



HAL
open science

Résilience des bâtiments et des réseaux du territoire

Olivier Baverel, Gilles Debizet, Paul Bouvier-Patron, Stéphane Cartier,
Antoine Doré, Ngo Dung Quoc, Vincent Rigassi

► **To cite this version:**

Olivier Baverel, Gilles Debizet, Paul Bouvier-Patron, Stéphane Cartier, Antoine Doré, et al.. Résilience des bâtiments et des réseaux du territoire. Rapport de synthèse - Atelier interdisciplinaire “Energie dans l’habitat, les réseaux et les territoires ” - Gilles Debizet (Université Grenoble1 – PACTE); Stéphane Ploix (Grenoble INP – GSCOP); Olivier Baverel (ENSAG). 2014. hal-02793935

HAL Id: hal-02793935

<https://hal.inrae.fr/hal-02793935v1>

Submitted on 5 Jun 2020

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
<i>Première phase : écouter et partager les questionnements.....</i>	<i>4</i>
<i>Séance 1 : Usages et pratiques dans l'habitat, 25 janvier 2013 à l'Institut de Géographie Alpine.....</i>	<i>4</i>
<i>Séance 2 : Production décentralisée d'énergie en milieu urbain, le 27 mars 2013 à l'INP-Grenoble.....</i>	<i>5</i>
<i>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.....</i>	<i>5</i>
<i>Deuxième phase : identifier des questions nécessitant des réponses combinées SHS, SPI et architectes.....</i>	<i>5</i>
<i>Troisième phase : rédaction collaborative des fiches-projets.....</i>	<i>5</i>
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
<i>Quels enseignements et quelles perspectives pour la recherche rhônalpines ?.....</i>	<i>43</i>
<i>Enseignements de l'atelier.....</i>	<i>43</i>
<i>Perspectives pour la recherche rhônalpines.....</i>	<i>44</i>

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 (réglementation 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.effinerjie-ecomobilite.fr/>

Projet n°2 : Socialiser et territorialiser le black out électrique local Ou peut-on tarifier 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 conditionnent 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**