système bâtiment. Une difficulté notoire est de discriminer la part des flux liée à l'usage de la part liée au fonctionnement des équipements. Les modalités d'interaction avec les différents types d'exploitants/occupants sont une difficulté : comment induire des comportements vertueux ? Comment faire en sorte que les acteurs se sentent concernés par les problématiques énergétiques locales et globales ?

Liste des projets de recherche interdisciplinaire

1. **Service de gestion du système bâtiment/logement/bureau**
2. **Système d'entraide et living lab à l'échelle bâtiment, hameau, quartier**

3. Simuler des occupants réactifs et délibératifs avec des systèmes multi-agents

Projet n°1 : Service de gestion du système bâtiment/logement/bureau

· **Diagnostic général et problématique :**

Les unités d'habitation et de bureau partagent d'ores et déjà des ressources comme des parkings, des conciergeries, des systèmes de chauffage, des systèmes de gestion des déchets, des systèmes d'infiltration des eaux usées, et vont être amenés à partager plus de ressources encore avec l'avènement des réseaux de chaleurs, des moyens de production d'énergie distribués. Ces ressources partagées, parfois liées, vont devoir être gérées.

De premières solutions d'aide à la gestion énergétique commencent à apparaître. On trouve principalement des capteurs avec un éventuel système de monitoring mais aussi des actionneurs et des automatismes avec une éventuelle gestion technique de bâtiment. Néanmoins, l'appropriation par les occupants et les exploitants reste difficile. Le reconfiguration d'une gestion technique de bâtiment ne peut généralement pas se faire sans l'expert qui l'a programmée et les automatismes ne peuvent guère être reprogrammés par les utilisateurs finaux. Plus grave encore, dans leur quotidien, la gestion à l'insu des occupants, basée sur des heuristiques préétablies, ne les conduit pas à s'approprier la problématique énergétique en prenant conscience de l'impact déterminant de leur comportement sur les flux énergétiques.

· **Pistes de résolution :**

L'objectif du projet de recherche est de proposer des modèles de services d'opérateur d'*îlot d'habitation* ainsi que des outils d'aide à la décision adaptés pour des services liés à l'énergie, la mobilité, en complément des services à la personne et de sécurité. Différents modèles économiques seront évalués pour étudier leur viabilité en fonction de la typologie d'occupants et des usages. Les outils d'aide à la décision, tant pour la conception que pour l'exploitation, devront être suffisamment adaptables pour appréhender la diversité des usages et des évolutions : cela rejoint une problématique de méta-conception (fiche « Conception collaborative ») c'est-à-dire concevoir pour être adapté par la suite.

L'idée est de déléguer la gestion énergétique, l'analyse des usages et le conseil aux occupants à l'opérateur îlot d'habitation. Il faut concevoir des outils d'aide à la décision de type "coaching" pour ce nouvel acteur et envisager différents modèles économiques. L'outil devra permettre au nouvel acteur d'analyser les performances des lieux de vie suivis et d'analyser les usages. Après une recherche sur les enquêtes sociologiques effectuées, complétée d'études in-situ, une typologie d'occupants susceptibles d'être intéressés par ce type de service sera construite (personnes âgées propriétaires en précarité énergétique, jeunes ménages propriétaires en milieu péri-urbain, ménages en locatif privé...).

Parmi les problématiques à explorer, on note :

- quels modèles économiques ? quels services doivent être de nature B2C ? B2B ? quels liens avec les acteurs existants, comme les syndics ?
- quelles informations doivent être fournies à l'opérateur d'îlot ? aux occupants d'un logement, d'un bureau ? à quelle échelle géographique et temporelle ? sous quelle forme ?
- quels principes d'interaction entre les outils d'aide à la décision et les acteurs humains sont les plus pertinents pour induire une adaptation des usages et une plus grande efficacité d'usage de l'énergie ?
- comment faire en sorte que les acteurs s'approprient la problématique d'intermittence de la disponibilité de l'énergie ?
- comment accompagner les changements de configuration et d'usage ?
- comment discriminer la performance des systèmes de la qualité des usages dans les consommations énergétiques ?
- quelle solution pour les personnes en précarité énergétique ? quelle solution économique pour les autres acteurs ?

- **Taille : 3 ans, SPI, SHS, architectes**

Projet n°2 : Systèmes d'entraide et living lab à l'échelle bâtiment, hameau, quartier

- **Diagnostic général et problématique :**

Aujourd'hui, les solutions d'efficacité énergétique envisagées sont essentiellement de nature technologique. Or, dans des scénarios prospectifs comme celui de l'association Negawatt, un levier fondamental d'amélioration est la sobriété énergétique. Outre l'apprentissage de comportements vertueux, de nouvelles organisations sociétales, plus sobres énergétiquement, peuvent être envisagées.

- **Pistes de résolution :**

Pour impulser des cercles vertueux vis-à-vis de la sobriété énergétique, il est important de mettre en place des systèmes de capitalisation des savoirs et des savoir-faire à l'échelle des individus, mais aussi à une échelle sociétale. L'idée est de tenter d'adapter des systèmes d'entraide comme les systèmes d'économie locale à la problématique de sobriété énergétique, de favoriser la constitution de communautés de praticiens et d'avoir recours à des réseaux sociaux. Le recours à des outils d'auto-conception/auto-réhabilitation/auto-aménagement coopératif pour des projets d'habitats ou d'aménagements participatifs de territoire sera examiné. Ces outils seront prototypés et testés sur certaines typologies d'occupants. Enfin, des spécifications de living labs permettant de tester de nouveaux modèles d'organisation seront établies.

- **Taille : 6 ans, SPI, SHS, architectes**

Projet n°3 : Simuler des occupants réactifs et délibératifs avec des systèmes multi-agents

- **Diagnostic général et problématique :**

Les bâtiments à haute performance énergétique voient un impact du comportement des occupants relativement beaucoup plus important que dans les bâtiments traditionnels. L'apport thermique du métabolisme des corps devient significatif, l'action sur les ouvrants et les occultants, l'usage des équipements électriques, l'interaction avec les systèmes de gestion énergétique, la prise en compte des informations en provenance des réseaux électriques et de chaleur sont autant d'éléments qui induisent une réflexion sur la représentation des occupants dans un espace de vie. Les réflexions actuelles sur la RT2020 induisent de revisiter la façon de représenter les occupants dans les simulations réglementaires car les occupants seront amenés à jouer un rôle croissant dans la gestion énergétique des bâtiments. Avec des occupants représentés par des profils d'usage statiques, il n'est pas possible de prendre en compte l'effet de systèmes d'aide à la gestion énergétique.

- **Pistes de résolution :**

La simulation sociale à base d'agents permet de représenter des occupants autonomes, interagissant entre eux et avec leur environnement. Elle peut jouer de nombreux rôles dans le bâtiment en permettant d'explorer les potentialités de nouveaux systèmes sociotechniques. Avec la simulation sociale, il devient en effet possible de mettre au point des modèles d'occupants réactifs à des signaux issus de l'exploitation des Smart-Grid et d'outils d'aide à la gestion/conseil énergétique. Les modèles d'occupants réactifs obtenus doivent être cohérents avec des données statistiques globales, tout en intégrant des mécanismes cognitifs et délibératifs identifiés à partir de questionnements d'individus observés en situation.

La simulation sociale permet de réaliser des co-simulations avec des systèmes physiques, des solutions d'aide à la gestion énergétique et des occupants relativement complexes. Après une

caractérisation des typologies de comportement dans les bâtiments, en particulier vis-à-vis des équipements électriques et de nouveaux outils d'aide à la gestion, il est possible d'élaborer des bibliothèques de comportements élémentaires qui permettront de composer des personnages de référence intégrables dans des simulations réglementaires.

La simulation sociale à base d'agents permet aussi de créer des environnements virtuels ou semi-virtuels pour analyser le comportement d'occupants réels et notamment de mettre au point des jeux sérieux permettant d'extrapoler des usages futurs. Cela permet d'améliorer les processus de conception mais aussi d'évaluer l'intérêt de certaines solutions sociotechniques.

Des jeux sérieux, où les agents seraient construits par les occupants eux-mêmes, permettraient aussi d'aider les occupants à prendre conscience de l'impact énergétique de leur comportement. On peut par exemple imaginer disposer d'une certaine quantité d'énergie pour réaliser une mission avec la difficulté de devoir programmer son agent-avatar, dans le contexte de son propre logement ou bureau, afin de réaliser la mission en satisfaisant aux contraintes énergétiques.

Pour élaborer des modèles représentatifs d'occupants capables d'interagir avec les équipements et les composants d'un espace de vie, il faut :

- réaliser une analyse économétrique pour identifier les grandes variables d'influence : variables démographiques, sociologiques, économiques (incluant le prix potentiellement variable de l'énergie)... mais aussi identifier les paramètres expliquant les différences de consommation entre les ménages.
- comprendre les arbitrages des ménages en fonction de l'évolution du prix de l'énergie
- éclairer les conséquences des choix de configuration des équipements et composants de l'espace de vie
- analyser les modalités de rationalisation des choix énergétiques : quels sont les repères/signaux (cognitifs, pratiques…) mobilisés de manière privilégiée par chacun des acteurs ?
- standardiser des repères et signaux à destination des occupants ? avec quelle fréquence ? sous quelle forme ?
- distinguer les différentes échelles de temps : investissement long terme, fonctionnement court et moyen terme
- organiser et coordonner les arbitrages grâce à l'identification de repères communs.

· Taille : 3 ans

3.4. Retours atelier 4 avril « Nouveaux services pour le secteur du bâtiment »

Extraits des retours Jean-François Blassel (RFR Architecture et ENSA Marne la Vallée) et Xavier Brunotte (Vesta-System) lors de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

Nous allons présenter les trois projets et ensuite, de manière transversale, les réactions sur ces trois projets.

Le premier projet part du constat diagnostic qu'il y a des échelles locales et en particulier à un niveau îlots et autres bâtiments où il y aura des mutualisations sans doute de façon plus importante : production de chaleur, production d'électricité, stockage éventuellement, échanges thermiques électriques, etc. Nécessairement il doit y avoir des outils pour aider à gérer tout ça, et aussi un certain nombre de services et d'opérateurs autour. Le projet de recherche proposé consiste à développer un certain nombre d'outils et de réfléchir à l'organisation qui pourrait être mise en place autour de ces îlots ou quartiers : cela reste à définir puisqu'il est question d'échelles spatiales. Il existe donc un axe technologique d'outils, de capteurs, d'actionneurs, de systèmes informatiques qui doit relier ces échelles, informer les usagers, les gestionnaires. Il existe ensuite des thématiques beaucoup plus organisationnelles : qui sont les acteurs ? y a t-il un gestionnaire énergétique d'îlots ? est-il lié au syndic ? est-il lié aux occupants ? comment est-il lié aux occupants, avec évidemment des questions économiques.

Dans le deuxième projet, le territoire n'est pas nécessairement défini par une vision énergétique mais par un périmètre géographique. Il s'agit d'impliquer les occupants sur deux aspects : comment gérer les aspects énergétiques en temps réel, mais aussi comment impliquer les occupants sur l'amélioration de leur habitat. Parce que une grande part de la rénovation, en particulier en territoire non urbain, est faite par chacun, une idée forte du projet est d'offrir des outils permettant d'aider des personnes à améliorer, auto-concevoir ou auto-réhabiliter leur logement, des outils collaboratifs pour partager les savoirs.

Le troisième projet est à mon sens plus scientifique : on comprend mal comment agissent les occupants : il faut développer un outil permettant de simuler le comportement de chacun et de voir comment l'activité de chacun est liée à son habitat, à son territoire avec la notion de déplacement. Cela a des impacts sur l'ensemble des réseaux.

Nous allons présenter plutôt les choses par des thématiques transversales qui apparaissaient ou émergeaient à travers les trois projets. En voici six :

Dans toutes les problématiques posées, est apparue la question du service ou du produit, c'est-à-dire raisonnait-on sur un produit ou une solution déjà prévue ou réfléchissait-on plutôt à la question du service ?

Sous-jacent aussi à toutes ces thématiques, un fil assez important est la question économique, qui prend de multiples formes, la question de la précarité émerge dans les deux premiers projets, avec l'évocation d'un revenu minima énergétique, mais également la valorisation des échanges énergétiques, notamment pour la mutualisation, et peut-être aussi à travers d'autres performances ou services qui seraient associés à ces échanges énergétiques et qui permettraient d'en résoudre l'équation économique.

D'autres questions d'ordre technique émergent à travers la question de la mise en œuvre. On a parlé d'auto-construction, d'auto-réhabilitation. Il y a tout un panorama, des éventails de modalités de mise en œuvre d'un certain nombre de solutions qui vont du mode individuel, coopératif, artisanal, industriel, avec toutes les articulations et implications économiques qu'on peut imaginer derrière ces questions.

Un autre point transversal extrêmement important qui paraît capital à bien cerner, c'est la question des échelles, déjà évoquée précédemment, de l'individuel au collectif avec toutes les modalités intermédiaires, également la question du local et du global. La question du périmètre, notamment dans le projet 3, si on veut modéliser le comportement des humains : où s'arrête-t-on ? s'intéresse-t-on à la mobilité ? on peut aller encore plus loin : il y a aussi le travail, la nourriture, etc. Donc, quel est le périmètre de ce type de modélisation, quel sens ? c'est finalement le sens de la modélisation qui sortira du choix du périmètre fait au départ. Le périmètre spatial ou géographique peut aussi se réfléchir en termes temporels parce qu'on peut aussi réfléchir à ce que fait quelqu'un pendant la semaine et le week-end, des compensations et des péréquations d'ordre énergétique peuvent se faire. À titre d'exemple, dans le projet 2, on a vu apparaître une notion d'organisation d'îlots, car derrière les approches technocratiques en fait, l'humain est au centre par rapport à la technique, donc il faut bien le prendre en compte.

Et du coup, cela nous mène à notre sixième et dernier point qui est la question de la capitalisation des savoirs qu'on voit aussi émerger de façon transversale dans ces 3 projets. On a beaucoup parlé de mutualisation, parlé du rôle des réseaux sociaux, comment les informations peuvent être partagées ? les cultures nouvelles de l'énergie peuvent être partagées ? la notion de jeux, jeux sérieux de l'énergie qui

permettent de comprendre comment on fonctionne, la question des retours d'informations, leur nature et aussi leurs effets. Et puis la capitalisation des informations, de façon à permettre le déploiement et la duplication d'une expérience d'une situation à l'autre, à travers tous ces projets. Finalement, peut-être la chose la plus stimulante dans ce qui a été évoqué, c'était l'hypothèse de tester à grande échelle l'interaction entre des personnes et des bâtiments techniquement plus ou moins techniquement évolués.

3.5. Fiche « Résilience des bâtiments et des réseaux du territoire »

Thème général	En réponse aux situations de crise, une adaptation est nécessaire tant au niveau du comportement de l'individu qu'à l'échelle du bâtiment et du territoire
Coordinateur	Olivier Baverel
Co-auteurs	Gilles Debizet, Antoine Doré, Yanis Hadj-Saïd, Christophe Kieny, Daniel Quenard, Thierry Rampillon, Laurence Rocher
Mots Clefs	Sécurité, risque, défaillance, interdépendance

Synthèse générale

· **Diagnostic général et enjeux :**

Le mot résilience désigne de manière générale la capacité d'un organisme, un groupe ou une structure à s'adapter à un environnement changeant.
La notion de résilience peut s'appliquer tant à l'échelle individuelle qu'au niveau d'une ville ou d'un territoire. La résilience vis-à-vis de l'énergie à l'échelle du particulier se caractérise par sa capacité d'accéder à l'énergie à un instant t (la puissance, le coût...) et/ou à maintenir des fonctions élémentaires malgré les difficultés d'accès à des ressources énergétiques exogènes. Ceci se caractérise par la qualité des réseaux énergétiques et l'efficacité/la sobriété du bâtiment, mais aussi la capacité de production et de stockage énergétique du logement ou du bâtiment. A l'échelle de la ville et du territoire, des questions similaires se posent.

Ainsi, en réponse aux situations de crise, nous pouvons parler de résilience des réseaux du territoire et des bâtiments. Une résilience qui se place au carrefour du fonctionnement en réseau et des technologies énergétiques et de communication, d'une part, des usages et des comportements, d'autre part. Une résilience qui ne s'appuie plus sur un système stable, sécurisé et normé, mais sur un système flexible et transformable qui articule les interconnexions entre les différentes échelles de fonctionnement et les différents opérateurs et ressources.

Au niveau des infrastructures électriques, cette notion de résilience apparaît à deux échelles de temps:

- Les vraies crises où une part significative du réseau peut s'écrouler (conduisant à la coupure d'alimentation de tous les clients d'une zone pour quelques heures)
- Lors des pointes de consommation, soit quelques heures par an, qui vont dimensionner le système de production comme le réseau. Organiser des effacements de consommation dans ces périodes permet de réduire les investissements et donc les coûts, mais augmente aussi potentiellement les risques de défaillance si ces effacements ne sont pas suivis.

Si le deuxième cas rentre plutôt dans une optimisation économique avec des services rémunérés, le premier cas relève plutôt de la situation de force majeure.
L'apparition de familles en situation de précarité énergétique peut aussi être considérée comme une défaillance de la société et demande une mobilisation particulière des gouvernants.

· **Problématiques :**

La résilience s'organise à plusieurs échelles :

- individuelle (auto production énergétique, affaiblissement des besoins, capacité d'effacement des pics de demande par adaptation des usages ou stockage d'énergie),
- collective à l'échelle d'un bâtiment ou d'un site,
- au niveau local (quartier, ville...) par les municipalités/agglomération ou des réseaux d'acteurs,
- au niveau régional/national/européen par des régulations jouant sur les prix (tarifs, marchés, CSPE, fiscalité…) et des règles (règlementation technique, normes, labels...)

Plusieurs points particuliers méritent d'être analysés :

- Comment connaître les faiblesses, les interdépendances, évaluer les risques, le degré de résilience ?
- La technologie et le dimensionnement de l'inertie doivent-ils prendre en compte les événements extrêmes et le changement climatique ? Comment prendre en compte ces situations de crise (dont les aléas climatiques) dans le dimensionnement de l'habitat (valorisation de l'inertie thermique) ?
- Par qui et comment prendre en charge les populations en situation de précarité énergétique ?
- Quelles règles de choix des investissements et des modes d'exploitation dans les infrastructures réseau énergétiques (électricité, gaz, chaleur) ?
- Quel mode de rémunération des services auxiliaires (marché, tarif, service obligatoire et non rémunéré) ?
- Comment assurer la viabilité de nouveaux acteurs comme les agrégateurs qui mutualisent des risques, faut il un mécanisme de réassurance ?
- Comment accéder aux données et organiser leur partage ?
- La gestion mutualisée par quartier risque de faire apparaître des ghettos énergétiques. Quelles sont les bonnes échelles de solidarité selon les points de vue technico-économique et politique ?
- Quelles sont les formes de réactions individuelles et collectives face aux crises ?

Liste des projets de recherche interdisciplinaire

1. **Réaliser un cadastre énergétique**
2. **Socialiser et territorialiser le black out électrique local**
3. **Capacité à organiser des locaux protégés des surchauffes**

Projet n°1 : Réaliser un cadastre de la solidarité énergétique

- **Diagnostic général et problématique** :

Depuis la crise pétrolière de 1973, la réglementation thermique est devenue de plus en plus contraignante pour le neuf alors que les bâtiments existants ont fait l'objet de très peu d'attention. Or en 2050, ils représenteront encore entre 70 et 80% des bâtiments. Pour relever ce défi de l'efficacité énergétique, une approche purement libérale et individuelle est théoriquement possible, mais pratiquement, la puissance publique devra intervenir par des subventions ciblées, des opérations pilote ou de l'animation locale. Faire un état de la situation est ainsi indispensable.

L'ANAH et d'autres organismes ont réalisé des études pour établir des typologies et segmentations diverses des trente millions de bâtiments existants en termes de date de construction ou de consommation énergétique [1]. Cette production de données, souvent présentées sous forme de « camemberts », permet d'établir un premier « portrait-robot » des bâtiments mais interpelle peu les collectivités ou les urbanistes qui ne situent pas ces bâtiments sur leur zone de responsabilité ou d'activité.
Au-delà du « portrait-robot » et des segmentations, il convient maintenant de localiser ces bâtiments

afin de lancer des programmes de rénovation ciblés et efficaces pour réduire le poids du bâtiment dans la consommation énergétique de la France et, par effet domino, les émissions de gaz à effet de serre et la pollution résultant de la combustion.
De plus, la localisation des bâtiments permettra d'évaluer leur potentiel de production solaire (thermique et photovoltaïque) ainsi que le poids induit par les déplacements contraints (domicile-travail, commerces, écoles…). En effet, pour un ménage les consommations énergétiques relatives au chauffage et à la mobilité sont aujourd'hui équivalentes, ce qui peut conduire à une double précarité : logement et déplacements.
L'idée centrale de cette proposition est de bâtir un outil d'aide à la connaissance (capitalisation des données) et à la décision pour les collectivités locales (communes, communautés de communes). Contrairement à beaucoup d'outils d'analyse globale, la maille d'investigation du projet sera le bâtiment car c'est à cette échelle que l'on rencontre les acteurs à convaincre pour agir (propriétaires, locataires, gestionnaires, maires…). C'est d'ailleurs à cette échelle que travaillent les outils d'évaluation du potentiel solaire des toitures [2].

Le point de départ du travail proposé sera donc d'exploiter les systèmes d'information géographiques (tels que le cadastre : www.cadastre.gouv.fr, www.geoportail.gouv.fr/accueil, http://professionnels.ign.fr/bati-3d…) pour élaborer des indicateurs énergétiques territoriaux qui permettraient d'identifier et de localiser les bâtiments suivant leur typologie, leur consommation énergétique, leur potentiel d'économie et de production (principalement photovoltaïque) ainsi que le poids des déplacements induits par la localisation [3].
L'outil devrait permettre d'avoir accès à 5 types de cartes, voire plus si on intègre les réseaux qui « alimentent » la parcelle où est située le bâtiment (voies piétonnes, pistes cyclables, routes, électricité, eau, eaux usées, gaz…)

1 : carte « typologie » : année de construction, surface, matériaux, système constructif…
2 : carte « consommation » : diagnostic de performance énergétique, calcul méthode 3CL, déclaratif…
3 : carte « potentiel d'économie » : suivant les bouquets de solutions de rénovation retenus.
3 bis : carte potentiel de flexibilité pour effacer des pointes ou se délester en urgence.
4 : carte « potentiel de production photovoltaïque » : beaucoup d'outils existent déjà.
5 : carte « mobilité » : distance aux services.
6 : cartes réseau présentant la capacité d'accueil locales du réseau pour les producteurs et les consommateurs.

Pour établir ces 6 cartes, le point crucial sera de disposer des données (description des bâtiments, consommation, modèle de déplacements…) et la question de la collecte se pose : comment faire ? Avec qui ?
On s'attachera tout d'abord à consulter les collectivités territoriales (villes, communes, communauté de communes ou d'agglomération…) qui pourraient être les premiers utilisateurs et bénéficiaires d'un tel outil.
Au-delà des données techniques factuelles, il faudra apprécier le potentiel réel ou réaliste, compte tenu du comportement des utilisateurs, de leur sensibilité aux incitations.

· **Pistes de résolution :**

- définir les risques, les modes de défaillance, les parades, le degré de résilience (indicateurs de résilience)
- quelle proportion de patrimoine est résilient ; cadastre de résilience ;
- étudier la taille du parc de logement existant rénovable à coût 'acceptable'.

· **Taille : 4 ans, CSTB , SPI, SHS, architectes**

---

[1] : http://www.srcae-idf.fr; http://www.building-typology.eu/, http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/fileadmin/redacteurs/Regles_de_l_Art/Rapports/rapport-rage-parc-residentiel-existant-2012-09.pdf

[2] : http://www.cadastresolaire.paris.fr/; http://www.photovoltaique.info/Les-cadastres-solaires.html

[3] : http://www.effinergie-ecomobilite.fr/

Projet n°2 : Socialiser et territorialiser le black out électrique local
Ou peut-on tarifer la fiabilité du service ?

- **Diagnostic général et problématique :**

Historiquement, la gestion du système électrique était confiée à une société nationale en situation de monopole. Elle était responsable de la planification et de la gestion du système afin de garantir une qualité d'alimentation pour tous. La disponibilité de ressources fossiles facilitait les choses.
Maintenant, le système est plus éclaté avec des opérateurs beaucoup plus nombreux et mis en concurrence et une pression plus forte sur les coûts. Le système est géré plus près des limites et est ainsi plus vulnérable; la gestion des situations de crise est plus prégnante.
Ces vulnérabilités se déclinent en termes de fragilité technique et physique (black out, défaillance locale, rupture d'équilibre production-consommation, liés aux événements climatiques) et de vulnérabilité économique des acteurs (réponses des opérateurs et des « agrégateurs », consommateur en situation de précarité ou acteur de l'effacement).
La gestion des crises en résultant dépend des caractéristiques de celles-ci (ponctuelle, plus ou moins répétée, diffuse ou ciblée). La modification des conditions d'approvisionnement énergétique (monopole, multiplicité des opérateurs), les réactions individuelles et collectives conditionnement pour beaucoup la survenue de « la crise » et de son traitement.
Pour gérer ou éviter ces crises, l'approche classique conduit à largement dimensionner les infrastructures pour éviter toute crise. On peut aussi utiliser la flexibilité des consommateurs, leur capacité à moduler leur consommation en fonction de la situation. Cette flexibilité peut être activée moyennant finance, dans une approche purement individuelle, ou en développant une solidarité au niveau national ou territorial. L'efficacité de ces dispositifs dépend de facteurs culturels, de sentiment d'appartenance à un territoire, de cohésion sociale.

- **Pistes de résolution :**

Des enquêtes terrain et des mises en situation dans des démonstrateurs seront utilisées, de même que de l'économie expérimentale :
- identifier les marges/flexibilité des consommateurs et des acteurs de gestion de la demande et réserve de capacité
- étudier les possibilités de diversification de niveau de fiabilité ou de puissance maximum dans la tarification
- élaborer des modèles participatifs et collectifs
- étudier les stratégies d'effacement des utilisateurs
- identifier et localiser les agrégateurs (avec une logique de mutualisation autour d'un territoire, ou autour d'une marque commerciale)
- imaginer des typologies et des échelles d'agrégation

- **Taille : 4 ans, SPI, SHS**

Projet n°3 : Capacité à organiser des locaux protégés des surchauffes estivales

- **Diagnostic général et problématique :**

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime selon le scénario A1F1 1 que le climat devrait se réchauffer d'environ 4°C d'ici 2100. Il paraît donc important d'estimer quelle sera la réponse thermique et énergétique des bâtiments face à une telle augmentation de la température. Il faut évaluer la variation que provoquerait un tel réchauffement sur des indicateurs tels que l'inconfort thermique ou la consommation énergétique. De plus, il semble primordial de se demander quelle stratégie de réhabilitation permet de parer au mieux à un tel réchauffement pour ainsi rendre les bâtiments plus résilients face au changement climatique.

Il est important de noter que l'aléa majeur du système électrique reste la thermosensibilité en période hivernale. Cependant, on peut avoir aujourd'hui des conjonctures problématiques en période estivale. Le gradient d'été est d'environ 600 MW/C° (4 fois moins que le gradient d'hiver). L'amplitude est également moindre en °C puisque le seuil est autour de 26°. Que s'est-il passé en août 2003 ? La prévision de la consommation est précise à 2/3000 MW en général. C'était une situation de canicule, sans vent donc pas de production éolienne (moins 2000 à 3000 MW), et peu d'eau donc une production hydro basse et un problème pour le refroidissement des centrales thermiques (pertes de 7000 MW de production). Une conjoncture pareille peut rapidement engendrer des problèmes sur le réseau électrique, d'autant plus que la période estivale est la période de l'année où la maintenance est réalisée sur les centrales nucléaires, ce qui occasionne une perte de 10 à 12 GW.

· **Pistes de résolution :**

- identification des mutualisations possibles de locaux ou de stockage de frigories et évaluation sociale de ces mutualisations
- évaluation du consentement à payer des bénéficiaires
- évaluation des effets de l'inertie thermique des bâtiments (isolation par l'extérieur) en termes de modulation et d'évitement de la consommation de climatisation
- recherche de matériaux et techniques de construction (convection naturelle contrôlée...) adaptés au confort d'été
- utilisation d'énergie renouvelable locale.

· **Taille : 4 ans, CSTB , SPI, SHS, architectes**

3.6. Retours atelier 4 avril « Résilience des bâtiments et des réseaux du territoire »

Extraits des retours de Marjorie Musy (CNRS Nantes) et Xavier Normand (Ville de Grenoble) lors de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

Trois pistes de projets ont été présentées.

Le premier projet vise à réaliser un cadastre de la solidarité énergétique. L'idée est d'avoir une cartographie enrichie des enjeux énergétiques à des échelles descendant jusqu'aux bâtiments, enjeux énergétiques vraiment très larges avec plusieurs approches, des questions de consommation, de typologies, de types de capacité de production, de capacité de flexibilité, jusqu'à des notions de sensibilité à la question de la mobilité, en fonction de la proximité du réseau de transports en commun et autres. Là-dessus, deux réactions. La première, c'est qu'il est un peu ennuyeux de poser un outil comme préalable, il faut plutôt partir d'une problématique, d'un besoin, donc inverser le processus, même si on peut constater que ces outils-là vont sans doute apparaître. En tout cas je peux témoigner que du point de vue d'une collectivité, c'est un outil d'aide à la décision qui pourrait être tout à fait intéressant. Le préalable est de faire une analyse de ce dont les acteurs ont besoin en matière de cartographie, acteurs individuels, acteurs collectifs, acteurs institutionnels, avant de définir un outil.

Sur ce sujet-là, des recherches ont déjà été financées l'an dernier sur des approches énergétiques à l'échelle de la ville, différentes échelles spatiales et temporelles, pour définir les questions de coïncidences, de demande et de fournitures d'énergie. Sur ce projet, ces outils-là existeraient peut-être déjà s'il n'y avait pas de vrais verrous de recherche, notamment sur la disponibilité, la fiabilité des données. Il faut donc certainement creuser ces questions de fiabilité et d'évolution des données. Par exemple, on a évoqué la donnée sur les typologies de bâtiments. Il y a des modèles énergétiques à l'heure actuelle qui reposent sur l'âge des bâtiments avec derrière des ratios de consommation, quelle pertinence avec les réhabilitations qui ont eu lieu, avec des logements diffus ? Donc toute cette fiabilité de données est certainement à étudier avant de poser des outils.

Le deuxième projet, socialiser et territorialiser le black-out électrique local ou peut-on tarifer la fiabilité du service, est une idée relativement classique dans les smart-grids : quelles sont les flexibilités qu'on va avoir dans les consommations sur le réseau électrique et comment les mettre en œuvre ? quel modèle économique, quel modèle comportemental, etc... ? La problématique est intéressante parce qu'elle vient alimenter cette problématique générale des comportements et de l'évolution des différents agents par rapport à la question du smart-grid. On a absolument besoin d'aller assez loin dans cette dimension sciences humaines des smart-grids. C'est fondamental, ne mettons pas la technologie en tout premier alors qu'on ne sait pas trop où on va. J'ai trouvé cette recherche assez riche parce qu'elle va au-delà de la question des modèles économiques de la tarification dynamique et pose la question du prix de la fiabilité, c'est relativement original et c'est une vraie question qui existe dans beaucoup d'autres domaines… par exemple maintenant la SNCF vous rembourse votre billet si le train arrive une demi-heure en retard. On a donné un prix à la question de la fiabilité. Dans le système électrique aujourd'hui, c'est relativement innovant et ça mérite d'être exploré. Et la question de la territorialisation est évidemment posée en disant doit-on attendre réellement le même service public de l'énergie électrique à tout point du territoire et comment essayer de le moduler en ayant une vision plus liée aux besoins que liée à des postures politiques a priori. Ce sont des recherches tout à fait intéressantes pour les acteurs territoriaux que nous sommes.

Sur le plan recherche, deux points sont à souligner : l'analyse des cycles de vie et la fiabilité. Que se passe-t-il si le réseau est moins fiable ? Les individus compenses en organisant eux-mêmes le stockage voir contournent les règles du réseau. Ils s'adaptent avec des systèmes qui leur sont propres. Et puis, un autre point qui semblait extrêmement intéressant, c'est celui des échelles parce que, quand on va analyser différents sous-systèmes, du logement au bâtiment, voire même quand on a des opérations de quartier, plusieurs échelles d'organisations sont impliquées dans la

fabrication et le fonctionnement de ces systèmes.

Le troisième projet concerne la capacité à organiser des locaux protégés des surchauffes estivales. Il est donc lié à l'évolution climatique prévisible et à la façon dont nos villes vont répondre à cette question dans le temps. Là, plusieurs idées. La première, c'est qu'il faut évidemment relier cela aux recherches sur les îlots de chaleur urbains puisque il y a évidemment une interaction entre les locaux et le plein-air. La deuxième idée, c'est qu'il y a vraiment une dimension sociale importante en termes de solidarité, de publics plus fragiles face à la question de la canicule. Donc, il ne sera peut-être pas pertinent de lutter contre les sur-chaleurs partout de la même façon à l'intérieur d'une ville, mais plutôt d'une façon différenciée en fonction des différents publics, des différents risques pris et peut-être y a-t-il également des stratégies à imaginer, d'avoir certains locaux réservés au détriment d'autres. Troisième idée, la dimension ressource en eau, qui est probablement très sensible et très différenciées selon les contextes et entre les villes. Aujourd'hui, utiliser l'eau potable pour rafraîchir n'est pas très correct, ça pose un certain nombre de questions, d'acceptabilité, de coûts, de préservation des ressources, etc... Tout cela renvoie aussi à des dimensions constructives et architecturales. Quand on pense inertie thermique, c'est aussi intéressant de penser ossatures bois et de penser terre crue, ce sont des aspects que l'on connaît assez bien en Isère.

Au démarrage, les débats sur ce projet ont été très tournés sur les questions plutôt techniques de la ressource naturelle, de la construction des bâtiments. Il a ensuite porté sur le climat à propos duquel on peut avoir des approches interdisciplinaires, en termes de vulnérabilité, de solidarité, et puis du potentiel d'aménagement au niveau de la ville. Si on aborde cette question avec des approches intégrant les systèmes, les usages de la ville, le changement climatique et l'organisation des acteurs en prenant en compte la variété des bâtiments (bureaux, commerces, résidentiels ...), il y a certainement beaucoup de solutions innovantes à proposer en termes de flexibilité de la ville et d'usages partagés de certains locaux.

3.7. Fiche « Conception collaborative centrée utilisateur »

Thème général	La conception de bâtiment repose sur un processus séquentiel qui existe depuis longtemps. L'arrivée des contraintes énergétiques et des nouvelles technologies remet en cause la façon de concevoir les bâtiments.
Coordinateur	Stéphane Ploix
Co-auteurs	Olivier Balaÿ, Olivier Baverel, Gilles Debizet, Julie Dugdale, Thierry Rampillon, Nicolas Tixier, Frédéric Wurtz
Mots Clefs	conception collaborative et coopérative, maquette numérique, méta-conception, conception centrée utilisateur, jeux de rôle, jeux sérieux, systèmes multi-agents

Synthèse générale

- **Diagnostic général et enjeux :**

La conception de bâtiment repose sur un processus séquentiel qui existe depuis longtemps. L'arrivée des contraintes énergétiques et des nouvelles technologies remet en cause la façon de concevoir les bâtiments. La première problématique à intégrer est la mise en place de processus et d'outils qui permettront aux acteurs de coopérer plus étroitement en favorisant l'intercompréhension et l'échange d'informations. La seconde problématique est de mieux intégrer l'utilisateur final d'un système bâtiment en pensant méta-conception, c'est-à-dire concevoir pour que les utilisateurs puissent adapter, au lieu de concevoir en visant des utilisateurs idéalisés.

- **Problématiques :**

Il est difficile de concevoir séquentiellement des bâtiments à haute performance énergétique car la dépendance entre les différents métiers est accrue. Architectes, maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, bureaux d'études structures, thermiques, fluides, mais aussi futurs exploitants du bâtiment doivent travailler étroitement ensemble en intégrant les besoins de flexibilité d'acteurs comme les opérateurs de réseaux électriques et thermiques. Le recours accru à des outils d'aide à la conception collaborative doit être envisagé au regard de tout le cycle de vie d'un bâtiment et de ses espaces de vie. Il faut capitaliser les savoirs et savoir-faire mais aussi permettre les réadaptations et reconfigurations des équipements et composants du système bâtiment.

Liste des projets de recherche interdisciplinaire

1. **Conception collaborative**
2. **Conception adaptative**

Projet n°1 : Conception collaborative

- **Diagnostic général et problématique :**

Aujourd'hui, la conception de bâtiment reste très séquentielle. Le maître d'ouvrage spécifie,

l'architecte crée, le maître d'œuvre gère, les différents bureaux d'étude thermique, fluide et système valident ou invalident des options par le calcul, puis les acteurs de la construction interviennent. Ce schéma s'adapte mal à la conception de bâtiments à haute performance énergétique où les différentes étapes sont de plus en plus interdépendantes.

- **Pistes de résolution :**

A l'instar des évolutions dans le génie industriel, de nouveaux schémas de collaboration/coopération peuvent être mis en place, centrés autour d'objets communs favorisant l'intercompréhension des contraintes et besoins de chacun des acteurs. L'idée est de s'appuyer sur des représentations graphiques comme la maquette numérique ou des coupes 2D, en y adjoignant un système d'annotations, des outils permettant de visualiser des estimations des coûts de construction et des performances énergétiques tenant compte des usages, qui deviennent déterminants dans les bâtiments à haute performance énergétique. Ces outils doivent permettre aux experts et aux acteurs de formuler des hypothèses et des scénarios et de les évaluer par des techniques de simulation et d'optimisation pour le dimensionnement en phase très initiale soit de conception, soit de réhabilitation/rénovation. Les représentations graphiques augmentées permettront de synchroniser les différents processus métier, en favorisant les interactions, et de paralléliser les interventions des acteurs. Cela permettrait d'intégrer dans une même représentation le contexte proche (rue, cour, bâtiment, végétation, etc.), le dedans / le dehors, le haut / le bas, le devant / le derrière, la dimension verticale permettant de représenter les usages et l'atmosphère avec les phénomènes sensibles comme les effets du soleil, du vent, des sons, etc... La représentation partagée propose un espace graphique pour l'expression de chaque discipline (récit, mesure, photo, schémas, etc.). On peut facilement y esquisser des modifications. Certains modes de représentation, comme les coupes, s'avèrent plus naturellement partageables entre les acteurs et les disciplines, permettant aussi de passer de l'analyse au projet - où le projet est souvent plusieurs projets à différentes échelles (aménagement intérieur, technique énergétique, travail de façade...).

Ce projet peut engendrer de nombreux sous-projets d'application : neuf et réhabilitation, urbain et rural, habitat et tertiaire, type de bâtiment…

- **Taille : 6 ans, SPI, SHS, architectes**

Projet n°2 : Conception adaptative

- **Diagnostic général et problématique :**

La conception architecturale et la réalisation d'un bâtiment sont centrées sur l'objet fini répondant à des besoins souvent supposés de futurs occupants. Or, durant le cycle de vie d'un bâtiment, les occupants et les usages des différents espaces de vie sont amenés à changer régulièrement. Est-il possible d'intégrer cette diversité d'usages possibles dès la phase de conception pour que le système construit puisse facilement s'adapter ?

- **Pistes de résolution :**

L'objectif du projet de recherche est d'explorer un changement de paradigme de conception. Au lieu de concevoir un produit répondant à des besoins d'utilisateurs finaux réels ou supposés, il s'agit de méta-concevoir, c'est-à-dire de concevoir pour que les utilisateurs puissent facilement adapter leur espace de vie à leurs besoins. Pour cela, il faut mettre au point de nouvelles méthodologies de conception s'appuyant sur une représentation de la diversité et de l'évolutivité des usages et des contextes. Actuellement, les problématiques de maîtrise des consommations énergétiques font entrer dans le bâtiment des outils technologiques de pointe qui peuvent favoriser l'adaptabilité du dedans et du dehors aux besoins de flexibilité de la production d'énergie et aux possibles évolutions dans le domaine de la mobilité. Les occupants, avec leur mode de vie et leurs ressources, évoluent avec leur espace de vie : cela renvoie encore à un besoin de flexibilité. L'augmentation à venir des coûts énergétiques va certainement accentuer ce phénomène, avec l'apparition notable de situations

de précarité énergétique. Il s'agit donc de concevoir et d'intégrer des systèmes facilement adaptables et interchangeables. Cela conduit au développement de nouveaux processus métiers, de solutions techniques adaptables et facilement appropriables, de systèmes de capitalisation des savoirs et savoir-faire.

Les utilisateurs d'un espace ne mettent en avant ni les aspects fonctionnalistes ni les aspects formalistes des architectures construites. Le vécu croise les perceptions spatiales avec les perceptions sociales et sensibles. Les usagers ne vivent pas leurs espaces de vie ou de travail en termes d'adaptation à une forme et à une fonction, mais en termes de potentiel d'appropriation et d'agrément. Ainsi, habiter un bureau, un logement, c'est investir un lieu pour s'y sentir à l'aise en quelque sorte. Or cette façon propre d'investir un espace tient le plus souvent à la capacité de régler au mieux, au plus près du corps et en fonction de l'humeur, la lumière naturelle, l'éclairage artificiel, la température de l'air et l'écoute. La conception énergétique est ainsi également architecturale et renvoie à des propositions qui font coexister le «mobilier» technique permettant à l'usager de moduler les flux avec l'immobilier technique automatisant la circulation des flux. Il ne s'agit pas de dire qu'une technologie de pointe automatisée ne correspond pas du tout à la demande des utilisateurs, bien au contraire. Mais ces derniers disent aussi que l'accès facile, manuel, des appareillages pour gérer les flux offre un confort suffisant et efficace. Ce paradoxe doit être l'objet de recherches expérimentales qui feraient suite à des analyses d'enquêtes menées dans les habitats et les bureaux BEPOS construits et utilisés.

Le conception centrée utilisateur peut s'appuyer sur une interaction entre des concepteurs et un panel représentatif de la diversité des utilisateurs et sur des jeux sérieux pour extrapoler des usages futurs. Cela permettra aux uns de comprendre les besoins des autres et aux autres les contraintes des uns. Il s'agit tout d'abord de mieux connaître la diversité des usages dans les bâtiments BEPOS (enquêtes et analyse d'enquêtes de vécus pour l'application réelle) en considérant l'usager comme partie prenante dans la gestion énergétique de son habitat. On peut concevoir des systèmes simples accessibles, modifiables et remplaçables par l'utilisateur, susceptibles de générer du confort (adaptation de l'habitat à l'évolution climatique). Il faut construire avec les idées des usagers. Les solutions relevant de choix techniques innovants sont souvent risquées et doivent être envisagées avec l'idée que les usagers et/ou les exploitants doivent être capables de modifier, de remplacer, voire de supprimer les solutions installées. Le problème est de mettre au point une méthodologie de conception avec des heuristiques qui conduisent à envisager cette problématique dès les phases les plus amont de conception. Le conception centrée utilisateur doit être suffisamment adaptative pour appréhender l'évolutivité de contexte normatif mal connu, mais aussi ambiantale du logement : la piste de l'habitat saisonnier associé à la modularité des usages de l'habitat et des ambiances de voisinage doit être explorée.

- **Taille : 3 ans, SPI, SHS, architectes**

3.8. Retours atelier 4 avril « Conception collaborative centrée utilisateur »

Extraits des retours de Olivier Cottet (Directeur stratégies et innovations de Schneider Electric) et Julien Hans (Directeur adjoint en charge de la recherche pour la direction énergie et environnement au CSTB), lors de l'Atelier interdisciplinaire « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 à Grenoble

D'abord on a eu droit à un constat sur ces deux notions de conceptions collaboratives par Thierry Rampillon. Pour le partager très rapidement avec vous, une situation actuelle qui est assez simple, et a d'ailleurs été décrite par les groupes précédents. Aujourd'hui, c'est très séquentiel. On peut dire séquentiel, incrémental, segmenté, comme on veut, mais en tout cas entre organisations et entre acteurs, on a de la segmentation entre thématiques, entre l'énergie, l'environnement, le confort, la santé, la structure... dans le temps évidemment, puisqu'on ne se pose pas forcément les mêmes questions au même moment, en esquisses, en avant-projets définitifs. Le constat, c'est la nécessité de passer de quelque chose de séquentiel à quelque chose de beaucoup plus intégré. Là-dessus ont été présentées des pistes, des esquisses, et en particulier les objets communs que pourraient avoir ces acteurs-là pour se partager l'information. Alors évidemment, on a parlé de maquette numérique et ça a été plutôt tourné non pas comme maquette numérique, mais est-ce qu'on a une référence commune quelque part de votre projet, qui pourrait nous aider à travailler ensemble. Alors, la maquette numérique a été mentionnée, mais il y a encore beaucoup d'interrogations, est-ce que c'est une description commune du bâtiment, est-ce que c'est un vrai outil de conception en commun ? C'est un peu les limites. On a besoin d'une base de connaissances commune pour avancer. Une autre notion émerge : est-ce que l'outil suffit, s'il n'y a pas de volonté des acteurs ? En conclusion, je crois que je l'ai piqué à quelqu'un qui l'avait dit il y a quelques années, il faut mélanger des patates, chaudes là en l'occurrence puisqu'on se repasse les dossiers, des choux, des carottes, et avec tout ça, il faut quand même faire une bonne soupe, donc il faut se débrouiller au niveau conception.

Maintenant sur la notion de conception adaptative, l'idée maîtresse est clairement ce qui a été présenté : on conçoit et on fabrique un objet, ce qu'on souhaiterait c'est concevoir et fabriquer un service. Par exemple c'est bien beau de mettre une tablette à disposition des acteurs dans le bâtiment, mais qu'est-ce qu'on met dans cette tablette, comment ça marche ? Une idée retenue aussi, c'est que finalement d'un côté il y a l'efficacité énergétique du bâtiment, c'est un peu sa performance intrinsèque, puis de l'autre côté il y a la sobriété énergétique. Quand on parle de sobriété énergétique, l'usager rentre dans l'équation, et on verra qu'une question est de savoir si l'usager fait partie de l'étude de conception. On vous fait remonter les différents éléments : ce qui a plu et ce qui n'a pas plu.

Ce qui a plu en premier. D'abord, clairement, la notion d'une base de connaissances pour la conception collaborative, quelle est-elle ? comment on la construit, est-ce qu'elle suffit ? L'idée de concevoir un service, pas un objet, paraît absolument évidente. Et puis la notion de développer une culture collaborative, c'est-à-dire l'outil, certes, mais s'il n'y a pas une culture de la conception collaborative, il ne se passera rien et d'un point de vue managérial on a raccordé ça à la notion d'objectifs communs, c'est-à-dire est-ce que tout le monde est bien en train de faire un bâtiment à énergie positive ou est-ce que j'ai l'architecte qui y réfléchit et éventuellement le bureau d'études ? est-ce qu'en fin de ce chantier, je ne suis pas juste en train de poser du placo et de l'isolant et est-ce que l'occupant est aussi impliqué ?

Ce qui a moins plu : c'est la conception parallèle, c'est pas la conception collaborative et aujourd'hui par exemple, l'allotissement à la construction, c'est pas du travail collaboratif. Clairement, il ne s'agit pas de limiter les évolutions à des outils, on ne fera pas de la techno push pour de la conception collaborative. Et puis, on a parlé beaucoup d'architectes et d'ingénieurs, mais certains ont mentionné qu'on n'a pas pensé aux utilisateurs, on n'a pas pensé aux ouvriers, et si on veut faire de la conception collaborative et en plus de l'adaptatif, clairement il faudra aller jusque-là.

Quelques idées qui ont émergé : une idée de zone franche de la conception pour que ce ne soit

pas un qui prenne en charge plutôt que l'autre, des équipes qui travaillent ensemble sur un outil tiers. L'idée de la formation initiale, ne faut-il pas d'abord former ces gens-là à ce changement de culture ? Et peut-être faudrait-il trouver d'autres solutions, développer la culture du retour d'expérience, mesurer la performance d'usage… Une idée forte aussi : faut-il adapter le modèle d'organisation ou faut-il le raser et repartir de zéro ?

Forts de ces retours de l'ensemble des acteurs de l'atelier, on a essayé de regrouper notre synthèse en trois parties : est-ce que ça répond aux questions sociétales, en quoi ça rejoint des projets collaboratifs en cours, et puis je dirais une réaction personnelle de nous deux.

Le problème sociétal est autour de la garantie, de la capacité à maintenir, à contrôler à l'avance ou pendant le cycle de vie ou après, la performance ou les performances du bâtiment puisqu'on verra que, quand on dit performance on entend souvent la performance énergétique, mais on l'a dit tout à l'heure, ça peut être la performance d'usage, ça peut être la performance environnementale, donc il y a des performances à définir, des indicateurs à définir de manière à ce qu'on puisse répondre à ces besoins-là. Il est clair que dans la mesure où on s'engage sur une réduction forte du CO2, il faut être capable de mesurer sa contribution carbone. À partir du moment où on veut absolument améliorer la qualité sanitaire de nos concitoyens, il va falloir s'intéresser à des indicateurs sanitaires, etc. Donc, le double effet de ces éléments pour répondre aux questions sociétales, c'est que tant qu'on n'a pas d'objectifs communs, c'est difficile de collaborer. On fonctionne souvent en parallèle et le seul moyen de converger, c'est d'avoir un objectif commun.

Ensuite, complémentarité et synergie avec les projets de R&D en cours : dans la conception adaptative, on a vu des éléments qui tournent autour des sujets de la prise en compte des utilisateurs, alors à la limite sous forme de questions puisque ce sont les sujets de recherche, un utilisateur, oui, mais lequel ? Celui qui sera là le premier jour, celui qui sera là deux ans plus tard, celui qui n'existe pas parce qu'un beau jour le bureau deviendra du résidentiel collectif, donc quels utilisateurs ? à quel moment sont-ils partie prenante de la conception et comment prendre en compte leurs besoins d'occupants, par les professionnels de la construction et de l'exploitation ? Quelque part, ce sont les sujets de recherche qui se travaillent en ce moment autour des bâtiments qui intègrent mieux les usagers ou les besoins des usagers ou les flexibilités des usagers, mais qui s'adaptent ensuite à tous les usages possibles. Sur la conception collaborative, je dirais que tous les sujets de recherche actuellement travaillent autour des expériences d'échec des organisations actuelles ou des structures actuelles. J'ai bien aimé la réaction qui consistait à dire avant grosso modo on fait des bâtiments en obligation de moyens et puis quand on arrive au bout, il y a un juge de paix qui est le budget, on enlève deux, trois trucs et ce n'est pas grave, et on ajuste à la fin. On ne peut plus faire cela dans une culture de performance ou de résultat. On est obligé d'anticiper l'optimum dès le début. D'où tous les sujets qui tournent autour de repenser en rupture avec les structures d'acteurs existantes, la conception intégrée collaborative, organisationnelle. Ce sont des sujets aussi bien liés à des éléments réglementaires, juridiques, textuels qu'à des organisations et à des responsabilités d'entreprises : le partage des connaissances et des compétences autour de ça. Un élément est clair, c'est que les outils ne servent à rien s'ils ne s'adaptent pas aux hommes. Donc, il ne faut pas se pointer avec un outil en disant maintenant Messieurs les hommes adaptez-vous à cet outil.

Quelques réactions de nous deux. Dans l'ensemble du groupe de travail, il y a eu un focus un peu plus marqué sur la phase conception que sur la phase adaptation. On est plus sur le 'comment je fais' que sur le 'à qui ça va servir'. Un élément de surprise, c'est qu'on parle toujours de l'utilisateur au sens l'occupant, l'usager, mais les utilisateurs au sens professionnel du bâtiment, c'est-à-dire le facility manager, le property manager, le syndic, le propriétaire, le gestionnaire du site, le chef d'établissement ont des objectifs antagonistes avec des critères de performance qui peuvent être antagonistes et qui peuvent éventuellement être contradictoires avec le confort des usagers c'est-à-dire que quelque part, il y a un projet qui s'appelle 'exploitation collaborative', et pas 'construction collaborative'. Personne n'a évoqué le changement de programmation, c'est-à-dire que quelque part le projet, si on prend en compte l'utilisateur, c'est le changement, le cahier des charges. À titre d'illustration, on expérimente un projet collaboratif dans lequel on veut voir l'impact qu'aura au moment de la conception, de la construction et de l'exploitation, une phrase dans le programme aussi bête que « à tout instant un local peut être mis en repos énergétique ». Ça devrait impacter la topologie des réseaux, la structure, la relation entre le climaticien, l'énergéticien, l'électricien, etc.

Ça devrait impacter l'exploitation. Et ça rejoint le dernier thème qui est la mesure des performances, ce n'est pas la mesure des performances globales de tout le monde, d'accord, c'est la mesure des performances de telle entité, de telle organisation. Si j'ai un contrat de performance énergétique, je mesure la performance du contrat et à ce moment-là l'exploitant doit avoir la possibilité de mesurer l'impact du contrat sur la performance de son bâtiment. Bref, la notion de performances et leurs mesures doit être liée au périmètre de la responsabilité de performance des différents acteurs en phase construction et en phase d'exploitation.

3.9. Fiche « Généralisation des innovations »

Thème général	De innovations en terme de méthodes, de produits ou d'assemblages sont mises au point lors de projets de construction expérimentaux. Certaines sont utilisées dans d'autres projets. Peut on évaluer l'aptitude d'une innovation émergente à être réutilisée largement pour d'autres projets ?
Coordinateur	Gilles Debizet
Co-auteurs	Paul Bouvier-Patron, Stéphane Cartier, Antoine Doré, Dung Quoc Ngo, Vincent Rigassi
Mots Clefs	Freins, leviers, diffusion des innovations, standardisation, verrouillage, méthodes de conception et de réalisation

Synthèse générale

- **Diagnostic général et enjeux :**

Le bâtiment et l'aménagement urbain étant spécifiques à un site, les coûts de transaction nécessaires à la mise en œuvre d'une innovation ne peuvent être amortis sur une série contrairement aux produits manufacturés. La diffusion large d'une innovation sociotechnique (un système technique, un mode opératoire, une méthode de conception pu d'évaluation…) suppose que les coûts de transaction soient relativement faibles pour les acteurs des projets d'aménagement ou de bâtiments. C'est pourquoi la diffusion d'une innovation sera plus large si elle est compatible avec des routines existantes ou si elle est accompagnée par l'adoption/utilisation de nouvelles routines. La normalisation peut contribuer à modifier les routines. Cependant, plus généralement les nouvelles routines sont construites par des acteurs (décideurs et prestataires)- et propagées en leur sein - préalablement ou conjointement- à la diffusion de l'innovation sociotechnique, sans qu'une norme ne l'impose précisément.

- **Problématiques :**

Les projets de recherche relatifs à l'énergie ont souvent pour finalité de contribuer à des innovations de produits ou de méthodes (et bien souvent des deux simultanément). L'évaluation de l'aptitude de l'innovation à être utilisée ou adoptée par des utilisateurs est bien souvent exclue du périmètre des projets de recherche proposés. Cette activité est laissée aux industriels ou financée par des dispositifs ad hoc (pépinière, capital-risque…) sans retour de connaissances formalisé vers le milieu de la recherche.
Développer des méthodes permettant d'évaluer la capacité d'une innovation sociotechnique à être adoptée (ce qui passe aussi par l'identification des routines à modifier) permettrait, d'une part, de mieux prendre en compte les utilisateurs dans les innovations proposées par les équipes de recherche et, d'autre part, de questionner les régulations publiques (nationales et locales) et les normes qui formatent les routines.

… Les pistes de recherche interdisciplinaire sont variées :
- analyse des sentiers de dépendance aux compétences des professionnels et à l'organisation des interfaces entre prestataires de la conception et de la réalisation
- sélection "darwinienne" des options : par une concurrence plus ou moins ouverte (les normes ou régulations publiques venant modifier les modalités de la concurrence) ou par la communauté de

pratiques (exemple des logiciels ouverts)
- accès aux diagnostics techniques par des utilisateurs (systèmes experts)
- standardisation des formes et des composants (voire "bâtiment catalogue" ?)
- assemblages banalisables versus assemblages nécessitant des savoir-faire spécifiques
- routinisation des méthodes de conception, à l'image d'exemples récents : système de management d'opération HQE, protocoles de simulation thermodynamique, règles de l'art pour la perméabilité à l'air...
- modification du cadre d'accueil des innovations : verrouillage par des normes d'équipements ou de calculs qui réduit les possibles de l'objet novateur

Liste des projets de recherche interdisciplinaire

La généralisation des innovations dans le domaine de l'architecture ou du projet urbain est en soi un thème de recherche traité par les sciences humaines et sociales. En revanche, évaluer, lors de son développement, l'aptitude de l'innovation à être utilisée dans un grand nombre de situations relève d'une démarche interdisciplinaire. Les projets de recherche proposant un produit, une méthode ou un outil esquissés dans les autres fiches pourraient utilement intégrer un volet « évaluation de l'aptitude à être utilisé ». Pour l'illustrer, voici deux exemples de projets de recherche-développement à moyen terme :

- Le premier concerne une innovation quasi-certaine mais encore foisonnante, peu formalisée et complexe : une méthode de conception simplifiée de bâtiment BEPOS pourrait être développée ;

- L'autre décrit comment la préoccupation "généralisation de l'innovation" pourrait être traitée pour le projet de recherche-développement "cadastre de la solidarité énergétique".

Projet n°1 : Méthode de conception simplifiée de bâtiment BEPOS POST-INNOVATION

· **Diagnostic général et problématique :**

Pour le moment, la conception des bâtiments BEPOS nécessite des dispositifs supplémentaires coûteux dont l'assemblage est incertain et requiert une large transversalité des réflexions. La généralisation des BEPOS à l'horizon 2020 requiert des formes simplifiées des méthodes de conception BEPOS. Actuellement développées dans des projets quasi-expérimentaux, des méthodes mobilisent des connaissances relatives aux systèmes énergétiques actifs et à l'enveloppe et requièrent des aptitudes du promoteur et de l'architecte à les intégrer dans la programmation et la conception architecturale. En outre, si le bilan de consommation d'énergie à deux ans devient contractuel, il conviendra d'intégrer, plus fortement qu'aujourd'hui, la gestion des bâtiments et l'exploitation des installations.

Quelles seront les futures routines de conception des bâtiments en 2020 ? Comment sera modifiée l'organisation séquentielle de la conception (programmation/conception/choix des systèmes et dimensionnements par les entreprises de travaux) ? Quels seront les objets intermédiaires (plan, calcul, note….) échangés entre les prestataires de la conception, de la mise en œuvre, les gestionnaires et les exploitants ? Et in fine : quels seront les solutions techniques et outils de conception compatibles avec les probables routines de conception-réalisation-exploitation des BEPOS de 2020 ?

· **Pistes de résolution :**

- observation des méthodes de conception de plusieurs bâtiments BEPOS
- identification des connaissances explicites et implicites au sein des équipes de concepteurs…
- évaluation des freins et motivations à adopter les nouvelles méthodes/routines de travail

- analyse des outils de dimensionnement : réglementaire et autres
- proposition d'une méthode de conception tenant compte de différents scenarii de répartition des activités de conception

· **Taille : 3 ans, énergéticiens du bâtiment, sociologues…**

Projet n°2 : Réaliser un cadastre de la solidarité énergétique

· **Diagnostic général et problématique :**

Le projet n°1 de la fiche "Résilience des bâtiments et des réseaux du territoire" définit ce que pourrait être un cadastre énergétique au service des collectivités locales. En complément de la méthodologie, évaluer la capacité de cet outil à être utilisé auprès des catégories d'utilisateurs visées nécessite :

1) d'étudier la faisabilité (et les modalités possibles) de son alimentation en informations par des acteurs institutionnels ou économiques qui en disposent,
2) d'évaluer les apports de ce cadastre aux bénéficiaires (et aux perdants),
3) d'évaluer la compatibilité du processus d'élaboration de ce cadastre avec les infrastructures de connaissances (connaissances, procédures, outils...) propres aux acteurs qui auront à fournir des informations ou à utiliser des informations de ce cadastre. A partir de ces analyses, des scénarii des transactions (marchandes ou non marchandes) pérennes peuvent être élaborés.

Si les activités ci-dessus sont réalisées conjointement à la conception du cadastre énergétique expérimental, leurs résultats peuvent être pris en compte. Pour éviter que le fonctionnement présent des acteurs impliqués dans l'alimentation ou l'utilisation du cadastre ne surdétermine les choix et bride l'innovation ou ne la rende trop complexe, il convient de différencier les éléments des infrastructures de connaissance selon leur caractère plus ou moins généralisé ou reproductible.

Synthèse et perspectives

Quels enseignements et quelles perspectives pour la recherche rhônalpines ?

Une trentaine de chercheurs et une quarantaine d'acteurs de l'énergie dans l'habitat et les villes ont participé à des évènements de l'atelier de Prospective Créative Energie Habitat Territoires. Force est de constater que la démarche de recherche interdisciplinaire esquissée intéresse les chercheurs et les acteurs de l'énergie. Évidemment, le fait que des organismes finançant la recherche formulent leurs attentes en la matière amène un nombre croissant de chercheurs à s'interroger sur des collaborations avec d'autres disciplines et des partenaires industriels ou territoriaux.

Pour autant, monter et mener une recherche interdisciplinaire et partenariale ne va pas de soi, la juxtaposition de "work package" disciplinaires ne suffit plus pour obtenir des contrats de recherche. L'énergie recèle une forte dimension technologique basée sur des flux physiques transitant par des équipements matériels alors que l'habitat (les bâtiments) et les territoires constituent des domaines de l'action publique et privée où s'entremêlent les valeurs et les pratiques des habitants/usagers/utilisateurs et des porteurs de services dans des configurations (des terrains) régulées par des lois et par des mécanismes de marché qui sont élaborés à de multiples échelles. Il convient donc d'articuler ses diverses dimensions dans une proposition de recherche cohérente au service de finalités scientifiques souvent plurielles. Le fait que deux propositions de recherche interdisciplinaire découlant de l'atelier PCEHT aient été retenues en 2014 par l'ANR[2] et par l'ARC Energie[3] montre que cette ambition d'articulation peut être atteinte et que la démarche de prospective créative de recherche porte ses fruits.

Enseignements de l'atelier

En se fixant l'objectif d'élaborer des pistes de projet de recherche, l'atelier PCEHT a exploré les enjeux et les difficultés que pose l'interdisciplinarité. Des premiers résultats peuvent être apportés sur trois points : la pertinence des problématiques, la méthode d'élaboration de pistes de recherches, la nature de l'interdisciplinarité.

Une problématique fédérant plusieurs disciplines répond à des enjeux sociétaux et non à des questions de recherche. Les disciplines se distinguent par leurs modèles explicatifs sans cesse remis en cause ou approfondis par des nouveaux fronts de recherche; il est en général peu probable que plusieurs disciplines partagent un même front de recherche. C'est donc une question sociétale qui peut rassembler des chercheurs de différentes disciplines. Dans les domaines de l'énergie dans l'habitat et des territoires, il s'agit souvent de méthodes de programmation, de conception, de gestion ou d'évaluation de systèmes ou de projets.

Un projet de recherche interdisciplinaire combine des analyses mono-disciplinaires avec des moments d'élaboration interdisciplinaire. La méthodologie vise à définir le fil directeur (répondant à une question sociétale précise) et les contributions des disciplines impliquées. La difficulté à définir les inputs/outputs des tâches tient à la compréhension réduite que chaque chercheur a des autres disciplines que la sienne. De ce fait, le montage du projet est particulièrement délicat : les articulations proposées doivent être suffisamment précises pour être crédibles et clarifier les collaborations mais pas trop pour permettre des ajustements (voire des remises en cause) au fur et à mesure que les interconnaissances disciplinaires et les connaissances de l'objet de recherche progresseront lors du développement du projet.

---

[2] L'ANR a retenu le projet INVOLVED coordonné par Stéphane Ploix (GSCOP) et associant le LIG, CEA-LITEN, PACTE avec VESTA System et Elithis.

[3] L'ARC Energie a accordé une allocation doctorale à PACTE portant sur les smart grid et les politiques énergétiques locales en partenariat avec G2ELAB.

La nature de l'interdisciplinarité évolue au cours du processus de définition du projet. Selon la question précise à laquelle l'équipe pluridisciplinaire de chercheurs entend répondre, des variantes de fil-directeur peuvent émerger avant qu'un ne s'impose au sein du groupe et justifie le leadership. Ainsi, le montage du projet alterne des interdisciplinarités de 1er et 2ème ordre (cf. intervention de François Ménard) au cours du processus de définition de la question sociétale précise, du périmètre et des tâches.

Perspectives pour la recherche rhônalpine

Rhône-Alpes est constitué d'un terreau dense et unique en France de chercheurs couvrant toutes les formes physiques d'énergie et les secteurs socio-économiques d'utilisation : transport, industrie, habitat et territoire. Le sillon alpin recèle le plus grand nombre de laboratoires et plusieurs instances fédératives centrées sur les technologies de l'énergie ainsi que des équipes de recherche travaillant sur l'énergie au sein de laboratoires SHS. Le pôle lyonnais dispose d'une structure fédérative dans le domaine de l'urbanisme à travers le LABEX Institut des Mondes Urbains où convergent les collaborations avec des technologues. Dans le sillon alpin, il n'existe pas aujourd'hui de lieu équivalent ouvert aux différentes communautés scientifiques et établissements. Sans préjuger de la forme et du positionnement d'un lieu de ce type, l'IDEX constitue une opportunité pour combler les besoins en termes d'appui au montage et à la direction de recherches pluri et inter-disciplinaires. Quatre missions complémentaires pourraient être développées :

Mise en relation et convergence : il s'agit d'offrir des moments de rencontre attractifs et efficaces entre chercheurs des sciences pour l'ingénieur et des SHS. En complément ou en relais des lieux existants (rencontres Tenerrdis, séminaires ARC, colloques scientifiques nationaux et internationaux en Rhône-Alpes...), des thèmes de rencontre seraient définis sur des thèmes porteurs (H2020, ANR, stratégie nationale de recherche) et/ou en symbiose avec des acteurs du tissu socio-économique régional motivés. Ces rencontres seront immédiatement suivies de speed-dating puis d'ateliers de réflexion inter-disciplinaire dont la vocation serait d'amener des chercheurs de différentes disciplines à mieux se connaître pour être capables de répondre aux questions sociétales des appels à projets. Au-delà des manifestations d'intérêt spontanées, des chercheurs pourraient être sollicités en fonction des besoins.

Appui méthodologique : des démarches d'accompagnement seront proposées à des chercheurs désireux de monter une proposition de recherche ensemble. Selon l'état de maturité de l'initiative, elles consisteraient à cerner les pistes de recherche et en sélectionner une, à construire le sujet de recherche en réponse à des enjeux sociétaux explicites et à structurer la proposition autour du porteur tout en permettant aux différentes disciplines d'avancer sur leurs fronts de recherche respectifs. Au-delà du montage, il serait proposé un accompagnement des équipes pluridisciplinaires : reconnaissance de la diversité des points de vue disciplinaires sur un objet, renégociation des hypothèses et des articulations entre work-package, leadership et animation par le coordonnateur du projet ...

Capitalisation des méthodologies : fort de l'expérience de projets interdisciplinaires antérieurs et de l'accompagnement des projets en cours, un travail de capitalisation de méthodologies interdisciplinaires serait mené dans un double objectif d'amélioration de l'accompagnement et de publication scientifique.

Formation à l'interdisciplinarité : en amont et à côté de l'accompagnement, des formations seraient assurées auprès des chercheurs sur les thèmes suivants : pluralité des regards scientifiques sur un même objet (par exemple système technique de bâtiment ou de réseau), méthodes du dialogue interdisciplinaire, management de projet avec asymétrie des connaissances, stratégie de valorisation scientifique, rédaction "d'articles interdisciplinaires" ...

COMMUNAUTÉS DE RECHERCHE ACADÉMIQUE RhôneAlpes

ENERGIES

Prospective Créative Énergie Habitat Territoires (PCEHT)

ATELIER INTERDISCIPLINAIRE ENERGIE DANS L'HABITAT, LES RÉSEAUX ET LES TERRITOIRES

VENDREDI 4 AVRIL 2014 - 13H30 À 16H45

LIEU
Grenoble INP
Allée C
Amphi Gosse
46 av. Félix Viallet
GRENOBLE
http://goo.gl/maps/vbHym

Besoin d'informations ?
seminaire4avril@laposte.net

- Introduction
Daniel Bellet (ARC4) - Gilles Debizet (UJF)
Olivier Baverel (ENSAG) - Stéphane Ploix (INPG)

- Les défis de l'interdisciplinarité
François Ménard (PUCA)

- Ateliers-projets autour de 5 thèmes
Conception collaborative - Nouveaux services pour le bâtiment
Résilience des bâtiments et des territoires - Coordination des systèmes énergétiques - Généralisation des innovations

- Retours de grands témoins suite aux ateliers-projets
Jean-François Blassel (RFR Architecture) - Xavier Brunotte (Vesta-System)
Pascal Girault (EIFER Karlsruhe) - Olivier Cottet (Schneider Electric)
Julien Hans (CSTB) - Servan Lacire (Bouygues E&S)
Marjorie Musy (CNRS) - Xavier Normand (Ville de Grenoble)

- Perspectives
Didier Bouvard, VP recherche de Grenoble INP
Anne Coste, pour la direction de l'ENSAG
Yassine Lakhnech, VP recherche UJF

Merci de confirmer votre présence en cliquant ICI

RhôneAlpes Région – tenerrdis – innovacs – Université Joseph Fourier Grenoble – école nationale supérieure architecture grenoble – Grenoble INP

COMMUNAUTÉS DE RECHERCHE ACADÉMIQUE Rhône-Alpes

ENERGIES

Prospective Créative Énergie Habitat Territoires (PCEHT)



Contributeurs des séances PCEHT :

Shadi Abras (INPG), Laëtitia Arantes (ENSAG AECC), Olivier Balay (ENSAL CRESSON), Renaud Bouvier (CCIAG), Paul Bouvier-Patron (Uni Toulon CERGAM-PACTE), Antoine Dore (CNRS PACTE), Stéphane Cartier (CNRS PACTE), Yanis Hadj-Said (G-SCOP), Julie Dugdale (UPMF/LIG), Stéphane Labranche (IEP/PACTE), Christophe Kieny (EDF/G2Elab), Philippe Menanteau (CNRS EDDEN-PACTE), Etienne Masson (AGEDEN), Daniel Quénard (CSTB), Dung Quoc Ngo (G-SCOP), Philippe Papillon (CEA INES), Patrick Reignier (INPG/LIG), Thierry Rampillon (CREON Architecture), Laurence Rocher (Uni Lyon2 EVS), Vincent Rigassi (Architecte), Hélène Subrémon (ENPC LATTS), Natacha Seigneuret (UPMF PACTE), Frédéric Wurtz (CNRS/G2Elab), Nicolas Tixier (ENSAG CRESSON), Etienne Wurtz (CEA/INES),

COORGANISATION

Olivier Baverel (ENSAG)
Gilles Debizet (UJF - PACTE)
Stéphane Ploix (INPG - GSCOP)

Pour répondre aux enjeux sociétaux de la transition énergétique, des chercheurs en Sciences Humaines et Sociales, en Sciences pour l'Ingénieur et en Architecture ont collaboré depuis 2013 afin d'identifier des thèmes de recherche interdisciplinaires à l'échelle de l'habitat et de la ville.

Cet atelier « Energie dans l'habitat, les réseaux et les territoires » du vendredi 4 avril 2014 a pour objectif de partager entre recherche, industrie, services entreprises, maîtrise d'œuvre et d'ouvrage et collectivités, les pistes de projets suite à 6 séances de travail interdisciplinaires.

En savoir plus : *arc4-energies.rhonealpes.fr*

Merci de confirmer votre présence en cliquant ICI

école nationale supérieure architecture de grenoble

Pacte

G-SCOP