



Journée démonstrateurs R&D
1^{er} RETOUR D'EXPÉRIENCE

smart buildings
grids
cities



Pierre GIORGINI

*Président-Recteur de
l'Université Catholique de Lille*



Madame Sophie ROCHER,

*Conseillère métropolitaine & conseillère régionale
déléguée à l'Inventaire du Patrimoine culturel*



Jean-Marc IDOUX

*Directeur Général
d'Yncrea Hauts-de-France*





SESSION 1 – ÉNERGIES & RÉSEAUX



9h30 – 11h15

Benoît ROBYNS

*Vice Président en charge de la Transition
Énergétique et Sociétale de
l'Université Catholique de Lille*



Le programme

9h30 - SESSION 1 : ENERGIES & RESEAUX.

Aula Maxima, 60 bd Vauban

12h00 - Visite du centre de pilotage internet énergie.

29 bd Vauban

11h30 - Inauguration du Smart Building « Le Rizomm » : visites et démonstrations.

41 rue du Port

14h - SESSION 2 : BATIMENTS, VILLES & TERRITOIRES.

Aula Maxima, 60 bd Vauban

16h30 - Table ronde : La « Glocalité » énergétique.

Aula Maxima, 60 bd Vauban

17h00 - Conférence de clôture : « D'une prospective délétère à une prospective salut-terre ».

Aula Maxima, 60 bd Vauban

Claude LENGLET

Directeur Opérationnel Nord-Europe

TIR Consulting Group LLC

The Third Industrial Revolution





Feuille de route du Comité d'Orientation Régional des Réseaux Électriques Intelligents

Mathias POVSE, Président du CORREI



Microgrids urbains

*Fabrice LOCMENT & Manuela SECHILARIU,
Professeurs de l'Université Technologique de Compiègne*

Laboratoire AVENUES EA 7284



Plan de l'exposé

Micro-réseaux

Micro-réseaux urbains

Projet Mobel_City

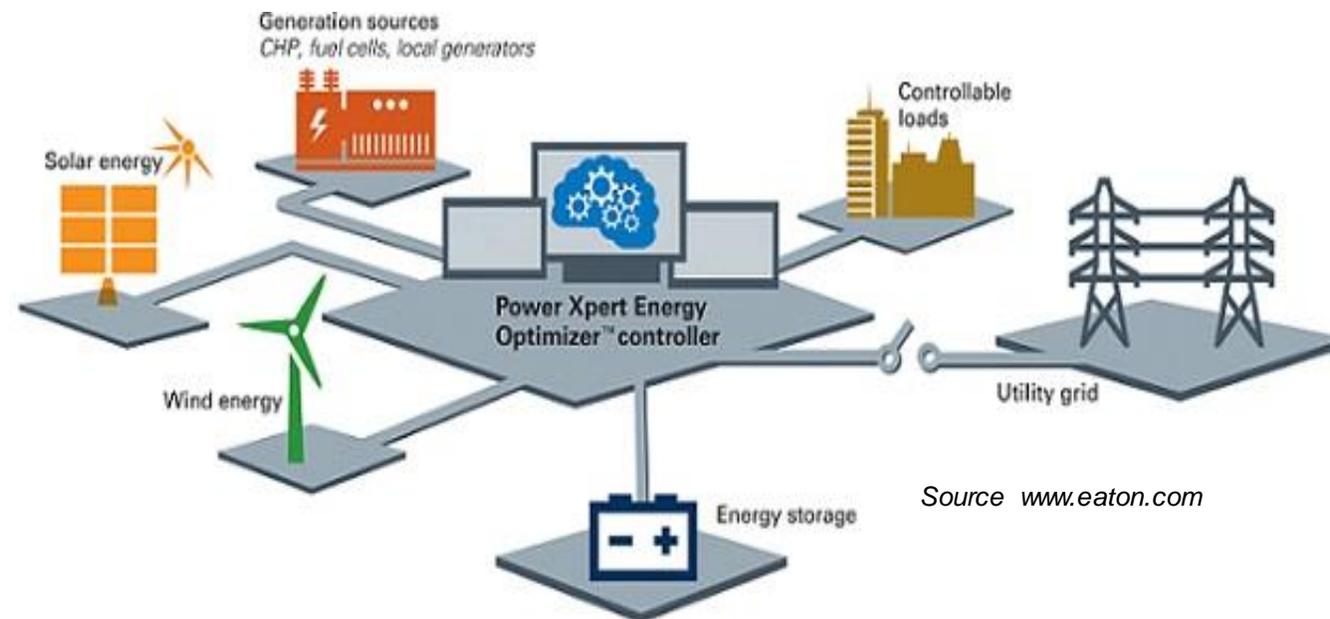
Plateformes technologiques

- PLER (micro-réseau intégré au bâtiment)
- STELLA (micro-réseau dédié à la recharge des véhicules électriques)

Conclusion

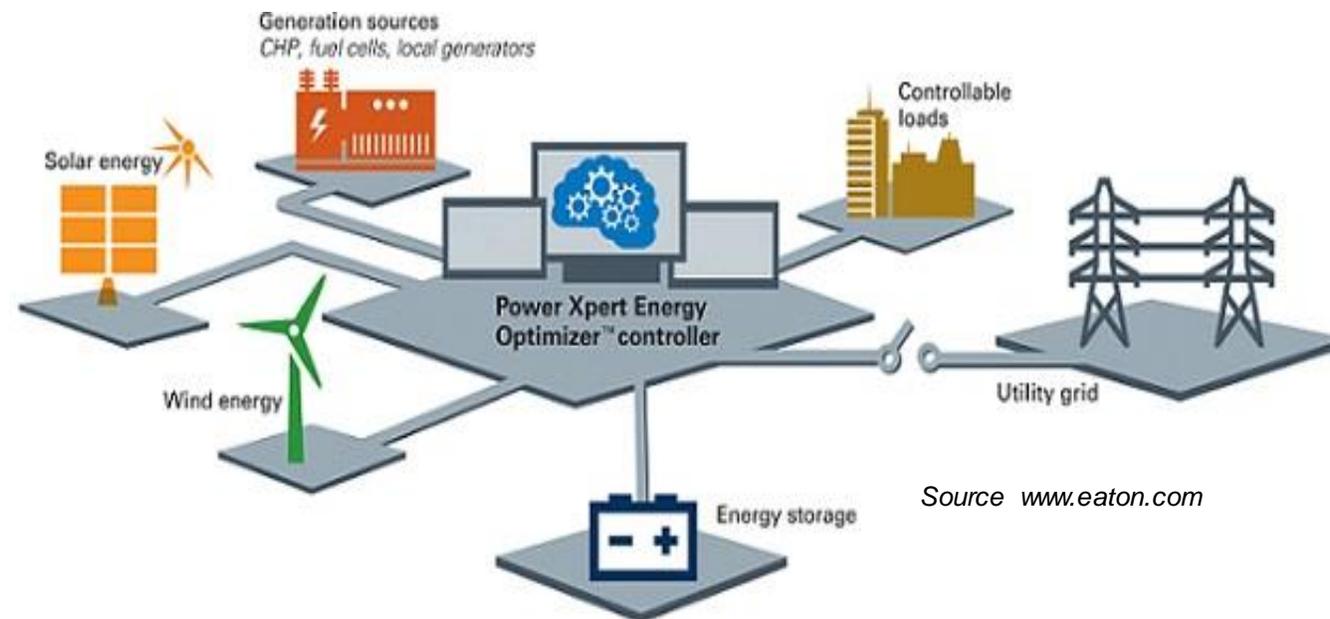
Micro-réseaux (1)

Un micro-réseau est défini comme un groupe de sources d'énergie décentralisées (renouvelables et traditionnelles) et de charges (définition adoptée : *U.S. Energy department*)



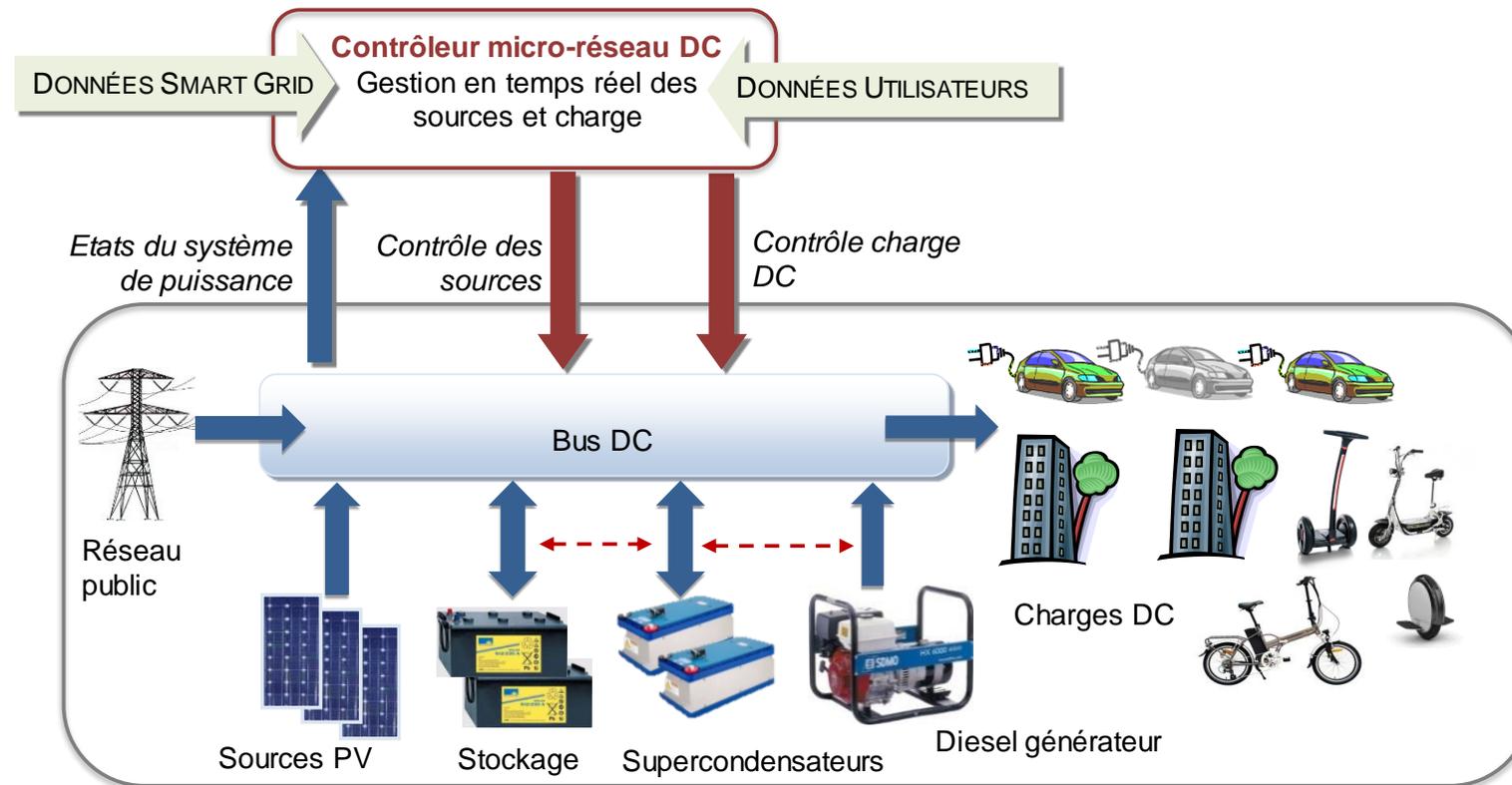
Micro-réseaux (2)

Il est capable de fonctionner (en mode connecté au réseau et en mode isolé) comme une seule entité contrôlable avec des limites électriques clairement définies tout en respectant les contraintes imposées par le réseau public



Micro-réseaux urbains (exemple)

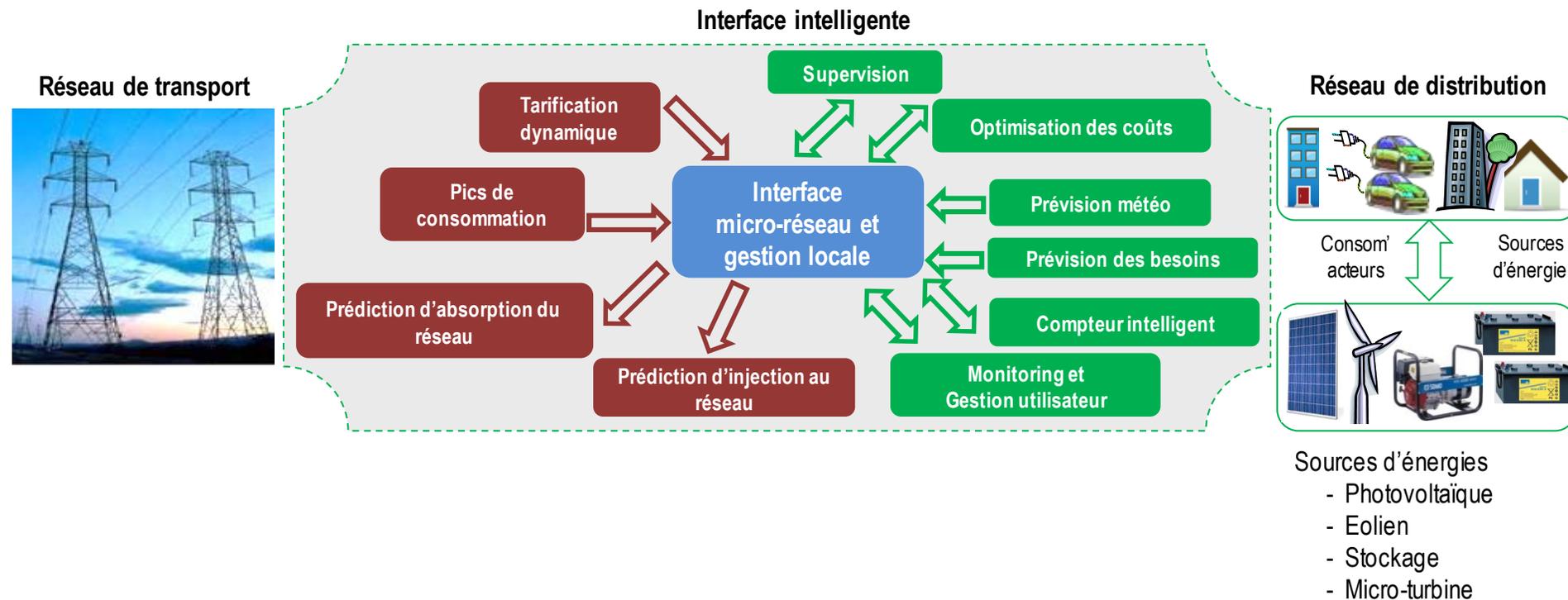
Exemple d'un micro-réseau urbain intégré au bâti ou dédié à l'électromobilité



Micro-réseaux urbains (verrous)

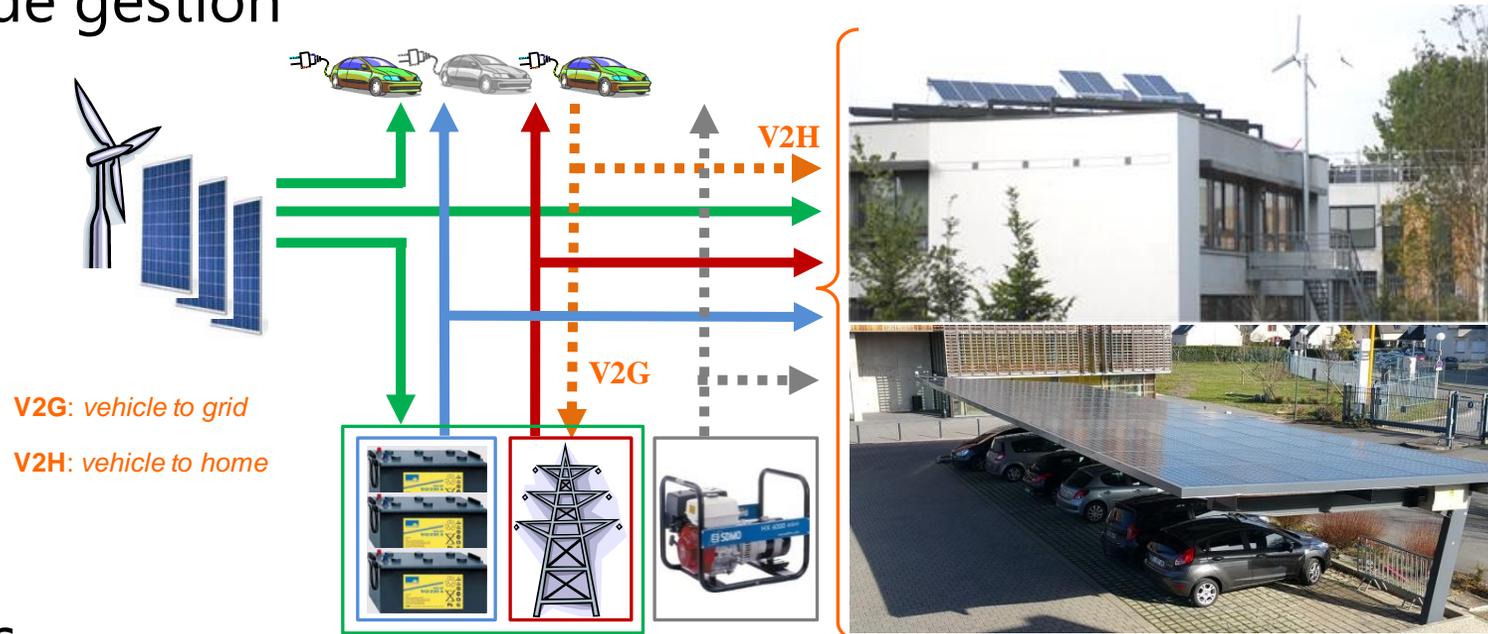
Verrous scientifiques, technologiques et sociétaux

- Optimisation en temps réel et contrôle des incertitudes
- Interfaces communicantes pour diverses échelles
- Modélisation sociale, impact sociétal, acceptabilité



Micro-réseaux urbains (stratégie)

Stratégies de gestion



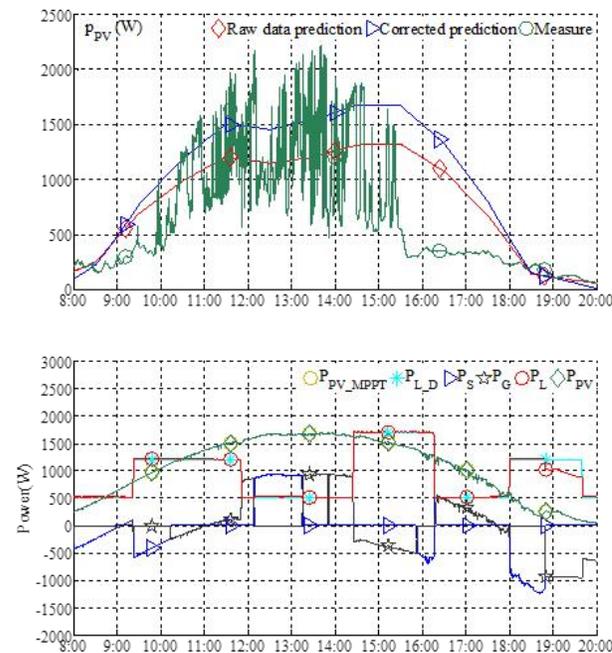
Applications

- Bâtiment à énergie positive
 - Bâtiment producteur-consommateur
 - Autoconsommation de la production
- Infrastructures pour la recharge des véhicules électriques
 - Recharge, V2G (*vehicle to grid*), V2H (*vehicle to home*)

Micro-réseaux urbains (résultats)

Résultats

- Optimisation J-1 jusqu'à H-1 et gestion prédictive
- Commande souple et reconfigurable
- Validation expérimentale
 - Faisabilité technique



Limites

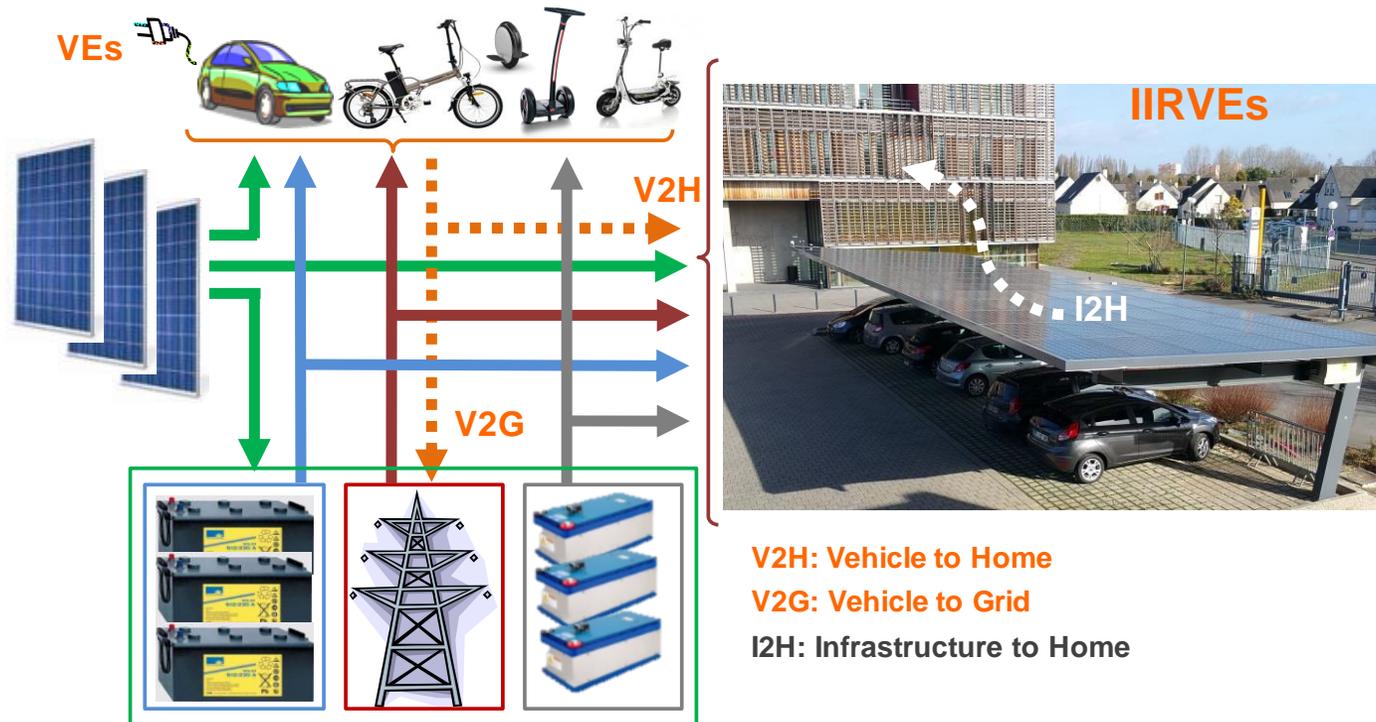
- Coût sous-optimal dû aux incertitudes de prévisions
- Optimisation en temps réel

Projet Mobel_City



Projet ADEME (APRED 2017 ; énergie durable : production, gestion et utilisation efficaces)

- Micro-réseau intelligent, implantation urbaine et régulation locale pour la mobilité électrique en ville
 - Système énergétique innovant et son implantation dans un espace urbain
 - Infrastructure intelligente dédiée à la recharge des véhicules électriques (IIRVEs)
 - Flotte hétérogène de véhicules électriques (VEs) et bâtiment ayant une connexion à l'IIRVEs



Projet Mobel_City



Projet ADEME (APRED 2017 ; énergie durable : production, gestion et utilisation efficaces)

- Micro-réseau intelligent, implantation urbaine et régulation locale pour la mobilité électrique en ville

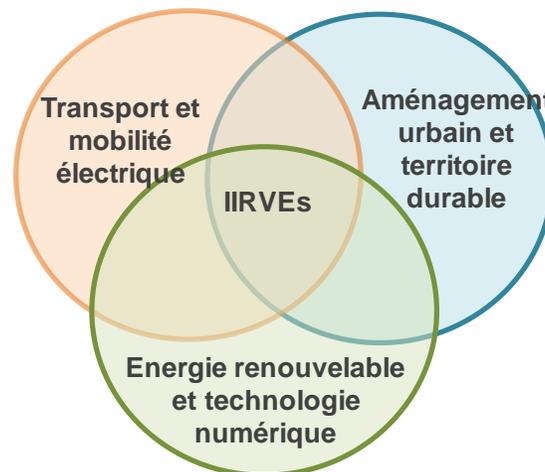
- Partenaires



- Labélisations



- Projet interdisciplinaire



Plateformes technologiques (PLER)

Banc de test micro-réseau



Banc de test hybridation d'énergie



Banc de test panneaux photovoltaïques



Banc de test éolien



Plateformes technologiques (PLER)



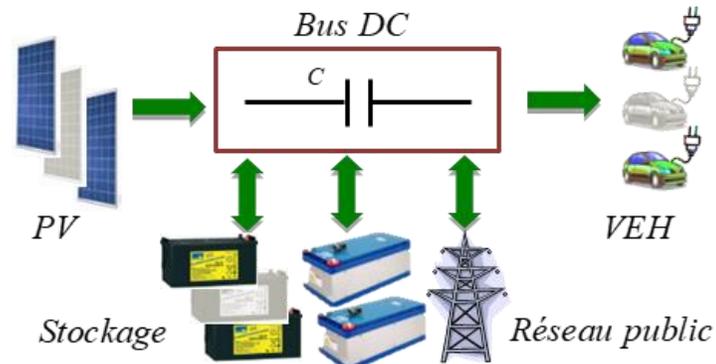
- 16 PV Fabrik-Solar : 2kW STC →
- 8 batteries plomb-acide S12V-130Ah, Sonnenschein
- Émulateurs de réseau public
- Émulateurs de charge
- Contrôleur PC / dSPACE 1006
- Convertisseur statique à 12 bras (SEMIKRON, SKM100GB063D)
- Centrales d'acquisition YOKOGAWA (SL 1000)



Plateformes technologiques (STELLA)

Ombrière photovoltaïque sur 9 places de parking (centre d'innovation de l'UTC)

- 84 panneaux PV Sunpower 345W (STC), soit 28,9kW (STC)
- Stockage plomb-acide, li-ion, supercondensateurs
- Connexion au réseau public
- Connexion au bâtiment (autoconsommation)
- Bornes de recharge AC
- Bornes de recharges DC



Plateformes technologiques (STELLA)

Connexion au réseau public

Emulateur de charges 12kW

Electronique de puissance et commande en temps réel



Onduleurs pour la connexion au bâtiment 3,7kW

Stockage plomb-acide 17,8kWh; 96V/185Ah

Stockage li-ion 7,2kWh; 48V/150Ah

Supercondensateurs 0,294kWh; 300V/23,5F

Conclusion (1)

Travaux en cours :

- Impact des rendements des convertisseurs
 - Modèle d'estimation des rendements
 - Prise en compte des rendements dans l'équilibre des puissances en temps réel
- Gestion de données en temps réel pour le micro-réseau dédié à l'électromobilité
- Intégration au micro-réseau d'une éolienne
 - Commande sans capteur pour MPPT indirecte
 - Modèle de puissance (prédiction)



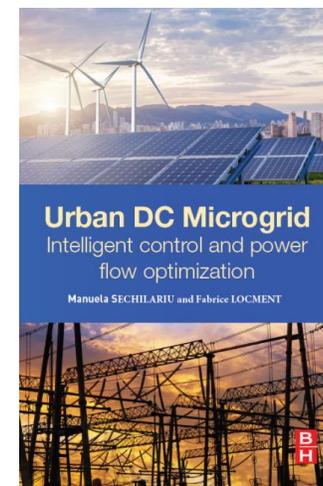
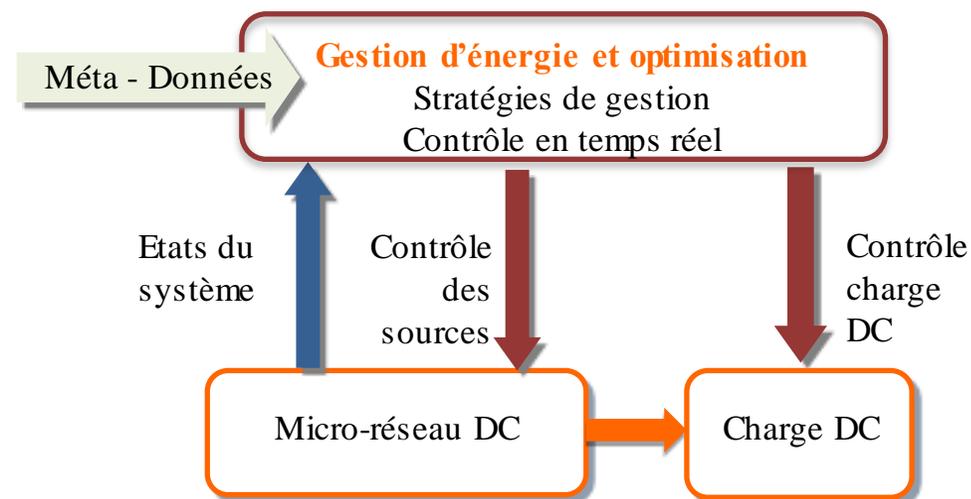
Conclusion (2)

Travaux à moyen terme :

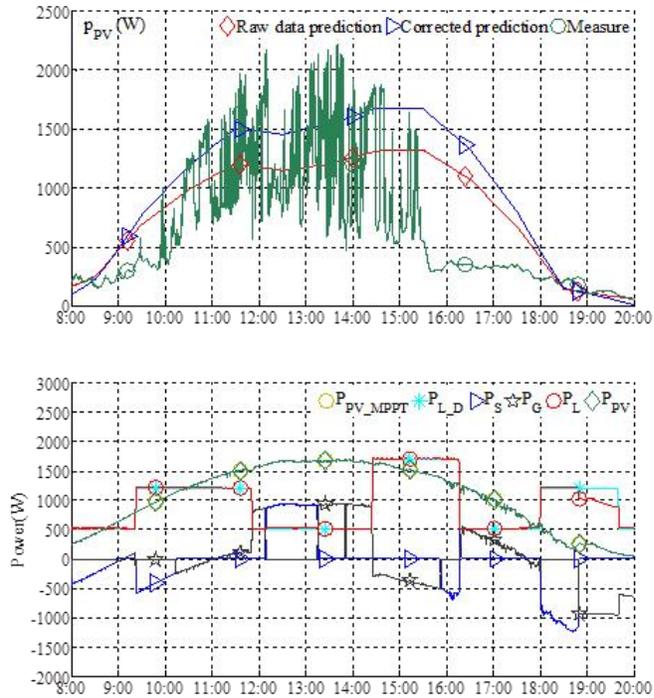
- Interfaçage de plusieurs micro-réseaux
 - Etude du contrôle, de l'îlotage
 - Explorer la taille d'un éco-quartier

Réalisations :

- 2 plateformes technologiques
 - PLER
 - STELLA
- Livre scientifique
- Labélisation Réseaux Electriques Intelligents



Merci pour votre attention



Démonstrateurs LIVE TREE (Lille Vauban- Esquermes en Transition Énergétique, Écologique et Économique) & So MEL, So Connected

Benoît ROBYNS, Université Catholique de Lille
Nil DUEZ, Chef de projet Smartgrids & Smartcity,
Métropole Européenne de Lille



Live TREE : objectifs stratégiques

- Une **cible zéro carbone à 15 ans**
→ **Priorité zéro carbone énergétiques sur l'îlot historique pour 2021**
- La création d'un **living-lab d'innovation sociétale**
→ **Campus apprenant et expérimentateur ouvert aux étudiants, personnels, visiteurs, habitants des quartiers,...**
- De nouvelles **formations**
- Une **recherche transdisciplinaire SHS-SI** et des **Chaires**
- Un **accélérateurs de création** (entrepreneuriat, start-up, etc.)



Des îlots démonstrateurs

Efficacité & mutualisation énergétique

En coeur de ville ancienne

Internet de l'énergie

EPHAD
(Lille)

EDF
Transpole



St Philibert

Humanité
Eco-quartier

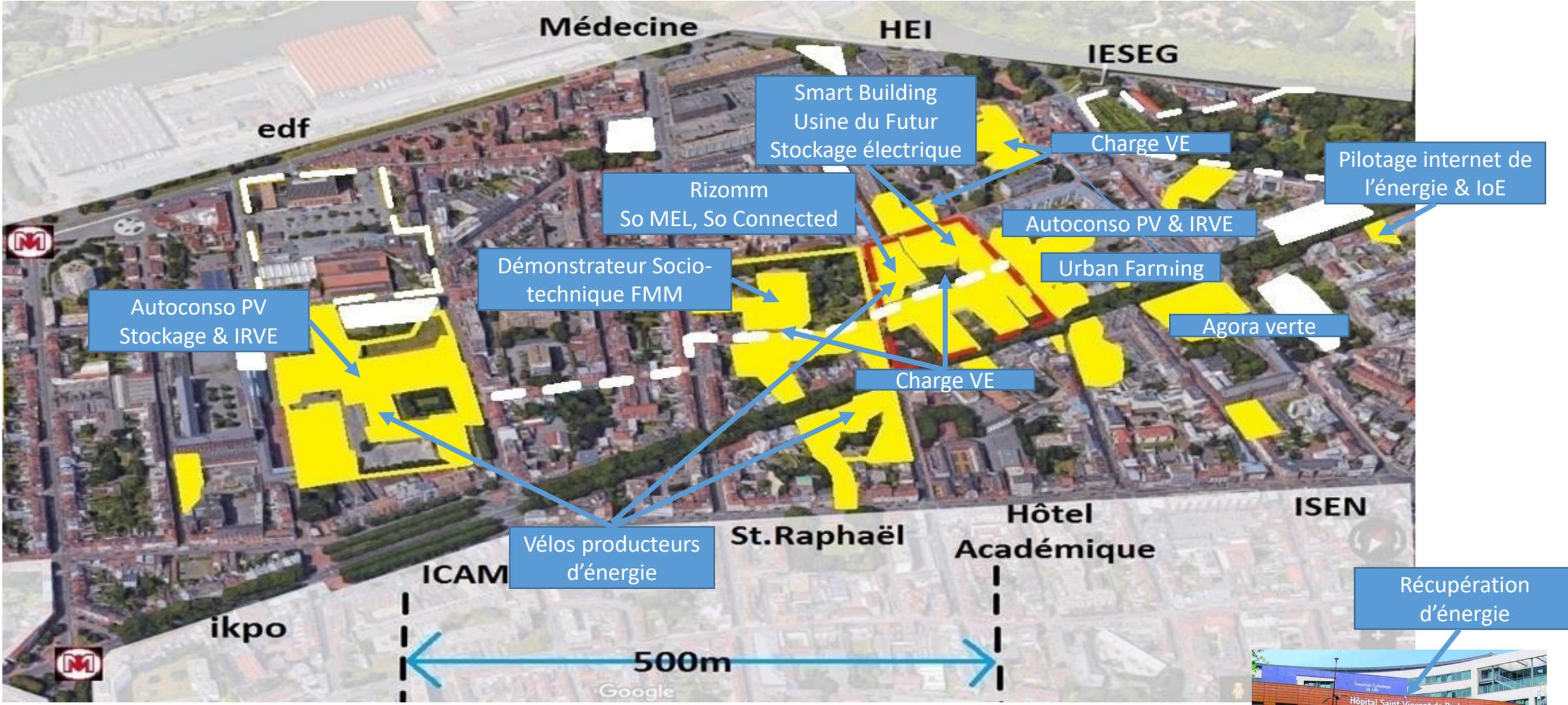


St Vincent
de Paul (Lille)

Google

Création d'un living-lab d'innovation énergétique et sociétale

Démonstrateurs mis en œuvre entre 2016 et 2019.



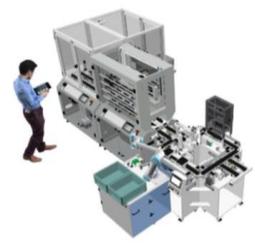
Création d'un living-lab d'innovation énergétique et sociétale



Smart Building
Usine du Futur
Stockage électrique



Charge VE



Pilotage internet de l'énergie & IoT



Rizomm
So MEL, So Connected

Autoconso PV & IRVE



Urban Farming



Charge VE

Démonstrateur Socio-technique FMM

Agora verte



ICAM : Autoconso PV
Stockage & IRVE



Vélos producteurs d'énergie



Récupération d'énergie



1^{er} bâtiment démonstrateur : le Rizomm des facultés de l'Institut Catholique de Lille



Démonstrateur socio-technique.

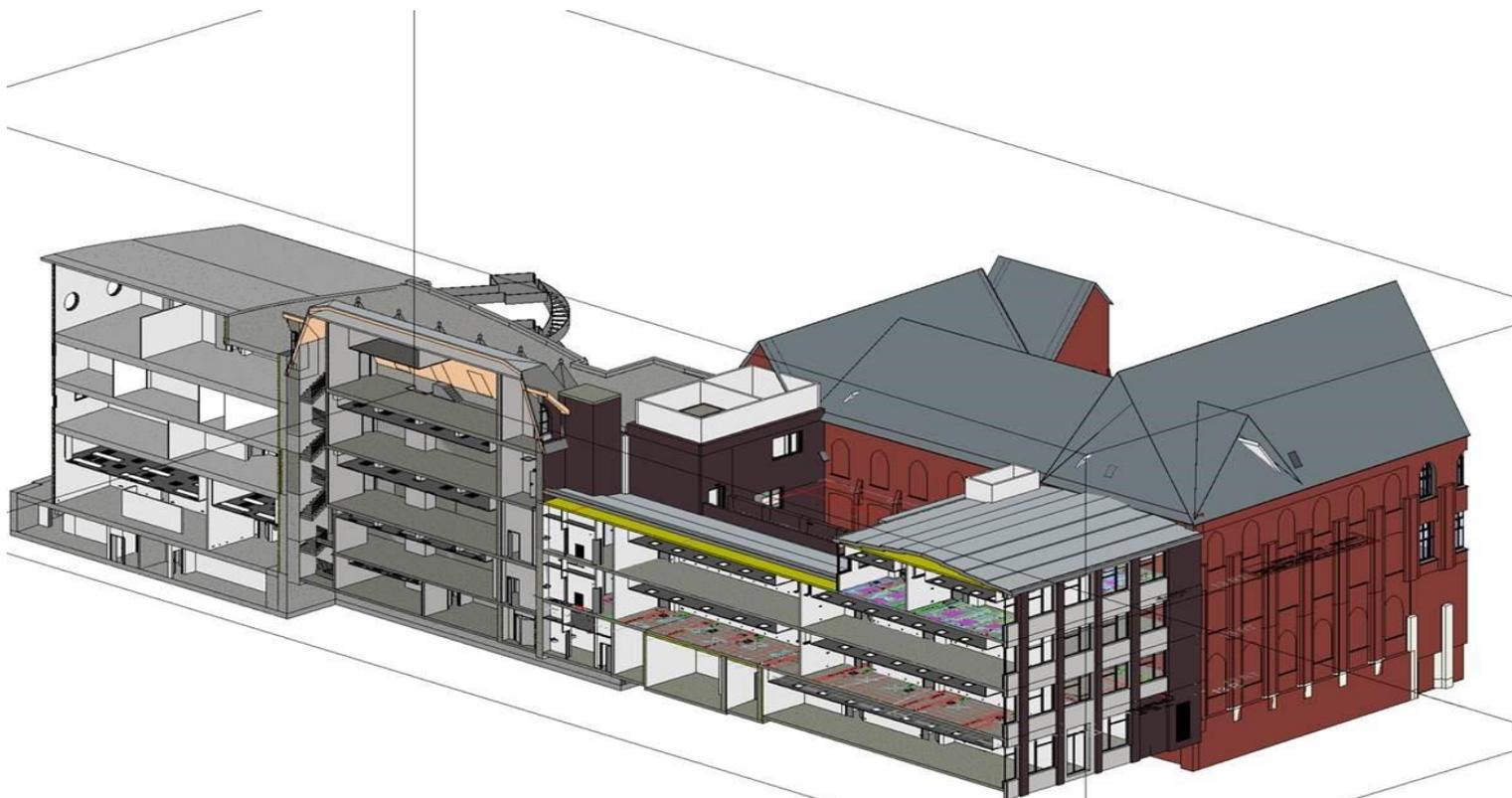
1^{er} centrale de production photovoltaïque
en autoconsommation.
150 kWc



Transformation des bâtiments de HEI en smart buildings



yncréa
HAUTS-DE-FRANCE



10% de réduction
des **consommations d'énergies**

Gestion Bâtiments au travers
des maquettes **BIM dynamiques**

Prise en compte des **ressentis**
des usagers

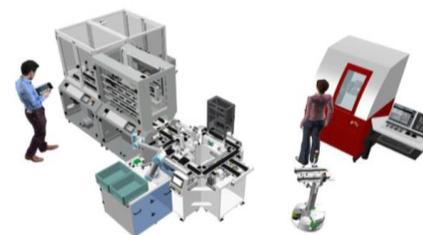
Intégration de **Smart Services**
à destination des Exploitants /
Gestionnaires / Usagers

Intégration de stockage
de l'énergie électrique.
250 kWh



EATON

Intégration d'un démonstrateur
sur l'Usine du Futur



Transformation de l'îlot ICAM en site autoprodacteur, stockeur d'énergie et favorisant la mobilité électrique



Centrale photovoltaïque 75kWc

Stockage électrique 400 kWh

Centrale de recharge 10 vélos électriques

2 points de charge Voitures électriques

Mobilité verte

Développement d'une mobilité électrique innovante (24 points de charge)



- Pilotage dynamique de l'énergie (favoriser la recharge verte, économique,...)
- Suivi des usages, mobilité douce, management de la mobilité
- Nouveaux modèles économiques
- Acquisition de véhicules électriques et hybrides rechargeable





**Stockage
xStorage Building**



yncrea
HAUTS-DE-FRANCE

**DÉMONSTRATEUR
Smart Building**



yncrea
HAUTS-DE-FRANCE

**DÉMONSTRATEUR
Autoconsommation
Mobilité électrique
Stockage**



icam
et la manière de faire monde

**DÉMONSTRATEUR
Mobilité**
9 points de charge



yncrea
HAUTS-DE-FRANCE

**DÉMONSTRATEUR
Mobilité**
11 points de charge



LES FACULTÉS
DE L'UNIVERSITÉ
CATHOLIQUE DE LILLE

**DÉMONSTRATEUR
Mobilité**
2 points de charge



IÉSEG
SCHOOL OF MANAGEMENT
EMPOWERING CHANGEMAKERS FOR A BETTER SOCIETY



**DÉMONSTRATEUR
SocioTechnique**



LES FACULTÉS
DE L'UNIVERSITÉ
CATHOLIQUE DE LILLE

Centre de pilotage énergie



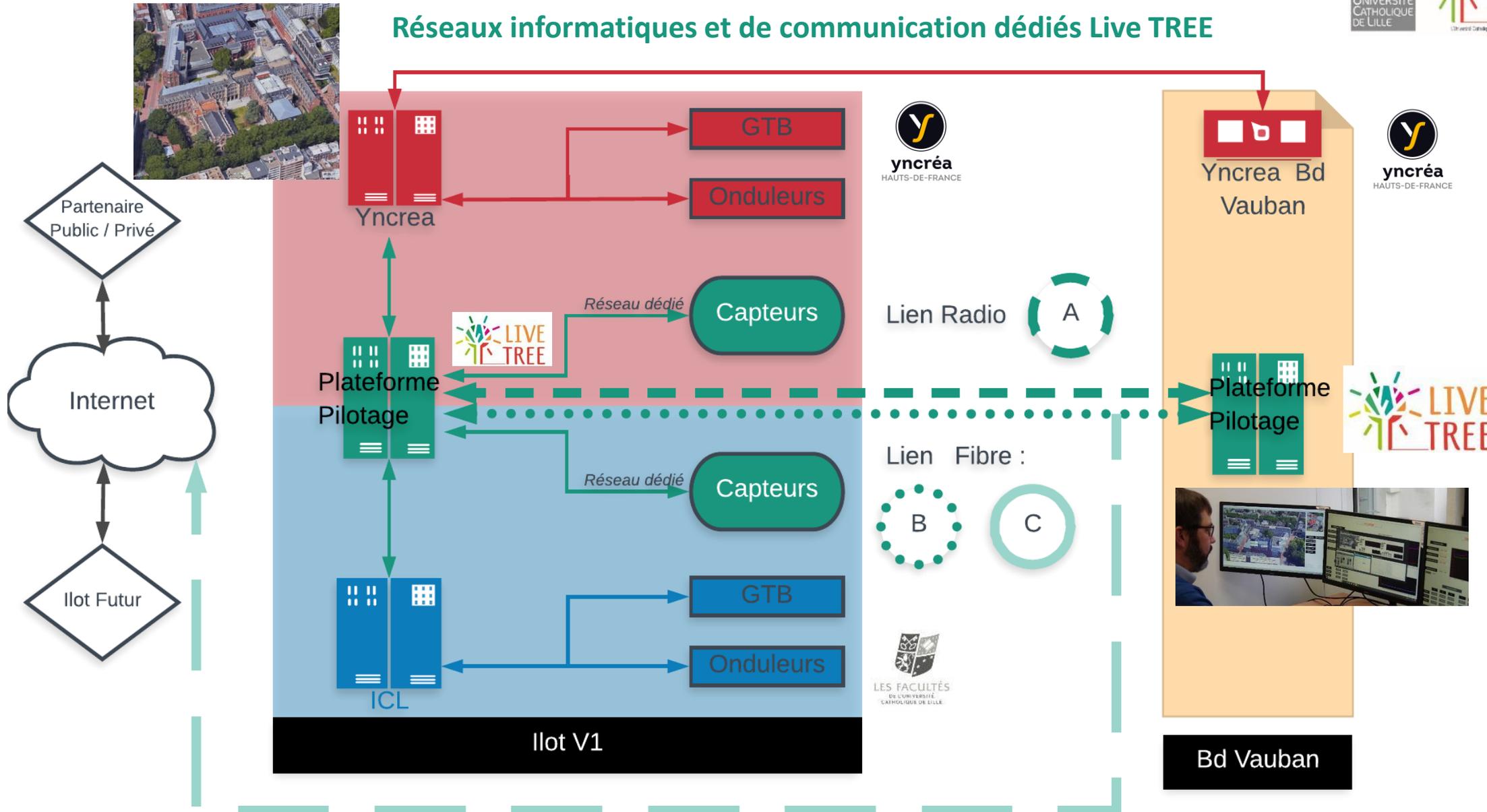
yncrea
HAUTS-DE-FRANCE




Vers un smart grid local...

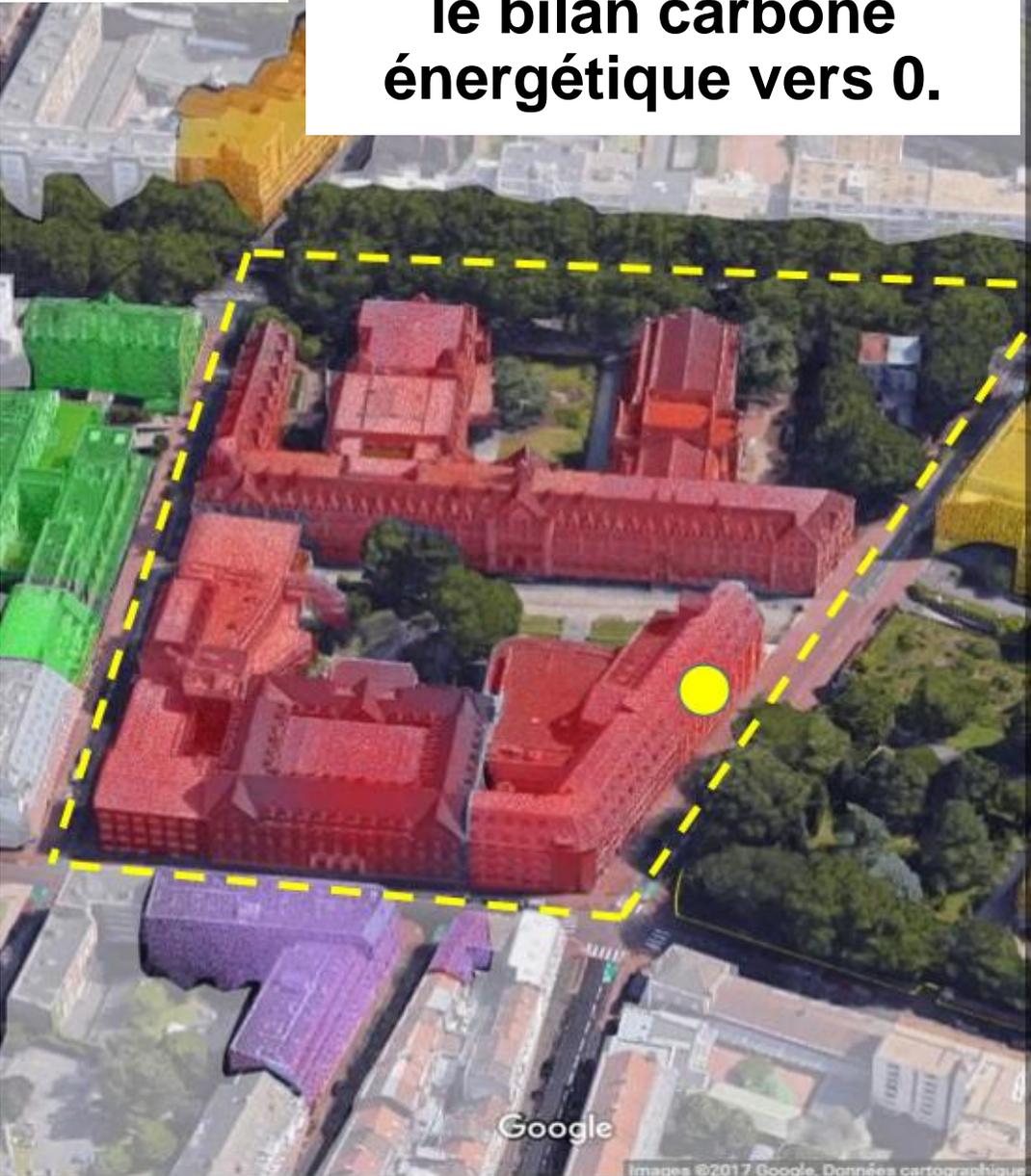


Développement du centre de pilotage internet de l'énergie et de l'IOE

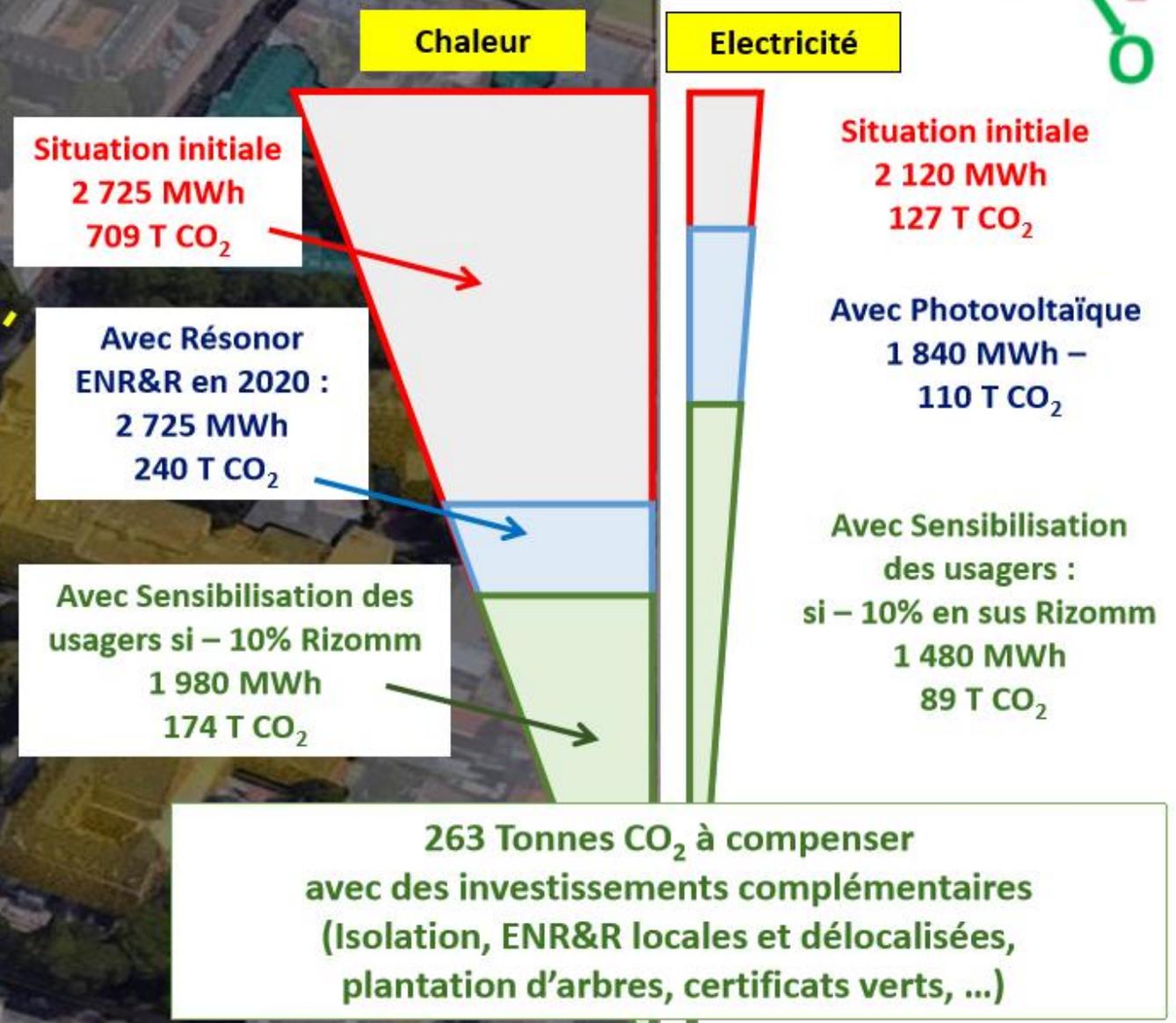


Ilot historique

Objectif : faire tendre le bilan carbone énergétique vers 0.



836 Tonnes CO₂ en conditions initiales



Brique opérationnelle de la **transition énergétique** du territoire de la Métropole Européenne de Lille.

Traduction opérationnelle des réflexions sur les **réseaux électriques intelligents** permettant une meilleure utilisation des **énergies renouvelables** et une **réduction des gaz à effet de serre**.



7 partenaires



Soutenus par le gouvernement



2017

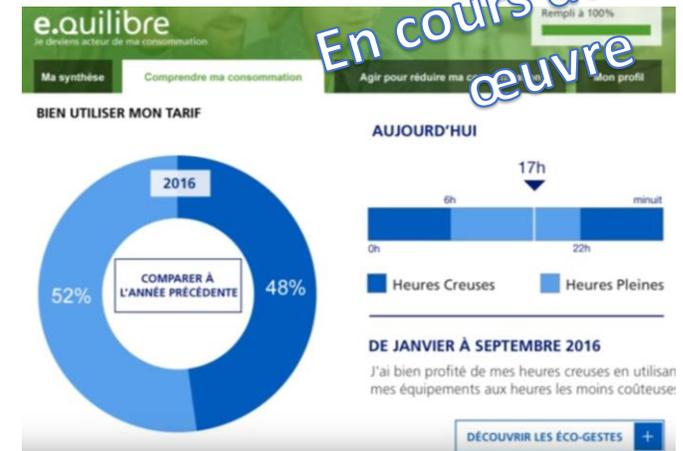
Projet de 20,5 millions d'euros

1. La lutte contre la précarité énergétique

Permettre la bonne utilisation de l'électricité pour tous les publics et notamment les plus fragiles.



Accompagnement des locataires des logements sociaux afin qu'ils maîtrisent l'impact de leurs équipements et de leurs habitudes de vie sur leur consommation d'électricité.



+ Affichage déporté de la consommation électrique instantanée

2. L'énergie locale et la flexibilité électrique

Valoriser le potentiel énergétique local dans une logique d'économie circulaire.



Récupération d'hydrogène inutilisé dans le process industriel pour produire de l'électricité et de la chaleur dans la zone industrielle de Loos.



En cours d'étude



Récupération d'énergie de groupes frigorifiques pour alimenter le réseau de chaleur situé à proximité dans la zone commerciale du Grand But à Lomme.



En cours d'étude

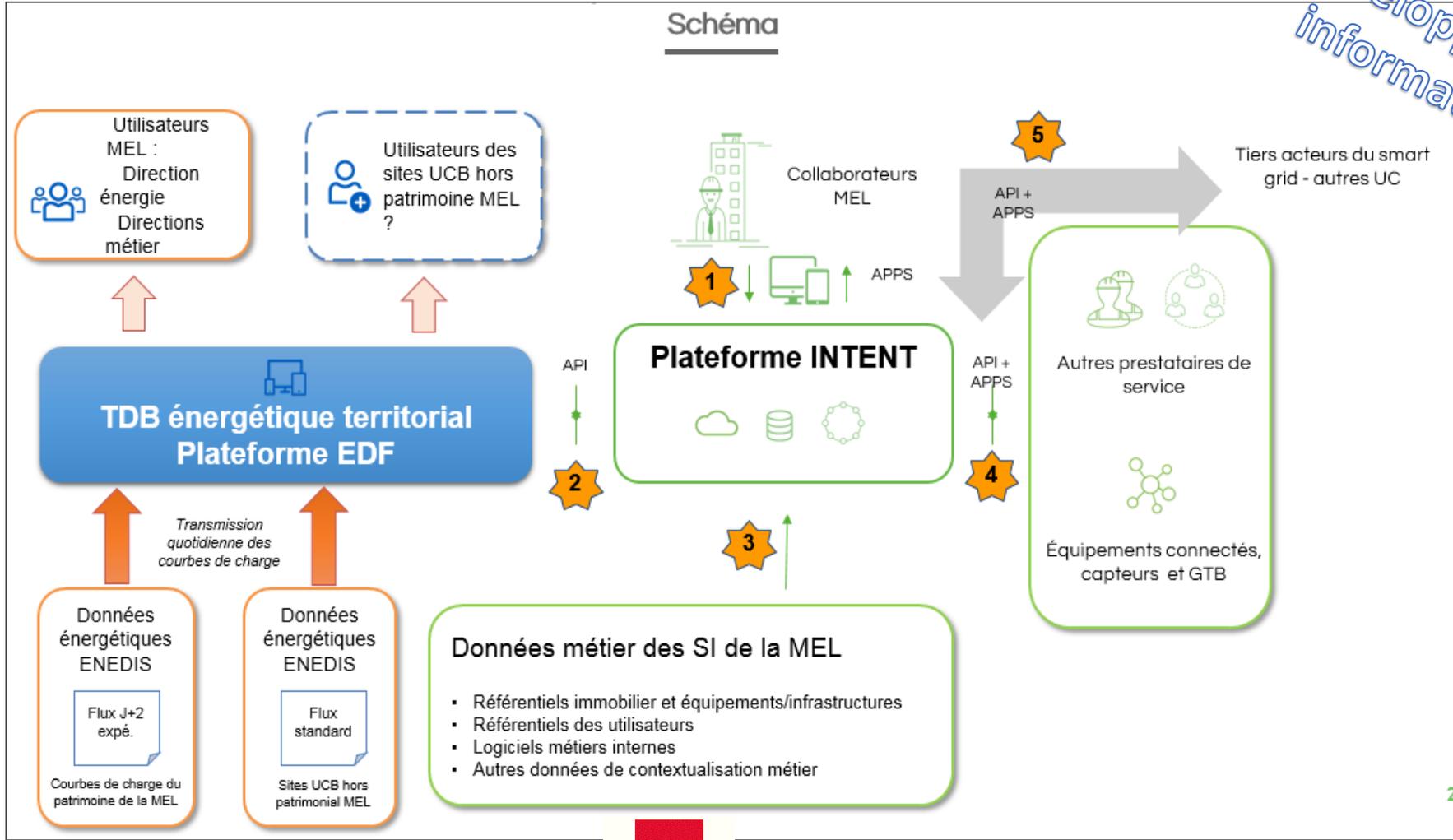


Optimisation des équipements énergivores pour réduire leur consommation et différer leur fonctionnement en période électrique creuse des équipements de la Métropole Européenne de Lille, stations d'épuration et usines de production d'eau.

*En cours de mise
œuvre*



En cours de développement informatique



API : Application Programming Interface
 APPS : Applications

3. La mobilité électrique

Faciliter l'insertion des bornes de recharge en milieu urbain dense et encourager l'usage du véhicule électrique.



Pose de panneaux solaires photovoltaïques et production d'électricité avec consommation sur place pour la recharge de véhicules électriques du parking relais Saint Philibert à Lomme.

Fonctionnalité pour l'utilisateur de choisir l'origine de l'électricité pour la recharge.

En cours de mise au point



En cours de mise en œuvre

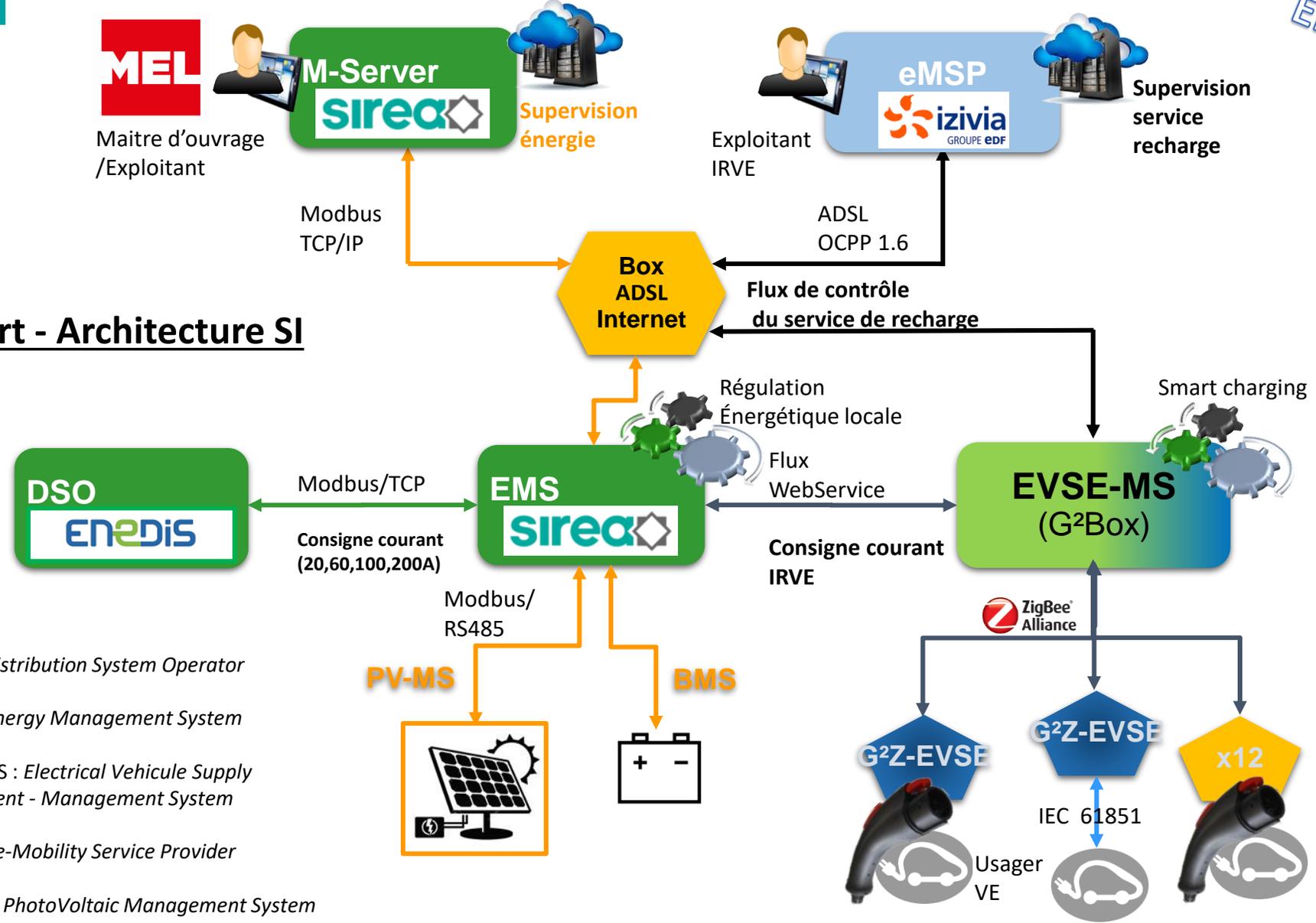


Installation de bornes de recharge de forte puissance avec fonctionnement en période électrique creuse.

En cours d'étude

So MEL, So Connected

En cours de mise en œuvre



IRVE St Philibert - Architecture SI

- DSO : Distribution System Operator
- EMS : Energy Management System
- EVSE-MS : Electrical Vehicule Supply Equipment - Management System
- eMSP : e-Mobility Service Provider
- PV-MS : PhotoVoltaic Management System
- BMS : Battery Management System

4. L'autoconsommation

Accompagner le développement de l'autoconsommation individuelle dans le non résidentiel.



Pose de panneaux solaires photovoltaïques et production d'électricité avec consommation sur place du dépôt bus de la Métropole Européenne de Lille de Sequedin.



*Etudes Terminées
Mise en service fin 2020*

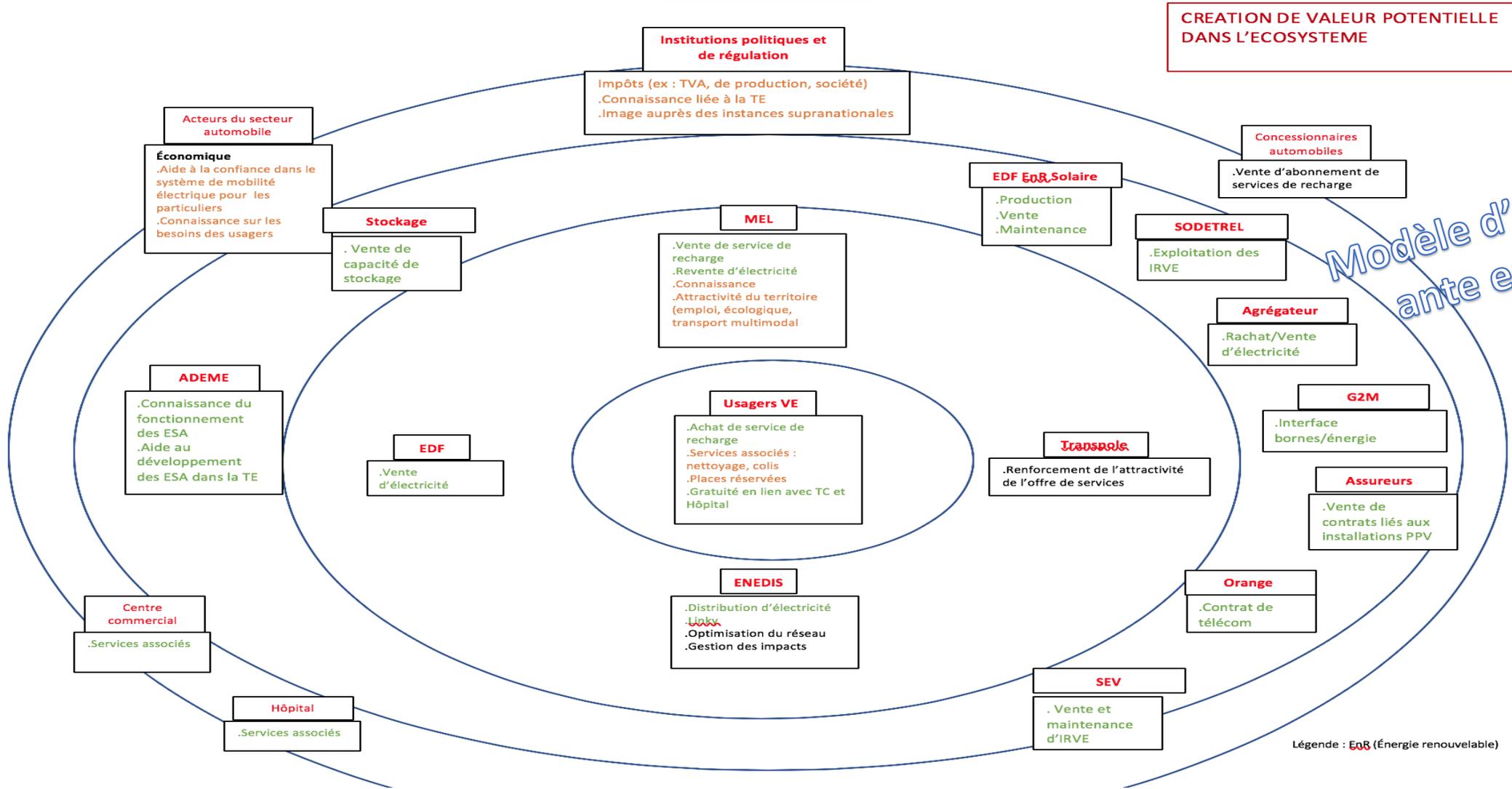


Pose de panneaux solaires photovoltaïques et production d'électricité avec consommation sur place du Bâtiment Rizomm de l'Université Catholique de Lille.



*En cours de mise
en œuvre*

Déterminer les modèles d'affaire du déploiement des solutions de l'ensemble des thématiques expérimentés



So MEL, So Connected

Expérimentation sur l'îlot historique de l'Université Catholique de Lille



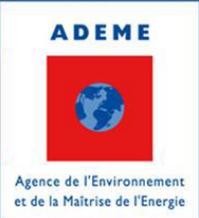
Une autoconsommation photovoltaïque « intelligente » en accord avec les besoins du gestionnaire du réseau public de distribution

Expérimentations prévues sur le campus Vauban dans So MEL, So Connected

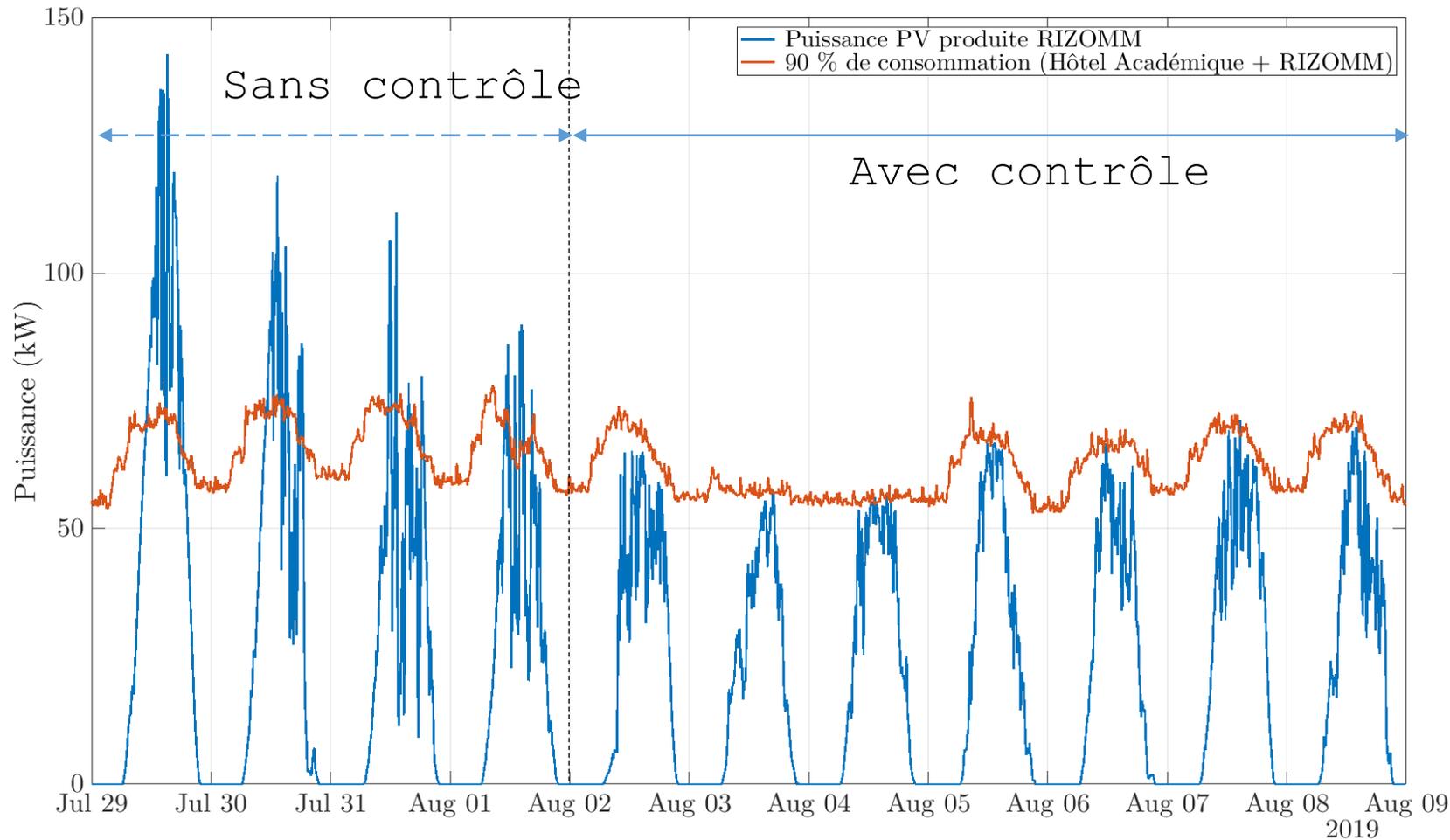
Test de **bridage de la production photovoltaïque injectée dans le réseau de distribution d'électricité**, en limitant de manière prédéterminée la puissance au regard de la capacité d'accueil (réelle ou théorique) du réseau.

Test de solution d'**écrêtement dynamique de production photovoltaïque raccordée au réseau de distribution d'électricité**.

Identification de **modèles économiques** de l'autoconsommation de l'énergie photovoltaïque.

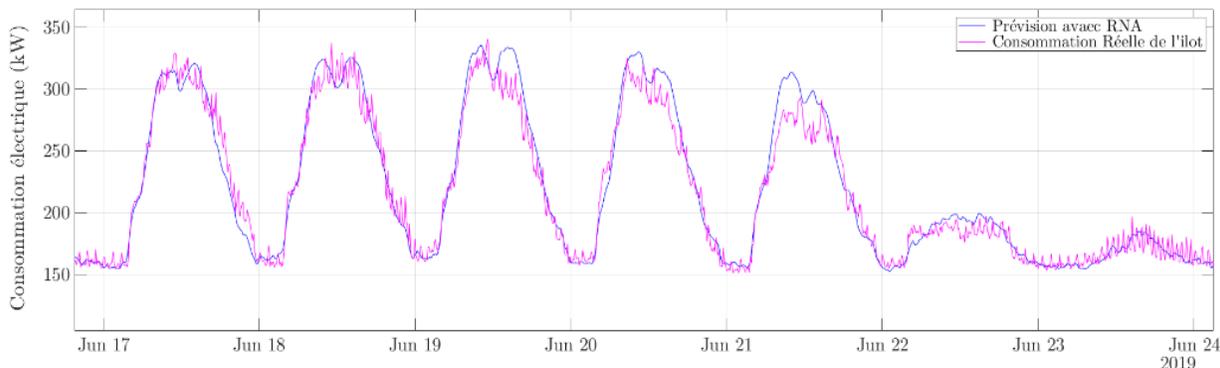


Pilotage des onduleurs photovoltaïques en vue des tests d'écrêtement planifiés et dynamiques.

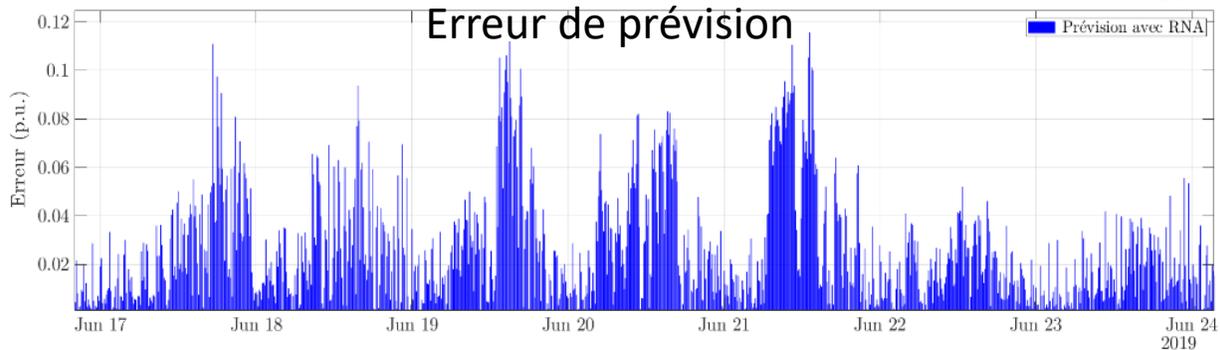


Production PV du RIZOMM et consommations des bâtiments (Hôtel Académique + RIZOMM), pour la période de 29/07/2019 au 08/08/2019

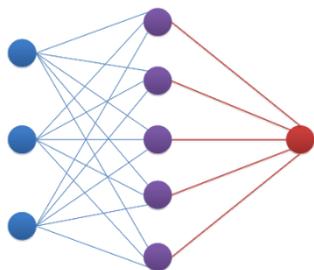
Prévision de consommation (bleu), réel (rose)



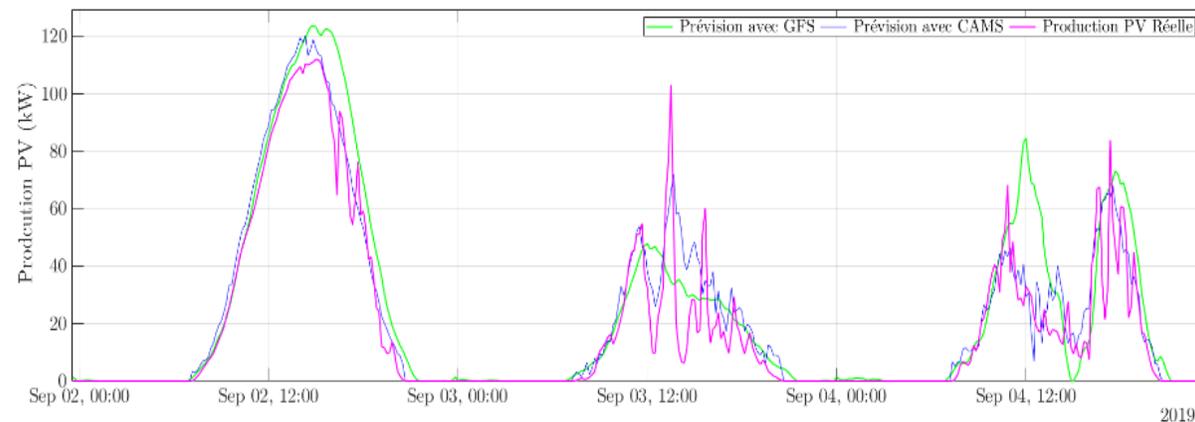
Erreur de prévision



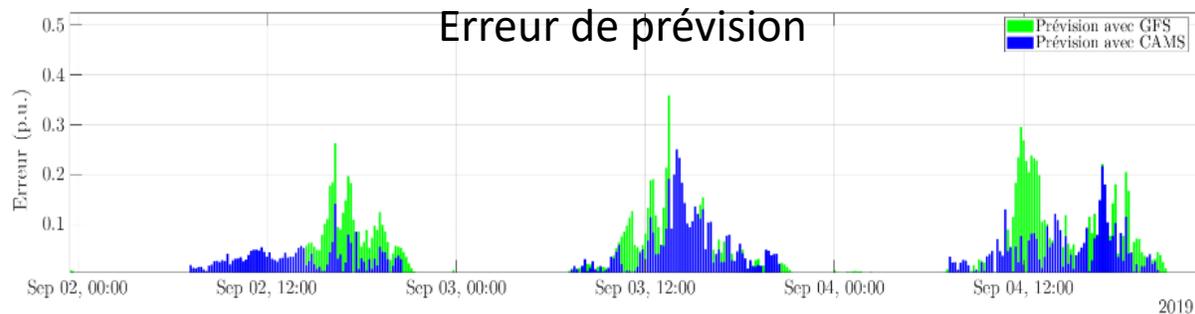
Prévisions par réseaux de neurone



Prévisions de production (vert & bleu), réel (rose)



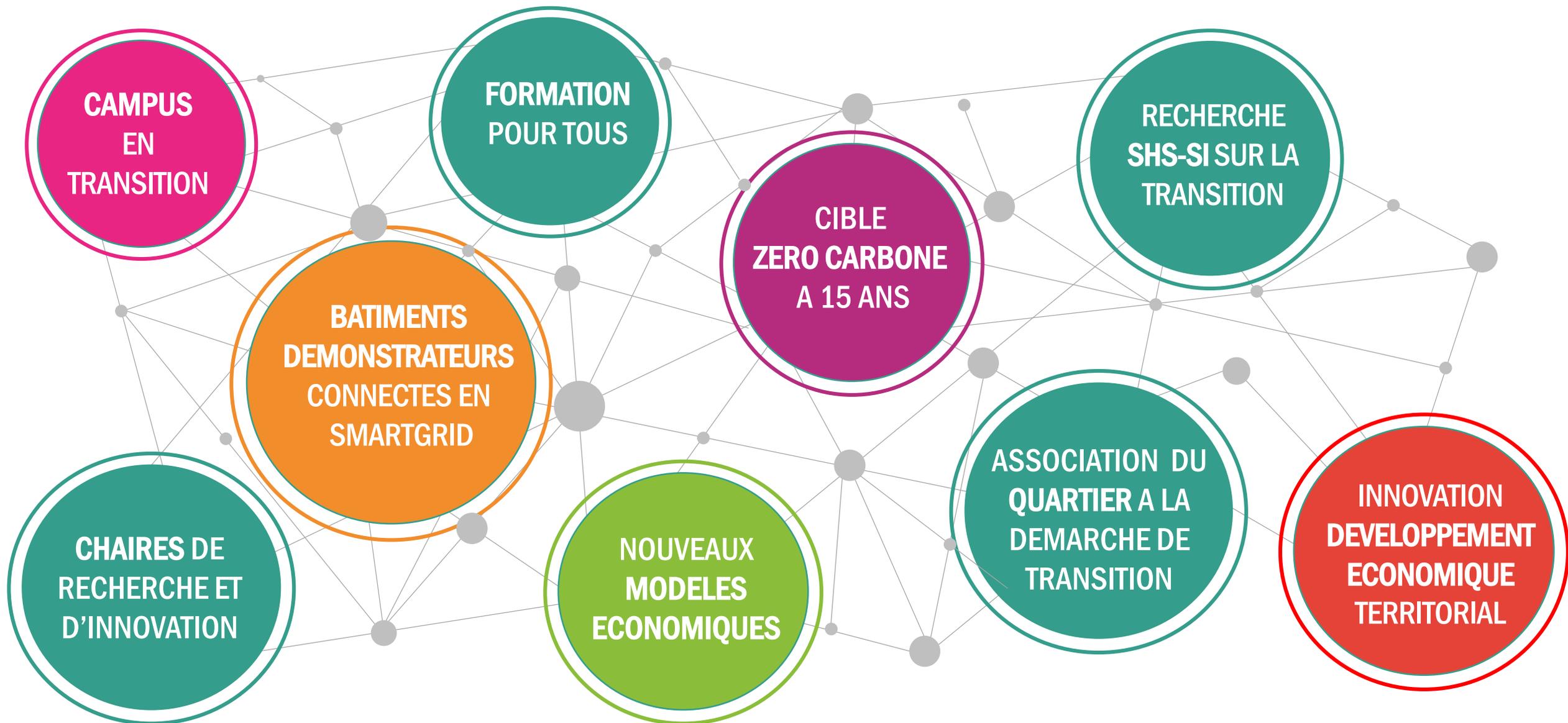
Erreur de prévision



Prévisions par satellite et par caméra



LES GRANDS OBJECTIFS DE LIVE TREE



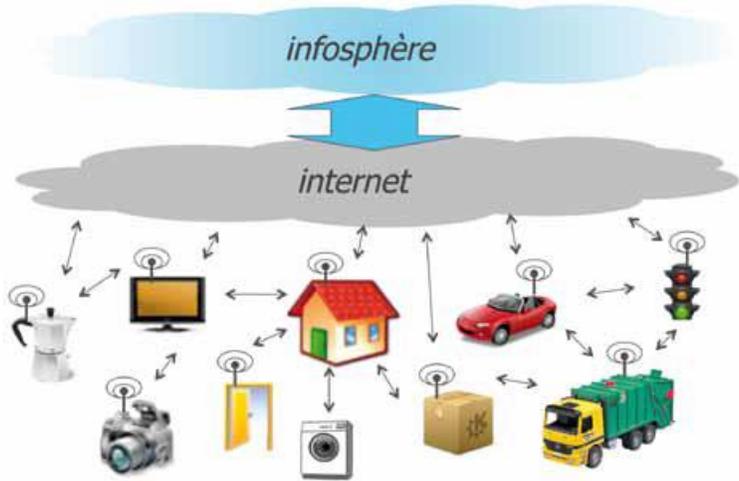
Chaire Smart Buildings as nodes of Smart Grids

Julien CHAMOIN, Enseignant-chercheur, Yncréa Hauts-de-France
Benoît ROBYNS, Directeur de la Recherche, HEI-Yncréa Hauts-de-France,
Grégory VANGREVENINGE, Responsable technique Démonstrateurs
Yncréa Hauts-de-France

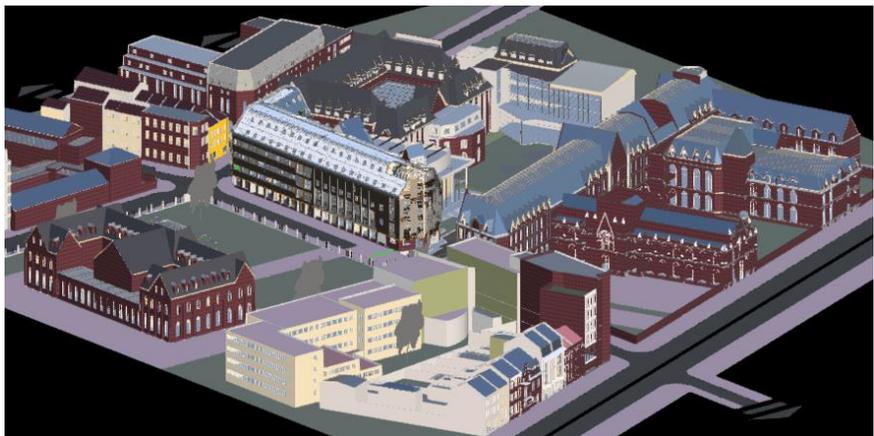


Evolution to "Internet of Everything (IoE)" - Convergence of the digital worlds

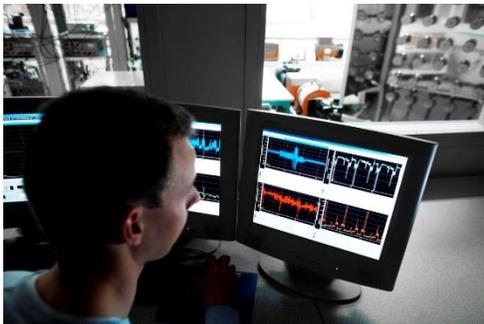
Internet des objets (IoT)



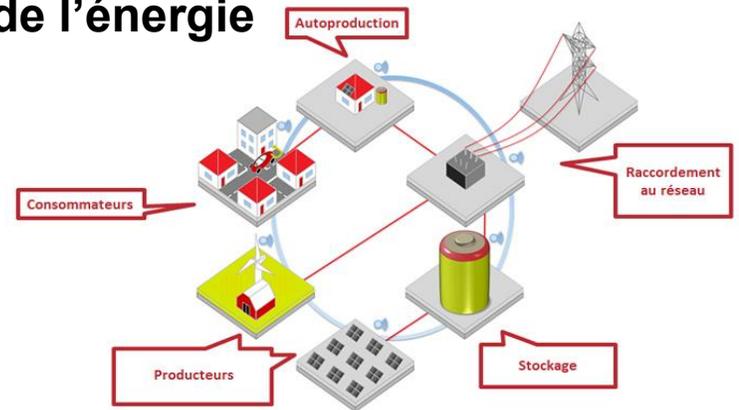
BIM : Building Information Modelling



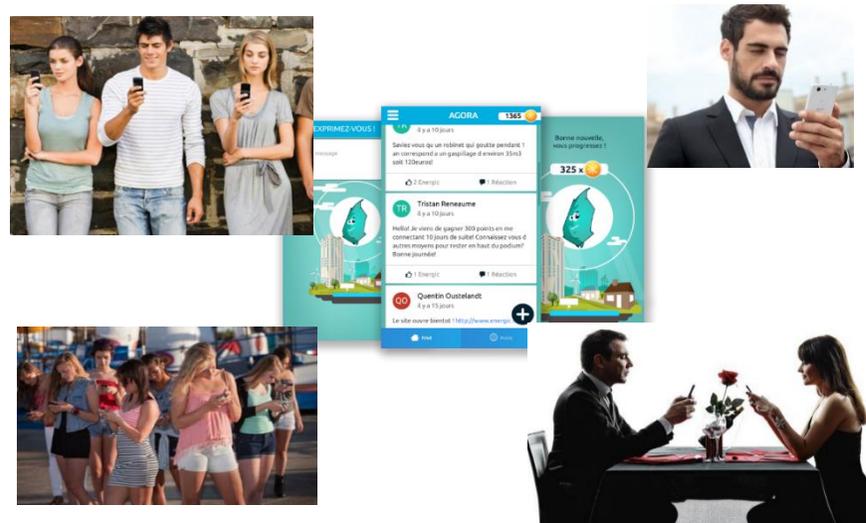
Centre de pilotage de la convergence internet



Internet de l'énergie



Internet ubiquitaire





Entreprises



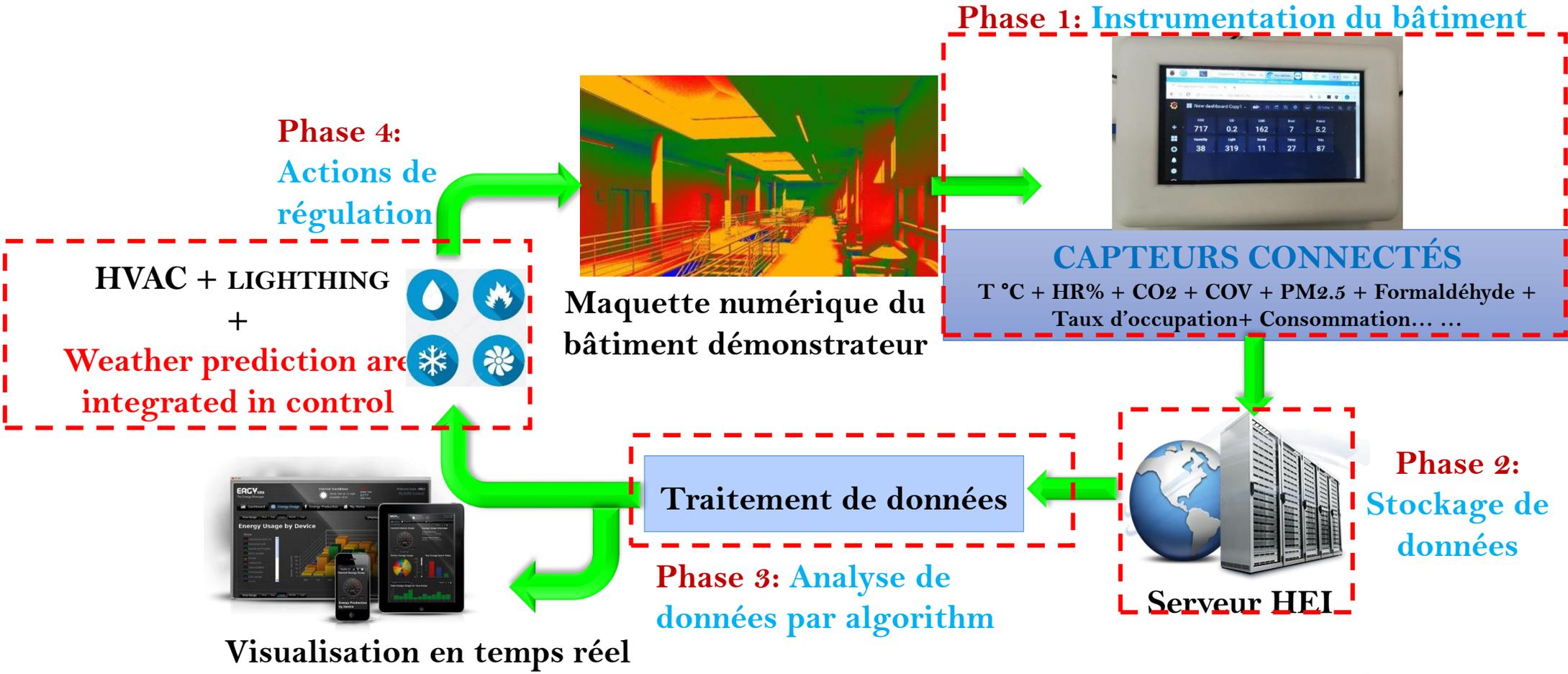
Laboratoires



- **Bâtiments Intelligents** → **Nœuds intelligents** d'un smart grid
- Participants actifs dans **l'écosystème énergétique**,
- **Modélisation** et **supervision dynamique** de bâtiments,
- Intégration de tout le **potentiel des plateformes numériques**.
- Bâtiments et îlot de bâtiments **mixtes tertiaires et résidentiels**,

- Intégration des **intérêts** des usagers, exploitants et propriétaires
→ les positionner comme acteurs intelligents de réseaux d'énergie
- Intégration forte de **toutes les dimensions technologiques** (collecte de données, objets connectés)

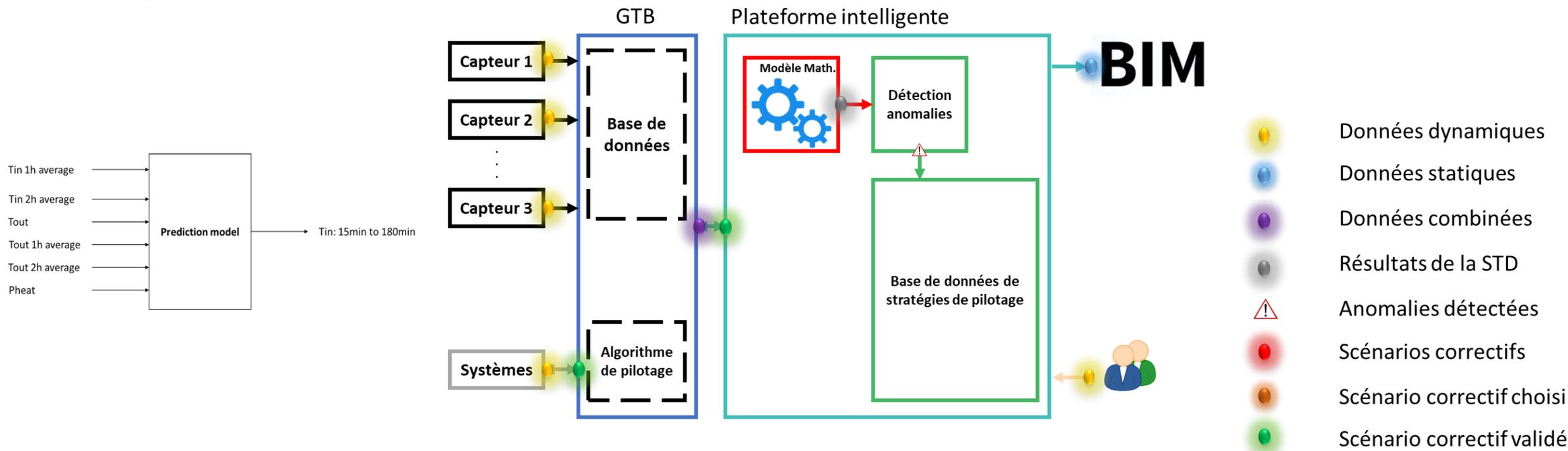
Etude de la ventilation intelligente au service d'une meilleure qualité de l'air intérieur dans les smart buildings



Optimisation dynamique du confort ressenti et des consommations énergétiques d'un bâtiment via un outil d'aide à la décision et de visualisation basé sur une maquette BIM

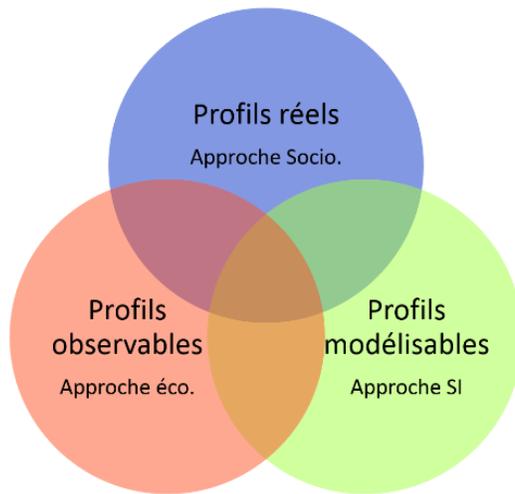
Apports du BIM et de la Simulation Thermique Dynamique

- Lien entre maquette numérique / STD / Analyses de données
- Interactions entre exploitants, usagers et maquette numérique
- Etudes comparatives et optimisations entre résultats de simulation et mesures réelles (effet rebond)

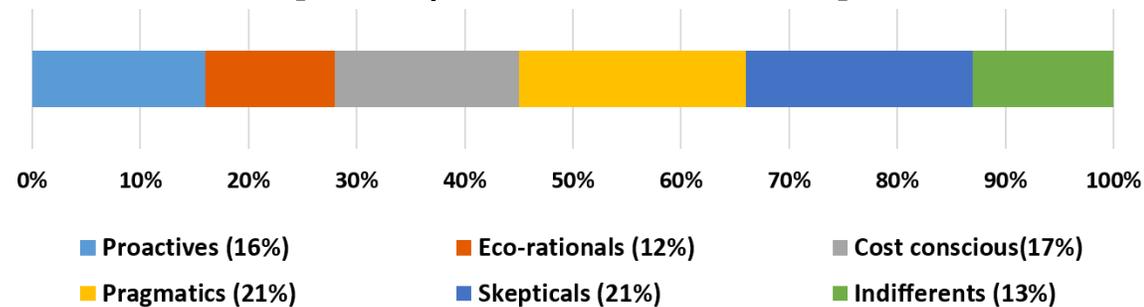


Modélisation de l'acceptation et de l'implication de consommateurs et producteurs d'énergie électrique en vue d'une stratégie de supervision énergétique multi-acteurs.

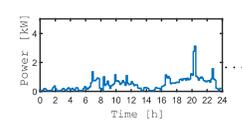
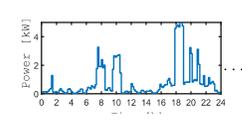
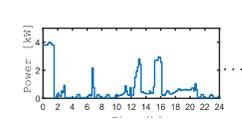
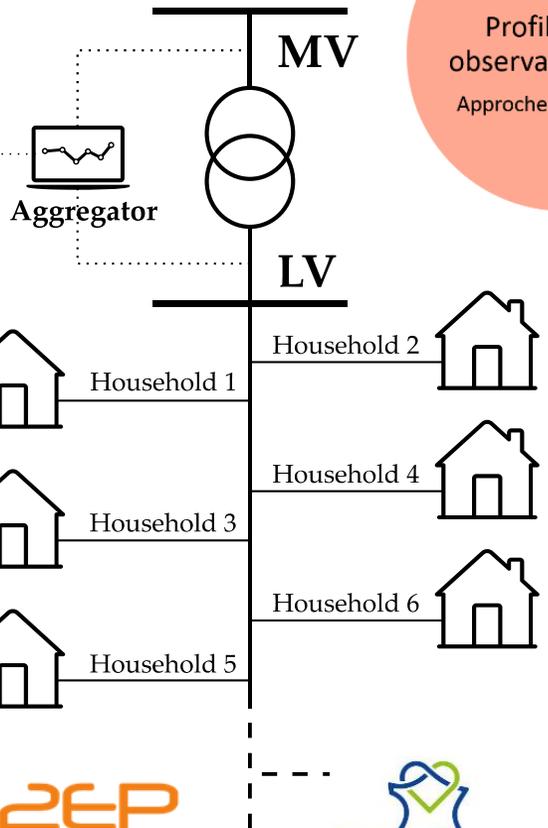
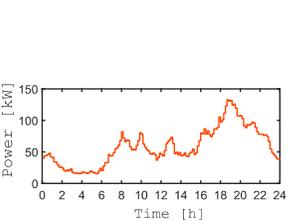
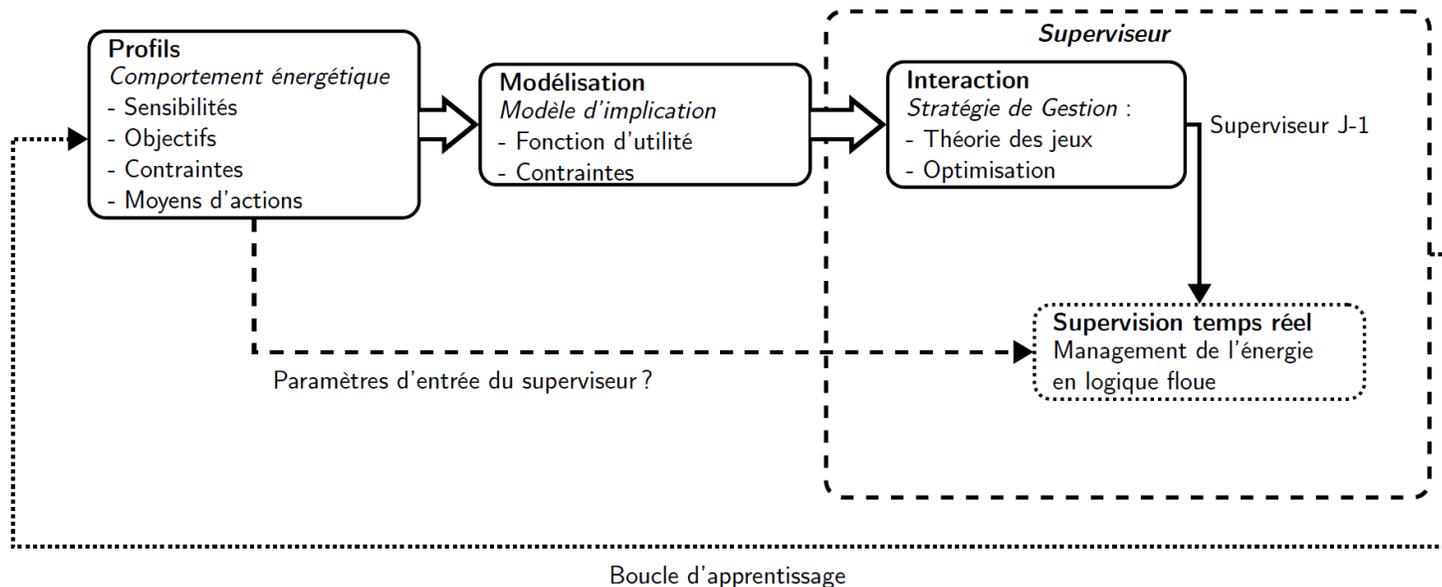
✓ Une approche pluridisciplinaire entre sciences de l'ingénieur et sciences humaines et sociales



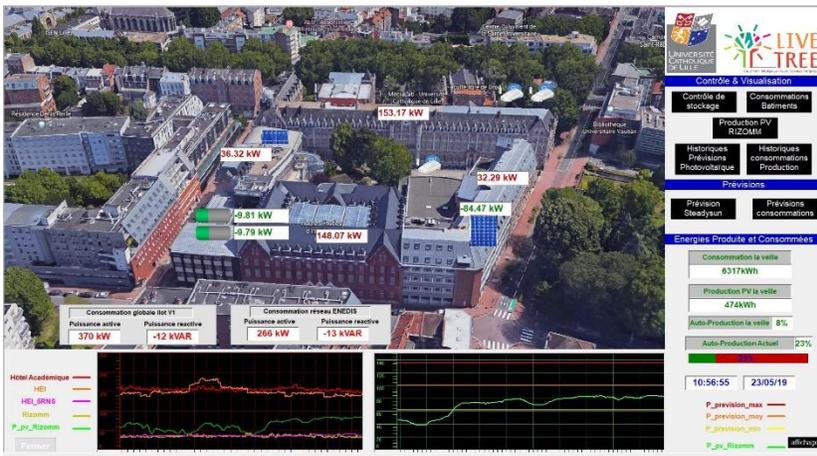
✓ Plusieurs profils à modéliser :
[Exemple Accenture 2010]



✓ Une méthodologie

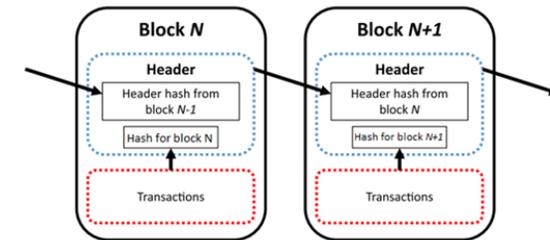
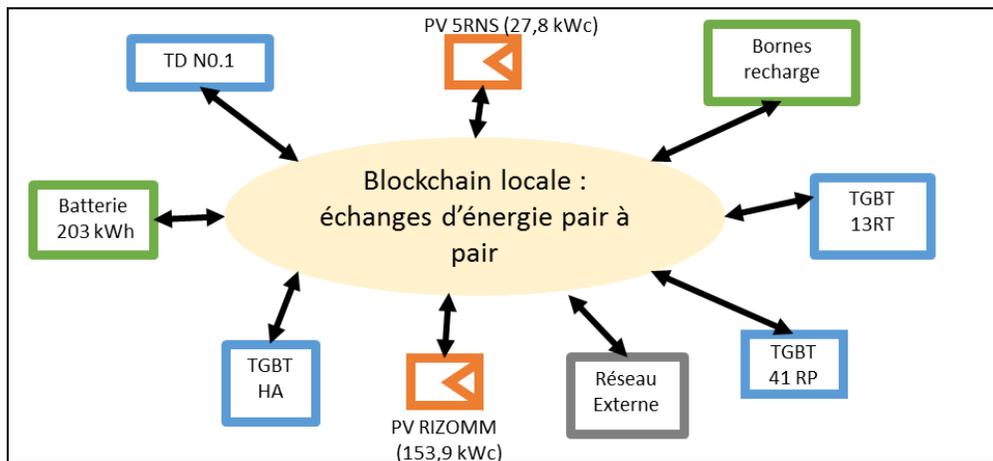
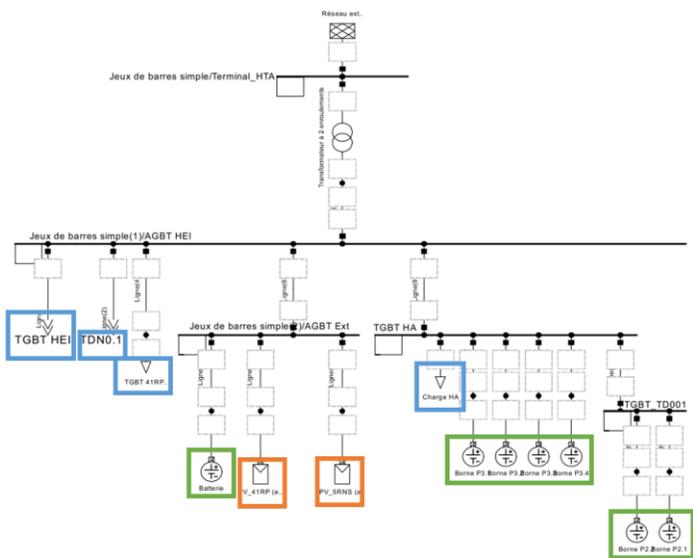


Optimisation de l'autoconsommation dans une communauté locale énergétique citoyenne.

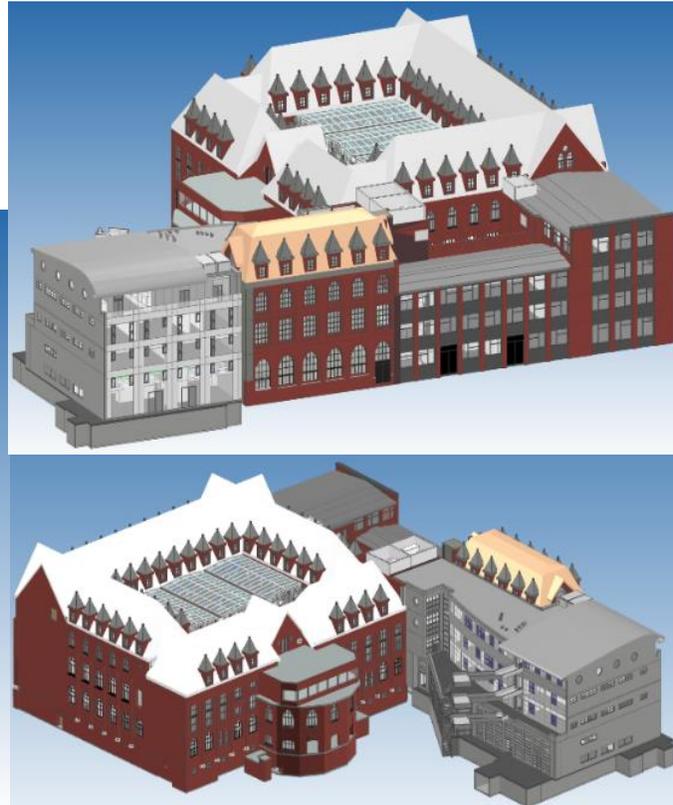


Développement d'un **modèle d'échange énergétique technico-économique** au moyen d'une approche blockchain (distribuée, sécurisée et décentralisée), pour maximiser l'autoconsommation au sein de la communauté:

- Les acteurs s'échangent l'énergie **sans intermédiaires** (marché décentralisé).
- **Automatisation des échanges** en fonction de la production PV et de la consommation (smart contracts).
- Prise en compte d'**acteurs très différenciés** : consommateurs permanents, consommateurs de passage (VE), consommateur/producteur, producteur, stockeur, gestionnaire du réseau public de distribution,...



Démonstrateur Smart Building



Objectifs :

Réduire les consommations énergétiques de 10% par le pilotage et les usages

Mettre en place une gestion technique de bâtiment à travers la maquette BIM.

Proposer de nouveaux services aux usagers

Créer un démonstrateur échelle:1 ouvert aux entreprises, étudiants et chercheurs

Réduire les consommations énergétiques

- Objectif réduction de **10%** des consommations énergétiques par le pilotage et les usages
- Optimiser la gestion du chauffage du bâtiment en fonction de différents paramètres
- Optimisation des débits d'air (Jour / Nuit et inactivité)
- Optimisation de l'éclairage dans les zones de circulation
- Sensibilisation des usagers par coaching énergétique

Particularité : Bâtiment ancien (1885) entièrement rénové en 2015



Démonstrateur Smart Building

Démonstrateur échelle 1 : Pour les entreprises, les chercheurs et les étudiants

- **Démonstrateur du Smart Building**

- Ouvert, Connecté, interopérable -> Certification R2S pour valoriser les futurs développements

- **Ouvert aux entreprises :**

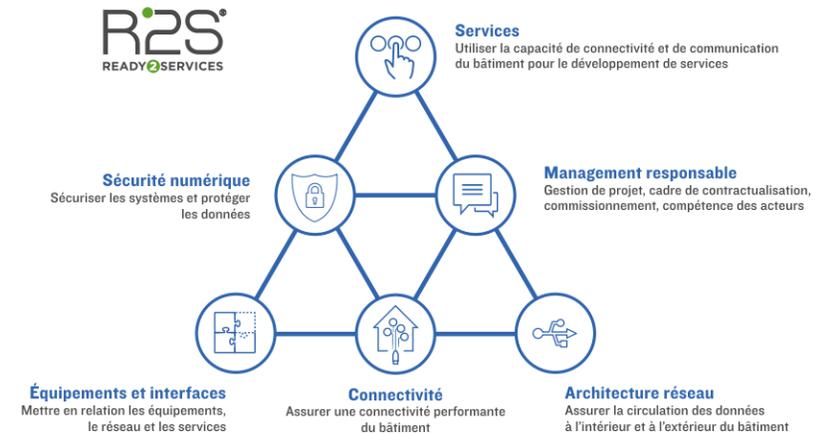
- Proposer aux entreprises un lieu d'expérimentation
- Montrer les avantages, inconvénients et le coût d'un Smart Building
- Réaliser des formations

- **Ouvert aux étudiants :**

- Proposer aux étudiants de travailler sur un cas réel dans le cadre de projet
- Donner la possibilité aux étudiants de développer de nouveaux services

- **Ouvert aux Chercheurs :**

- Offrir un lieu d'expérimentation
- Développer de nouvelles méthodes et approches de gestion de bâtiment



Thème	Evaluation	Nombre total de points possible
Connectivité	10	22
Architecture réseau	20	28
Equipements et interfaces	11	30
Sécurité numérique	20	27
Management responsable	18	20
Services	6	6

Résultat Isia	85	133
Pourcentage	64%	
Niveau atteint	2 étoiles	

Niveau	Base	★	★★	★★★
% du nombre de points à obtenir pour atteindre le niveau	> 20%	40%	60%	80%



SESSION 2

BÂTIMENTS, VILLES & TERRITOIRES



14h00 – 16h15



Benoit BOUREL

*Vice-Recteur en charge de la Responsabilité
Sociétale d'Université,
Les Facultés de l'Université Catholique de Lille*



LES FACULTÉS
DE L'UNIVERSITÉ
CATHOLIQUE DE LILLE

Approche sociologique des bâtiments performants

Gaëtan BRISEPIERRE, Sociologue indépendant spécialisé sur la transition énergétique, l'habitat et l'environnement

Présentation

Gaëtan **B**risepierre **S**ociologue

Recherche-action, conférence, conseil
en sociologie sur l'énergie, l'environnement, le bâtiment



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

USPC
Université Sorbonne
Paris Cité



:anthropik

réseau des socio-anthropologues professionnels



Programme

Introduction sur l'approche sociotechnique

L'appropriation des « **BBC** pionniers »

Conclusion sur le **smart habitant**

Déconstruire la doctrine de la transition énergétique

Efficacité énergétique

Sobriété énergétique

Rénovation

Eco-quartiers

Bâtiments
performants



« Smart »

Sensibilisation

Signal prix

Suivi de conso.

« Nudge »



→ Acceptabilité des techniques

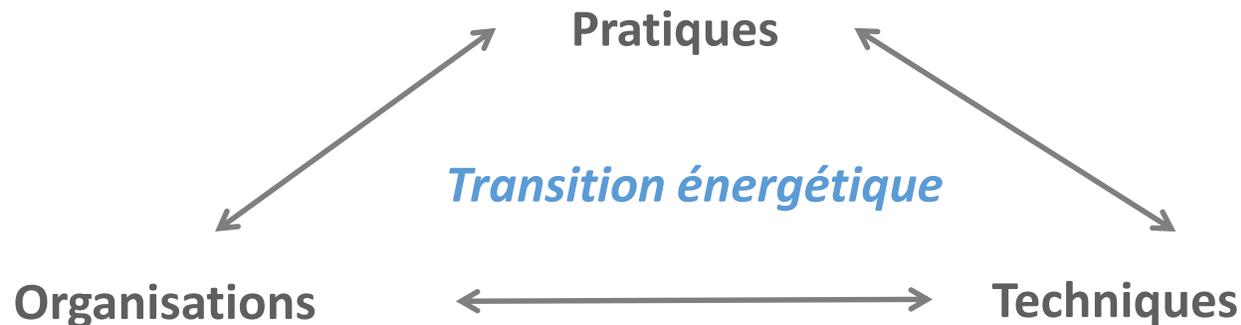
→ Effet rebond

→ Ecart entre les intentions et les actes

→ Résistances au changement

L'approche sociotechnique de la transition énergétique

- Une **démarche inductive** aux échelles d'observation micro et méso sociale
- Une **approche systémique** pour saisir les interactions



- Des **enquêtes de terrain** auprès des habitants et des professionnels

Etude de cas : enquête sur l'appropriation des « BBC pionniers »

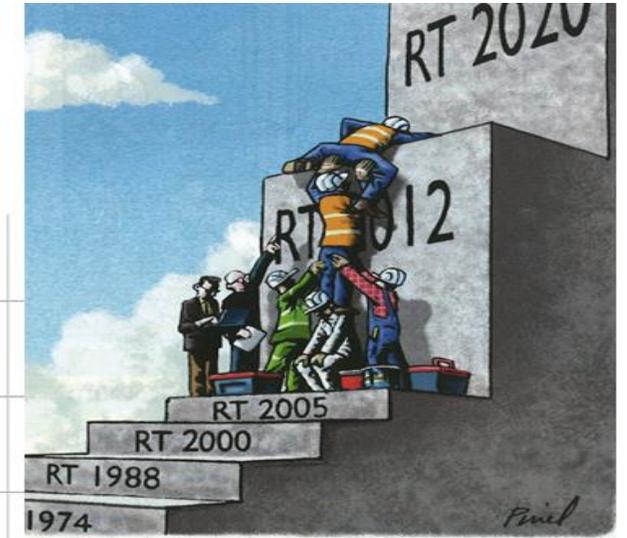
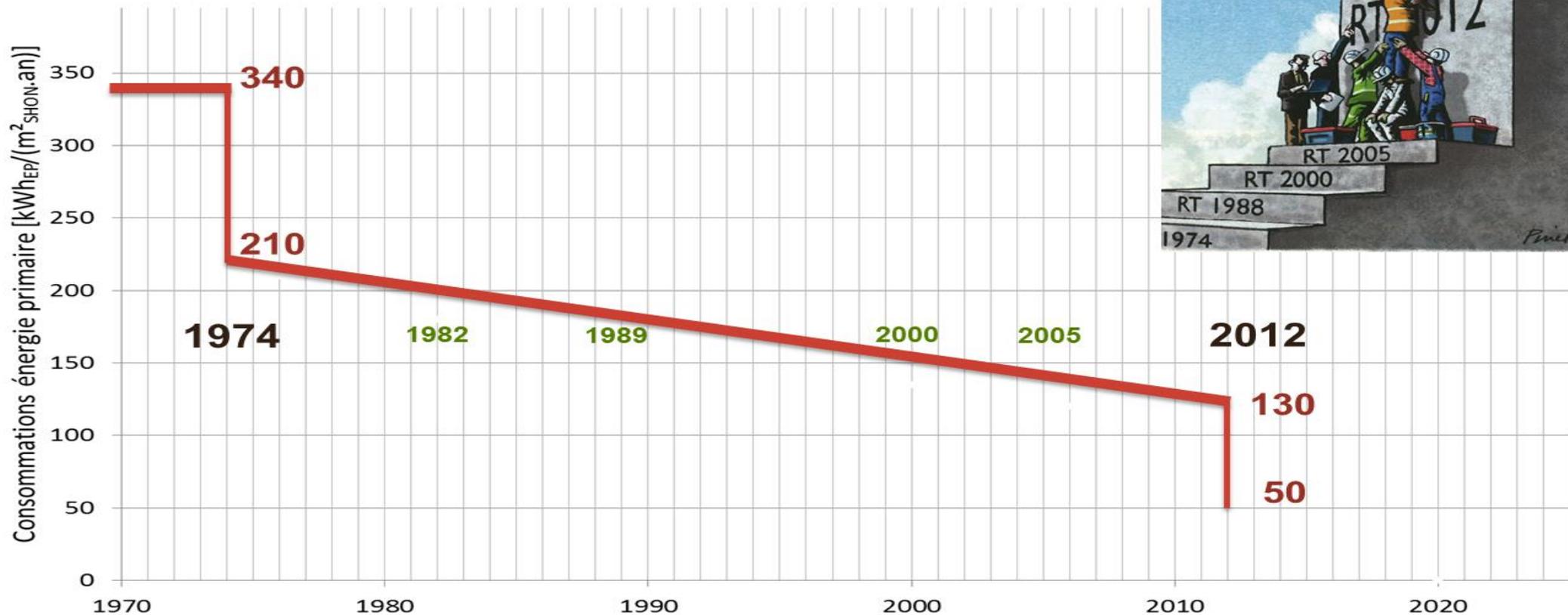


Présentation de l'étude

- Le problème des « **surconsommations** » dans les **BBC** pionniers
- Trois **bâtiments avant-gardistes** en région Rhône Alpes (architecte : Thierry Roche)
- Une enquête de terrain avec les **occupants et les professionnels**

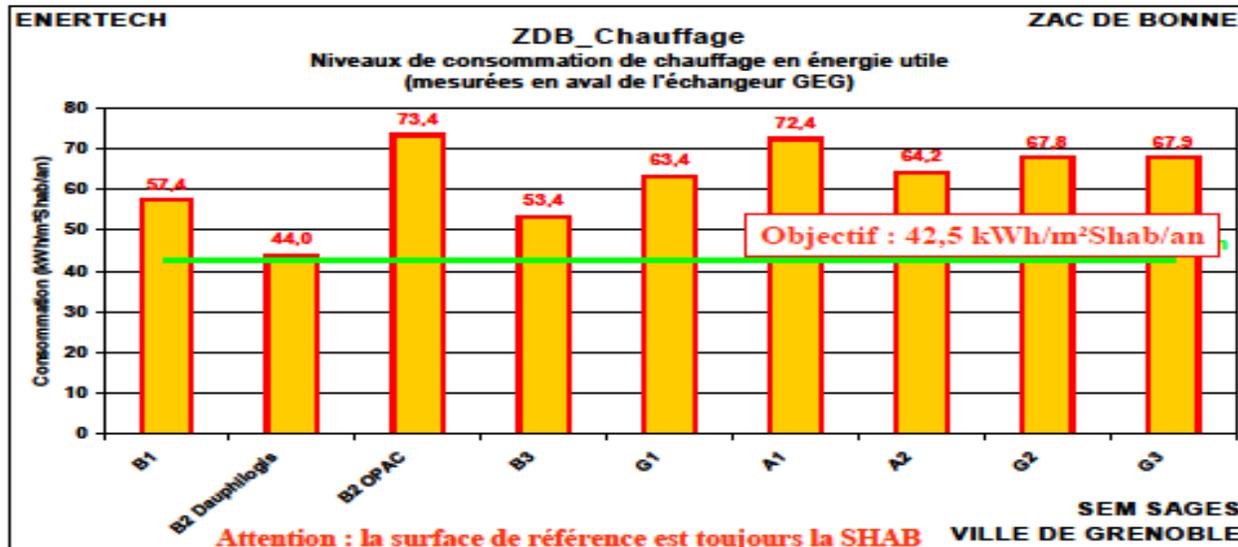
La RT 2012 : une innovation de rupture

Exigences RT2012 / RT précédentes

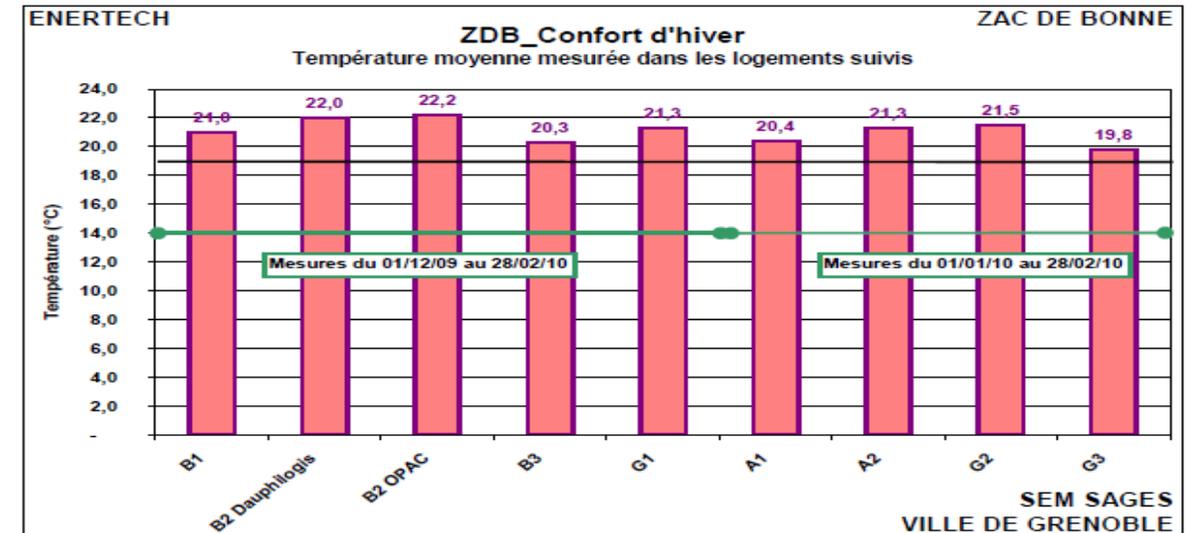


Évolution des consommations réglementaires 5 usages en kWh_{EP}/(m².an) pour bâtiments résidentiels avec combustibles en zone H2

Surconsommations et surchauffe



- En + 5 % et + 70 % de consommation par rapport à l'objectif



- Des températures mesurées toujours supérieures à la prescription des 19°C

Polémique dans la presse sur le premier éco-quartier

8 | **PLANÈTE**

Le Monde
Jeudi 10 novembre 2011

A Grenoble, les ratés du premier écoquartier français

Primée en 2009 par le ministère de l'écologie, la ZAC de Bonne affiche des performances énergétiques décevantes

Grenoble
Correspondant

«...cés plus bas encore et ils sont parfaitement respectés. Nous avons compris pourquoi certaines cho-

culture du bâtiment basse consommation (BBC) n'a pas encore totalement intégré les esprits des

niveaux d'intervention. « Certaines entreprises, bien que pleines de bonne volonté, ont com-

Christophe Bresson, directeur de l'union iséroise de l'association Consommation logement cadre

construction de l'Isère (Opac 38). Le bailleur, qui fait état de « coûts de chauffage et d'eau chau-

Ratés énergétiques, absence de vie sociale et de comportements écologiques... La ZAC grenobloise, pourtant Grand Prix des écoquartiers en 2009, déçoit.

A Grenoble, la caserne de Bonne n'a pas que du bon

Pour les habitants, les malfaçons se répercutent sur les performances énergétiques des bâtiments



Etude sur les usages des BBC pionniers

- Un immeuble de la Caserne de Bonne



- Les maisons des Hauts de Feuilly



- La Cité de l'Environnement



Trois profils d'occupants dans les BBC

- « **L'engagé** » reprend à son compte les objectifs du BBC
- « **L'accommodé** » s'adapte aux contraintes du BBC
- « **Le réservé** » se montre critique à l'égard du BBC

Les usages de l'énergie dans les BBC

- Les habitants n'appliquent pas les « bonnes pratiques » mais **inventent leur façon d'habiter** le BBC
- L'**inconfort thermique** est compensé par de nouvelles consommations d'électricité
- Le **paradoxe d'un mode de vie** énergivore dans un bâtiment performant

Les Hauts de Feuilly vue du ciel..

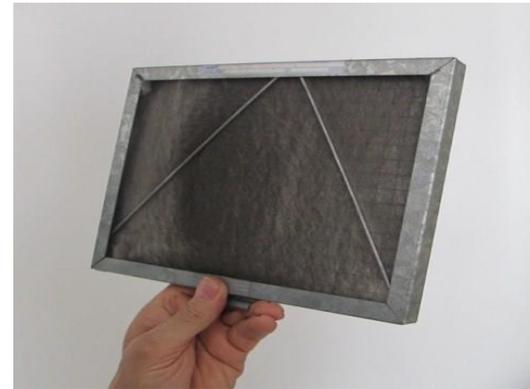


Les relations autour de la performance énergétique

- Les **malentendus autour de l'accompagnement** des habitants
- Vers une **co-gestion des températures** de chauffage collectif ?
- Vers une **maintenance participative** dans les logements ?

Les pratiques profanes de remplacement des filtres

- au Patio Lumière



- aux Hauts de Feuilly



Un smart habitant pour un smart bâtiment ?

- Le **paradoxe du smart** habitant
- Considérer les **habitants comme acteurs** de la performance
- Développer les fonctions de **médiation sociotechnique**

L'efficacité énergétique dans le bâtiment : freins et enjeux

*Fateh BELAÏD, Unité de recherche Smart & Sustainable Cities
Faculté de Gestion, Économie & Sciences*

9 octobre 2019



Plan

1. Contexte
2. Enjeux et avantages de l'efficacité énergétique (EE)
3. Les politiques d'EE en Europe et en France
4. La drivers de la demande énergétique et le potentiel d'EE
5. Le paradoxe énergétique et l'effet rebond
6. Conclusions & Pistes d'action

Contexte

Le consommation d'énergie dans le bâtiment :

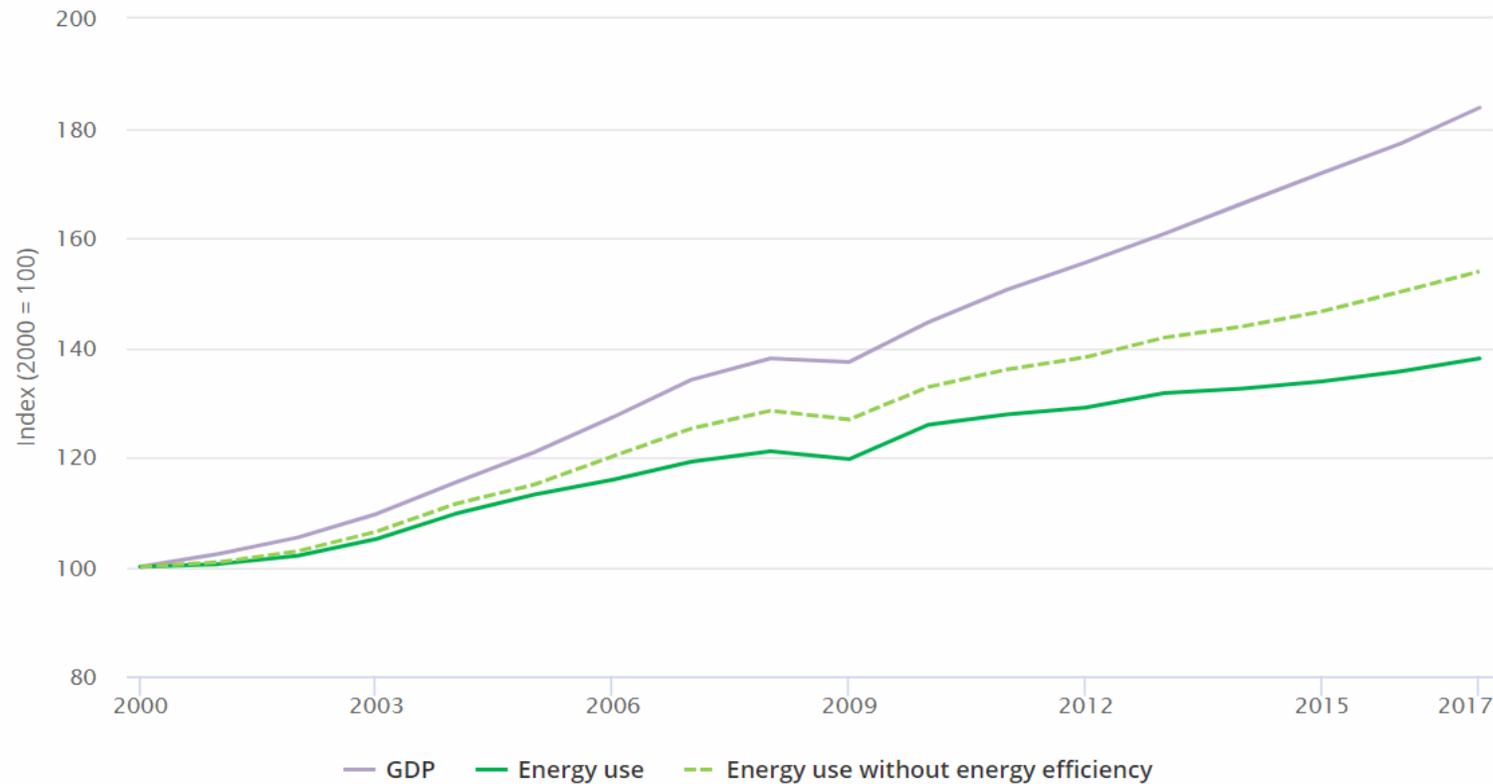
- En Europe : 40% d'énergie finale, en France : 45% & 30% des émissions de GES (Chiffres clés de l'ADEME)
- 50% d'énergie consommées dans le tertiaire est d'origine fossile (40% pour le résidentiel)
- 70% de la consommation énergétique domestique est dédiée au chauffage
- Plus de la moitié des résidences principales ont une étiquette énergie D ou E
- La consommation est stable ces dernières années

L'inertie et l'impact du secteur du bâtiment sur la consommation d'énergie sont très importants :

1. Le renouvellement des stocks est assez faible
2. La majeure partie des bâtiments est construite sans aucune réglementation/ancienne et sans prise en compte de l'empreinte environnementale

Les enjeux de l'EE

- **La maîtrise et la réduction des consommations énergétiques** : un levier clé pour la sécurité énergétique et la lutte contre le changement climatique.
- **L'efficacité énergétique** : un des principaux facteurs permettant de dissocier la consommation d'énergie du développement économique. Sans l'amélioration de l'EE, la consommation d'énergie aurait été 12% plus élevée en 2017.



Avantages de l'EE

L'EE est une énergie très attractive : les «négawatts» de l'EE sont moins chers que les coûts de l'offre

Plusieurs bénéfices :

1. Réduction de la facture énergétique
2. Consolidation de la productivité de l'industrie
3. Amélioration des conditions de vie des populations
4. Réduction des impacts sur l'environnement
5. Création d'emploi durables
6. En plus des emplois créés, l'EE peut aussi entraîner des baisses de coûts de production.



Les politiques d'EE en Europe

- i. **Energy Efficiency Directive (EED, 2012)** : révisée en 2018 avec comme objectif de réduire les consommations de 32,5% à l'horizon 2030.

- ii. **EPBD (Energy Performance of Buildings Directive, 2010)** : révisée en 2018 avec comme objectif d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Les politiques d'EE en Europe

Déploiement des NTIC & Smart technologies
Pour un fonctionnement efficace des bâtiments.

Renforcer les investissements en EE
Mobiliser des financements et des
investissements publics & privés



Un parc à émission nulle en 2050
Des feuilles de route nationales pour
la décarbonisation des bâtiments

Un indicateur de l'état de préparation des
bâtiments aux Smart technologies
Mesurer la capacité des bâtiments à intégrer des
technologies nouvelles, permettant au consommateur
d'adapter ses besoins et d'optimiser son interaction
avec le réseau.

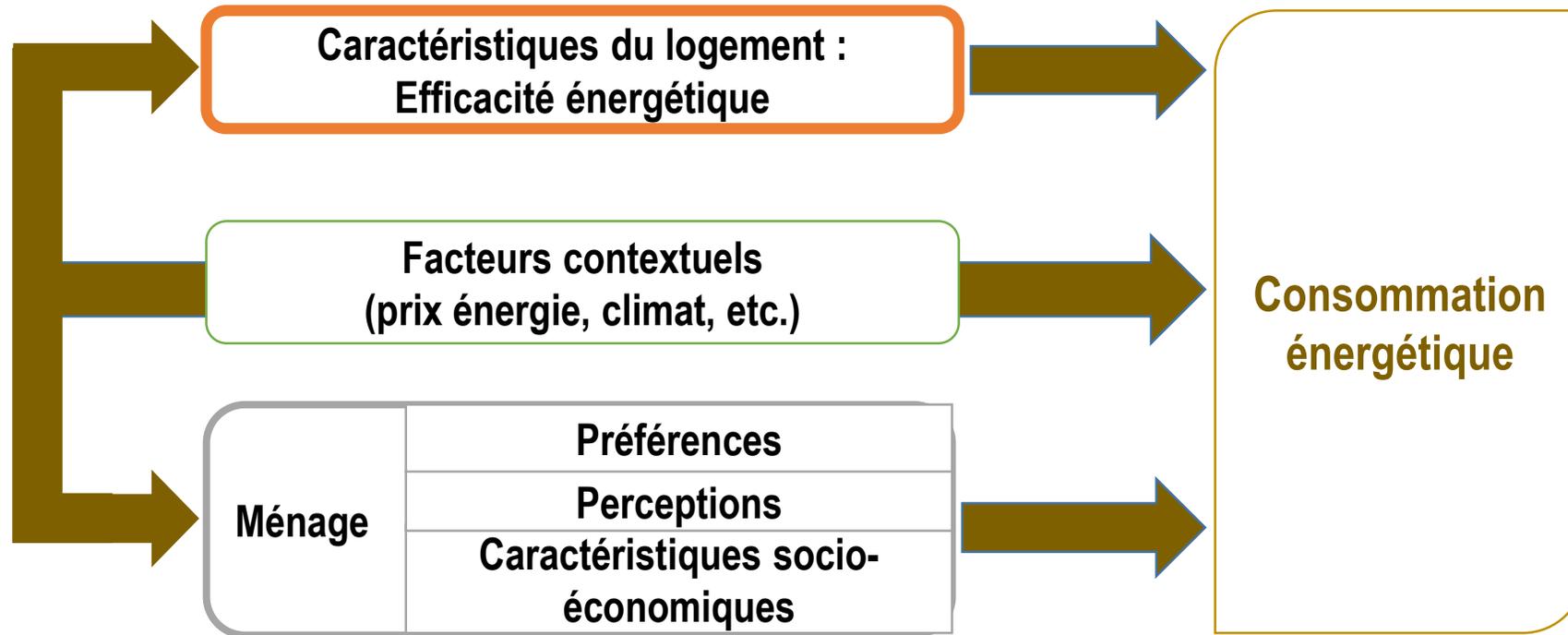
Lutte contre la Précarité énergétique
Rénovation des bâtiments anciens et réduction de
la facteur énergétique des ménages modestes

Les politiques d'EE en France

- **La loi sur la transition énergétique et la croissance verte (2015)**
 - Accélérer la rénovation énergétique des logements (500 000 rénovations par an, « travaux embarqués », etc.)
 - Lutter contre la précarité énergétique (réduire la précarité de 15%, chèque énergie)
 - Favoriser le recours aux énergies renouvelables et aux matériaux durables pour la construction
- **Un cadre réglementaire en cours de mutation** : Évolution de la RT 2012 vers la RE 2020 qui imposera peut-être un seuil carbone maximal pour les constructions neuves avec l'expérimentation du label



La demande énergétique un phénomène complexe



La recherche et la demande énergétique

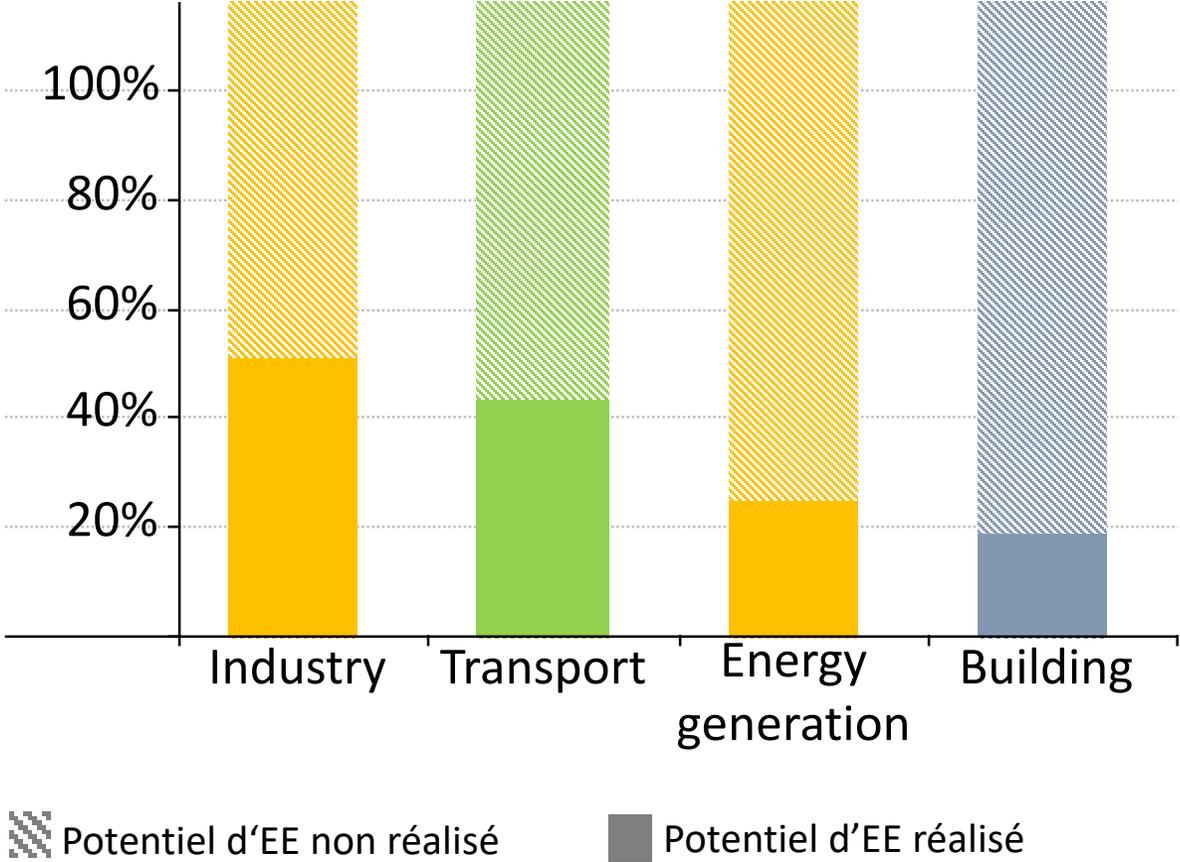
LE CONTEXTE DE LA RECHERCHE :

- La consommation d'énergie a fait l'objet de plusieurs recherches depuis le 1^{er} choc pétrolier
- Un intérêt croissant ces dernières décennies

LES TYPES DE MODÈLES :

- Deux types de modèles sont utilisés pour analyser la demande énergétique (cf. Swan & Ugursal, 2009) :
 - i. **Modèles « Top-down » : approche macro (déductive) :**
Données agrégées → identifier des tendances de long terme
 - ii. **Modèles « Bottom-up » : approche micro (inductive) :**
A partir de données individuelles détaillées :
 - ❖ **Modèles « ingénieur »** basés sur les équipements et leurs performances
 - ❖ **Modèles statistiques** permettant l'intégration des caractéristiques sociales et comportementales

Potentiel d'économie d'énergie dans le bâtiment



Le paradoxe énergétique

Energy efficiency gap
(Jaffe et Stavins, 1994; Gillingham et al, 2016)

Imperfections de marché

- Incitations divergentes entre propriétaires et locataires
- Asymétrie d'information
- Difficultés d'accès aux crédits, etc.

Erreur de modèles et de mesure

- Hétérogénéité des agents
- Surestimation des économies
- Inclusion de coûts non observés
- Ignorance des attributs des produits
- Taux d'actualisation et facteurs d'incertitude inappropriés

Biais comportementaux

- Aversion à la perte
- Biais de statu quo
- Rationalité limitée

L'Effet rebond

- **Effet rebond :**

- Gain d'EE → baisse du coût du service énergétique → augmentation de la demande pour ce service. Potentiel d'économie d'énergie non atteint.

- **Trois types d'effet rebond :**

- i. Effet rebond direct : un effet prix
- ii. Effet rebond indirect : un effet substitution & un effet revenu
- iii. Effet rebond macro-économique.

→→ Quantifier l'effet rebond reste une tâche très complexe. Les approches empiriques restent fragmentaires aux méthodes d'estimation très différentes.

→→ A présent il n'y pas de consensus sur la qualité des approches ni sur la pertinence des résultats et l'amplitude de l'effet rebond.

Conclusion

Principaux défis & Enseignement

- La neutralité carbone nécessiterait des investissements significatifs
- Incertitudes concernant les prix et la qualité des travaux d'investissement en EE
- Manque d'information et de sensibilisation
- L'hétérogénéité des agents et leurs caractéristiques peuvent freiner les investissements en EE
- Effet rebond

Pistes & Leviers d'action

- Pilotage étatique au niveau national et régional des objectifs
- L'implication de l'ensemble des acteurs
- Suivre & mesurer les objectifs

Feuille de route visant la collecte, l'organisation et l'analyse de données



Données au centre de la décision

Leadership public

Consommateur et efficacité

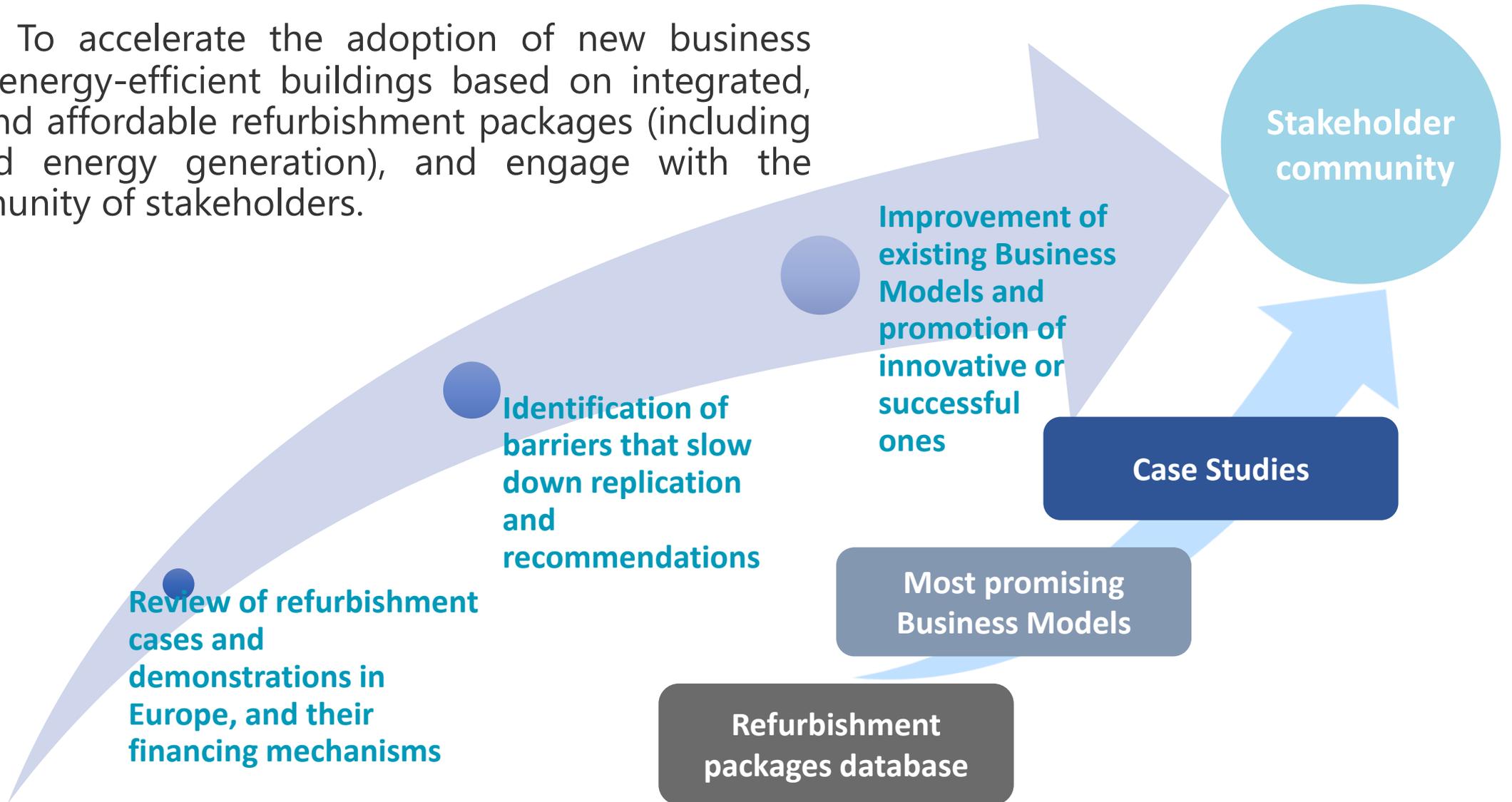
Accès aux financements

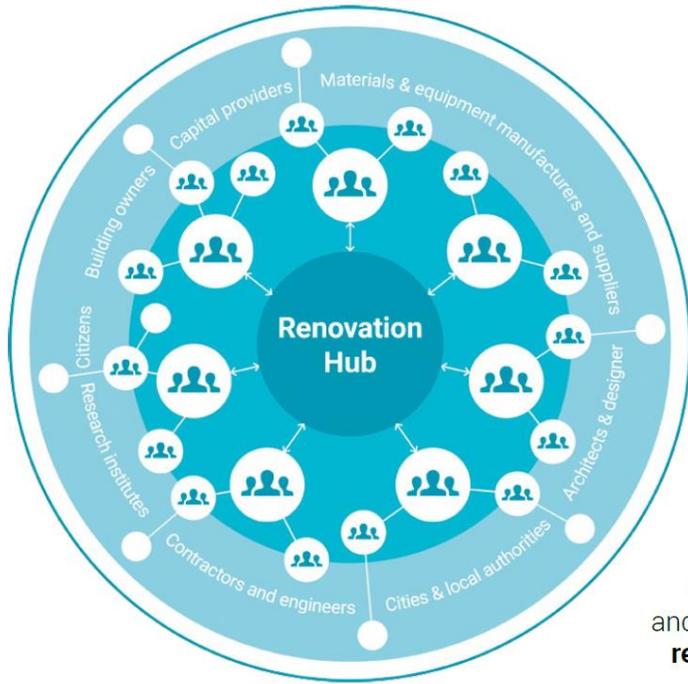
- Le consommateur au centre des décisions
- Des campagnes d'information & de sensibilisation des acteurs
- Des mécanismes d'aide & de financement
- Anticipation des coûts
- Stimulation de l'innovation & réduction des coûts



STUNNING

Objective: To accelerate the adoption of new business models for energy-efficient buildings based on integrated, adaptable and affordable refurbishment packages (including decentralised energy generation), and engage with the whole community of stakeholders.





Visit our platform
and register online at
renovation-hub.eu!

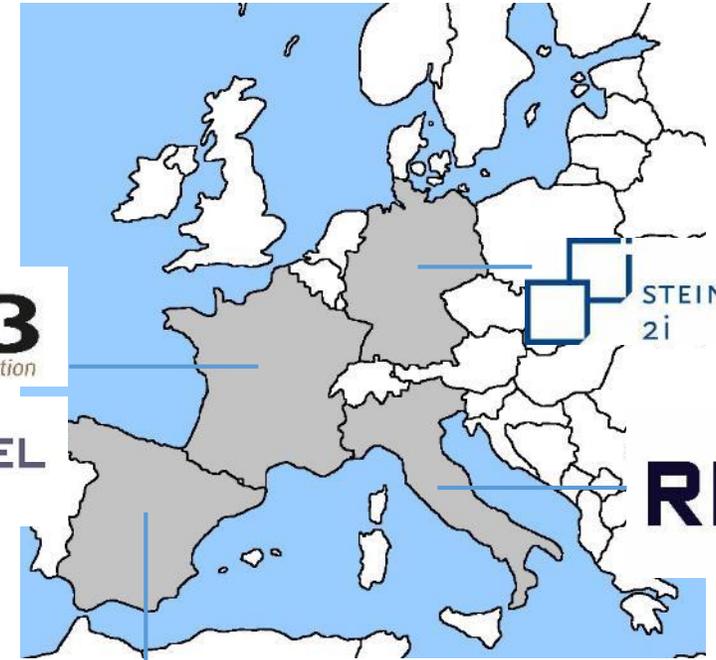


If you wish to share case studies, promote new business models or advertise your energy-efficient refurbishment package please get in touch with us! Contributions of members of national platforms are much welcome, as the Renovation Hub can offer additional visibility at European level.



CSTB
le futur en construction

DOWEL
MANAGEMENT



STEINBEIS
2i

RINA

Solintel

« Le Rizomm » : premiers enseignements tirés du démonstrateur sociotechnique de la performance énergétique



Grégoire DESTOMBES, Ingénieur d'études
Hervé BARRY, Sociologue, Université Catholique de Lille



Ambitions et parti pris du démonstrateur



□ Les intentions visées

- **Maîtriser** consommations et factures énergétiques dans un contexte d'autoconsommation à venir
- **Offrir** une haute qualité d'usage :
 - confort au travail
 - confort thermique
 - responsabilisation par des automatismes contenus,
 - connaissance des effets de ses interventions,
 - souplesse des aménagements sans affecter performance et confort...
- **Disposer** d'un support de formation et d'expérimentation pour les SI et les SHS

Ambitions et parti pris du démonstrateur



□ Un parti pris sociotechnique

- Des équipements laissant une marge de manœuvre aux occupants



- Un pilotage et des réglages fins grâce à une GTB
- Un Energy Manager repéré, permanent et accessible



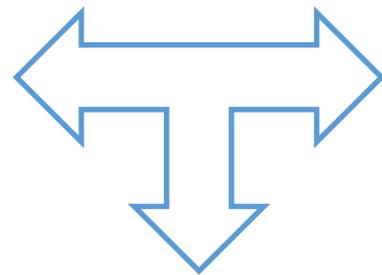
Un système d'acteurs complexe

MAÎTRISE D'OUVRAGE

MAÎTRISE D'OEUVRE

OCCUPANTS

Dir. Projets Immobiliers
Dir. Moyens Généraux
Energy Manager



Architecte
Bureau d'étude
installateurs

Vice-Recteur RSU
Ingénieur bâtiment
Sociologue

Administratifs

Enseignements permanents
Enseignements vacataires

Étudiants permanents
Étudiants de passage

Personnels techniques

Grande diversité des espaces de référence

PROFILS DE PUBLICS	Espaces communs Couloirs Zones détente Toilettes	Salles & Amphis	Salles de réunions	Bureaux individuels et collectifs	Locaux techniques
Administratifs	x		x	x	
Enseignants permanents	x	x	x	x	
Enseignants vacataires	x	x			
Étudiants permanents	x	x	x		
Étudiants de passage	x	x	x		
Personnels techniques	x				x
Visiteurs	x				

Pilotage du chauffage

□ Salles de cours & Amphis, par planning et détecteur de présence

Absence		Cours		Absence		Présence		Présence		Absence	
19°	21°	21°				21°		21°		19°	
Programmés 30 mn avant		Maintien par détecteur		Retour à 19°C selon planning		Élévation par détection inopinée		Maintien via détecteur			

□ Bureaux et salles de réunion, par détecteur de présence

Absence		Présence		Absence		Présence		Présence		Absence			
19°		21°		21°		19°		21°		23°		23°	19°
		Détection et élévation		Décompte 30 mn				Détection et élévation		T° demandée par thermostat personnel			

Boucle sociotechnique du chauffage



AUTOMATISME

19° si absence

Bureaux, 21° si présence

Salles, préchauffage par planning puis 21° maintenu

Réglage possible par occupant
- 2° ou + 2°

Retour à 19° sans cours
10° si fenêtre ouverte



Interaction de l'utilisateur

T° réglage manuellement entre 19° et 23°
Ouverture possible des fenêtres

Modification de la programmation

Optimisation de durée de relance
et T° pour assurer confort et
économies



Energy Manager



Vérification



Gardien

010001110101101101
000010010001110010

Données historisées

T° réelle et T° appelée par l'utilisateur
Ouverture de fenêtres

Illustration de données GTB

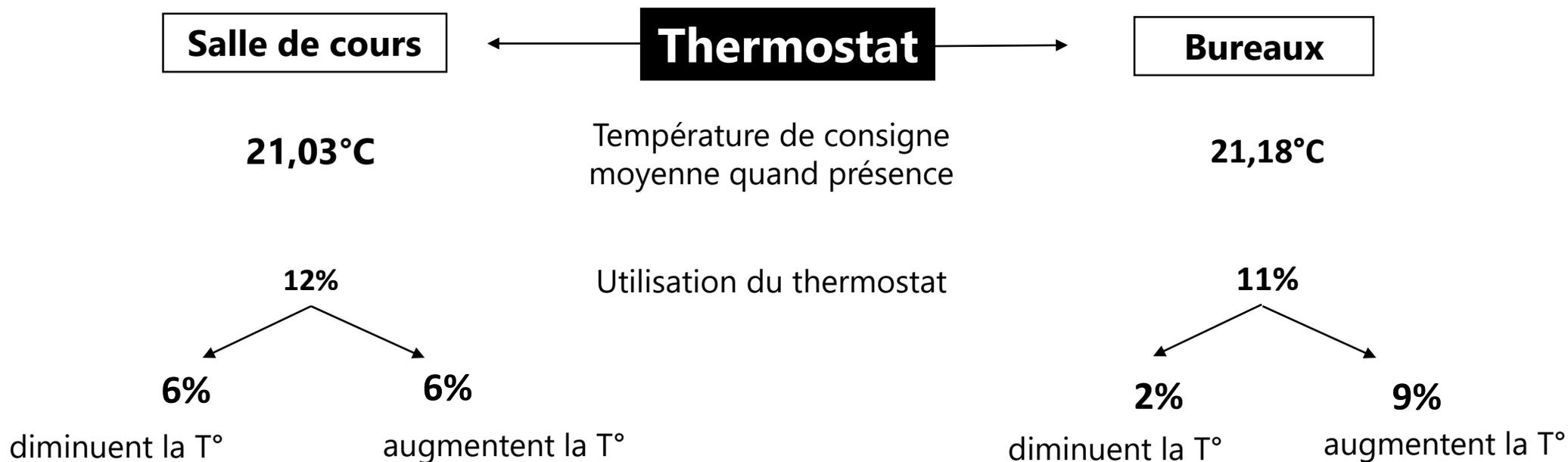
□ Utilisation du thermostat personnalisé, selon l'étage

Cours	RDC	R+1	R+2	R+3	R+4
Moyenne consigne	21,1	21,0	21,1	21,0	21,0
Nombre de fois où chauffe plus	8,0%	5,4%	7,2%	2,0%	3,5%
Nombre de fois où chauffe moins	2,8%	6,5%	12,3%	1,5%	4,0%
Nombre de fois où ne change pas	89,2%	88,0%	80,5%	96,0%	92,5%

Bureaux	R+2	R+3	R+4	R+5
Moyenne consigne	21,0	21,0	21,1	21,3
Nombre de fois où chauffe plus	2,0%	0,3%	5,8%	14,0%
Nombre de fois où chauffe moins	0,7%	0,5%	0,3%	2,6%
Nombre de fois où ne change pas	97,3%	99,3%	94,0%	83,5%

Illustration de données GTB

Utilisation du thermostat personnalisé selon espace et température de départ



Premiers retours sur le fonctionnement du bâtiment

□ Des attitudes positives après une phase d'emménagement difficile

Améliorations	Améliorations attendues
Meilleures Conditions de travail : <ul style="list-style-type: none">- Chaleur ressentie- Luminosité- Espace, aménagement	Chaleur d'été
	Maîtriser les modes d'emploi
	Eviter ou expliquer les paradoxes entre maîtrise des consommations et extinction tardive des lumières
Apports de l'Energy manager : <ul style="list-style-type: none">- écoute, pédagogie- explications- échanges	Compréhension du fonctionnement du bâtiment : <ul style="list-style-type: none">- Programmation ?- Détection ?- Appropriation des interfaces techniques
	Consommation énergétique ?
	Gain énergétique ?

Les débuts du Rizomm en tant que terrain pédagogique et de recherche

❑ Des PIMs (Projets Inter-masters de la FGES)

- Expérimentation de nudges
- Réflexion sur les services innovants futurs

❑ Les projets de test sur la Terrasse expérimentale (tiers-lieu animé) :

- Plantations sur des divers supports
- Éolienne
- Matières textiles, de murs végétalisés, etc.
- Exploitation des eaux de pluie (récupération, traitement...)

❑ Des projets de la FLSH sur les ressorts d'engagement dans le développement durable, le tri, l'environnement...

❑ Première année d'une thèse en géographie sur les mécanismes d'adaptation et d'appropriation de ce bâtiment rénové et « intelligent »

❑ Et bien sûr So Mel so Connected sur le pilotage énergétique, avec Yncréa Hauts-de-France



Perspectives

- ❑ **Répondre aux attentes de clarification** sur le fonctionnement technique du bâtiment et des interfaces proposés
- ❑ **Etendre le dispositif d'animation**, en direction des personnels puis des étudiants, pour favoriser les dynamiques collectives
- ❑ **Actualiser la connaissance des contextes de consommation**, le bâtiment étant en marche
- ❑ **Poursuivre l'optimisation fine** du bâtiment tout en suivant l'impact sur les ressentis et les pratiques (satisfaction ? suggestion ? effet rebond ?)
- ❑ **Réduire les consommations pour élever le taux de couverture** par les panneaux photovoltaïques (aujourd'hui de 73 % lissés sur l'année)
- ❑ **ET CONTINUER A DEVELOPPER LES CONNAISSANCES !** **Projet LIFE sur le management de la performance énergétique**



Chaire Explorateurs de la Transition

Aurélie Montigny, Géographe-Urbaniste
Benoit BOUREL, Titulaire de la Chaire





Formation continue et initiale
Recherche
Études et conseil
Conduite de projets internes

Acteurs de la Smart & Sustainable City !



FACULTÉ DE
GESTION,
ÉCONOMIE
& SCIENCES

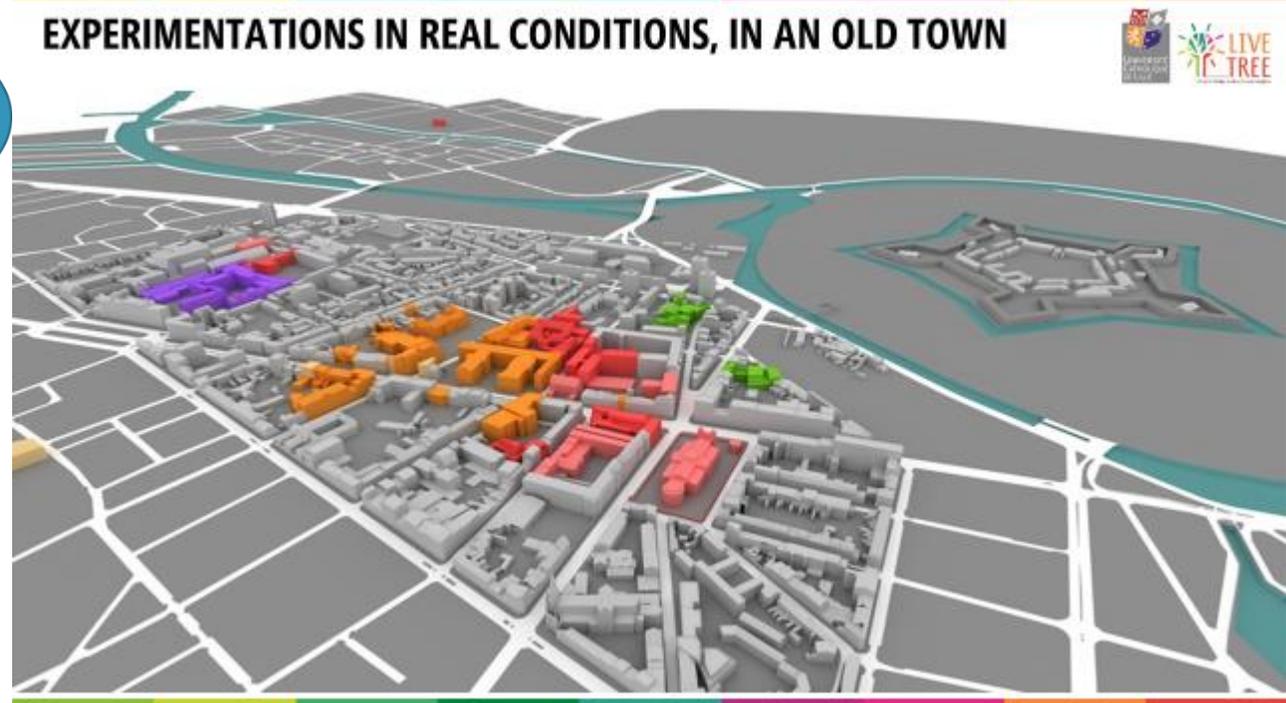


UNIVERSITÉ
CATHOLIQUE
DE LILLE



DANS UN CAMPUS EN TRANSITION

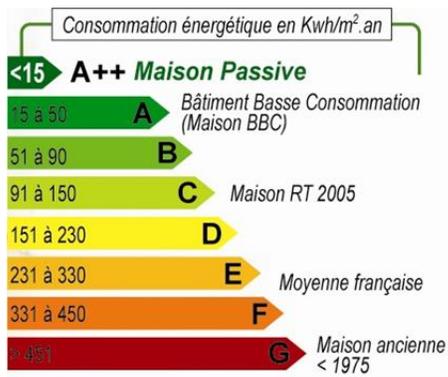
The screenshot displays a web-based interface for a building management system. At the top, there are navigation tabs for 'ELEC', 'Général', and 'CVC'. A sidebar on the left contains menu items like 'Accueil', 'Alarmes', 'Géographique', 'Métier', 'Suivi', 'Système', 'Onduleurs PV', 'Météo', and 'Légende'. The main content area is titled 'Suivi de fonctionnement' and shows 'Chauffage par air' and 'Chauffage par radiateur' settings. A blue callout bubble points to a specific room's temperature control, with the text: 'Réglage de la température d'une salle de cours'. The interface also shows various temperature readings and control buttons.



ÉVALUATION DE DISPOSITIFS DE MANAGEMENT DE LA MOBILITÉ

- **COPILOT** : évaluation du conseil individualisé en mobilité – soutenu par l'ADEME régionale.
- **Avesnois Mobilité** : Evaluation des solutions Avesnois Mobilité pour Transdev.
- **My Anor My Mobility** : Accompagnement et évaluation d'une démarche d'éco-conduite pour le Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional de l'Avesnois.

APPROCHE SOCIOTECHNIQUE DE L'ENERGIE



RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE



Emergence de nouvelles expertises hybrides de type « sociotechniques », en maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre

TERRITOIRES EN TRANSITION



Atelier « Villes pairs et territoires pilotes de la transition »

Avec le soutien de

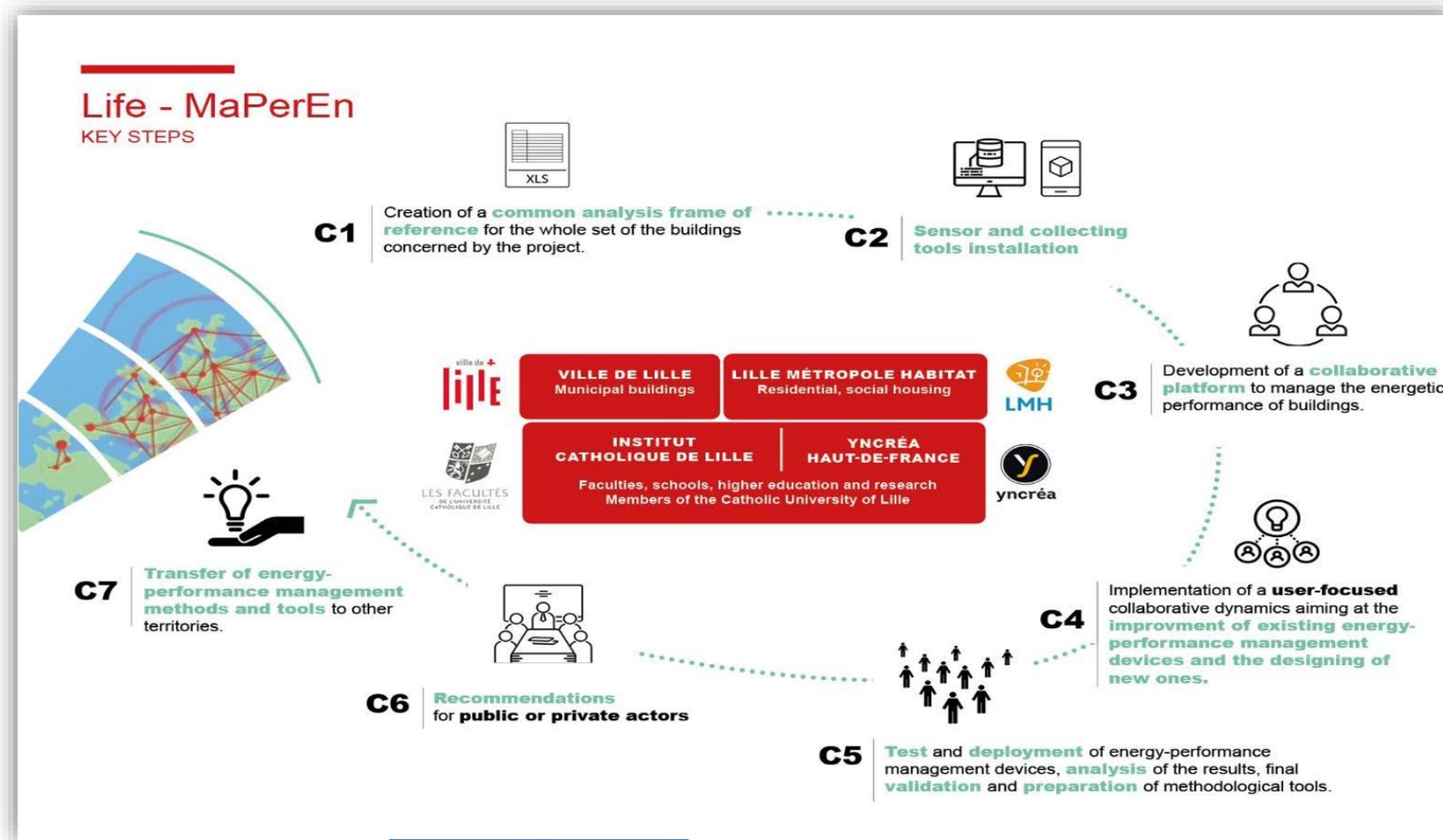


DIAGNOSTICS SOCIOLOGIQUES ET URBAINS DANS LE CADRE DE L'ENGAGEMENT POUR LE RENOUVEAU DU BASSIN MINIER



PROJET EUROPÉEN LIFE MaPerEn

MANAGEMENT DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE MOTEUR D'UNE NOUVELLE GOUVERNANCE

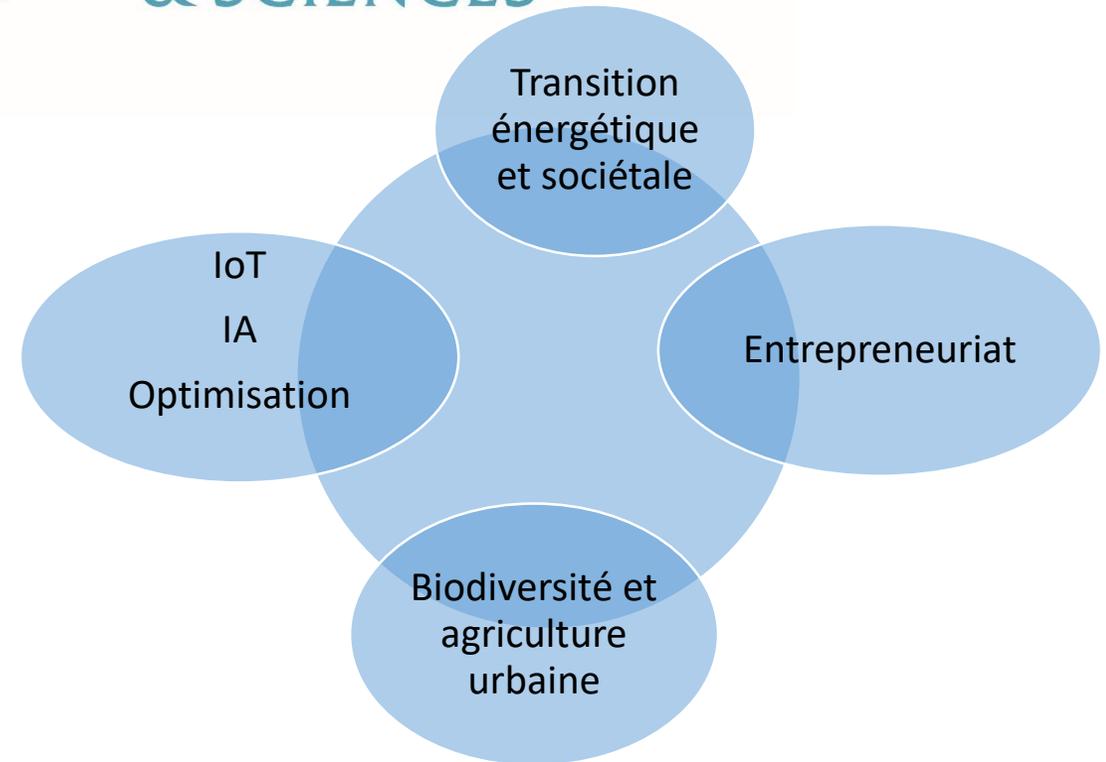


UNITÉ DE RECHERCHE SMART AND SUSTAINABLE CITIES



FACULTÉ DE
GESTION,
ÉCONOMIE
& SCIENCES

Systemes-complexes
Politiques-publiques
Réseaux-sans-fil-ubiquitaires
Fouille-de-données
Socio-technique
Comportements
Intangible
Inclusion-sociale
Data
Social-business
Performance
I.A
Cryptosporidium
RSE
Mobilité
Audit
Reporting
Finance
Impact
Usages
Énergie
Optimisation
IoT
Co-création
Conduite-du-changement
Biodiversité
Entreprises-sociales
Extra-financier
Transition
Systemes-d'information
Systemes-embarqués-autonomes
Efficacité-énergétique

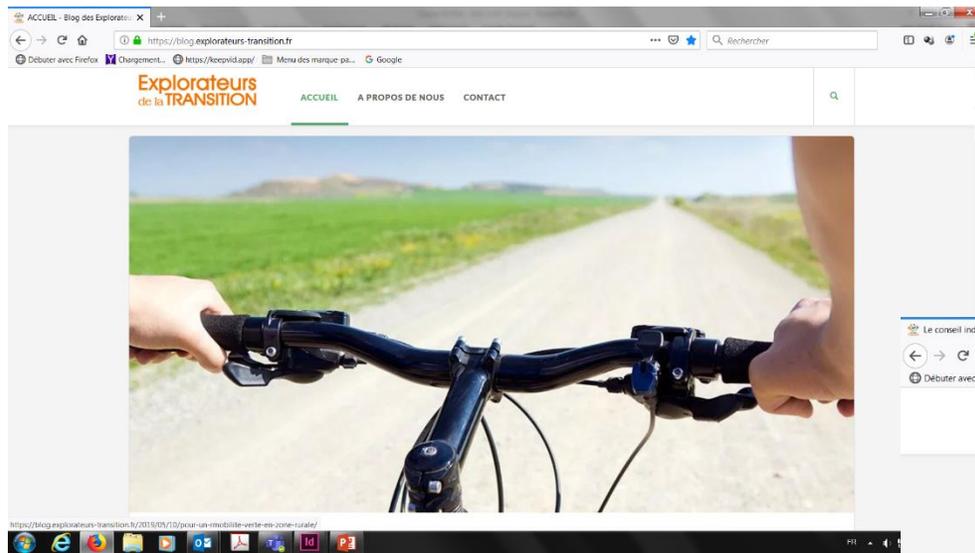


2 chaires de recherche :

- Explorateurs de la transition
- Entreprise et Business à impact social

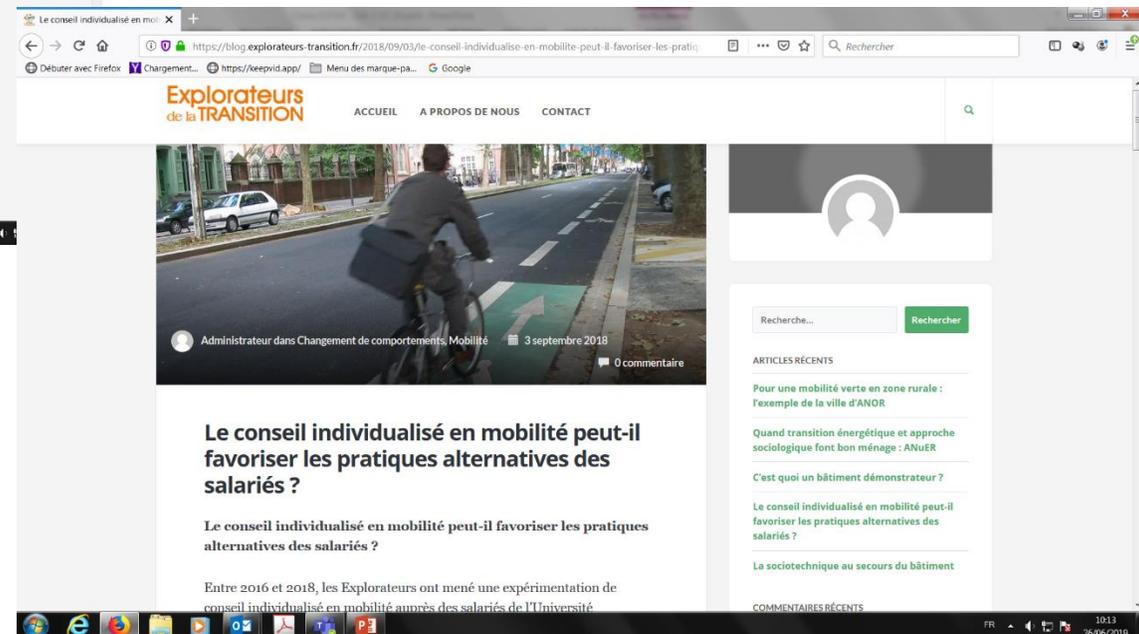
NOTRE BLOG :

BLOG.EXPLORATEURS-TRANSITION.FR



ARTICLES CLASSÉS PAR THÉMATIQUES :

- Bâtiment & énergie
- Changements de comportements
- Mobilité
- Transition





ILS NOUS SOUTIENNENT

Et nous les remercions !





TABLE RONDE

LA GLOCALITÉ ÉNERGÉTIQUE



16h30 – 17h30

Pierre GIORGINI, Université Catholique de Lille

Paul JORION, Anthropologue, Économiste, Ethics - Université Catholique de Lille

Erwan LEMARCHAND, Métropole Européenne de Lille

Mathias POVSE, Comité Opérationnel Régional des Réseaux Electriques Intelligents

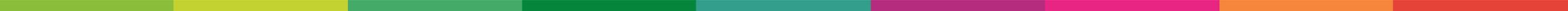




Emergence de la société contributive



Pierre GIORGINI, Université Catholique de Lille





Faire baisser le ressentiment dans une société diverse



Paul JORION, Anthropologue, Économiste, Ethics - Université Catholique de Lille



CONSTRUIRE DES TERRITOIRES RESILIENTS



Erwan LEMARCHAND, Métropole Européenne de Lille – Directeur énergie, développement durable et transition énergétique

Notre territoire face aux enjeux climatiques



Une forte dépendance aux importations d'énergie

- **95 % de notre énergie est importée** et majoritairement carbonée
- 27 TWh de consommations annuelles dont **50 % de chauffage**
- Une facture énergétique de **2 milliards d'euros par an**
- 5 000 kt.eq. CO₂/an d'émissions directes pour 13 000 kt.eq. CO₂/an d'émissions indirectes liées à nos modes de consommation

Notre territoire face aux enjeux climatiques



Des objectifs ambitieux – neutralité carbone en 2050

- **Baisse de 86 % des gaz à effets de serre en 2050 par rapport à 2016**
- **Baisse des consommations énergétiques de 40 % en 2050 par rapport à 2016**
- **Facteur 3 sur la production d'énergie renouvelable entre 2016 et 2030**
- **Réduction drastique des polluants atmosphériques : transports, chauffage et activités en priorité**

Notre territoire face aux enjeux climatiques



Un territoire urbain particulier et une dimension sociale forte

- Une facture annuelle par logement résidentiel en chauffage de 1 550 euros
- 50 % du territoire occupé et 350 000 hab. en quartier politique de la ville
- Un habitat collectif ou individuel en bande fortement développé et une densité en zone urbaine forte
- Un espace naturel et agricole sur 50 % du territoire

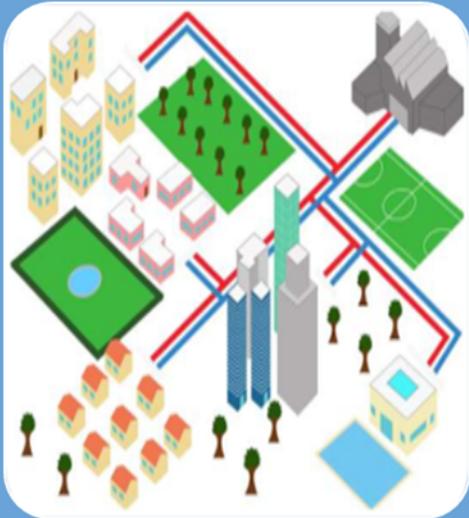
DES ATOUTS ET DES ENJEUX

Etre résilient à la MEL cela veut dire quoi ?



- Une région qui veut changer de modèle. Leader en Europe avec REV'3 sur la 3^{ème} révolution industrielle
- Un territoire au cœur des mobilités de demain : canal/rail/routes/voies maritimes et numérique
- Un territoire qui mixte fonctions urbaines et richesses rurales et naturelles (50/50)
- Un territoire aux multiples ressources à l'échelle régionale : mer, eau, agriculture, industrie, énergie

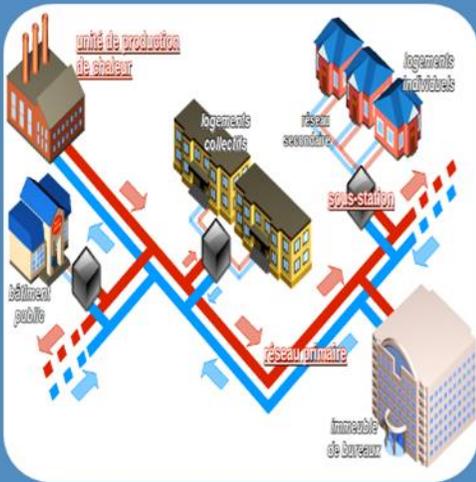
DES ATOUTS ET DES ENJEUX



Des réseaux de distribution d'énergie de qualité

- Une desserte gaz dans toutes les communes de la Métropole
- Plus de 100 km de réseaux de distribution de chaleur en zone urbaine
- Un réseau électrique de qualité, bien dimensionné et sécurisé

ADAPTER NOS RESEAUX D'ENERGIE AUX ENJEUX DE RESILIENCE DU TERRITOIRE



Des réseaux d'énergie intelligents

- Une connexion dynamique et intelligente entre producteur et consommateur
- Une énergie renouvelable locale, de bonne qualité, au bon moment, pour un bon usage et au meilleur coût
- Une énergie ENRR pour tous et vecteur de solidarité

ADAPTER NOS RESEAUX D'ENERGIE AUX ENJEUX DE RESILIENCE DU TERRITOIRE



La SMART CITY, pour préparer la résilience du territoire ?

- Une ville plus adaptive et efficace pour s'adapter au changement et améliorer la qualité de vie des habitants
- Un écosystème de fonctions, de services et d'objets connectés grâce aux nouvelles technologies qui doit servir l'utilisateur, le citoyen et l'entreprise
- Un enjeu, faire de nos territoires des territoires résilients

ADAPTER NOS RESEAUX D'ENERGIE AUX ENJEUX DE RESILIENCE DU TERRITOIRE



Une stratégie multi-énergie à partir de nos ressources

- SO MEL SO CONNECTED pour développer usage électrique et production ENRR local
- Label EURAMETHANISATION, une stratégie biométhane pour capter les déchets organiques du territoire et développer le gaz vert pour le chauffage et la mobilité.
- Une stratégie massive de développement des réseaux de chaleur pour valoriser les énergies fatales du territoire et répondre aux enjeux de chaleur et de froid du territoire



Transition énergétique : une réponse locale à un enjeu mondial



Mathias POVSE, Comité Opérationnel Régional des Réseaux Electriques Intelligents

Le réchauffement climatique est là!

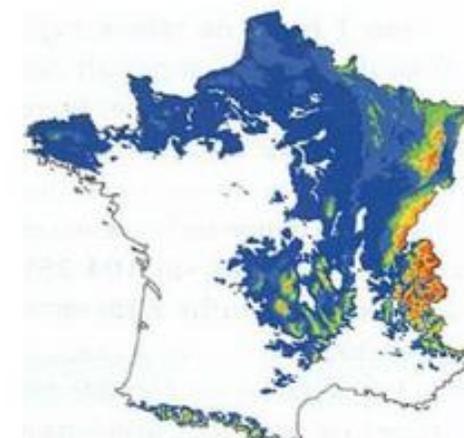


Source : Inter-Rhône-ENITA Bordeaux-INRA Colmar-Comité interprofessionnel du vin de Champagne-Traitements: ONERC - Se05 2017

Aire potentielle du Hêtre



Climat actuel



Climat de 2100

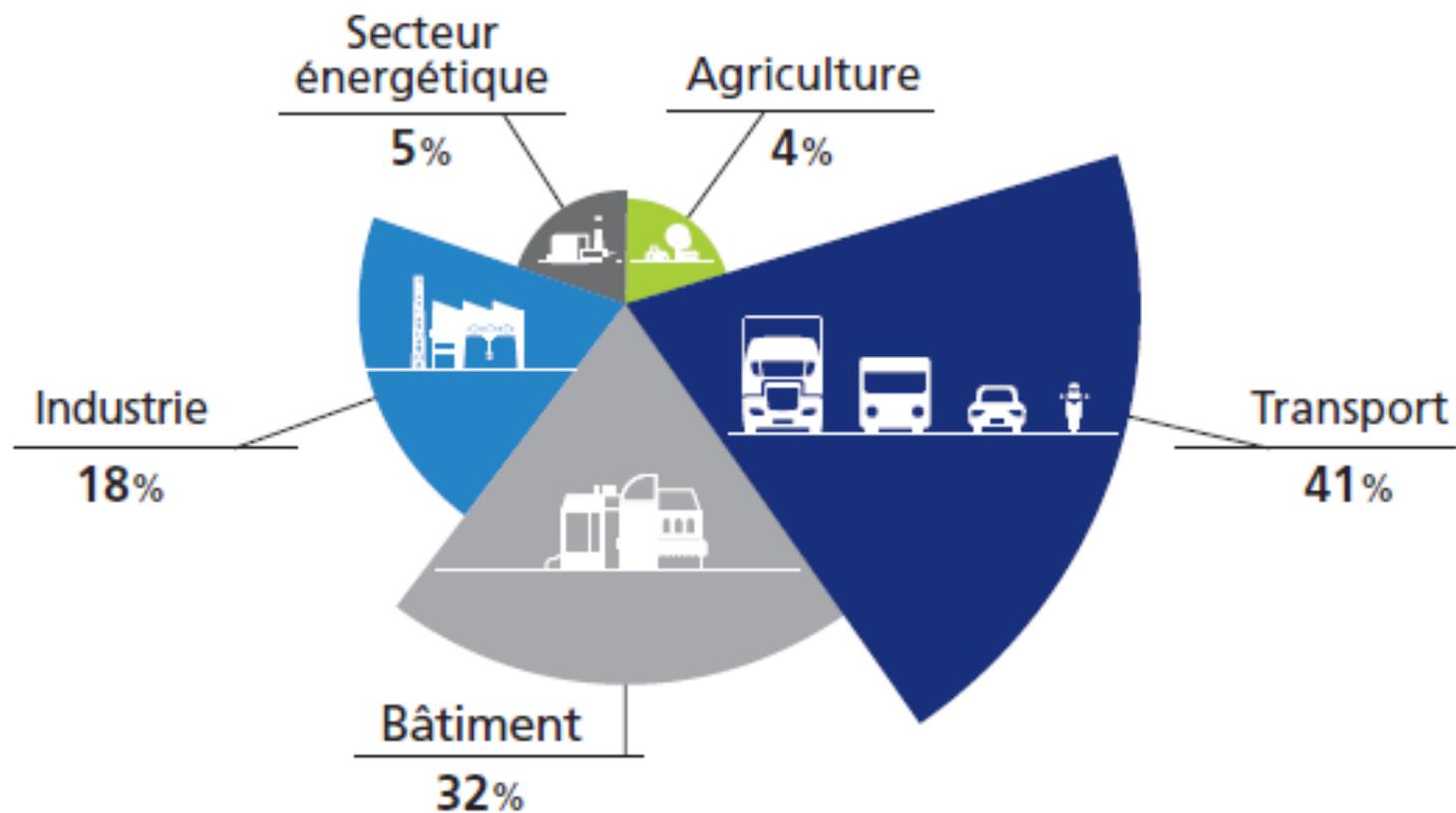
Probabilités de présence



L. Porquès, D. Pélissier, H. Normandin

Badeau & Dupouey, 2005

Emissions de CO₂ par secteur économique (France, 2015)

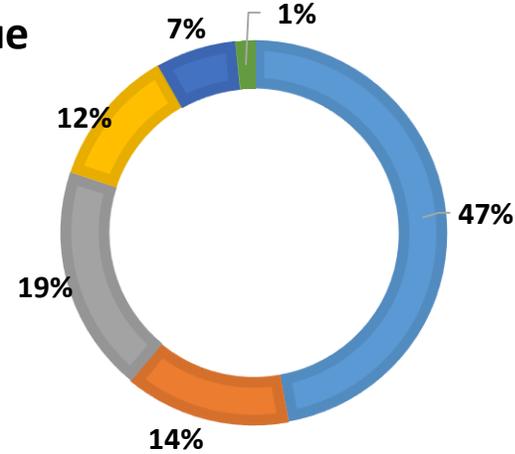


Sources : CITEPA et SOES

Une production d'électricité déjà décarbonée

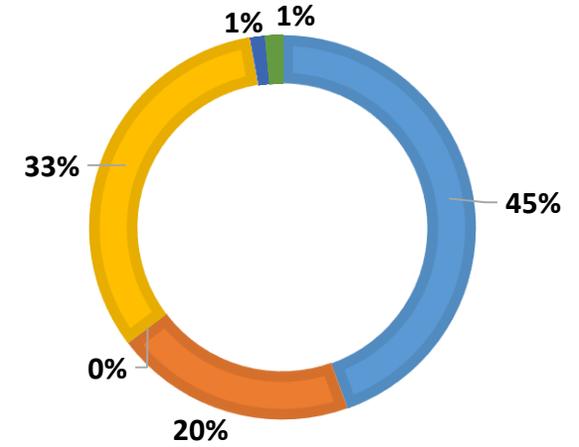
Capacité de production électrique

FRANCE



Total: 134 000 MW

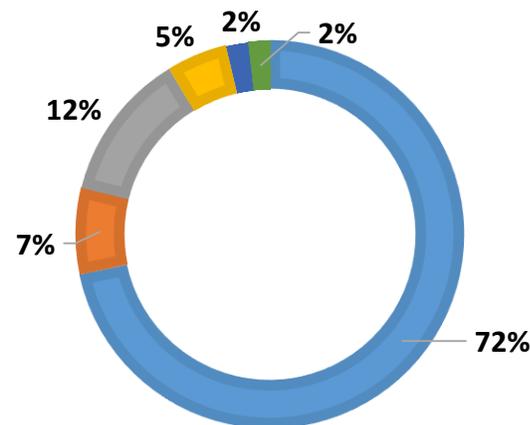
HAUTS-DE-FRANCE



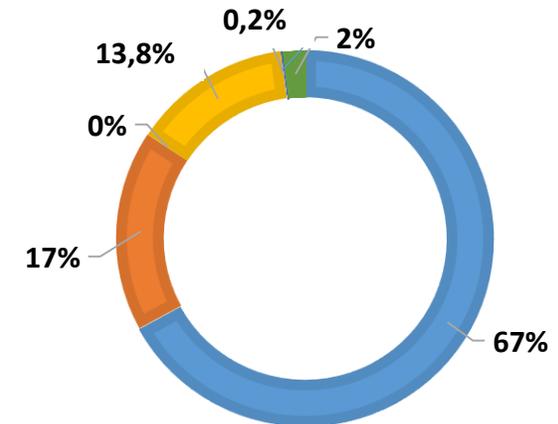
Total: 12 265 MW

Production d'électricité

- Nucléaire
- Hydraulique
- Photovoltaïque
- Thermique à combustible fossile
- Eolien
- Autres sources d'énergie renouvelables



Total: 549 TWh



Total: 52 TWh



D'UNE PROSPECTIVE DÉLÉTÈRE À UNE PROSPECTIVE SALUT-TERRE



17h30 – 18h00

Pierre GIORGINI, Université Catholique de Lille

Philippe VASSEUR, Président de la Mission rev3, Région Hauts-de-france

Habitants des Hauts-de-France,
contribuez aux progrès de la 3^e révolution industrielle

rev3-egothon.fr

rev3 Egothon

Engagez-vous !

**Vous avez le pouvoir de changer le
monde en Hauts-de-France**

*Relevez le défi du marathon
de l'engagement rev3 !*



