

Enjeux et perspectives du bâtiment intelligent pour le génie électrique: conception, supervision optimale et intégration dans les réseaux et les éco-quartiers

Conférence CISTEM:
3 au 6 novembre 2014

F. Wurtz - DR CNRS

B. Delinchant – MCF - UJF

G2ELAB – Grenoble Génie Electrique Laboratoire



Enjeux et perspectives du bâtiment intelligent pour le génie électrique

■ Contexte

- Problématique énergétique et climatique globale et nécessité d'augmenter la quote-part des ENR

■ Le « smart-grid » comme une première solution

- Mais les pics et les intermittences

■ Le « smart building » comme un allier incontournable du « smart grid »

- Le poids grandissant du bâtiment dans la consommation électrique (En France, au Brésil)
- Les bâtiments peuvent être à énergie positive

■ Les recherches développées dans le cadre du « smart-building »

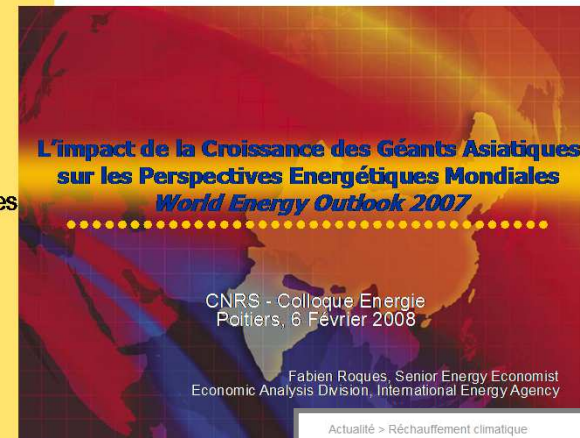
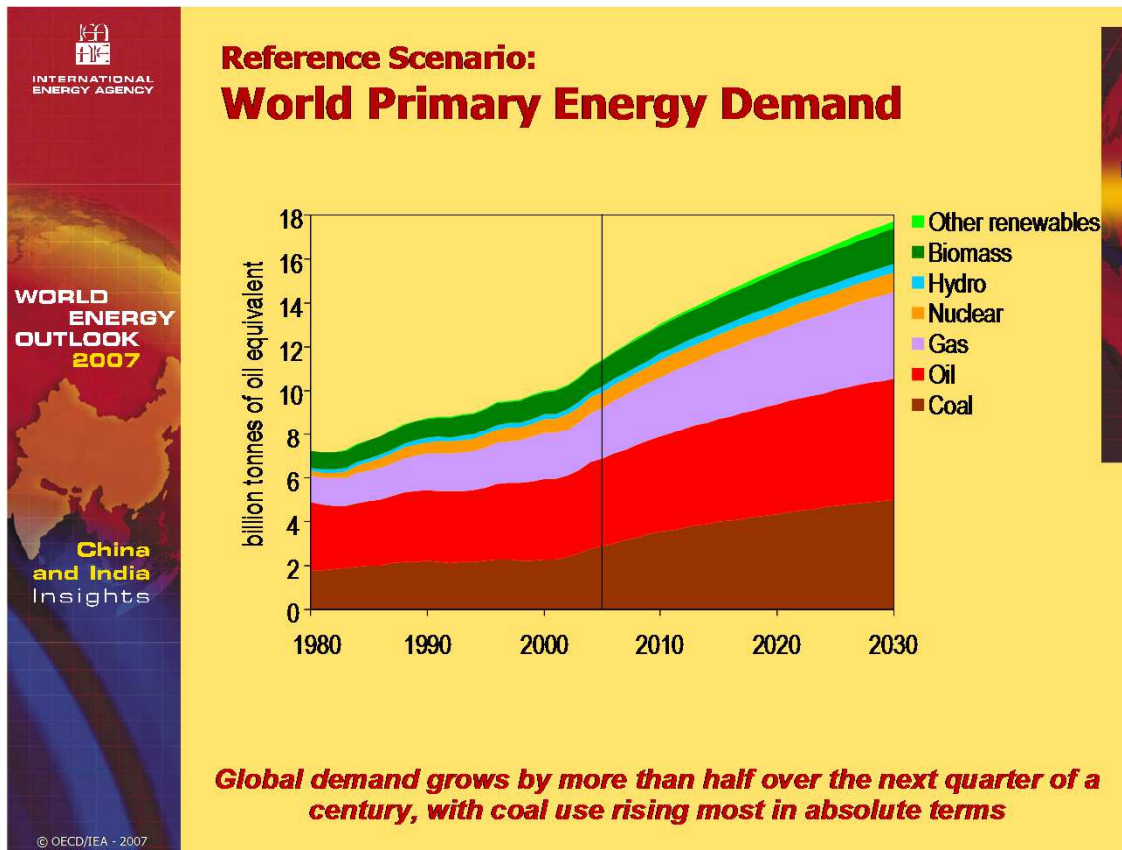
- Conception
- Modélisation
- Supervision optimale

Enjeux et perspectives du bâtiment intelligent pour le génie électrique

- **Entre le « smart grid » et le « smart-building » la nécessité de la « smart-city » et de l'éco-quartier**
- **Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?**
- **Une recherche mise en œuvre via des plateformes expérimentales**
- **Conclusion**

Contexte Energétique global

Contexte énergétique & climatique global



Actualité > Réchauffement climatique

Réchauffement climatique

Recommander Soyez le premier de vos amis à recommander ça. 8+1 0

PARTAGER

RECEVOIR LES ALERTES

Votre adresse e-mail OK

Réchauffement climatique : les 4 leçons alarmantes du rapport du Giec

PLANÈTE | 2 novembre 2014 - 15h14

Les experts sur le climat ont publié dimanche 2 novembre à Copenhague une évaluation mondiale dont le message est clair : face à l'ampleur du réchauffement, il faut agir vite pour réduire les émissions de CO₂, ce qui est possible sans compromettre la croissance. "Nous avons peu de temps avant que la

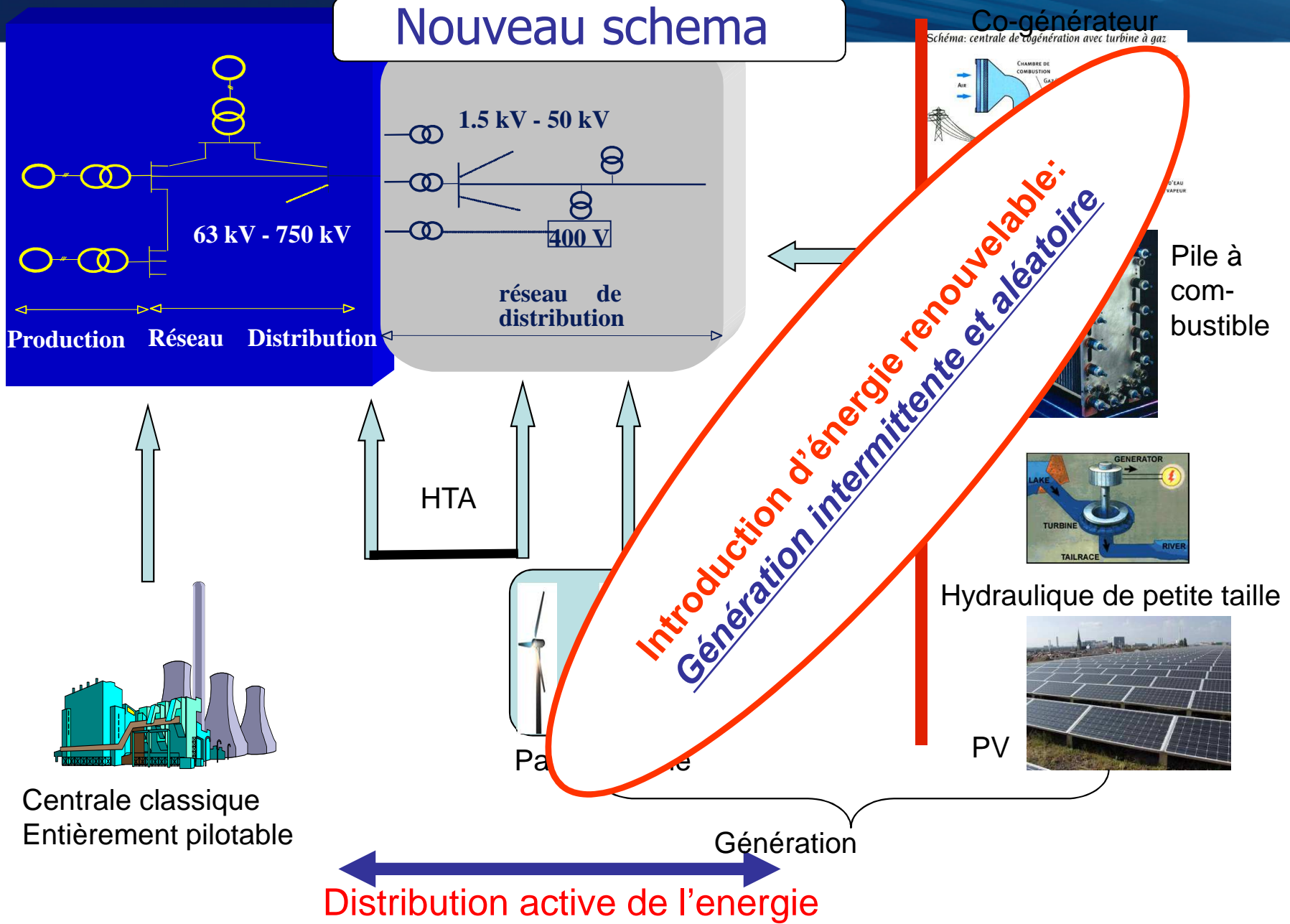
<http://tempsreel.nouvelobs.com/tag/rechauffement-climatique>

Comment inverser la courbe et la tendance ?
Face au défi climatique !

Le « smart-grid » comme une première solution

Le « smart-grid » comme une première solution

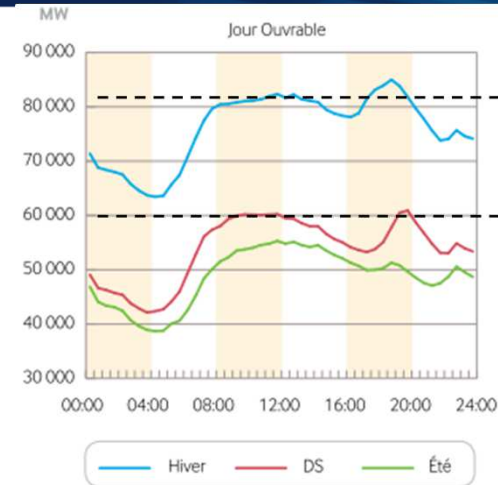
Des réseaux électriques en pleine mutation




Le « smart-grid » comme une première solution

Mais avec des difficultés considérables à résoudre

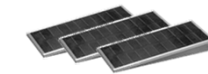
La difficulté des pics et de la variation de production



22 × 
Centrale nucléaire

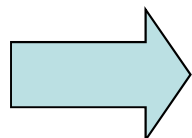
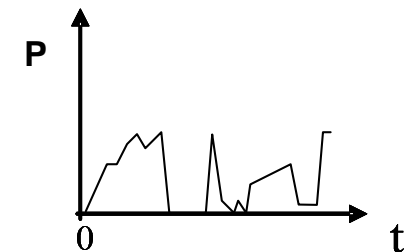
La difficulté de la génération intermittente et aléatoire

Solar Panels



Wind Turbines

Consommation journalière



Les réseaux deviennent de plus en plus difficiles à contrôler
Les risques de black out vont en s'accroissant ...

Et 1 journée de black-out = 1% de PIB de perdu !

Le « smart building » comme un allier incontournable du « smart grid »

Le poids énergétique et électrique du bâtiment

- En France
- Au Brésil

Les bâtiments peuvent être à énergie positive

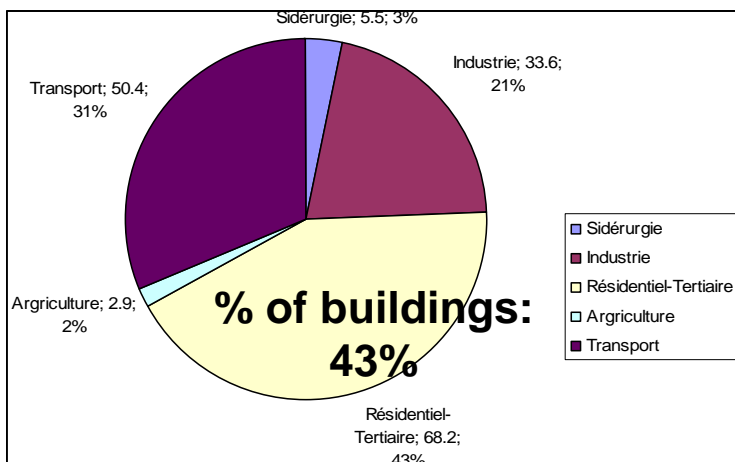
Le poids énergétique et électrique du bâtiment En France

Le « smart-building » comme un allié incontournable du « smart-grid »

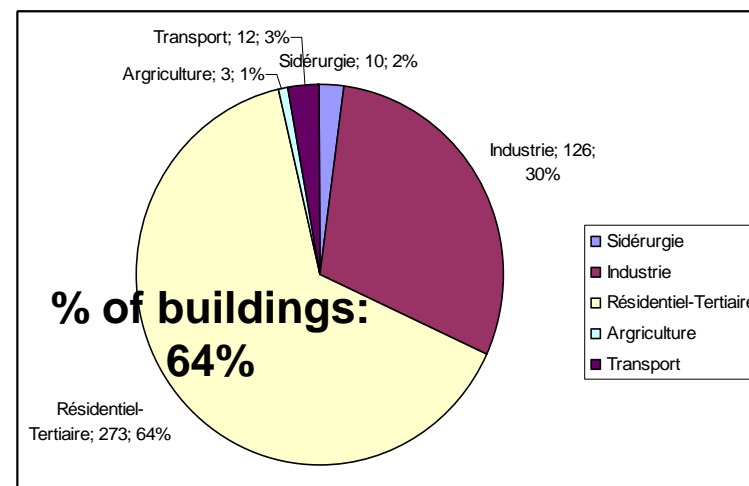
Les bâtiments: La solution pour le smart-grid ?

The importance of energy in buildings in France

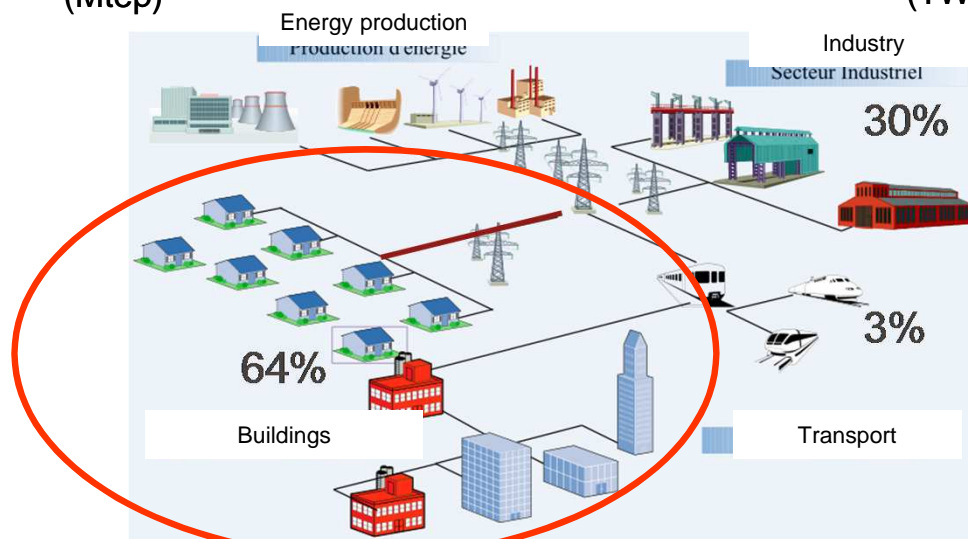
Source: <http://www.industrie.gouv.fr>



French final energy consumption 2005 (Mtep)



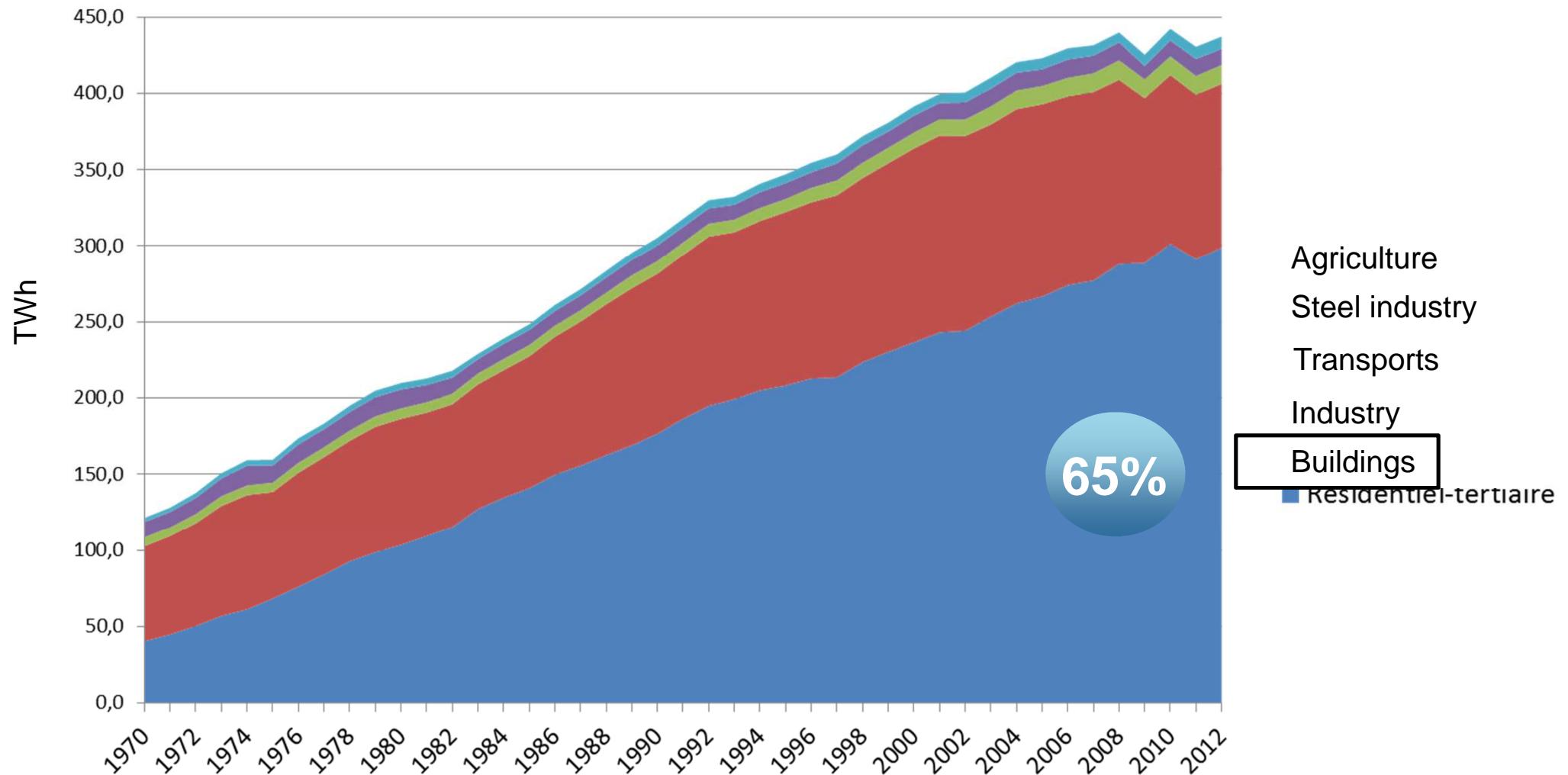
French electricity consumption 2005 (TWh)



Les bâtiments: Les plus gros consommateurs dans le réseau !

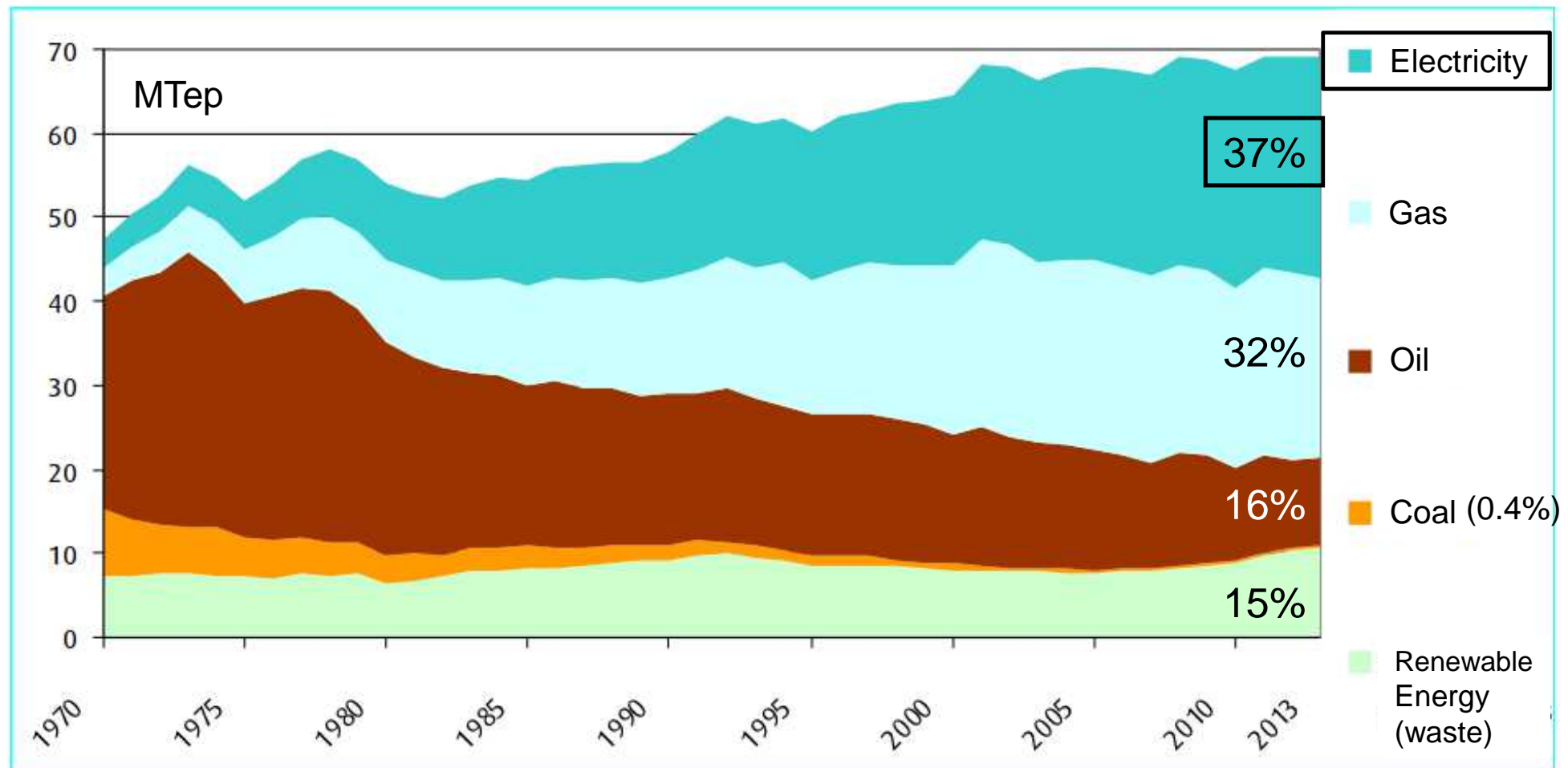
Evolution de la consommation finale d'électricité dans les bâtiments

In France



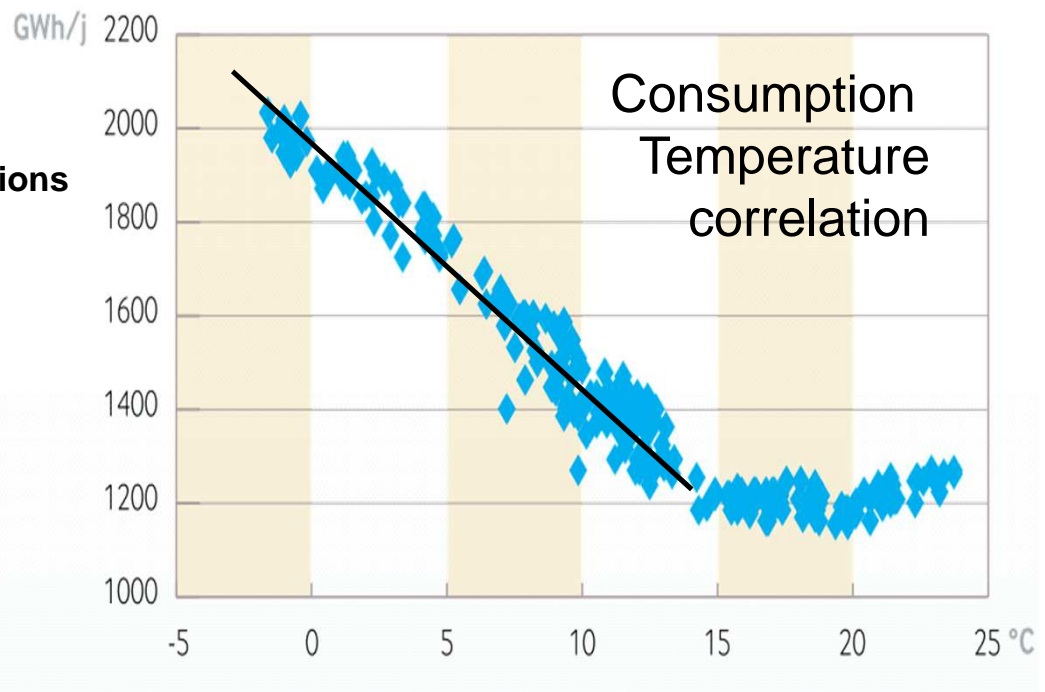
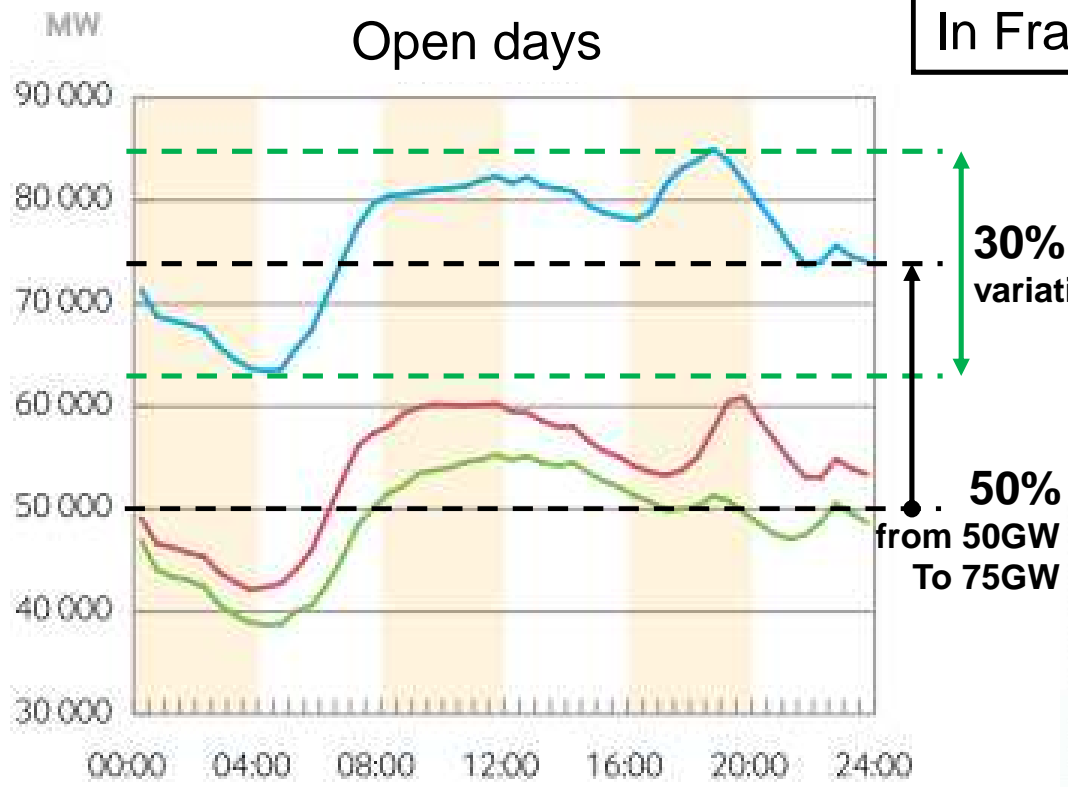
Consommation finale d'énergie dans les bâtiments

In France



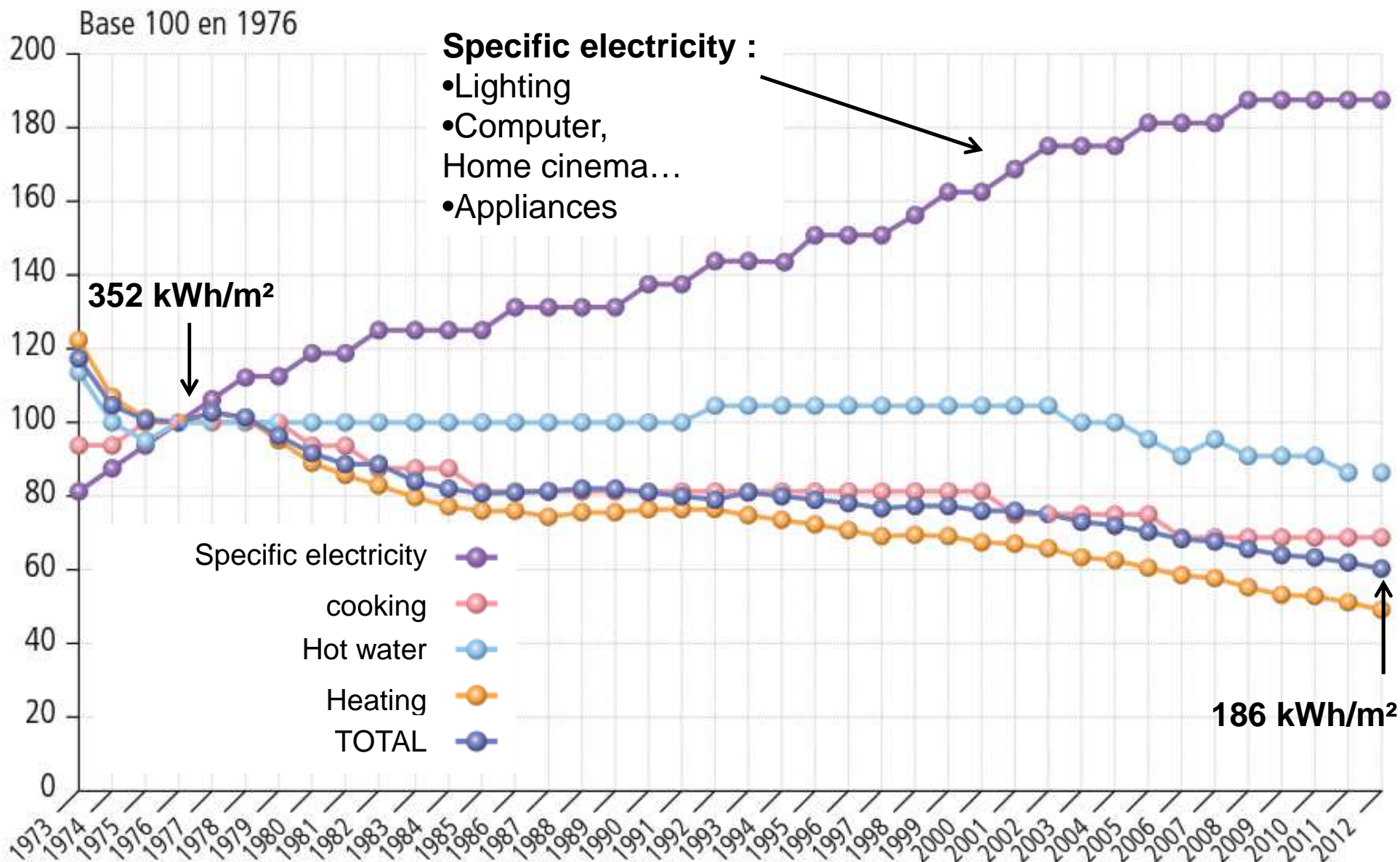
Typical daily electrical consumption

In France



— winter — inter — summer

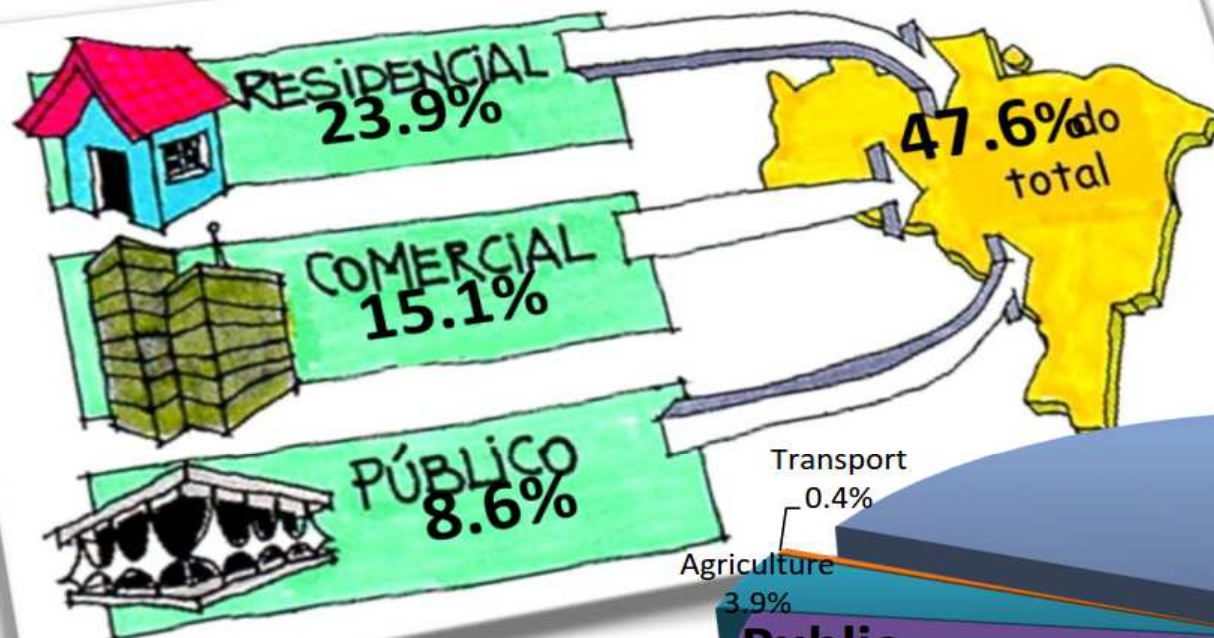
Evolution tendency of residential energy consumption /m²



Buildings in Brazil :

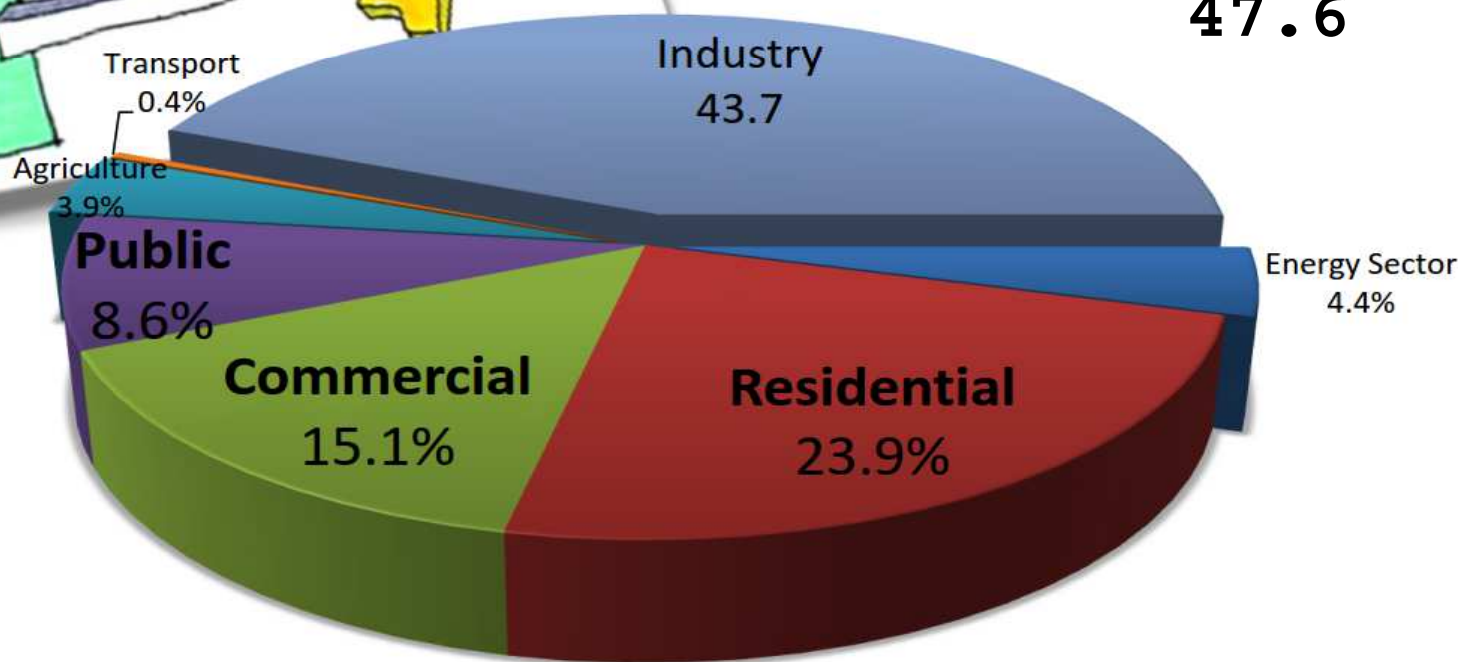
1. Electric consumption (%) ?
2. Electrical part in (%) :
 1. Public ?
 2. Commercial ?
 3. Residential ?
3. 3 most important consumers in residential building ?

ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION IN BRAZIL

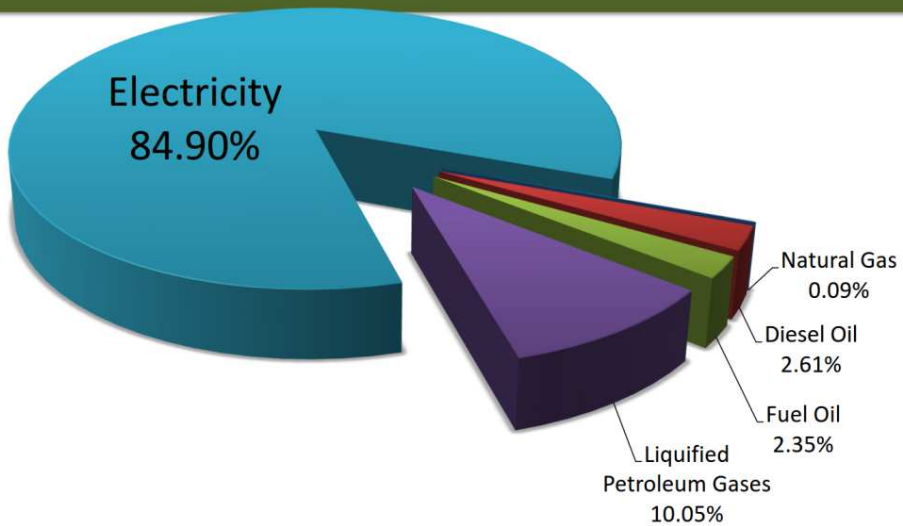


23.9
 +15.1
 + 8.6

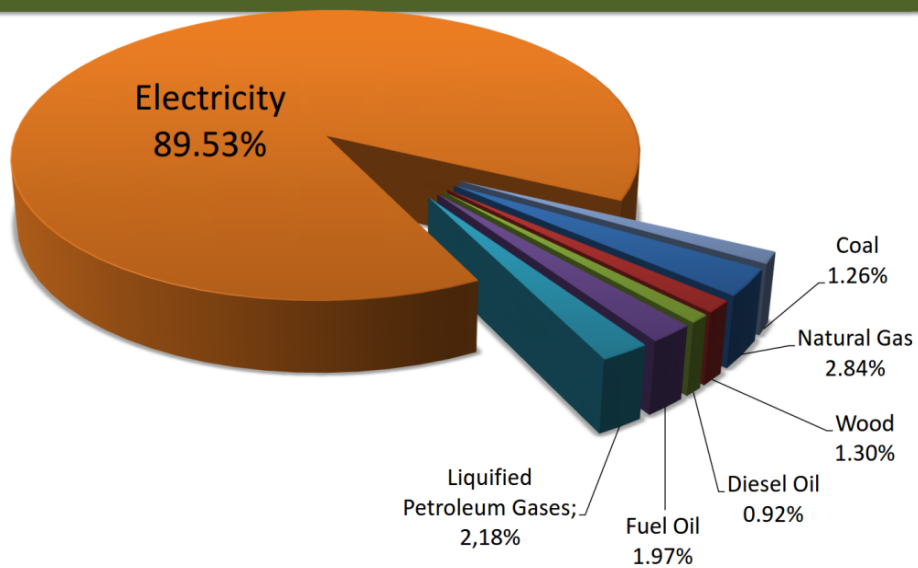
 47.6



SOURCES CONSUMPTION - PUBLIC SECTOR



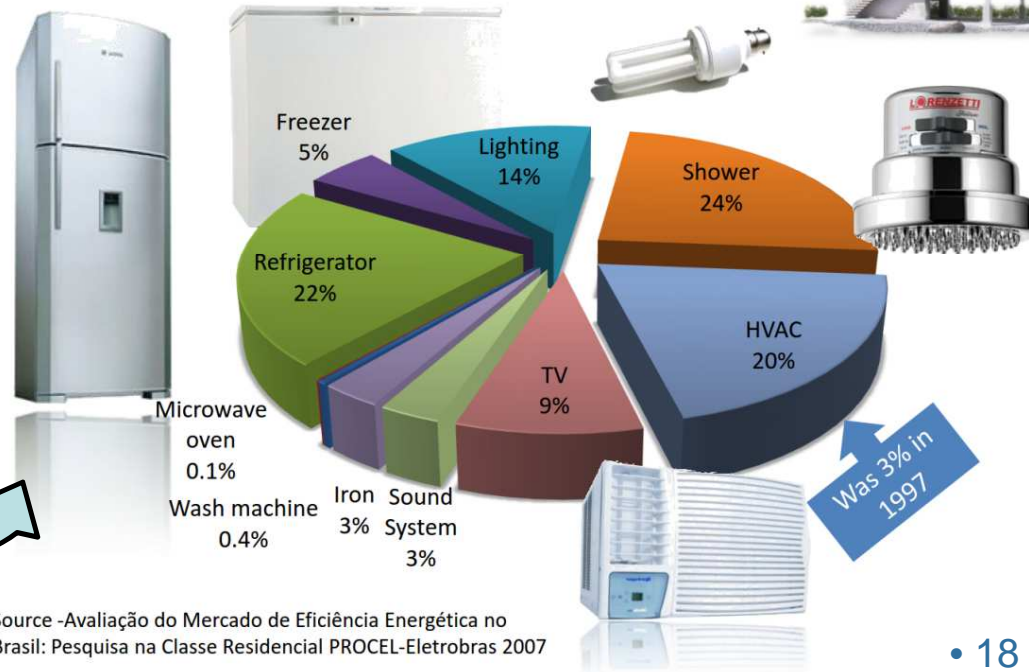
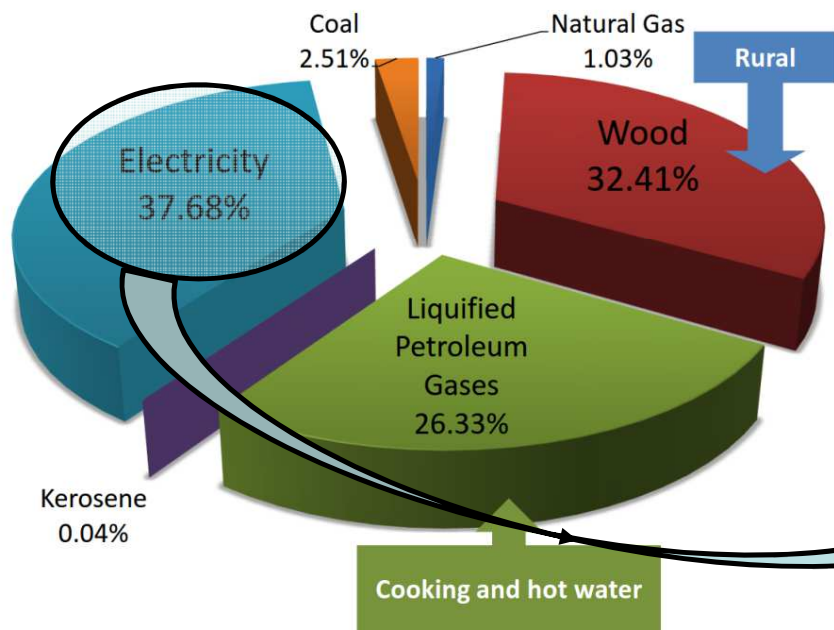
SOURCES CONSUMPTION - COMMERCIAL SECTOR



CONSUMPTION IN RESIDENTIAL SECTOR



RESIDENTIAL ELECTRIC END USE



Source: BEN- 2010 / year 2009

Source -Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil: Pesquisa na Classe Residencial PROCEL-Eletrbras 2007

From Prof. Roberto Lamberts, LabEEE

RESIDENTIAL ENERGY CONSUMPTION

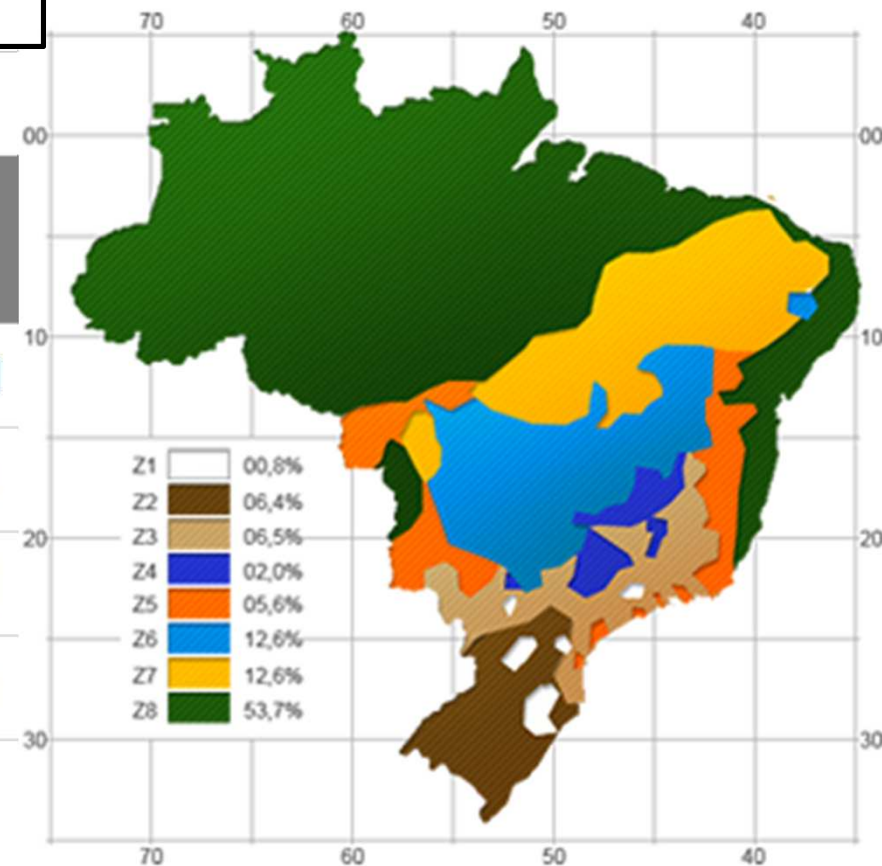
Description	Unit	2010	2030
Total Residential	TWh/year	105.35	284.65
Mean consumption per dwelling	kWh/month	178	331

Bioclimatic zones:

Z1: 21,5°C, Z2: 16,9°C, Z3: 23,1°C,
 Z4: 21,6°C, Z5: 22°C, Z6: 24,1°C,
 Z7: 26.1°C, Z8: 26.9°C

Consumption estimative 2 bedrooms with HVAC

City	Unidade	HVAC	Total
Curitiba - ZB1	kWh/month	45	223
Florianópolis - ZB3	kWh/month	50	228
São Luís – ZB8	kWh/month	240	418



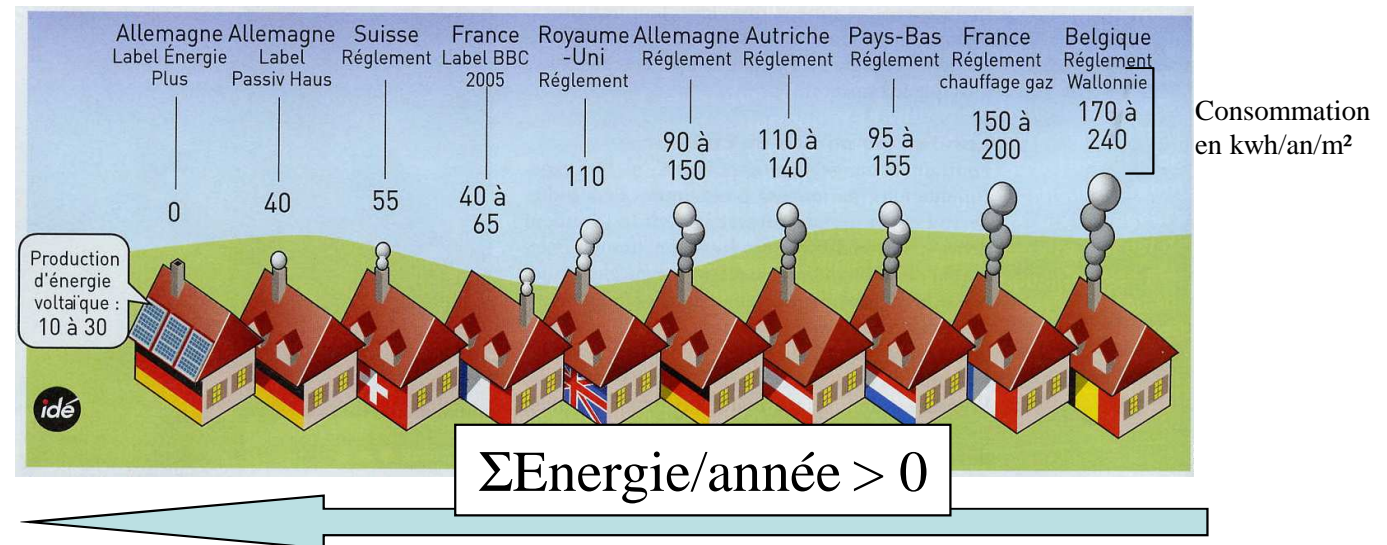
85% of residential sector are houses

Les bâtiments peuvent être à
énergie positive

Le « smart-building » comme un allié incontournable du « smart-grid »

Les bâtiments: une solution ?

Un bâtiment voit passer un flux d'énergie solaire supérieur à ses besoins



Les bâtiments peuvent:

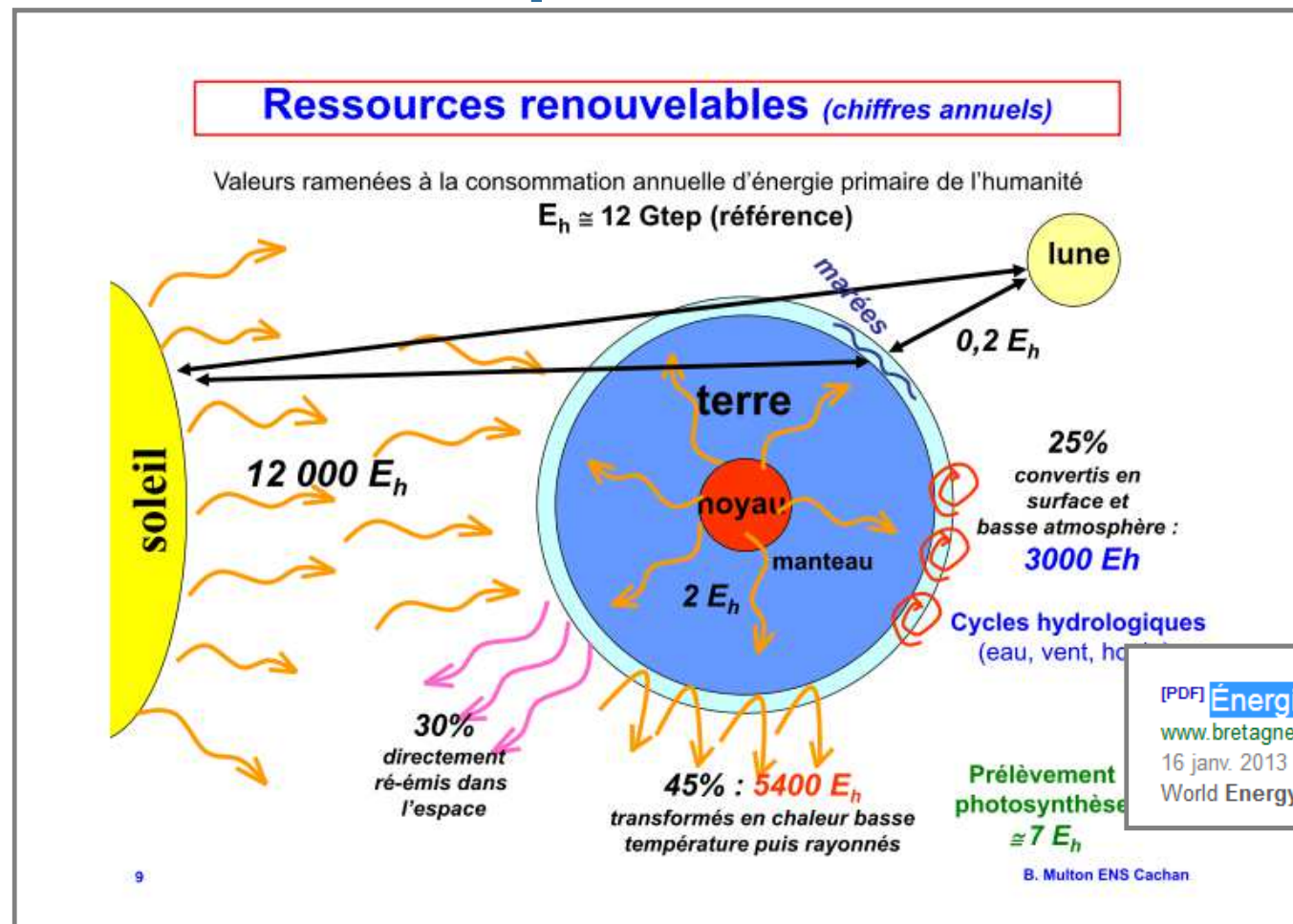
- Collecter
- Stocker
- Gérer

l'énergie renouvelable



Le « smart-building » comme un allié incontournable du « smart-grid »

- Et contribuer à collecter le fabuleux gisement d'énergie renouvelable disponible à l'échelle mondiale



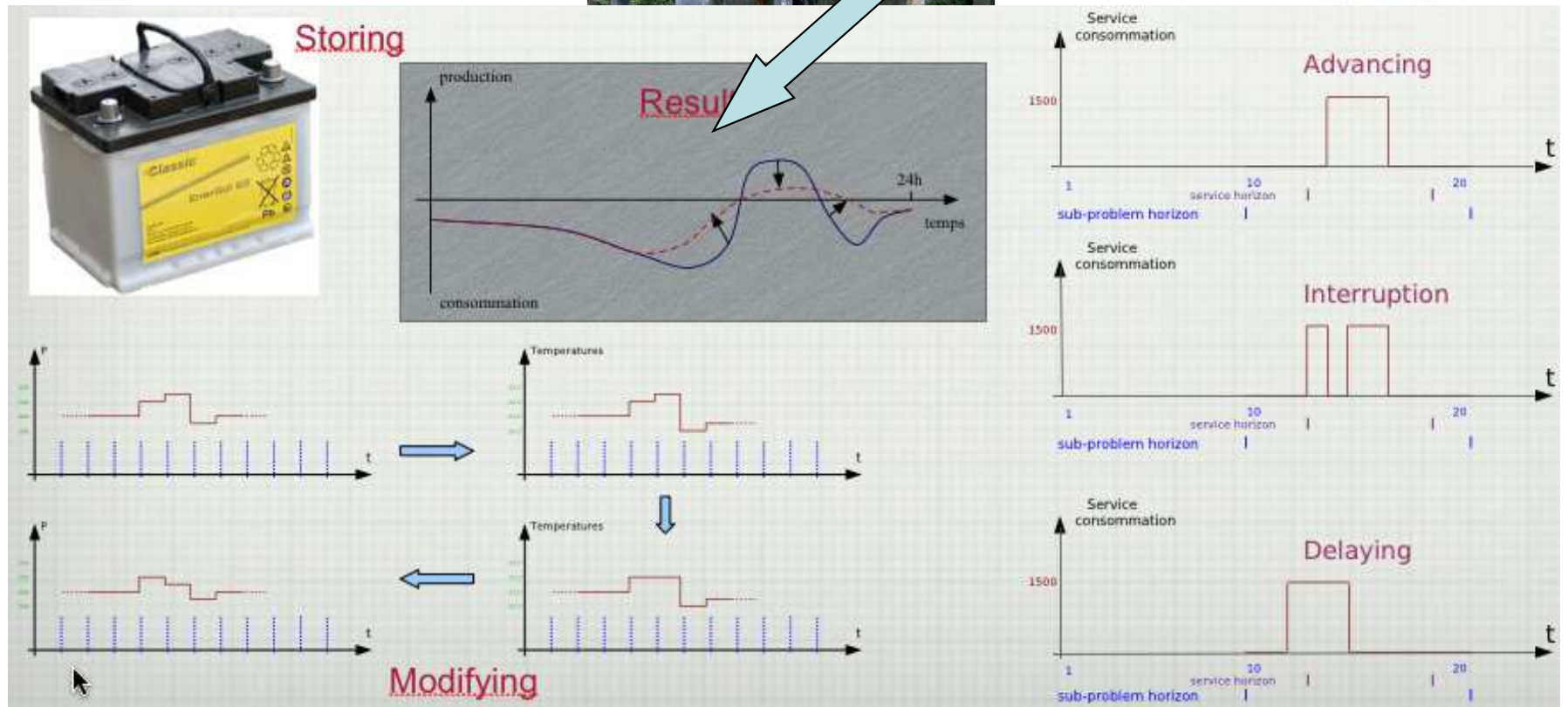
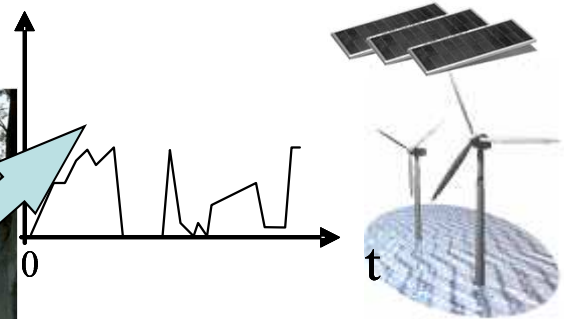
[PDF] [Énergie et électricité - ENS Cachan Bretagne](#)
www.bretagne.ens-cachan.fr/.../com.univ.collaboratif.utilis.LectureFichier...
 16 janv. 2013 - B. Multon ENS Cachan. Source ... Source des données AIE (Key World Energy Stat. ... Rayonnement solaire au sol : 100 000 Gtep... par an !

B. Multon ENS Cachan

Le « smart-building » comme un allié incontournable du « smart-grid »

Les enjeux scientifiques et techniques

A l'échelle du bâtiment:
une adaptation locale
de la charge à la production



Besoin d'outils de méthodes scientifiques et d'outils pour la gestion optimale

Les recherches développées dans le cadre du smart-building

Conception
Modélisation
Supervision optimale

Systeme Complexe Bâtiment intégrant l'usage et l'utilisateur

Etude > Proposition > Application > Conclusions

Energies
Renouvelables



Systeme bâtiment

Joules, Watt,
Tep,...



Occupants



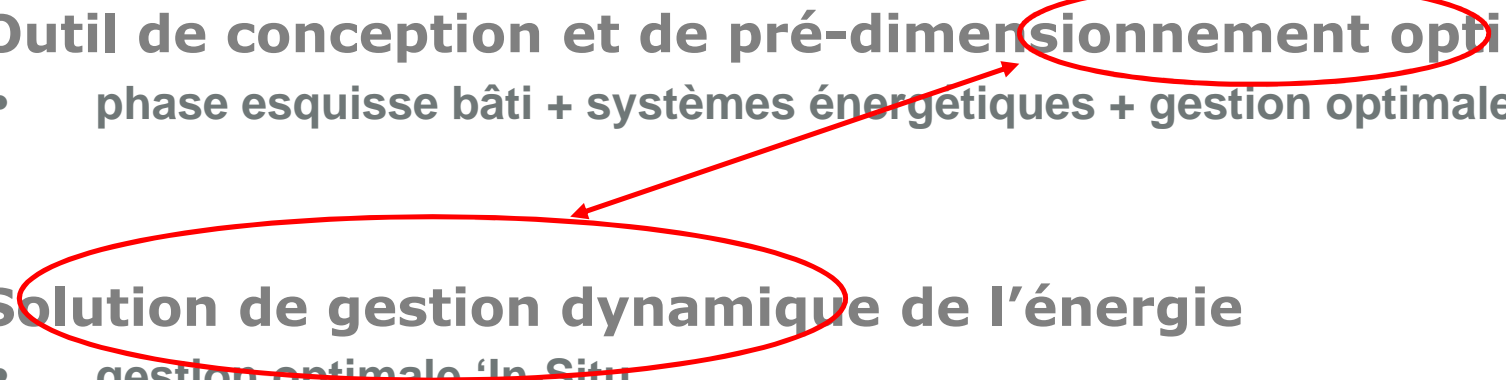
Composants passifs: enveloppe, portes, fenêtres, etc...
Composants actifs: chauffage/climatisation, éclairage,
équipements électriques,...



Thèse Herve Chenailler, L'efficacité d'usage énergétique :
pour une meilleure gestion
de l'énergie électrique intégrant
les occupants dans les bâtiments
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00734291>

Le sujet: « Vers la conception & la gestion énergétique optimale des bâtiments »

■ Méthodes/outils pour aller « Vers la conception la gestion énergétique optimale des bâtiments »

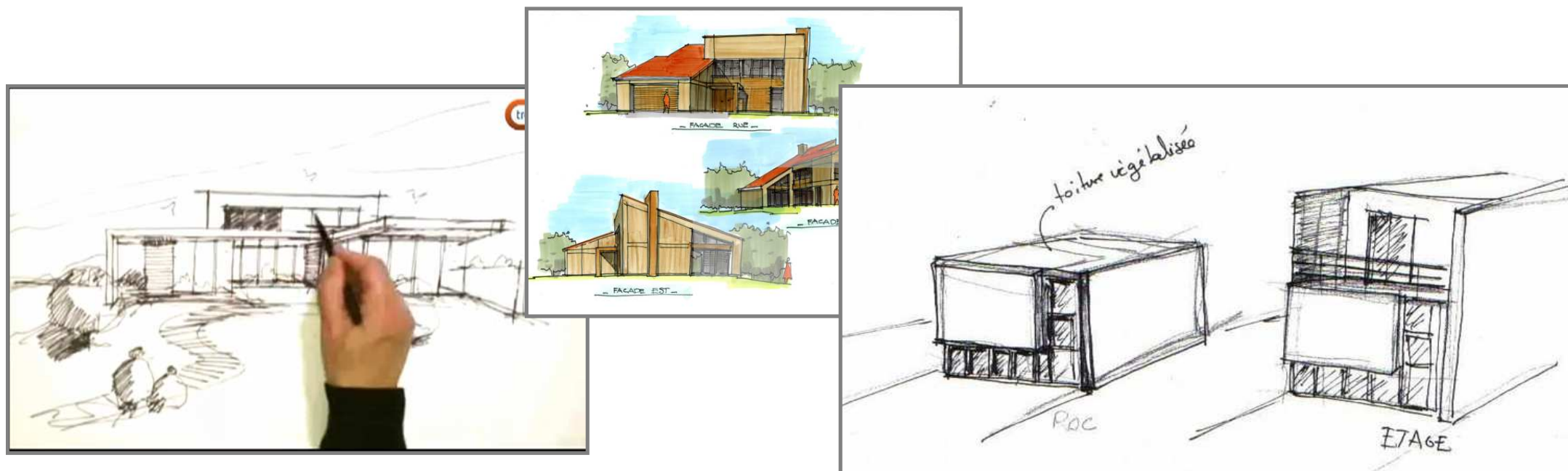
- **Outil de conception et de pré-dimensionnement optimal**
 - phase esquisse bâti + systèmes énergétiques + gestion optimale
 - **Solution de gestion dynamique de l'énergie**
 - gestion optimale 'In-Situ
- 

Les recherches développées dans
le cadre du smart-building

Conception
De l'esquisse
au Pilotage Optimal in Situ
en passant par la
modélisation

Le concept d'esquisse: Le concept en général

- **L'esquisse: une activité noble et valorisées pour les architectes dans la filière bâtiment**

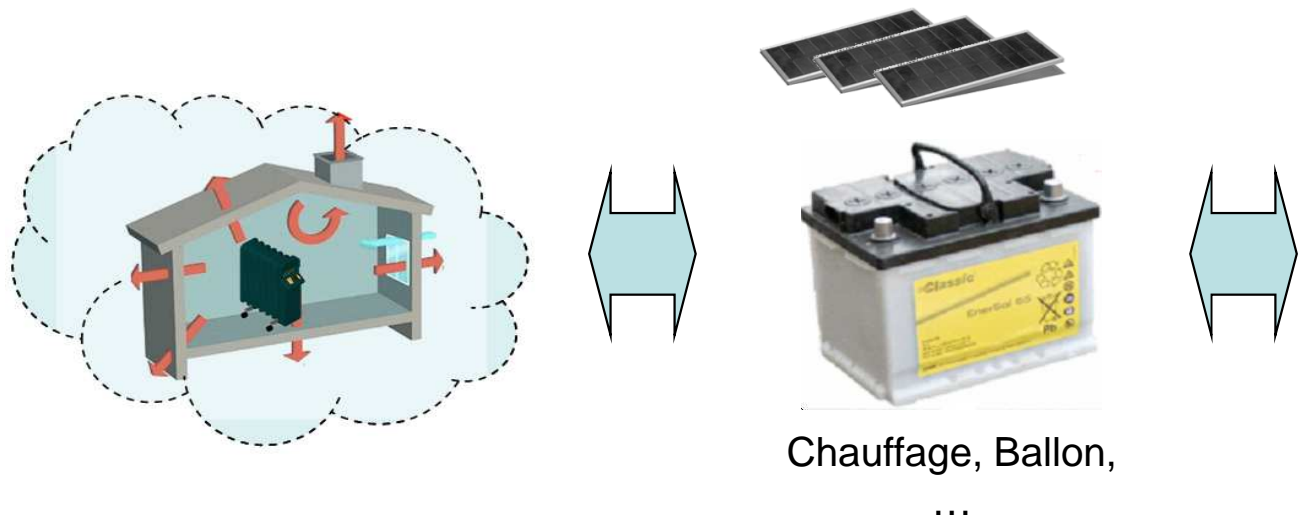


- **Doit le devenir aussi pour les énergéticiens (Electriciens, thermiciens, ...)**
 - En définir la nature, valoriser son importance

Le concept d'esquisse: Le concept d'esquisse énergétique en particulier

Dans le contexte d'un système bâtiment, et des systèmes hybrides du Génie Electrique en général (Véhicules, Avions, Actionneurs, ...)

Pouvoir esquisser simultanément

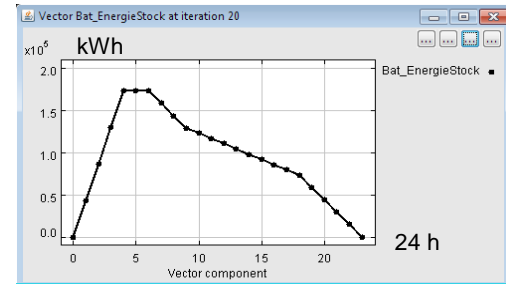


Chauffage, Ballon, ...

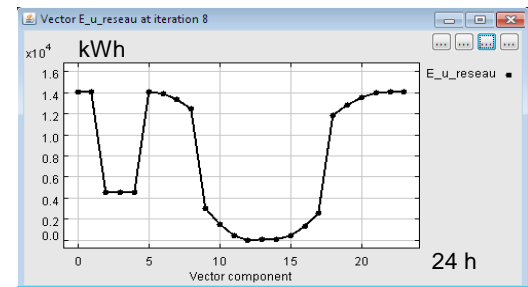
Les caractéristiques de l'enveloppes

La taille des systèmes énergétique

La stratégie de pilotage optimale



État de charge de la batterie au cours de la journée pour un coût d'investissement PV de 1100 €/m²



Électricité prise sur le réseau

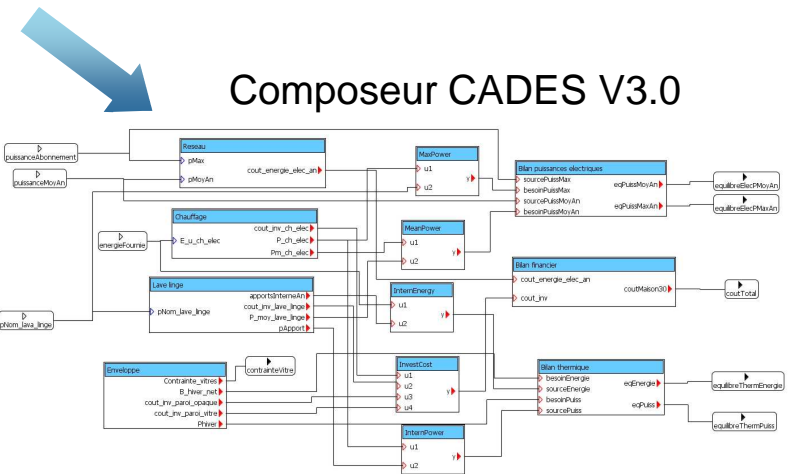
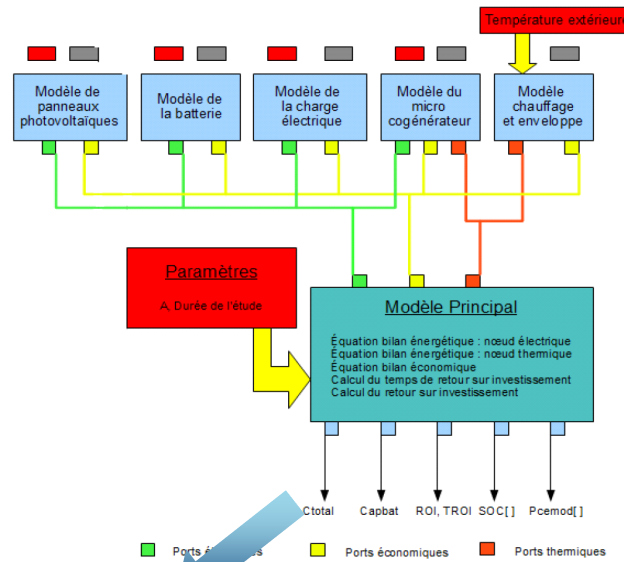
Le faire simultanément car tout est couplé !

« Vers la conception & la gestion énergétique optimale des bâtiments » - Quels solutions nous apportons ?

Des solutions pour les phases d'esquisse énergétique Focus sur les méthodes scientifiques

● Modélisation

Projet VEGEP



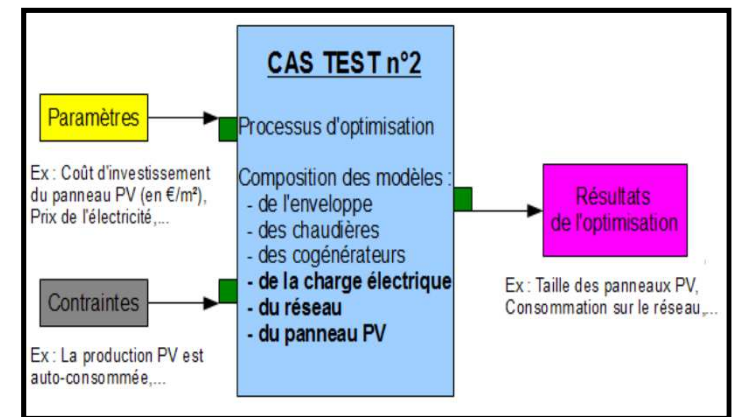
● Méthodes d'optimisation

$$\begin{aligned}
 & \min fob(E,P) \\
 & E_j \quad \text{avec} \\
 & S_{\max_i} \leq S_i(E,P) \leq S_{\max_i} \\
 & E_{\min_j} \leq E_j \leq E_{\max_j}
 \end{aligned}$$

Méthodes:

- Linéaires (MILP)
- Déterministes Non Linéaires (Gradient SQP)
- Stochastiques (Génétique, ...)

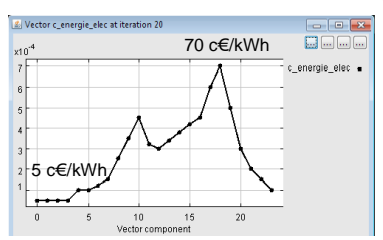
Problème que l'on résoud



« Vers la conception & la gestion énergétique optimale des bâtiments » - Quels solutions nous apportons ?

*F. Wurtz & Al, Les enjeux de la conception système en phase d'esquisse pour les systèmes du génie électrique: illustration sur le cas des systèmes énergétiques pour les bâtiments, Symposium de Génie Électrique 2014, Jul 2014, Cachan, France
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00734291>*

Focus sur les résultats



- Tarif dynamique de l'énergie
- Superficie
- Coût des technologies - Bâti
- Système (PV, Batterie, chaudières, co-générateurs, ...)
- Durée de vie (30 ans)
- Taux d'actualisation

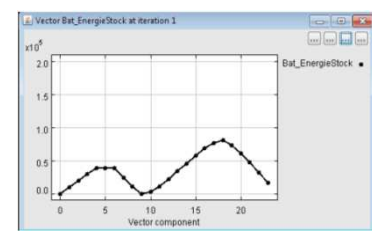
Optimiseur CADES

Description du framework de base CADES V1.0

Component Optimizer

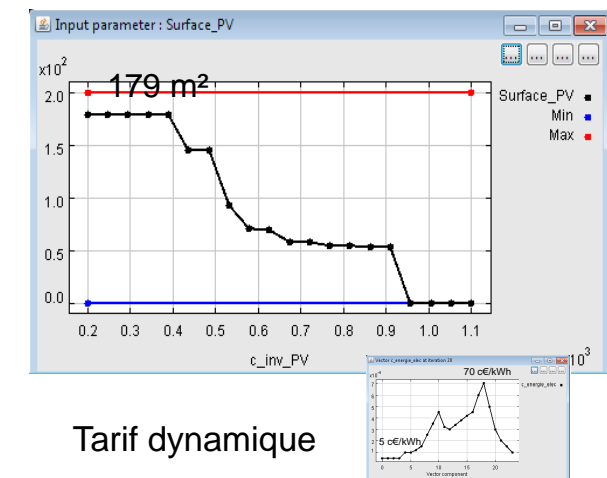
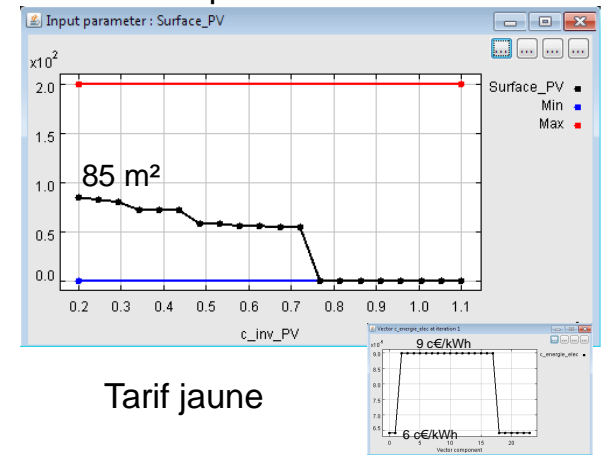
- Saisie cahier des charges
- Optimisation
- Post-Processing

- Caractéristiques optimales
- Enveloppes
- Systèmes
- Stratégie de gestion



Des optimisations avec plusieurs centaines de paramètres et de contraintes

Résultats d'optimisation paramétrés



Les recherches développées dans le cadre du smart-building Modélisation multi-physique et multi-acteurs

Des travaux sur la modélisation et l'inter-opérabilité en vue de conception et de la supervision

Interoperability based on Modelica and software component standards for building system energy simulation

Sana GAALOU CHOUIKH
Frédéric WURTZ: PhD director
Benoît DELINCHANT: Co-Director

18 Octobre 2012

Introduction 12

Energetic context New trades Consequences **Problematic**

Speed driver

Asynchronous machine

Air to air rotary heat exchanger

Water to air heat exchanger

Predis system

Rectifier Circuit DC Inverter

Filter Chopper

HVAC system

NTU-ε method

Thermal envelope

Occupants

Temperature (°C) vs h

Supplied air after heating (measurement)
Supplied air after Heating (model)
New air

* [Dang 2009]

Sana GAALOU

Introduction 13

Energetic context New trades Consequences **Problematic**

Electrical part

température / zone

puissance contrôlée / zone
puissance non-contrôlée / zone

Thermal part

température rayonnement H&V
humidité

présences / zone

démarrages services

ouverture zone

jour de l'année / heure du jour

Control part

[SIMINTHEC Project]

Occupants

How to interoperate these models?
How to manage their heterogeneity?

Sana GAALOU

Thèse Sana Gaaloul, « Interopérabilité basée sur les standards Modelica et composant logiciel pour la simulation énergétique des systèmes de bâtiment »
<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00782540>

Les recherches développées dans le cadre du smart-building Supervision optimale In-Situ

Anticipative management

The approach used: Optimization

Formulation : Mainly Mixed Linear Programming

Objective function to minimize : $f^T x$

Under constraints :

$$Ax \leq b$$

$$A_{eq} \cdot x = b_{eq}$$

$$lb \leq x \leq ub$$

With :

x are the variables (continue, binary or integers)

A, A_{eq} are matrixes;

f, b, b_{eq} are vectors

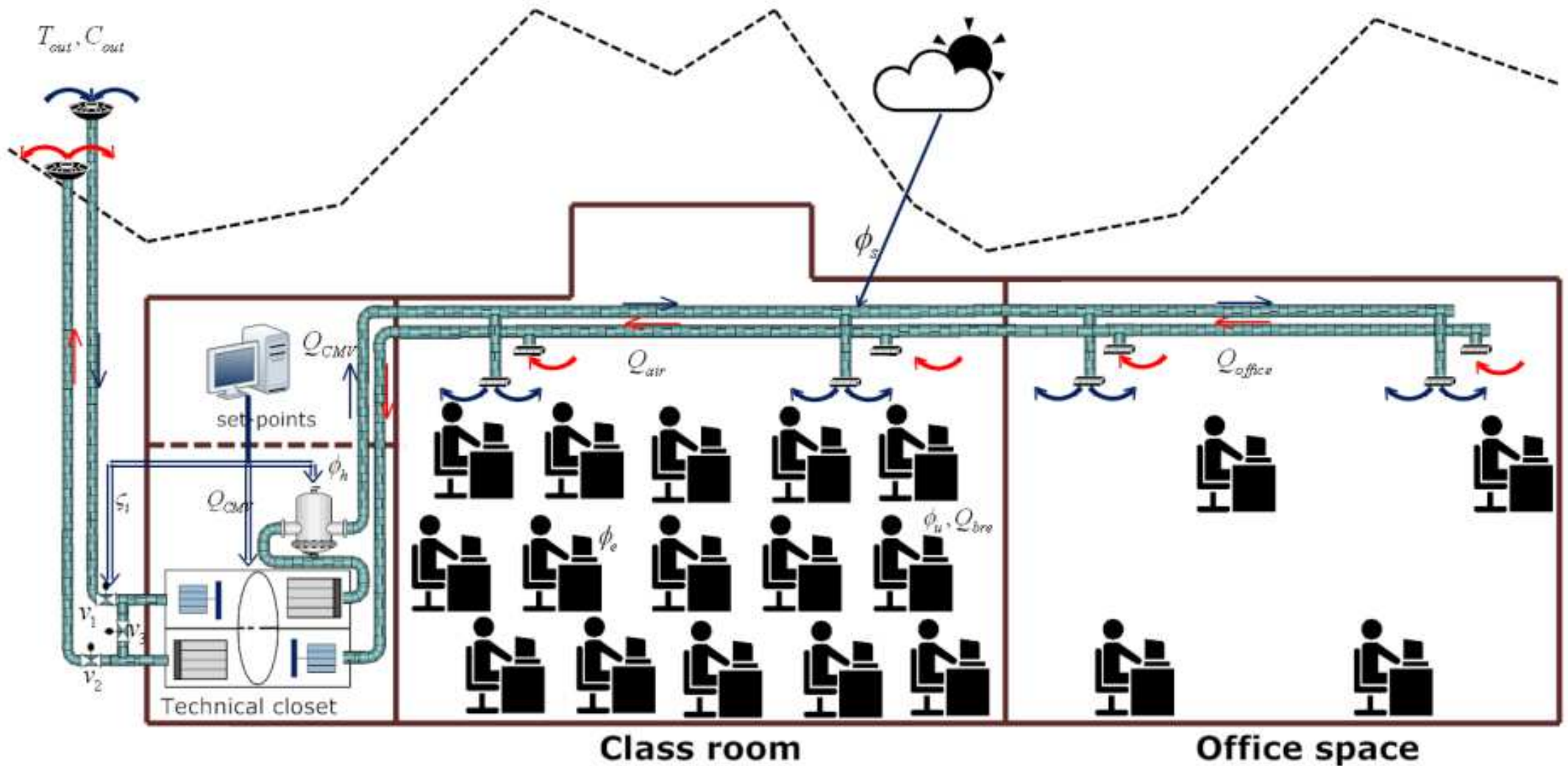
But also : MILP, MINLP, SQP and dynamic approaches

Solved with : Matlab

CPLEX (Ilog)

Own developed tools (CADES, SML – Composer)

Supervision optimale: Cas plate-forme PREDIS Grenoble



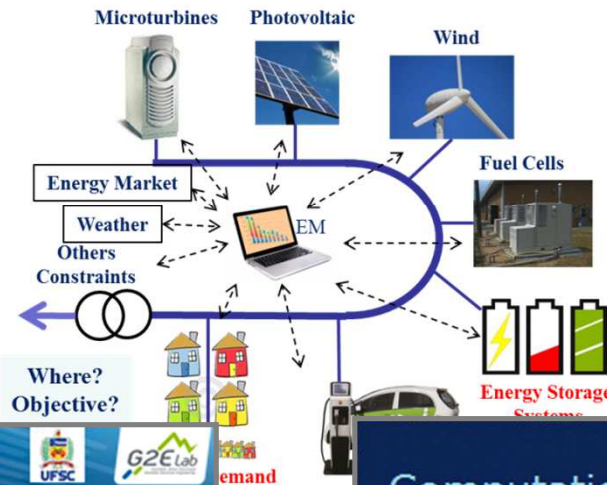
Modélisation et optimisation des micro-grids bâtiments

Load Demand, Batteries, and Electric Vehicles Modelling to the Energy Management of Microgrids

Daniel Tenfen*; Benoît Delinchant; Frédéric Wurtz; Erlon C. Finardi; Jaqueline Rolim; Rubiapiara C. Fernandes

Magdeburg, October 2014

Island and Connect Microgrid



Battery Modelling

Li-ion Battery constraints

$$eb_{e,t+1} - eb_{e,t} + \left(\frac{pb_{e,t}}{\eta_e} - \eta_e^{bc} \cdot pb_{e,t} \right) \cdot \frac{H}{ND} = -PB_e^c \cdot \frac{H}{ND},$$

$$eb_{e,t} + \left(\frac{pb_{e,t}}{\eta_e} - \eta_e^{bc} \cdot pb_{e,t} \right) \cdot \frac{H}{ND} = -PB_e^c \cdot \frac{H}{ND} + EB_e^f,$$

$$eb_{e,t} - \left(\frac{pb_{e,t}}{\eta_e} - \eta_e^{bc} \cdot pb_{e,t} \right) \cdot \frac{H}{ND} = PB_e^c \cdot \frac{H}{ND} + EB_e^f,$$

$$-eb_{e,t} + \sum_{i=1}^{EB} \frac{r_{e,t+i}}{\eta_e^{bc}} \cdot \frac{H}{ND} \leq -EB_e^{min}, \quad eb_{e,t} \leq EB_e^{max},$$

$$0 \leq pb_{e,t} \leq CB_e, \quad 0 \leq pb_{e,t} \leq CB_e - eb_{e,t} \cdot \alpha_e,$$

$$0 \leq pb_{e,t} \leq DB_e, \quad 0 \leq r_{e,t} \leq DB_e,$$

$$pb_{e,t} - ub_{e,t} \cdot CB_e \leq 0$$

$$ub_{e,t} \cdot DB_e + pb_{e,t} \leq DB_e$$

Without controlling the charge

$$-pb_{e,t} + ub_{e,t}^{max1} \cdot CB_e + ub_{e,t} \cdot 10000 \leq 10000$$

$$-pb_{e,t} - \alpha_e \cdot eb_{e,t} + ub_{e,t} \cdot 10000 + ub_{e,t}^{max2} \cdot CB_e \leq 10000$$

$$-ub_{e,t}^{max1} \cdot 0.7 \cdot EB_e^{max} + eb_{e,t} \leq 0.7 \cdot EB_e^{max},$$

$$-ub_{e,t}^{max2} \cdot 0.7 \cdot EB_e^{max} - eb_{e,t} \leq -0.7 \cdot EB_e^{max},$$

$$ub_{e,t}^{max1} + ub_{e,t}^{max2} = 1$$

Computational Results

Solver and Dimensionality

- Matlab 2011b + Gurobi 5.5
- 20,160 continuous variables
- 11,520 binary variables
- 27,547 constraints

Optimal Costs and Computational Time

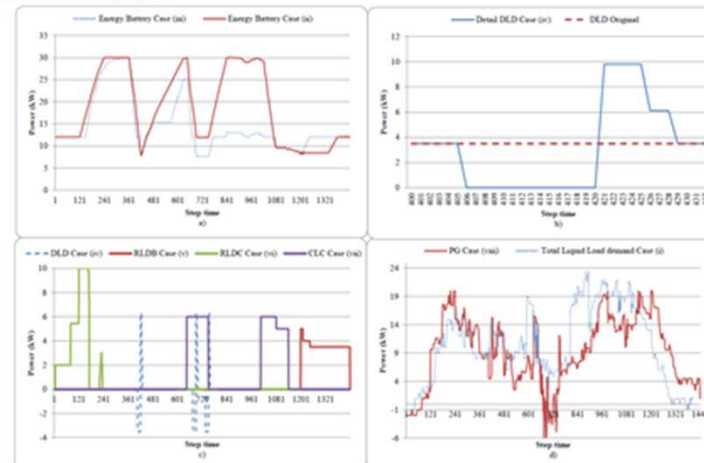
	Classic Battery	Li-ion Battery	DLD	RLDB	RLDC	CLC	Cost Function (€)	Comput. Time (s)	Comp Case (f)
Case (i)*	N	N	N	N	N	N	54,09	0,00	
Case (ii)	Y	N	N	N	N	N	48,68	59,06	-10,00%
Case (iii)	N	Y	N	N	N	N	50,17	19,80	-7,25%
Case (iv)	N	Y	Y	N	N	N	49,77	35,16	-7,99%
Case (v)	N	Y	Y	Y	N	N	47,49	60,08	-12,20%
Case (vi)	N	Y	Y	Y	Y	N	44,95	60,08	-16,89%
Case (vii)	N	Y	Y	Y	Y	Y	44,10	60,06	-18,47%
Case (viii)*	N	N	Y	Y	Y	Y	48,21	24,41	-10,87%

* These cases do not consider the 10min reserve due to the absence of battery

P.s. The results with 60s have the error less than 0.03% from the optimal solution

Computational Results

Cases Results



MILP - Optimization software

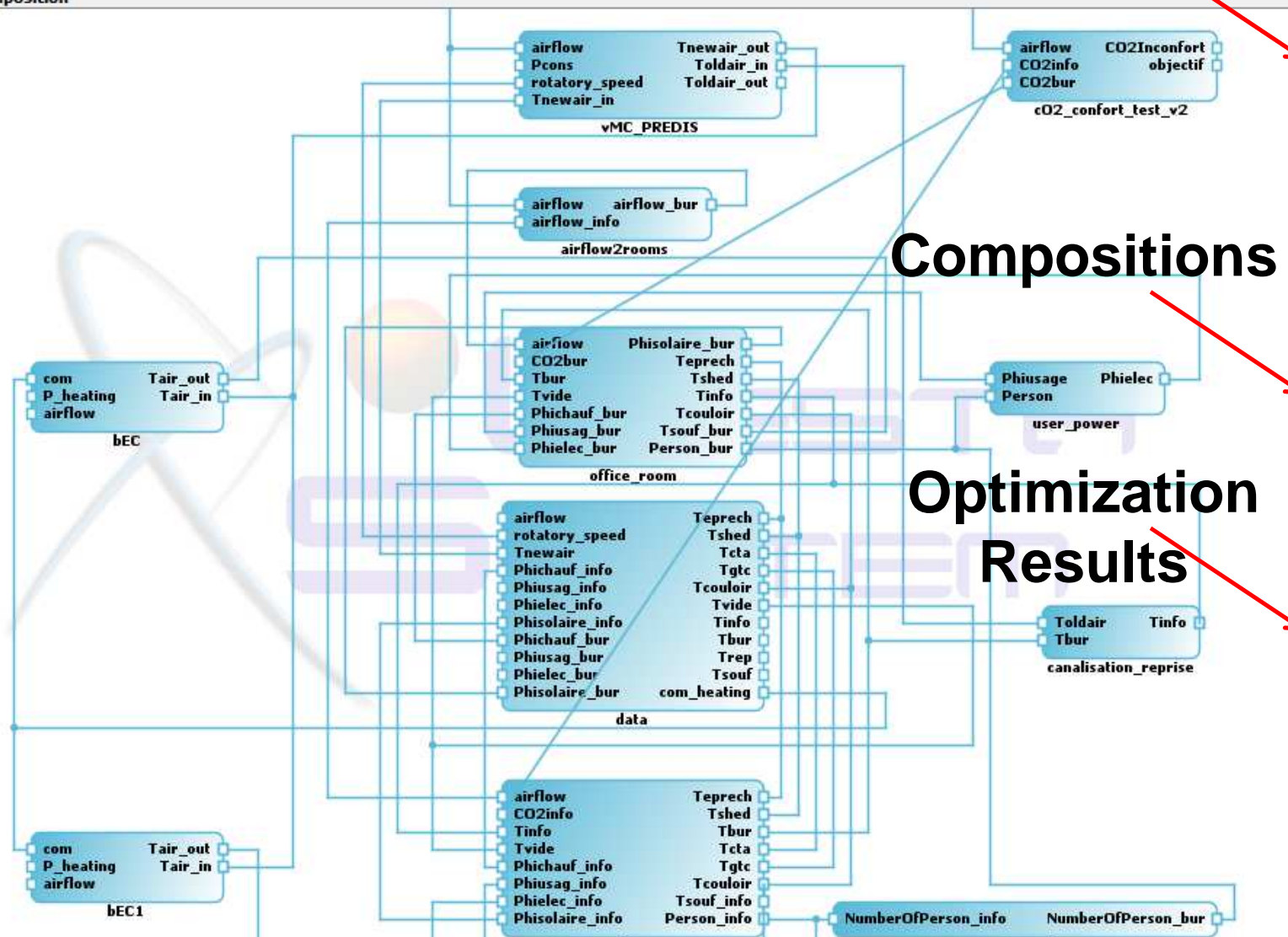
SML composer 1.0 dev build 1407241211 - composition1

File Edit View Solver Tools Plugins Help

Workspace D:\recherche\travaux\Thèses\2010-13 Hoang Anh DANG\post-doc\Thermal management optimisation version

Model Component Library

Composition



Compositions

Optimization Results

SML models

- airflow2rooms
- BEC
- canalisation_reprise
- CO2_confort_test_v1
- CO2_confort_test_v2
- Computer_room
- data
- Objectif_block
- objective_test_v1
- Office_room
- Present
- test

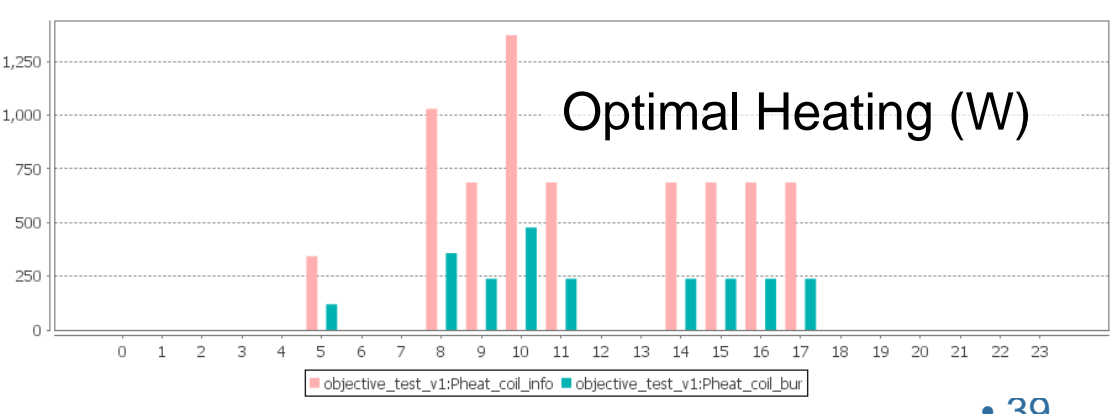
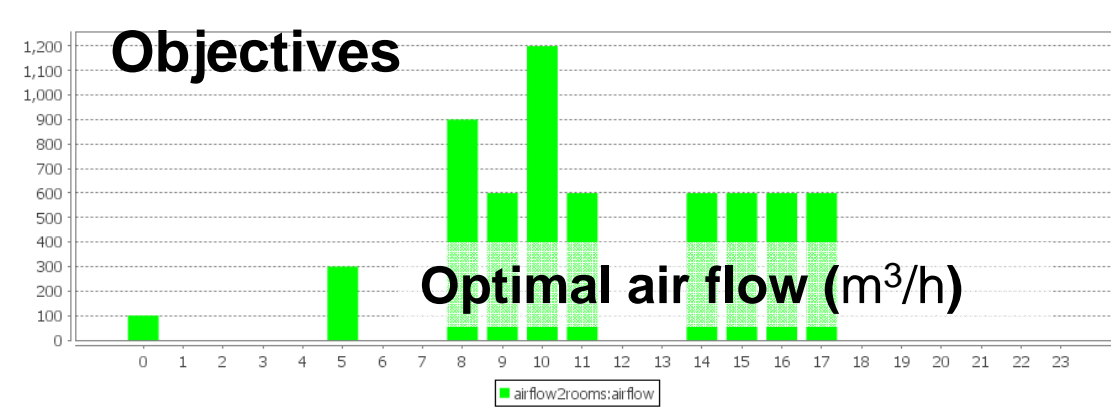
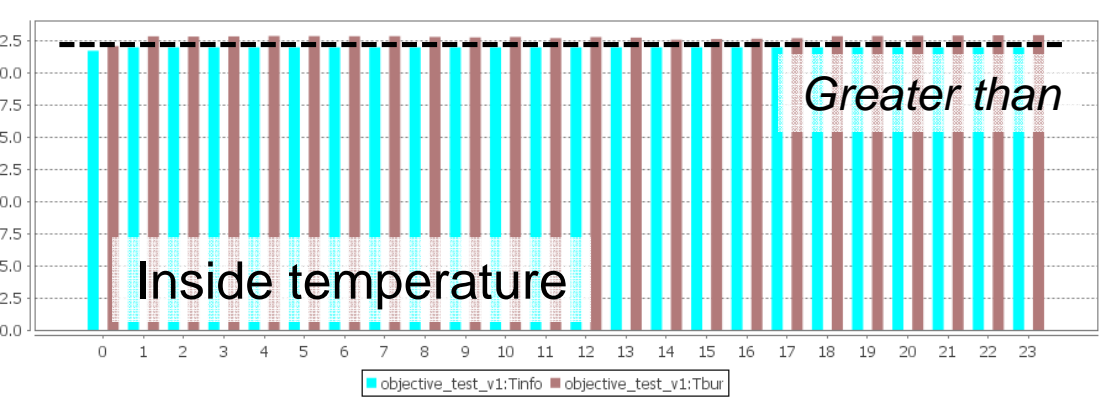
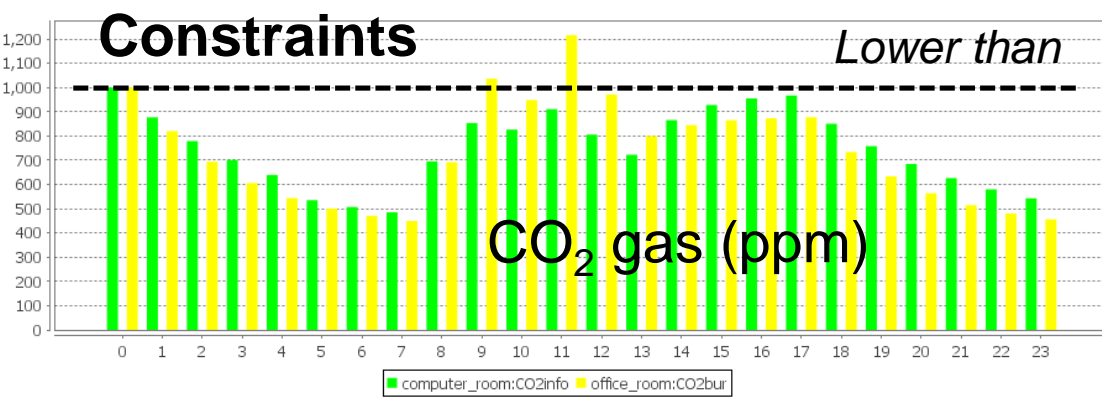
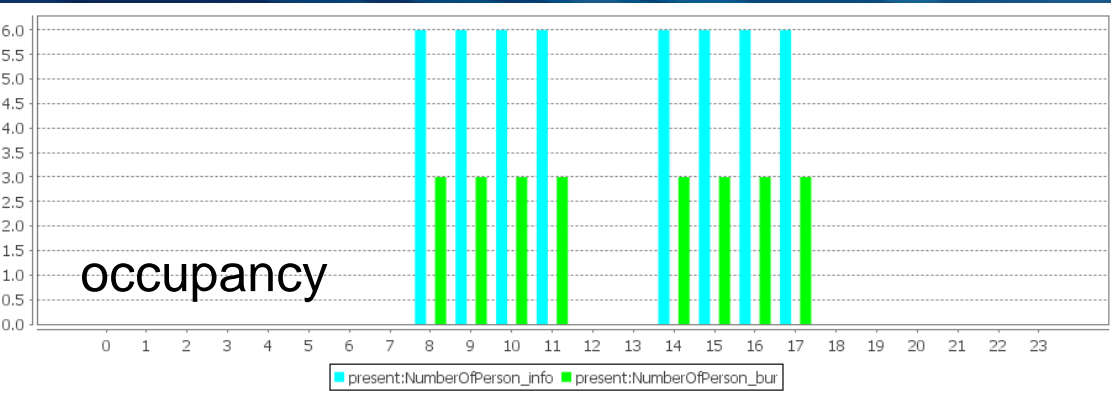
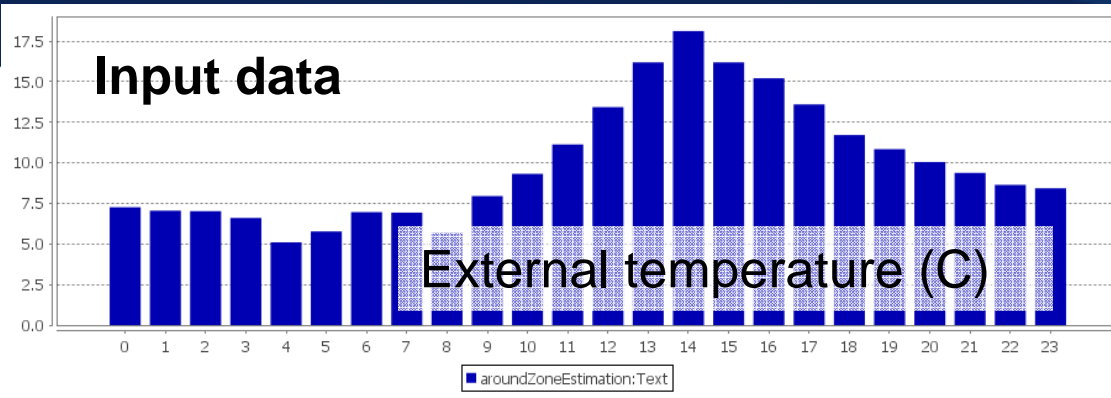
Compositions

- composition 1
- composition 2
- Simulation_thermique_PREDIS_1semaine_step1h
- Simulation_thermique_PREDIS_24h_step10min

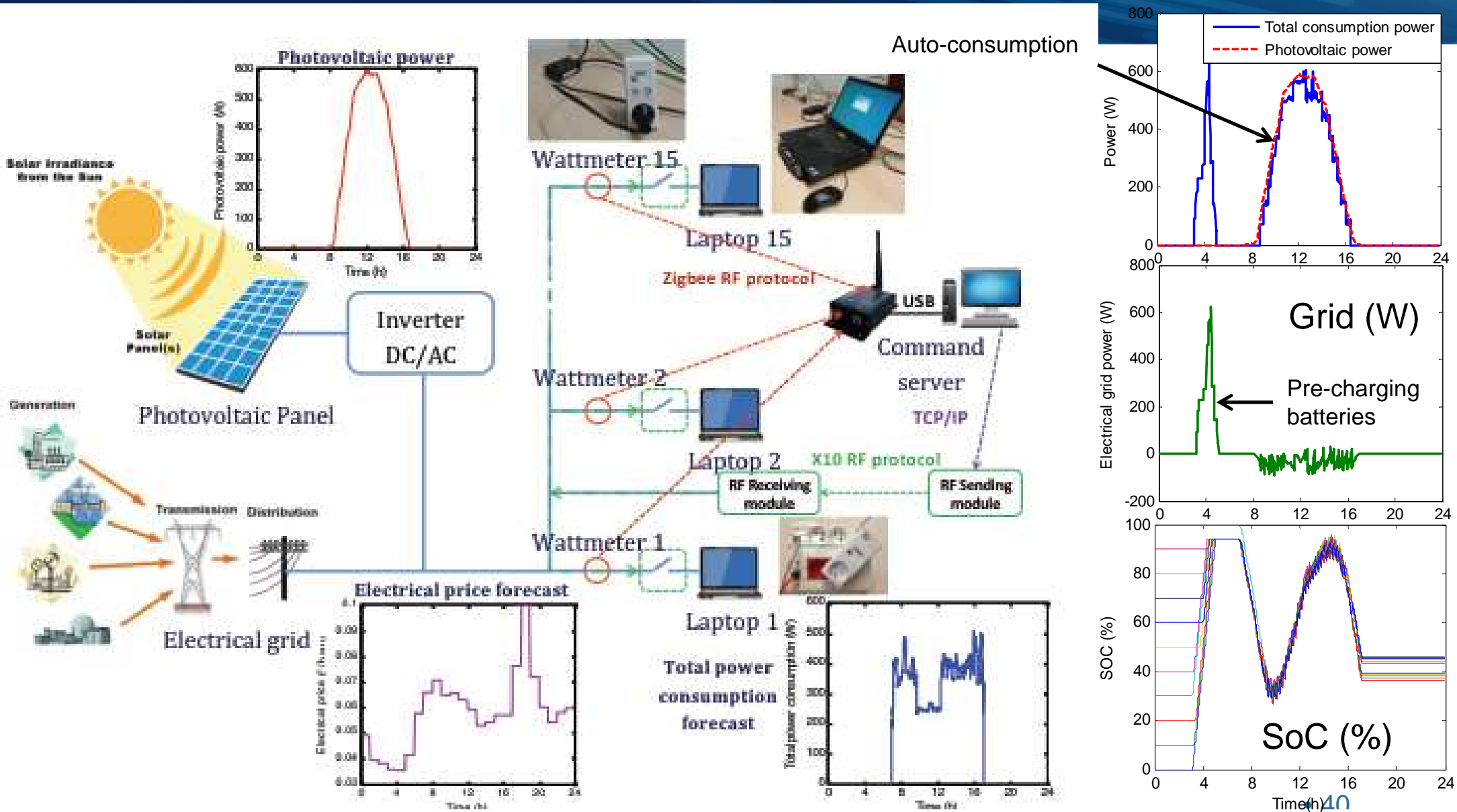
Solutions

- composition1_2014-03-01_19-28-51_solution
- composition1_2014-03-01_19-56-49_solution
- composition1_2014-03-01_20-23-49_solution
- composition1_2014-03-01_20-34-21_solution
- composition1_2014-03-01_20-42-56_solution
- composition1_2014-07-17_14-12-50_solution
- composition1_2014-07-17_14-29-29_solution
- composition2_2014-07-11_16-54-14_solution
- composition3_2014-07-11_17-02-58_solution
- composition6_bureaux_info_2014-04-16_13-16-43_solution
- composition6_bureaux_info_2014-04-17_10-40-16_solution
- Simulation_thermique_PREDIS_1semaine_step1h_2014-04-18_10-47-33
- Simulation_thermique_PREDIS_24h_step10min_2014-04-17_15-02-05_s
- Simulation_thermique_PREDIS_24h_step10min_2014-04-17_15-02-47_s
- Simulation_thermique_PREDIS_24h_step10min_2014-04-17_15-04-12_s

Optimal operating



Optimal operating of laptops power supply, in order to maximize autonomy



Vers des systèmes transparents à l'usage des occupants

G-SCOP

What is building energy management? CANOPEA (Solar Decathlon Europe 2012)



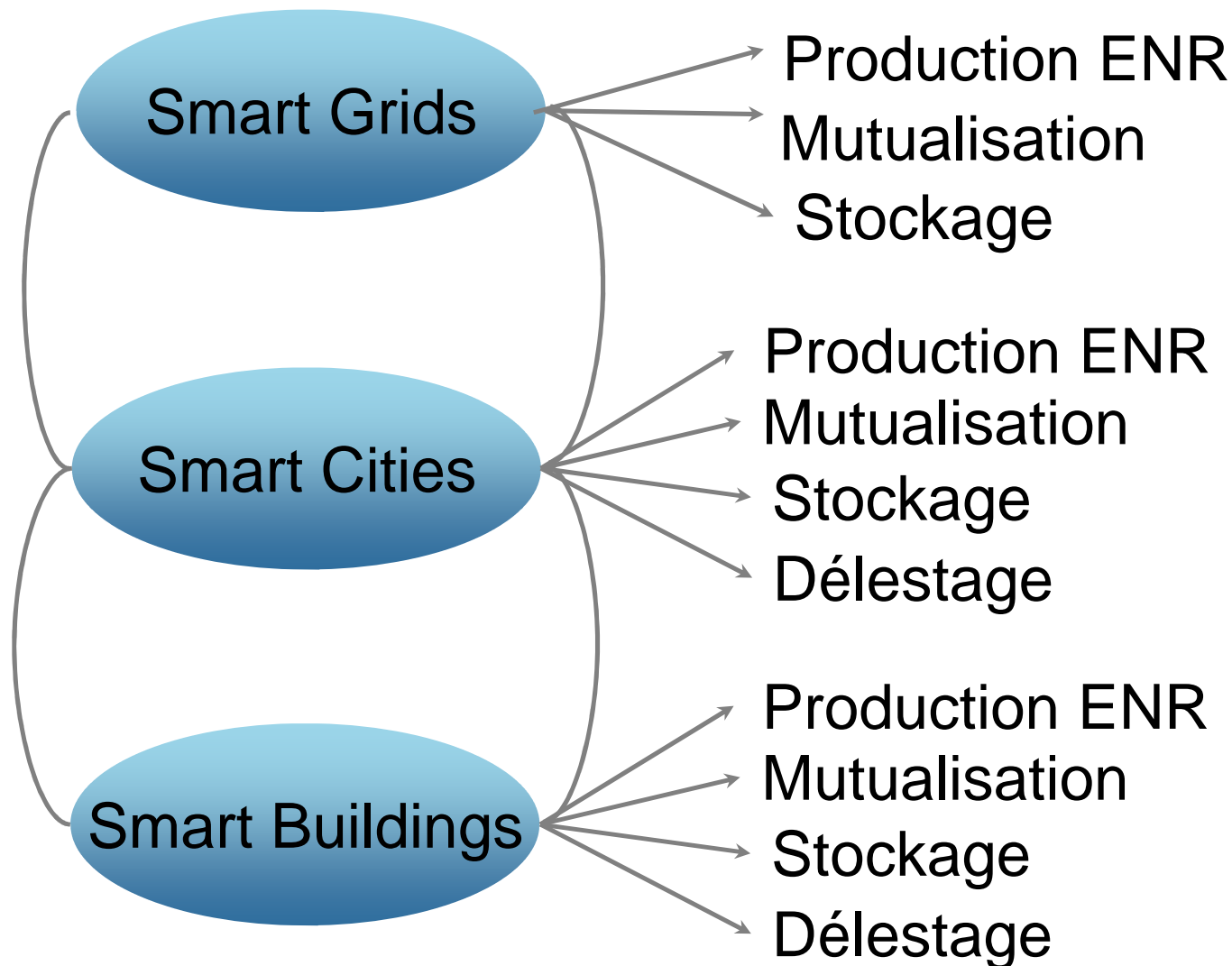
La nécessité d'introduire l'échelle de l'éco-quartier et de la « smart city »

La nécessité d'introduire l'échelle de l'éco-quartier et de la « smart city »



- **Alors l'alliance « smart-grid » et « smart-building » est-elle la solution ?**
- **Le « smart-grid » et le « smart-building » sont incontournables mais**
- **Avec un niveau intermédiaire qui est la « smart-city »**
 - Pourquoi ?
 - Même avec une vision volontariste
 - cf. RT 2020 et Bâtiment à Energie Positive
 - Les bâtiments ne se renouvellent qu'à hauteur de 1% par an
 - Multiplier les moyens de production, de stockage, au niveau de chaque bâtiment va être coûteux
 - La « smart-city » est un niveau pertinent entre le « smart-grid » et le « smart-building »
 - Niveau de gestion intermédiaire pertinent

La solution idéale en perspective



La méga
machine
énergétique

Le potentiel
énergétique
est-Là

La feuille de
route est claire

- capter, stocker
coordonner
- à chaque niveau
- entre les niveaux

Des exemples de projets au niveau de la ville et et de l'écho-quartier

GreenLys Project

A huge scale experiment in Grenoble and Lyon cities, « Rhône-Alpes » Region



GreenLys Smart Grid

■ **Partners : major stakeholders in the French electricity market with complementary skills:**

- Électricité Réseau Distribution France (ERDF), the project leader,
- GDF Suez, Gaz Électricité de Grenoble (GEG),
- Schneider Electric,
- Institut polytechnique de Grenoble (Grenoble INP),
- Atos Worldgrid, Réseau de Transport d'Électricité (RTE), Alstom, the CEA national solar energy institute (CEA INES), Rhône-Alpes Énergie Environnement (RAEE), Hespul and the CNRS LEPII-EDDEN (Économie de développement durable et de l'énergie) laboratory.

■ **Two cities : Grenoble and Lyon**

■ **Project : 43M€ invested for 4 years (2012-2016)**

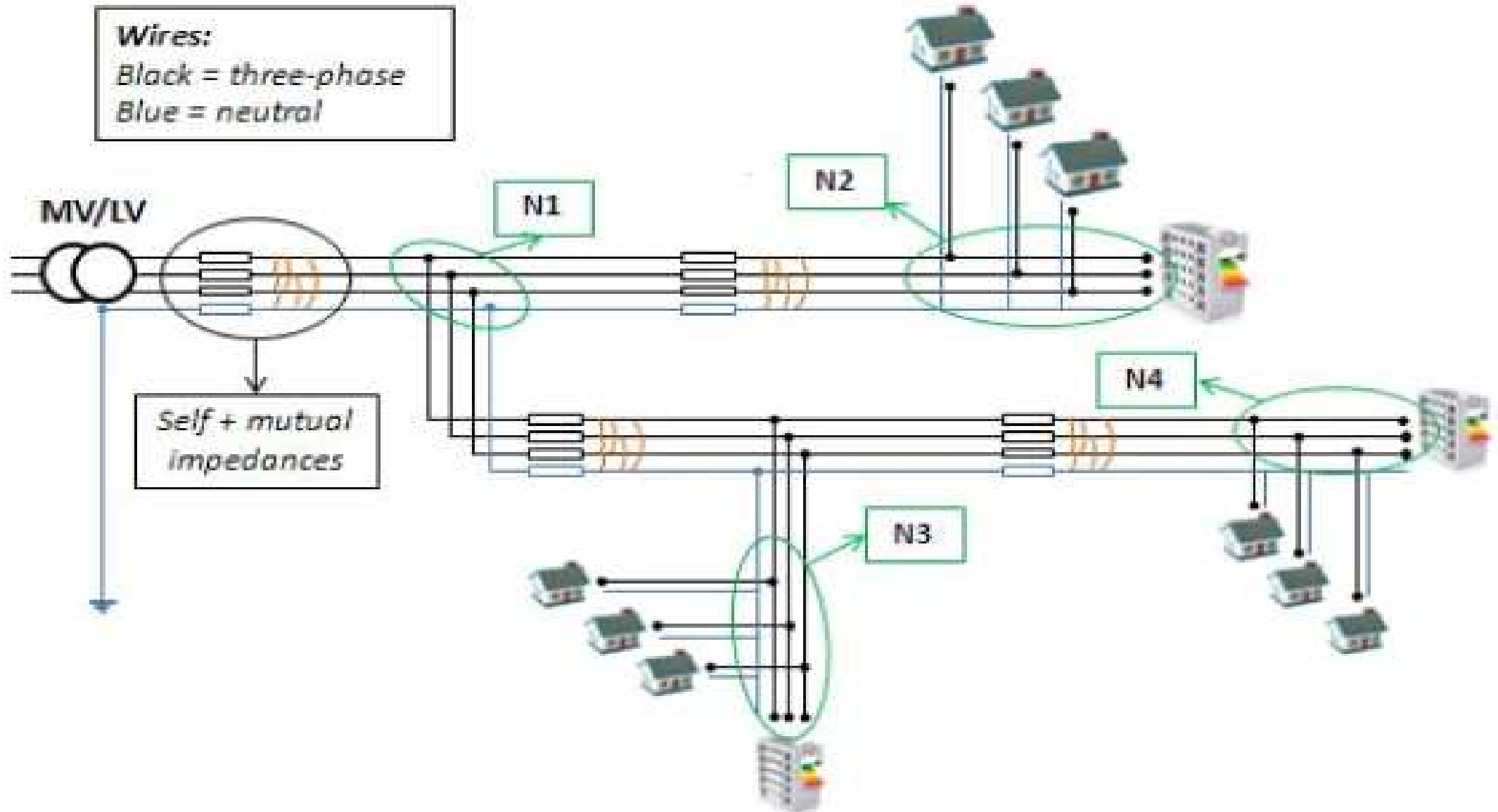
■ **Diffuse Load Shedding experimentation :**

- ~1000 Household are connected
- ~100 Commercial buildings

GreenLys residential SCADA



Optimization based on GreenLys distribution network

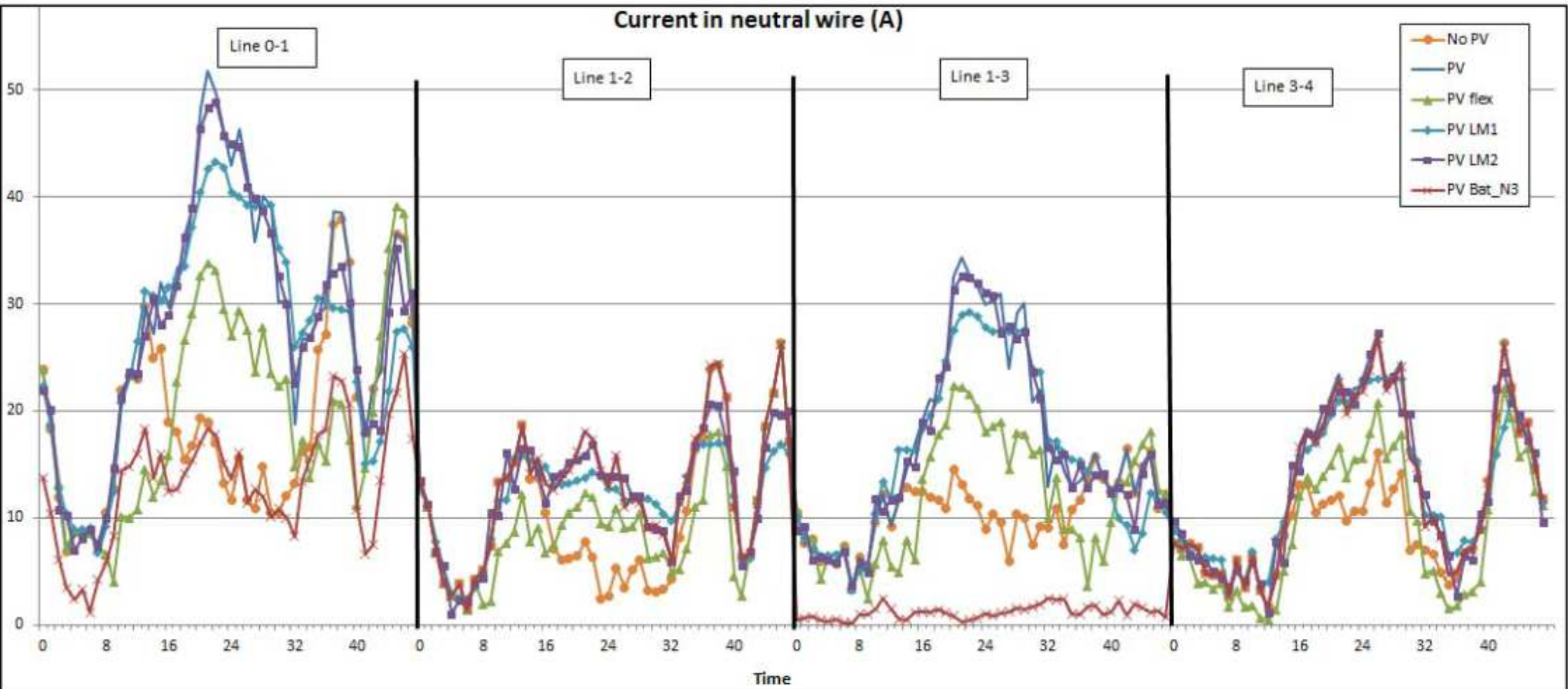


Load Management scenarios

/	No optimization
LM1	Active power optimization: equations 6 and 7, with a maximum amount of power that can be shifted of 20%
LM2	Active power optimization with load shedding limited to once every two half an hour: equation 6, 7 and 8.

PV scenarios

/	No PV panels
PV	Non controllable three-phased PV panels + single-phased PV in phases 2 and 3
PV flex	Active and reactive power optimization: equations 2, 3 and 4 ($S_{DIM} = kW \text{ peak}$)



Le « smart-building » qui
supplantera le « smart-grid » ?

Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?



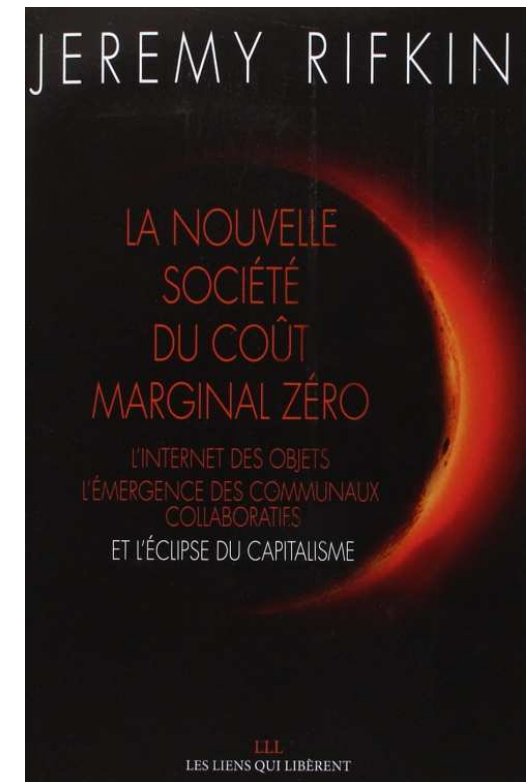
The screenshot shows the French Wikipedia page for Jeremy Rifkin. The article text states: "Jeremy Rifkin, né le 26 janvier 1945 à Denver dans le Colorado, est un essayiste américain, spécialiste de prospective (économique et scientifique). Il a aussi conseillé diverses personnalités politiques. Son travail, basé sur une veille et une réflexion prospectives, a surtout porté sur l'exploration des potentialités scientifiques et techniques nouvelles, sur leurs impacts en termes sociétaux, environnementaux et socio-économiques. Il est également fondateur et président de la Fondation pour les tendances économiques (Foundation on Economic Trends ou FOET) basée à Washington." The article also includes a summary table with 7 items: 1 Biographie, 2 Conseil auprès de collectivités, 3 Travaux, 4 Influence en Europe, 5 Réception par le public, 6 Publications, 7 Voir aussi, and 7.1 Articles connexes.

Influence en Europe [modifier | modifier le code]

En plus de son travail aux États-Unis, Rifkin a acquis une grande influence en Europe en tant que conseiller de dirigeants de gouvernements et de chefs d'État, et il a travaillé comme conseiller personnel de **Romano Prodi**, l'ancien Premier ministre italien. Ses articles apparaissent dans de nombreux journaux européens. Bien que beaucoup de ses idées soient critiquées, il exerce une influence sur l'opinion publique et les politiques publiques aux États-Unis et en Europe. Le magazine politique américain *National Journal* l'a classé dans sa liste des 150 personnes les plus influentes en ce qui concerne la politique américaine. Selon le journal *Le Monde* (7 novembre 2012) Rifkin aurait été reçu par le président de la République française, **François Hollande**, pendant 45 minutes et **Arnaud Montebourg**, le ministre du Redressement Productif, s'est dit « profondément marqué » par sa théorie, reprenant le titre de son ouvrage pour appeler à « la troisième révolution industrielle »³⁰.

Réception par le public [modifier | modifier le code]

Selon la « *Revue européenne de l'énergie* », aucun autre auteur ou penseur n'a eu autant d'influence sur les ambitions de l'Union européenne en matière de politique énergétique et climatique¹⁷. Aux États-Unis, il a témoigné devant de nombreux comités du Congrès et il a connu des succès importants en matière d'adoption de politiques gouvernementales environnementales ou sur des questions connexes, scientifiques et technologiques³¹. L'association « *Union of Concerned Scientists* » a cité plusieurs des publications de Rifkin



Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?

■ **Scénario crédible dans le cadre de la 3^{ème} révolution industrielle en cours selon Jeremy Rifkin**

■ **Qui est en cours et serait le fruit:**

- De la révolution du WEB: -> Information -> Faite
- De la révolution de l'internet des objets et des fablab -> A venir
- De la révolution de l'internet de l'Energie -> A venir

■ **Il en résulte qu'à cout marginal 0:**

- Les habitants des « smart-building » pourront « à coût marginal 0 créer des communaux qui viendront concurrencer et faire disparaître les grands groupes à fort capital assurant la production et la distribution de l'énergie »

■ **Mort du « Smart-grid »:**

- Non, on passe du « smart-building » au service du « smart-grid »
- Au « smart-grid » au service du « smart-building »

Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?

■ La révolution de l'internet des objets et des objets connectés

■ Number of installed Linky

- Now : more than 100 000,
- 3 000 000 in 2016
- 35 000 000 planned for 2020

■ Functionalities :

- Measuring the consumption and, if existing, distributed generation, with remote access
- **Remote management :**
 - 8 controllable switches
 - Turn off and on electricity
- **Transfer messages** from market to the customer (consumer / producer)
 - pricing signals.
 - power reduction demand
- A main communication port for transferring information via GPRS, GSM or CPL
- Quality measurements (including the continuity of supply and voltage quality).
- Remote management of meter settings such as tariff structures, the contractual power, intervals reading the meter by suppliers

<http://www.erdf.fr/Linky>

.... que les nouvelles technologies connecteraient 80 milliards de "choses" à l'horizon 2020, contre 4 milliards en 2010 ...



netatmo La Station Météo pour Smartphone

VOTRE CONFORT À L'INTÉRIEUR

À l'aide de vos mesures à l'intérieur, vivez dans une maison plus saine, mesurez la température, l'humidité et le CO2.

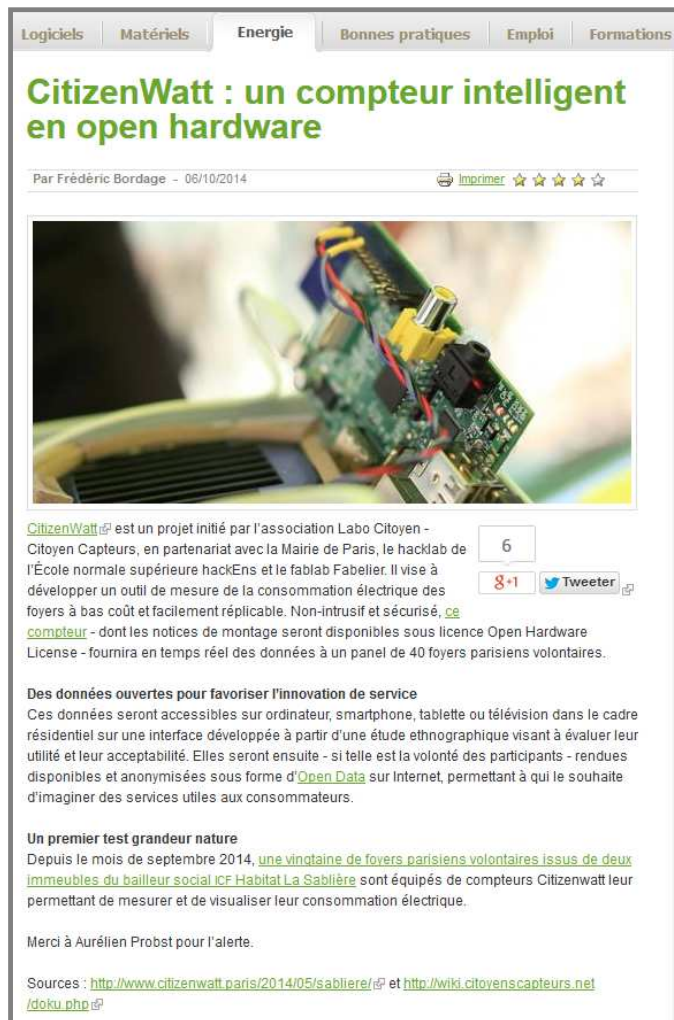
Température intérieure Humidité intérieure Qualité de l'Air à l'intérieur CO2 Sonomètre

<https://www.netatmo.com>

Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?

La révolution de l'internet des objets et des fablab

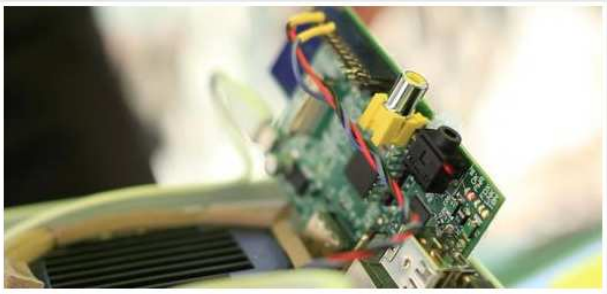
- Donc le prix d'entrée pour entrer dans le jeu tend vers zéro



Logiciels | Matériels | Energie | Bonnes pratiques | Emploi | Formations

CitizenWatt : un compteur intelligent en open hardware

Par Frédéric Bordage - 06/10/2014



CitizenWatt est un projet initié par l'association Labo Citoyen - Citoyen Capteurs, en partenariat avec la Mairie de Paris, le hacklab de l'École normale supérieure hackEns et le fablab Fabellier. Il vise à développer un outil de mesure de la consommation électrique des foyers à bas coût et facilement répliquable. Non-intrusif et sécurisé, ce compteur - dont les notices de montage seront disponibles sous licence Open Hardware License - fournira en temps réel des données à un panel de 40 foyers parisiens volontaires.

Des données ouvertes pour favoriser l'innovation de service

Ces données seront accessibles sur ordinateur, smartphone, tablette ou télévision dans le cadre résidentiel sur une interface développée à partir d'une étude ethnographique visant à évaluer leur utilité et leur acceptabilité. Elles seront ensuite - si telle est la volonté des participants - rendues disponibles et anonymisées sous forme d'Open Data sur Internet, permettant à qui le souhaite d'imaginer des services utiles aux consommateurs.

Un premier test grandeur nature

Depuis le mois de septembre 2014, une vingtaine de foyers parisiens volontaires issus de deux immeubles du bailleur social ICF Habitat La Sablière sont équipés de compteurs Citizenwatt leur permettant de mesurer et de visualiser leur consommation électrique.

Merci à Aurélien Probst pour l'alerte.

Sources : <http://www.citizenwatt.paris/2014/05/sabliere/> et <http://wiki.citoyenscapteurs.net/doku.php>



CITIZEN WATT

Accueil | Ma conso | Archives | Guides | A propos

Ceci est un exemple de réflexion sur l'interface de visualisation. Nous travaillons encore actuellement dessus et elle sera mise à jour au fur et à mesure.

420W Consommation actuelle | 122W Moyenne aujourd'hui | 80W Moyenne cette semaine



Janvier | Février | Mars

Pour soutenir ce projet, inscrivez-vous.

Adresse mail

Rechercher

Citizenwatt expérimenté dans deux immeubles parisiens d'ICF-La Sablière : l'ethnomining au service de la citoyenneté énergétique

Projet d'innovation sociale, CitizenWatt vise non seulement à développer un prototype de compteur électrique à bas coût ou des formes de visualisation, mais aussi à réfléchir avec ses utilisateurs aux usages qui peuvent leur être utiles pour se rendre compte, si ce n'est pour infléchir leur consommation électrique. C'est la raison pour laquelle les animateurs du projet ont pris l'initiative, en lien avec la Mairie de Paris, de proposer à un bailleur social, ICF Habitat La Sablière de participer à ce projet.

Dès septembre 2014, une vingtaine de foyers parisiens volontaires issus de deux immeubles du bailleur social ICF Habitat La Sablière seront équipés de compteurs Citizenwatt leur permettant de mesurer et de visualiser leur consommation électrique.

Il s'agit dans l'esprit de l'ethnomining, combinant données et ethnographie, de développer une culture de la mesure dont les usagers sont à la fois les propres producteurs et interprètes. A cette fin, des entretiens avec les usagers de CitizenWatt permettront de documenter les usages des données de consommation pour comprendre leur utilisabilité dans le contexte du foyer. Ainsi, l'observation des temporalités de consultation ou des terminaux utilisés dans différentes situations d'usage (par qui ? avec qui ?) aura pour objectif de viser à l'amélioration des premières fonctionnalités proposées sur la plateforme de visualisation et d'imaginer des services acceptables de traitement des mesures visant à comprendre d'une part ce que l'on consomme, le coût en euros ou la nature de l'énergie mais d'autre part ouvrant à des conseils de sobriété énergétique et des recommandations comportementales.

<http://www.citizenwatt.paris/2014/05/sabliere/>

Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?

De la révolution de l'internet des objets et des fablab

Imprimante 3D

+



LE WIKI DES CITOYENS CAPTEURS

DES TECHNOLOGIES EXTRAORDINAIRES POUR DES GENS ORDINAIRES



L'association Labo Citoyen - Citoyens Capteurs

Réseau de savoirs et de compétences, l'association Citoyens Capteurs – Labo Citoyen s'inspire de la Science Citoyenne et vise à mettre en place des circuits courts, décentralisés, agiles et transparents d'innovation technologique pour outiller la citoyenneté, promouvoir l'intérêt général, contribuer à la préservation de l'environnement et produire un savoir local et participatif.

Elle a pour objet de :

- Développer des dispositifs technologiques libres ouverts, les expérimenter et de les diffuser dans le public,
- Produire des éléments d'analyse et de concertation entre différents acteurs,
- Former et informer les citoyens sur les bénéfices et les inconvénients des technologies qui leurs sont proposées, notamment celles touchant à ce que l'on qualifie aujourd'hui « d'Internet des Objets. »

Les Projets de Citoyens Capteurs

- CitizenAir (projet en partenariat avec Fablier et hackEns)

Dispositif openhardware et opendata de mesure et de cartographie de la pollution en temps réel ([Un projet lauréat de Netexplo 2013](#))

CitizenAir.io est un projet proposé par l'association de sciences citoyennes Labo Citoyen - Citoyens Capteurs en partenariat avec hackEns et Fablier.

Citoyens Capteurs sur le Web

Blog

Twitter

Flickr

Facebook

Github

Youtube

Slideshare

Les Partenaires et amis

Fablier

hackEns

Strate College

La péniche Alternat

Contact

Contact@citoyenscapteurs.net

<http://wiki.citoyenscapteurs.net/doku.php>

<http://fabmstic.liglab.fr/>

Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?

■ Révolution de l'internet de l'énergie ?



Ils achètent groupé pour diminuer leur facture d'électricité

EXTRAIT - 1min 54s

En cinq ans, Diego a vu grimper sa note d'énergie de 60%. Alors afin de faire des économies, il a décidé de payer à plusieurs. Une opération d'achat collectif lancée par une association de consommateurs en Espagne.

<http://videos.tf1.fr/jt-we/2014/ils-achetent-groupe-pour-diminuer-leur-facture-d-electricite-8511534.html>

500 000 foyers regroupés
Jusqu'à 20 % d'économisé



<https://www.quieropagarmenossluz.org/>

Des initiatives émergentes En France



<http://www.placedesenergies.com/achats-groupes-electricite.php>

*Imaginer lorsqu'on se regroupera
avec nos PV,
nos véhicules électrique ...57
-> Rifkin*

Le « smart-building » qui supplantera le « smart-grid » ?

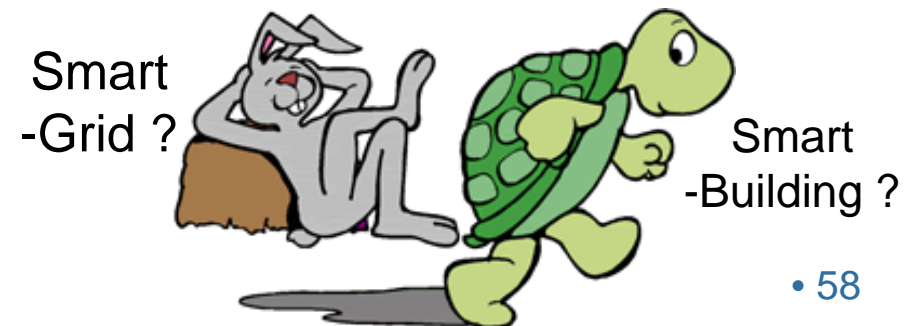
- **Scénario crédible dans le cadre de la 3^{ème} révolution industrielle en cours selon Jeremy Rifkin**

- **Pour lequel à cout marginal 0:**

- Les habitants des « smart-building » pourront à coût marginal 0 créer des communaux qui viendront concurrencer et faire disparaître les grands groupes à fort capital assurant la production et la distribution de l'énergie

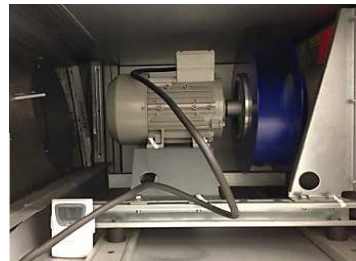
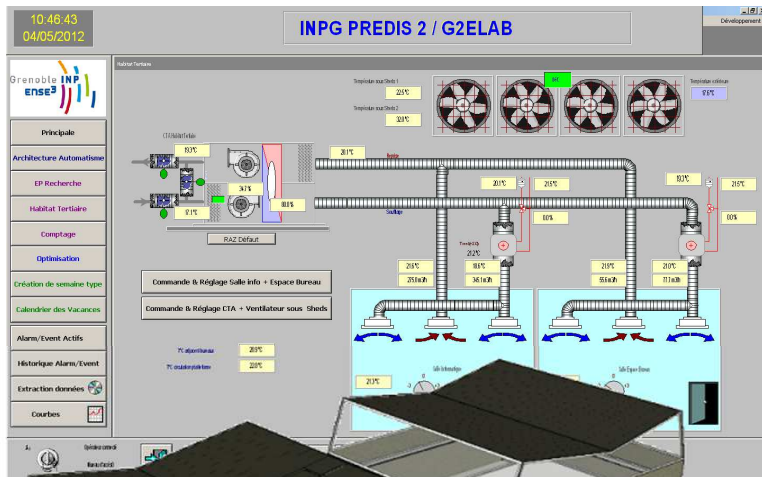
- **« Prise de pouvoir » par les habitants à partir de leur « Smart-Building » sur le « Smart-grid »**

- **Le débat est lancé !**



Une recherche mise en œuvre via des plateformes expérimentales

Smart Building Platform: PREDIS 1



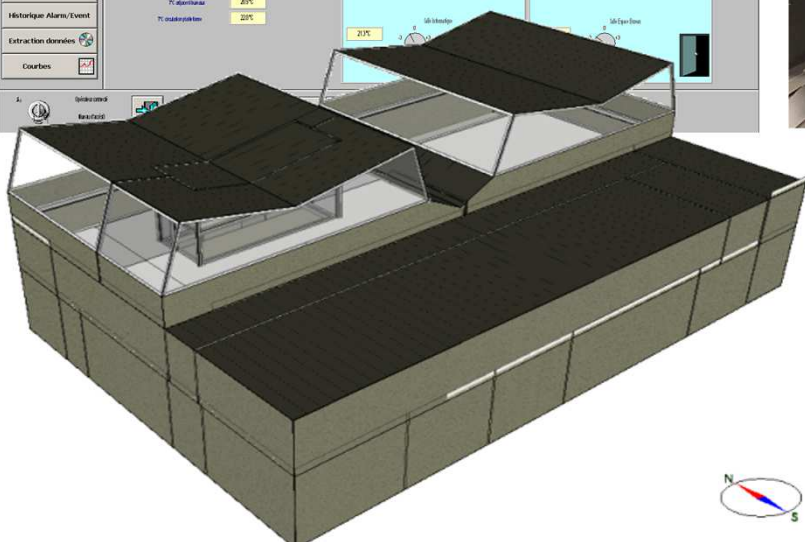
Motor / Speed driver



Wireless sensors



Wattmeter Power Switch



- Measures and characterization
- Design and Operation of buildings
- User behavior

•11/14/2014

Plug & Play communication architecture

Monitored and controlled Equipments:

- HVAC double flow with heater and heat recovery
- Reversible heat pump
- Dimmable lighting
- Laptops...

Building Management System

- PLC TAC / Xenta
- Fieldbus : Lonworks / Dali / Modbus
- SCADA : InTouch OPC

Advanced monitoring in :

- electricity consumption
- controlled outlets
- temperature, CO2...

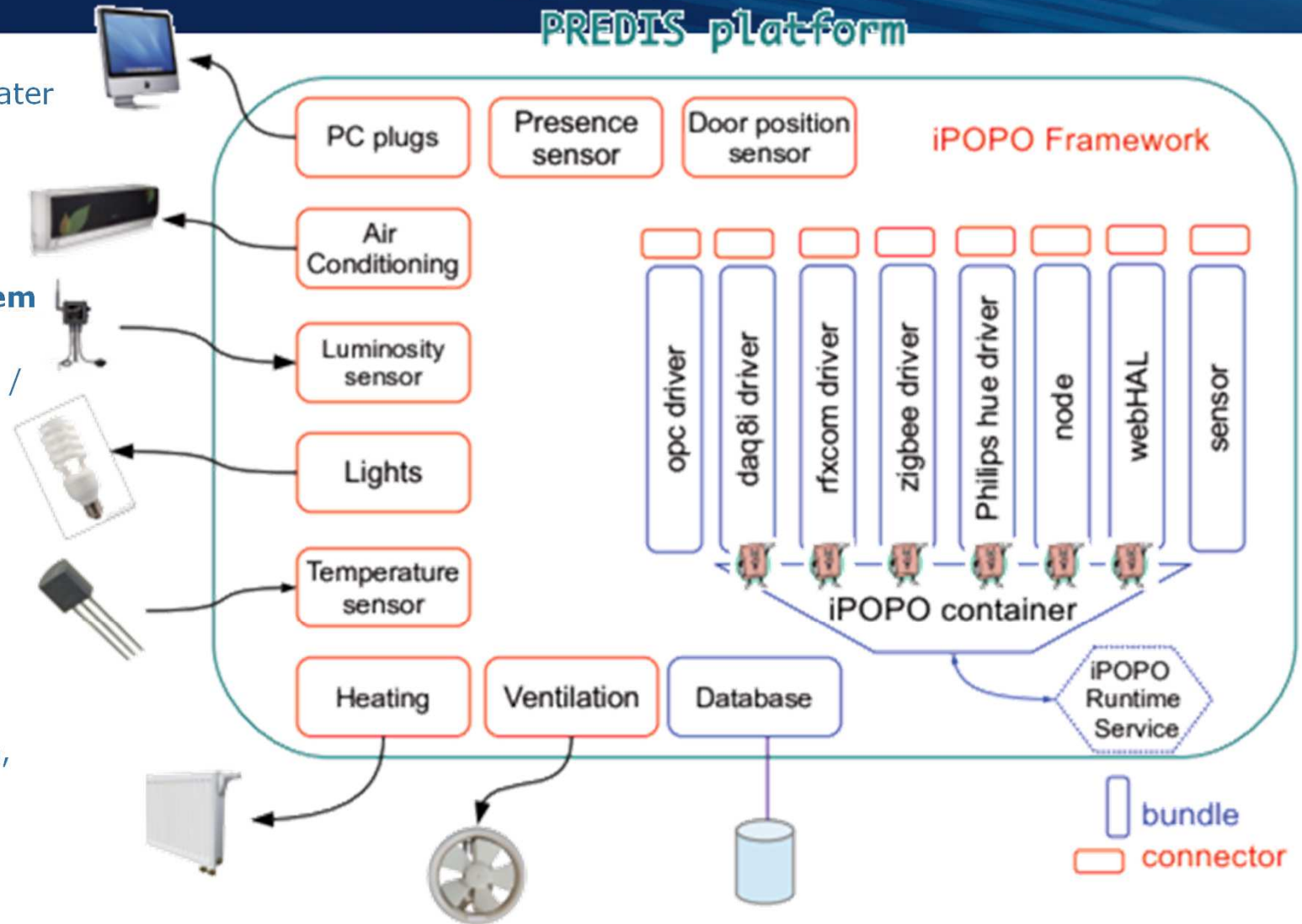
Communication supports

- Ethernet
- Wireless (433MHz, ZigBee, EnOcean, DeltaDore)
- Powerline : X10

Web services :

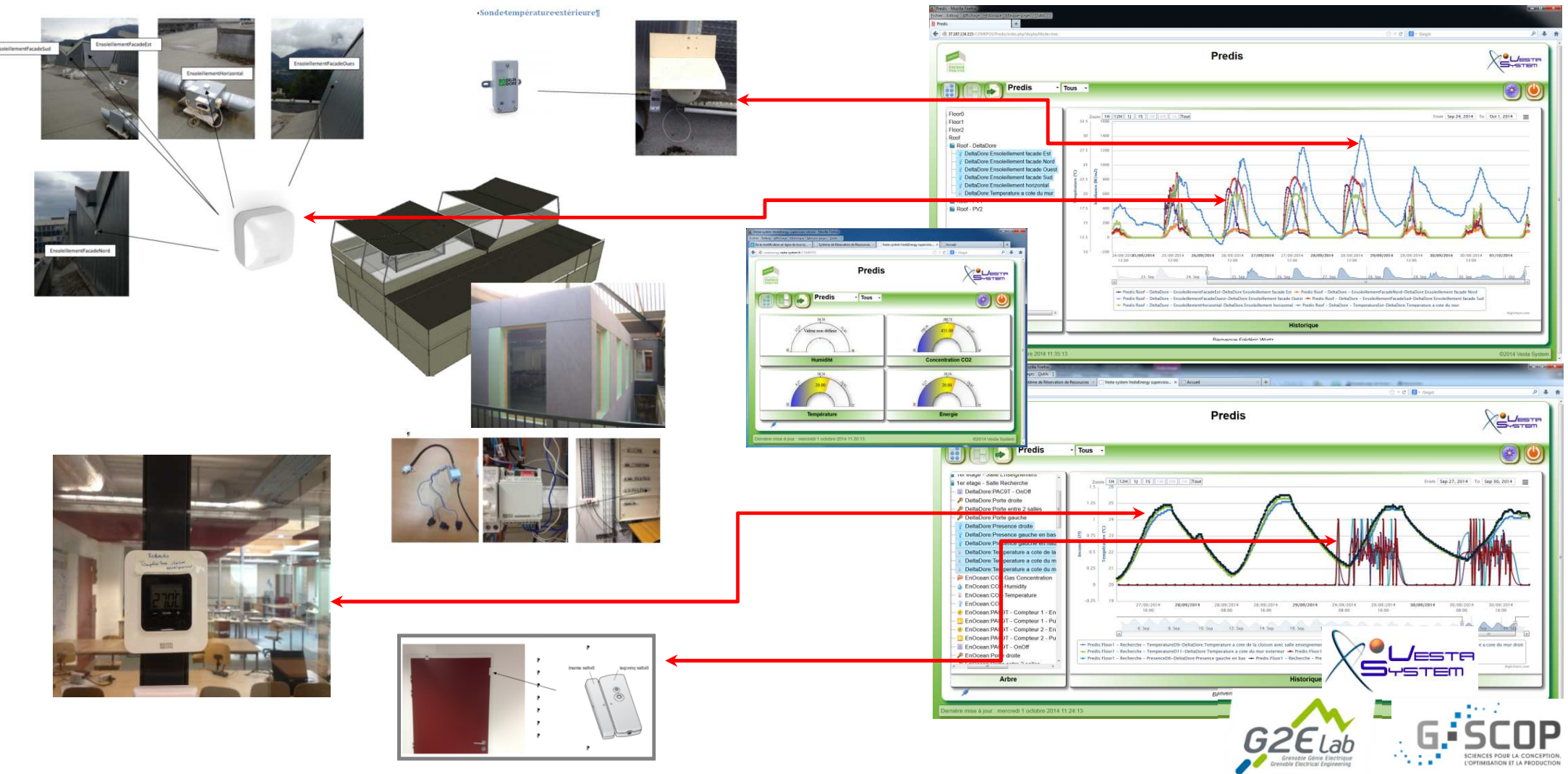
- PV production
- Meteorology forecast
- Day ahead electricity prices
- Classroom occupancy forecast

PREDIS platform



Organisation du suivi et mise en place du monitoring dans le cloud

Mise en place d'une partie des solutions sur PREDIS-MHI et mise en place d'une solution test de Monitoring



Ensoleillement facade Est

Ensoleillement Horizontal

Ensoleillement facade Ouest

Ensoleillement facade Nord

Sonde température extérieure

Predis

Humidité

Concentration CO2

Température

Énergie

Predis

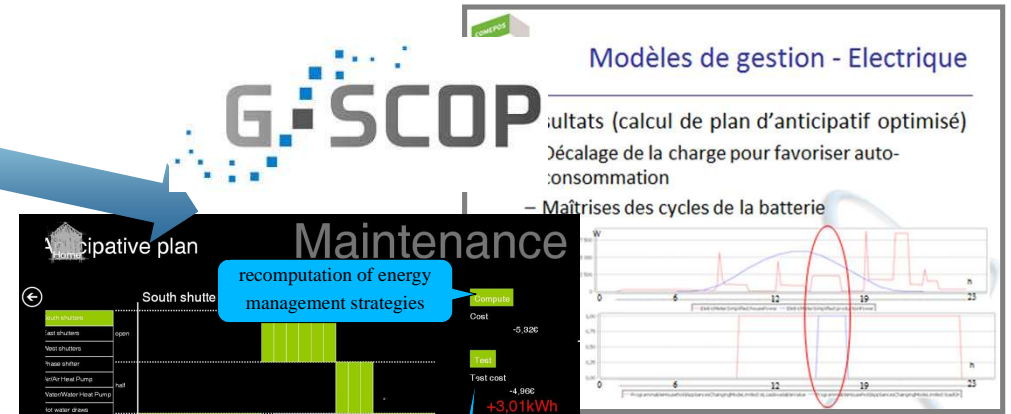
Predis

G2E Lab

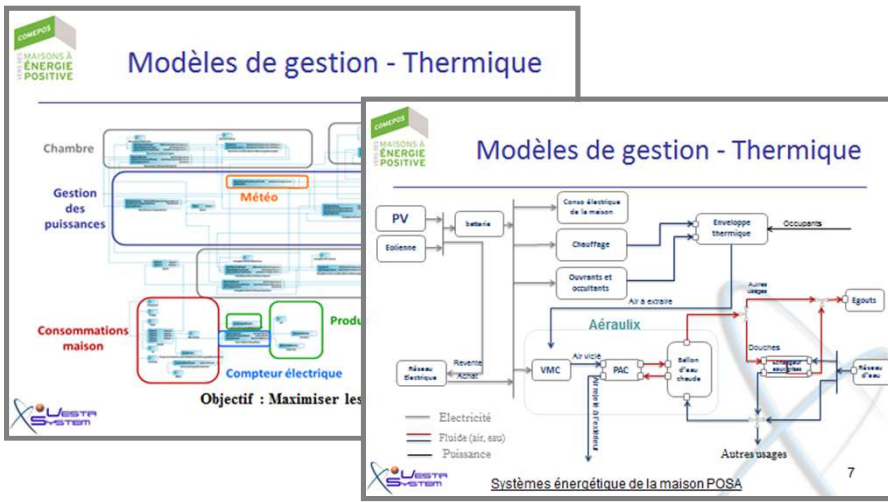
G-SCOP

Organisation du suivi avec le pilotage le bâtiment

Pilotage envisagé – Pilotage centralisé



Conseil
 Aide au pilotage interactions with occupants



Modélisation



14/11/2014

Une recherche mise en œuvre via des plateformes expérimentales

GreEn-ER en 2015

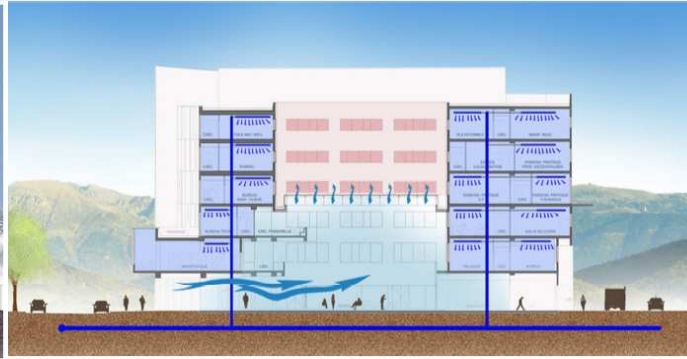
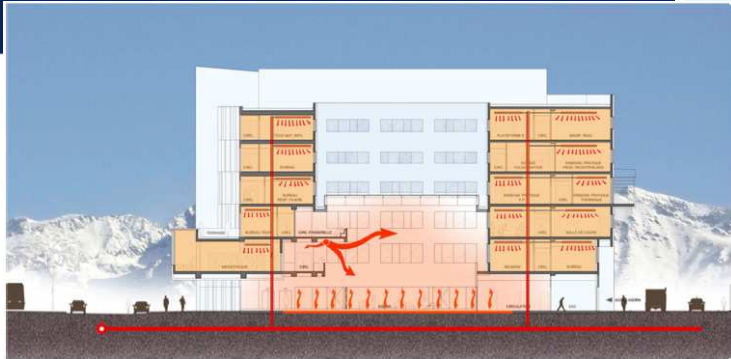


■ Plate-forme MHI

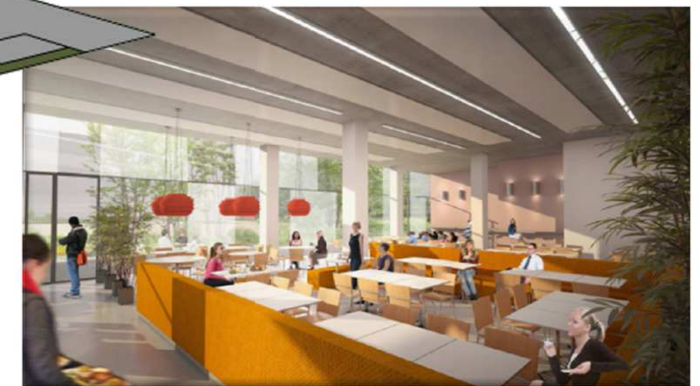
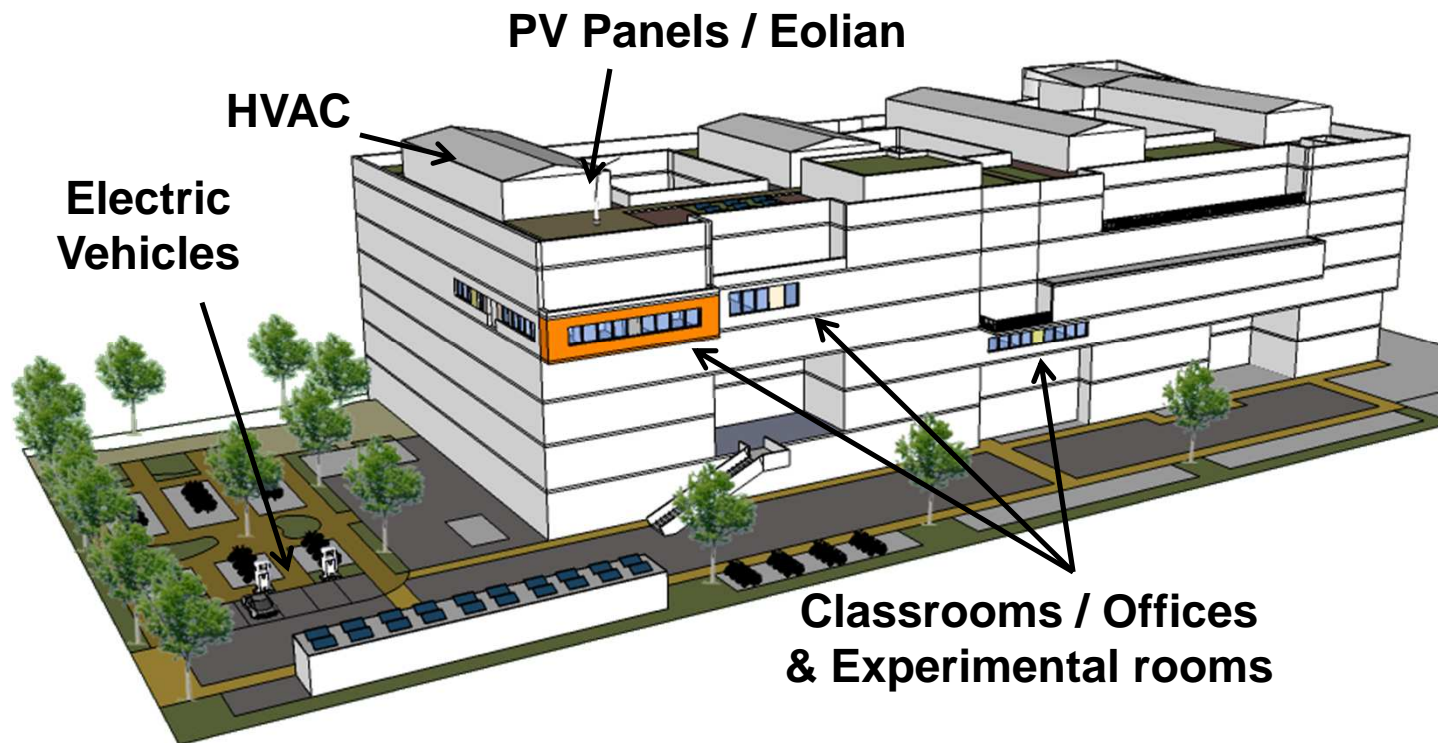
- Monitoring et bâtiment intelligent dans GreEn-ER
- C'est Quoi ?
 - 600 m² de locaux autonomes énergétiquement
 - **Sources: PV et Eolienne sur le toit (10 à 20 kW)**
 - Charges: Besoins bâtiments
(informatique, conditionnement air, chauffage, connection aux véhicules électriques, ...)
 - **Stockage: Electrique, thermique ?**



New Building – Sept 2015



Smart Building Platform: A part of Green-ER



Energy production

- **CPV** : Concentrating Photovoltaics, 2-axis sun tracker. 10kWp (9x1.14kWp)
- **Eolian** : vertical axis, (1kW per unit)
- **CHP** : Combined Heat & power (10kW electric, 25kW thermic)



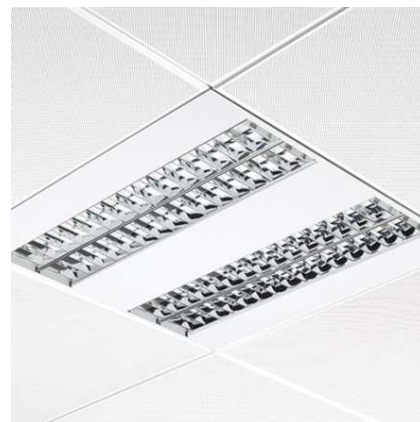
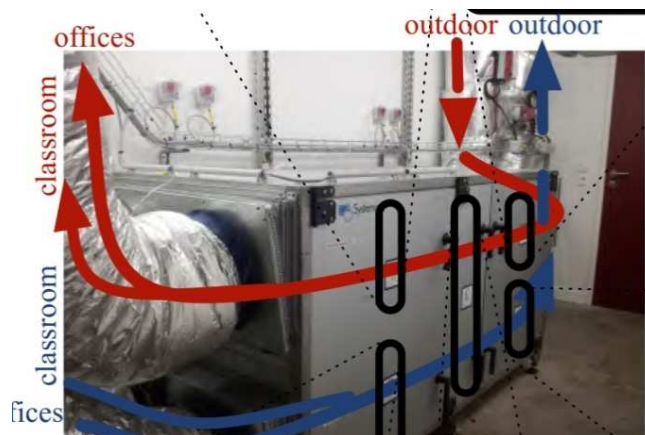
Storage and Loads

- **Stationary battery** : 50kWh, 60 Ah
- **4 Electric vehicles** : 4 x 22 kWh lithium ion battery

	kWh/day	kWh/an
Computers	23	8550
Ventilation	22	8000
Lighting	11	4000
Pumps	5	2000
Total Electric	61	22550
Heating (thermic)	24 (winter)	2400
Cooling (thermic)	28 (summer)	2800
Total Thermic	26	5200



Renault
Zoé



Une recherche mise en œuvre via des plateformes et de la recherche expérimentale



■ Objectifs applicatifs

- De l'autoconsommation à l'autonomie énergétique
- Le « smart-building » connecté au « smart-grid »

■ Objectifs scientifiques:

- Modélisation pour la conception et la gestion optimale In Situ à l'échelle du bâtiment:
 - Caractérisation des composants: Bornes, micro-générateur, micro-systèmes, réseaux, ...
 - Conception
 - Modélisation et gestion optimale avec implication de l'utilisateur
 - Mutualisation des moyens de production, de stockage, de délestage
- Extension de la thématique:
 - Inter-action bâtiment – quartier – réseau (Eco-Quartier, Eco-Cité)

■ Ne pas oublier les usagers:

- Communautés d'utilisateurs et d'acteurs à l'échelle des bâtiments et du quartier

Conclusion

Conclusion

- **Le système bâtiment peut et doit faire partie des systèmes à étudier par le génie électrique**
- **Car c'est un noeud énergétique fondamental**
 - Lieu de consommation, de collecte, de stockage
- **Qui va/doit donner lieu à des travaux scientifiques et technologiques majeurs concernant notre discipline**
 - Méthodes et outils de conception, de modélisation et de supervision optimale
 - Composants pour la production, le stockage
 - Les réseaux et les micros réseau autonomes, connectés,
 - L'efficacité énergétique
- **Qui permettront l'évolution (la révolution?) du consomm'acteur**
 - Capable d'agir sur sa capacité de consommer/stocker/produire
 - Capable d'influer sur les tarifs/structure de l'industrie de l'énergie
 - « Smart building » au service du « Smart-building » ou l'inverse ?