Mesure de l’efficacité énergétique : Les enjeux pour le CEA-INES

lab
recherche
environnement
VINCI | PARISTECH

Etienne Wurtz, directeur scientifique

INES : National Institute of Solar Energy, a French Institute of Energy Transition

500	Employees
50 M€	Budget/year
63	Patents/year

► For hardware …

Premium PV Cells and modules I Process & equipment I X-IPV I Power electronics I PV plants Architectures

& software developments

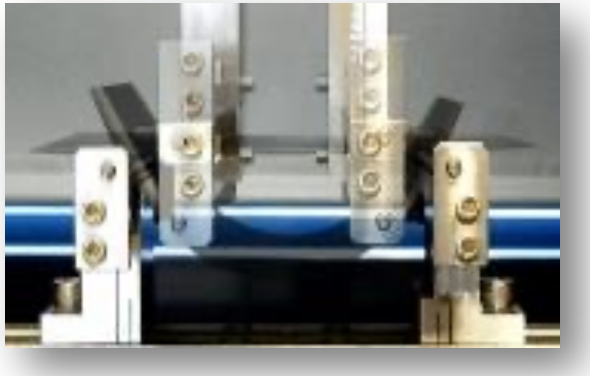
Grid integration I Diagnosis & Data I Energy management systems I Storage I Smart grids & Smart cities

~150 Industrial partners along the value chain = A unique Eco-System

Une rapide visite des travaux sur les cellules PV

G5-G6 DSS

DW Wafering



Characterization

Cell pilot line for high efficiency solar cells

15 MW Module Line

lab
recherche
environnement
VINCI I PARISTECH

POURQUOI ET COMMENT MESURER ? LE BATIMENT, UN MONDE D’INCERTITUDES HUMAINES ET METEOROLOGIQUES

Problématiques monitoring bâtiment

- **Garantir/discriminer l’usage** d’un bâtiment de ses performances intrinsèques.
- **Aider à la décision**, à l’exploitation d’un bâtiment
- **Mutualiser la ressource**, par exemple les réseaux électriques et de chaleur.
- **Adéquation des ressources énergétiques** aux besoins du bâtiment

Nouveaux enjeux

•Intégration des **renouvelables** au réseau

•Optimiser **la teneur en CO2** du réseau

•Prendre en compte le véhicule électrique pour le **stockage** de l’énergie

•Gérer l’effacement à l’échelle d’un bâtiment ou d’un ilôt en cas de **pics énergétiques**

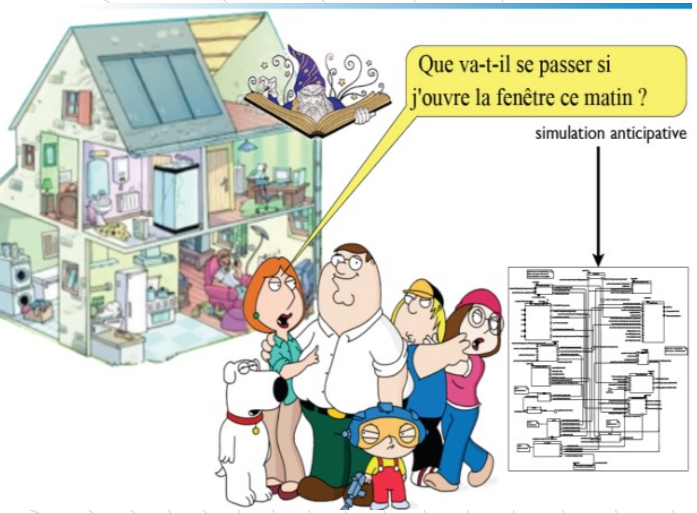
« Ce qui ne se mesure pas ne s’améliore pas. »

William Edwards Deming

Authentis

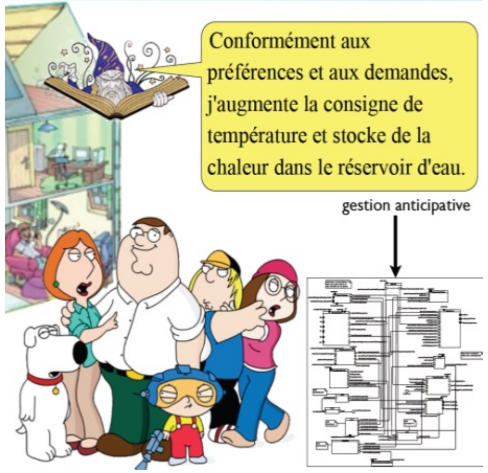
www.bernard-guevorts.com

Comme le temps est frais et venteux ce matin, le prix de l’énergie est élevé et qu’il y a un risque d’instabilité réseau élevé : l’ouverture de fenêtre est déconseillée et coûterait 2€ supplémentaires

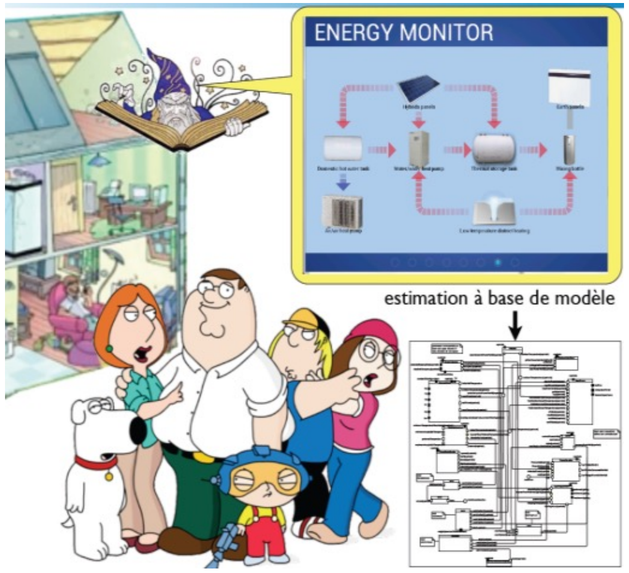

Que va-t-il se passer si j'ouvre la fenêtre ce matin ?
simulation anticipative

Simulation anticipative

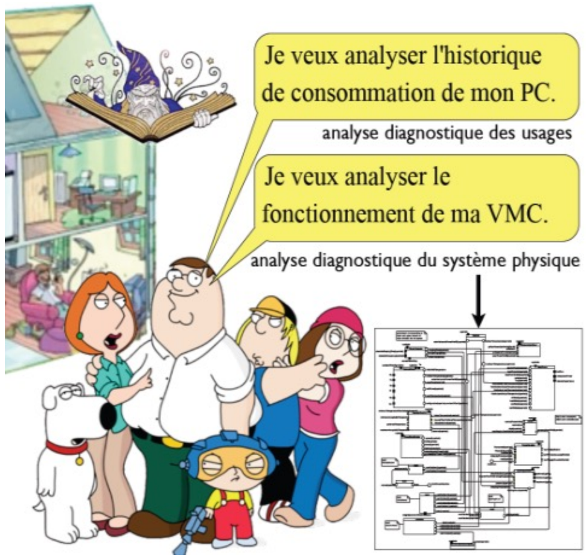
Comment se répartissent les flux énergétiques actuellement ?


Conformément aux préférences et aux demandes, j'augmente la consigne de température et stocke de la chaleur dans le réservoir d'eau.
gestion anticipative

Gestion anticipative

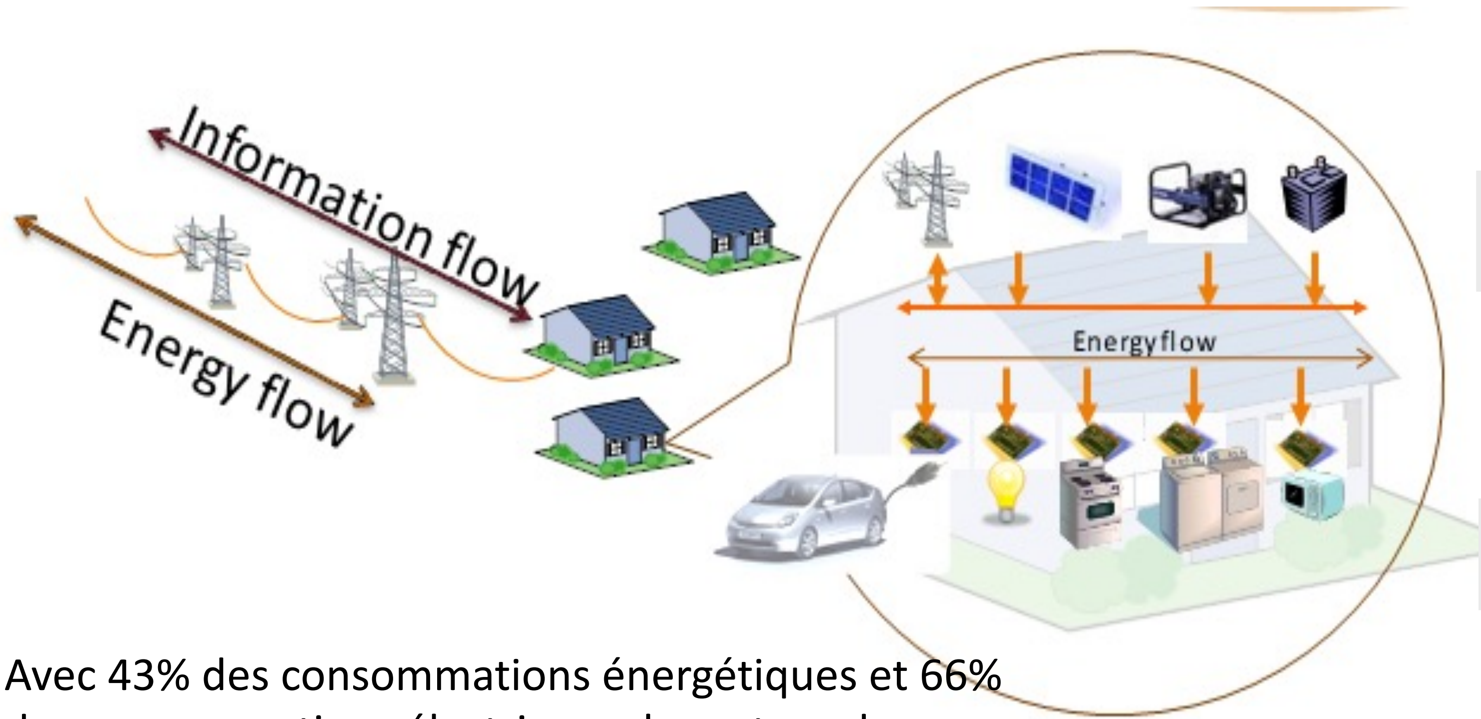

ENERGY MONITOR
estimation à base de modèle

Estimation


Je veux analyser l'historique de consommation de mon PC.
analyse diagnostique des usages
Je veux analyser le fonctionnement de ma VMC.
analyse diagnostique du système physique

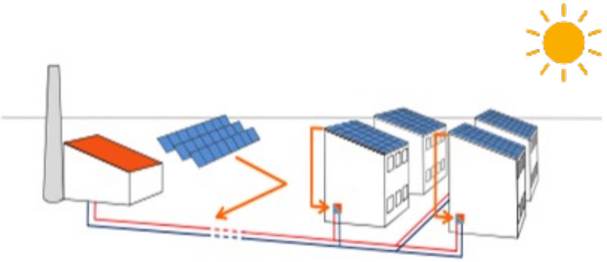
Diagnostic

INTEGRER LE CHANGEMENT D'ÉCHELLE : LE BATIMENT DEVIENT UN NŒUD ÉNERGÉTIQUE, EN INTERACTION AVEC LES RÉSEAUX THERMIQUES & ÉLECTRIQUES ET LA MOBILITE, AVEC LE BIEN-ÊTRE DE L'USAGER AU CENTRE (CONSOM'ACTEUR)



Flux thermiques
Enveloppe & Composants

Flux électriques
Dimensionner-Anticiper-Réagir



Usagers
Aide à la décision

Avec 43% des consommations énergétiques et 66% des consommations électriques le secteur du bâtiment est un consommateur majeur

Au concept de bâtiment à énergie positive succède celui d'optimisation de l'interaction avec le réseau

LES BANCS EXPERIMENTAUX POUR CIBLER CETTE NOUVELLE ECHELLE

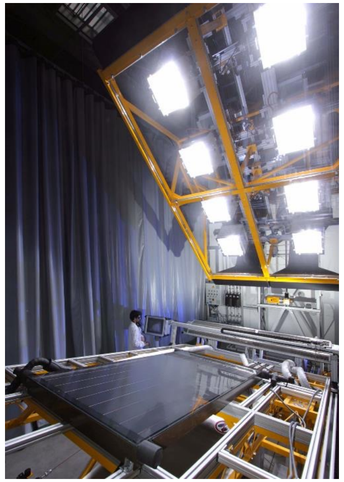
Plateforme de test de fiabilité et de rentabilité

Réseaux intelligents

Véhicules électriques

Plateforme bâtiment

Tests de batteries

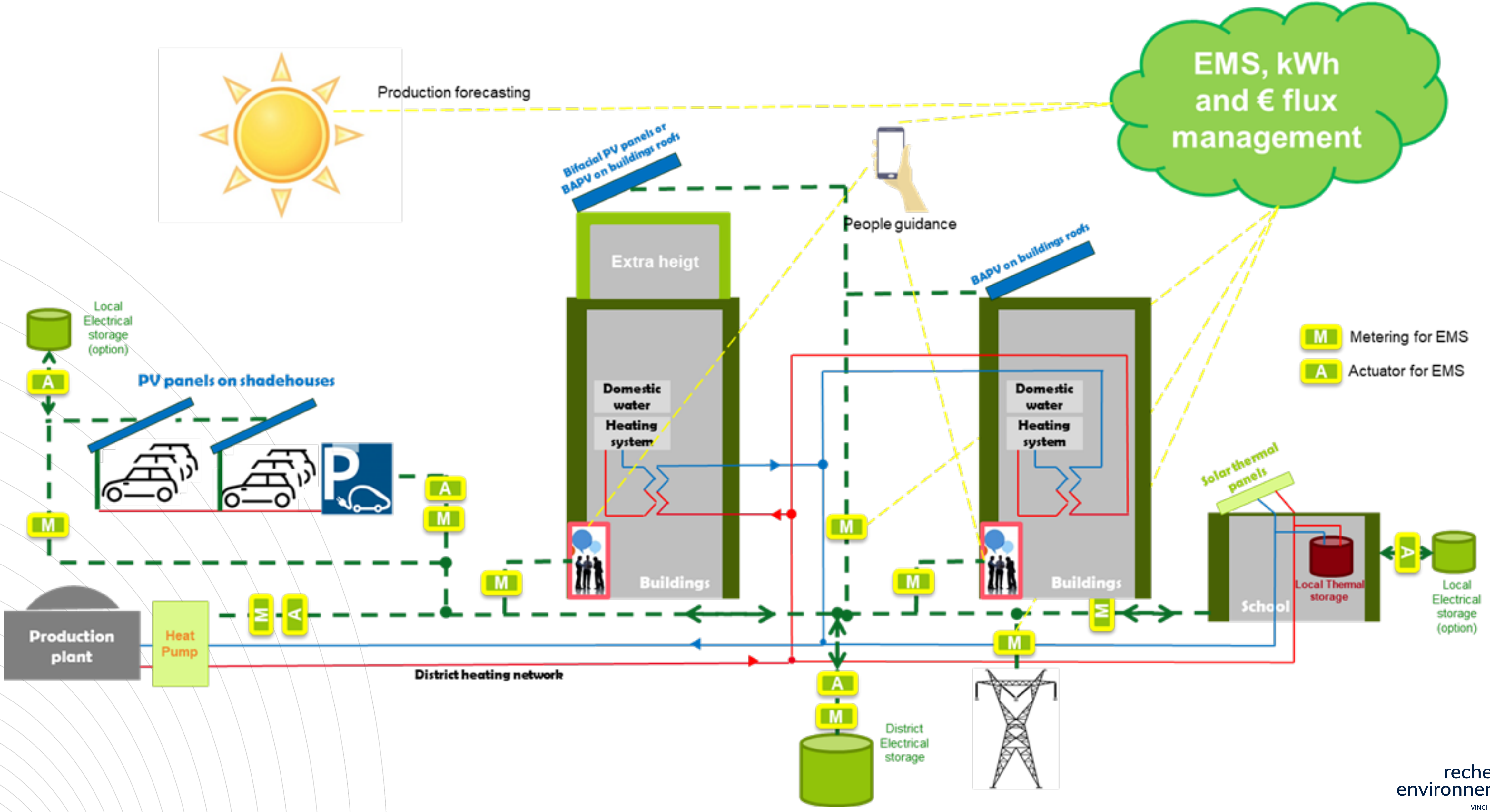


Solaire thermique

Tests de façades

Station de stockage

POUR UN OBJECTIF DE RÉSEAU DÉCARBONÉ À TOUTES LES ÉCHELLES

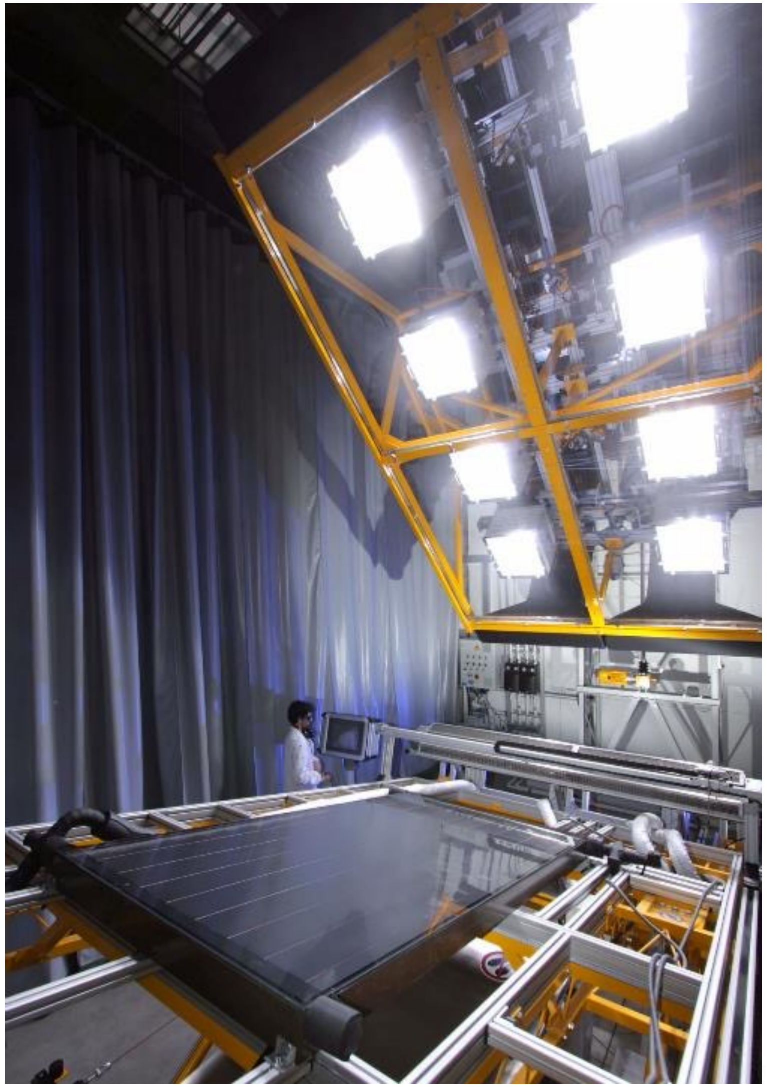

Production forecasting
EMS, kWh and € flux management
Bifacial PV panels or BAPV on buildings roofs
People guidance
BAPV on buildings roofs
Extra heigt
Local Electrical storage (option)
PV panels on shadehouses
Domestic water
Heating system
Domestic water
Heating system
M Metering for EMS
A Actuator for EMS
Solar thermal panels
A
M
M
A
M
M
M
A
M
M
A
M
M
A
Buildings
Buildings
Local Thermal storage
School
Local Electrical storage (option)
Production plant
Heat Pump
District heating network
District Electrical storage

lab recherche environnement
VINCI | PARISTECH

DES MESURES A TOUTES LES ECHELLES A l’INES

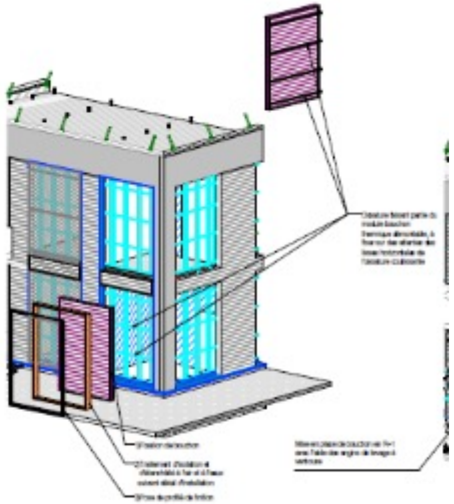
lab recherche environnement
VINCI | PARISTECH

1. ECHELLE DU COMPOSANT :
POTENTIEL DU BANC SOLAIRE ARTIFICIEL ET CELLULES PASSYS POUR LES FAÇADES



2. ECHELLE DE LA MAISON :
LES ATOUTS DES MAISONS INCAS POUR LE CONFORT

3. ECHELLE DU BATIMENT TERTIAIRE OU COLLECTIF

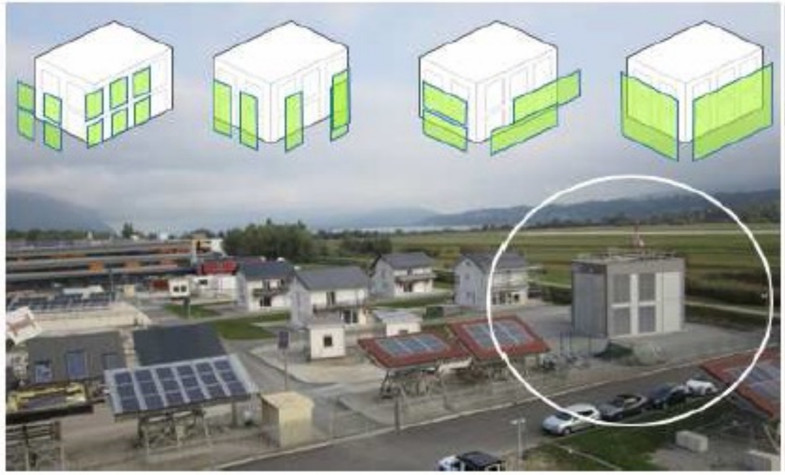


9*6M FACADE TESTING

WINDOWS, GLAZING, INSULANTS, RENDERS, BLINDS, SHUTTERS, PREFABRICATED FACADES, CLADDING, DOUBLE SKIN.

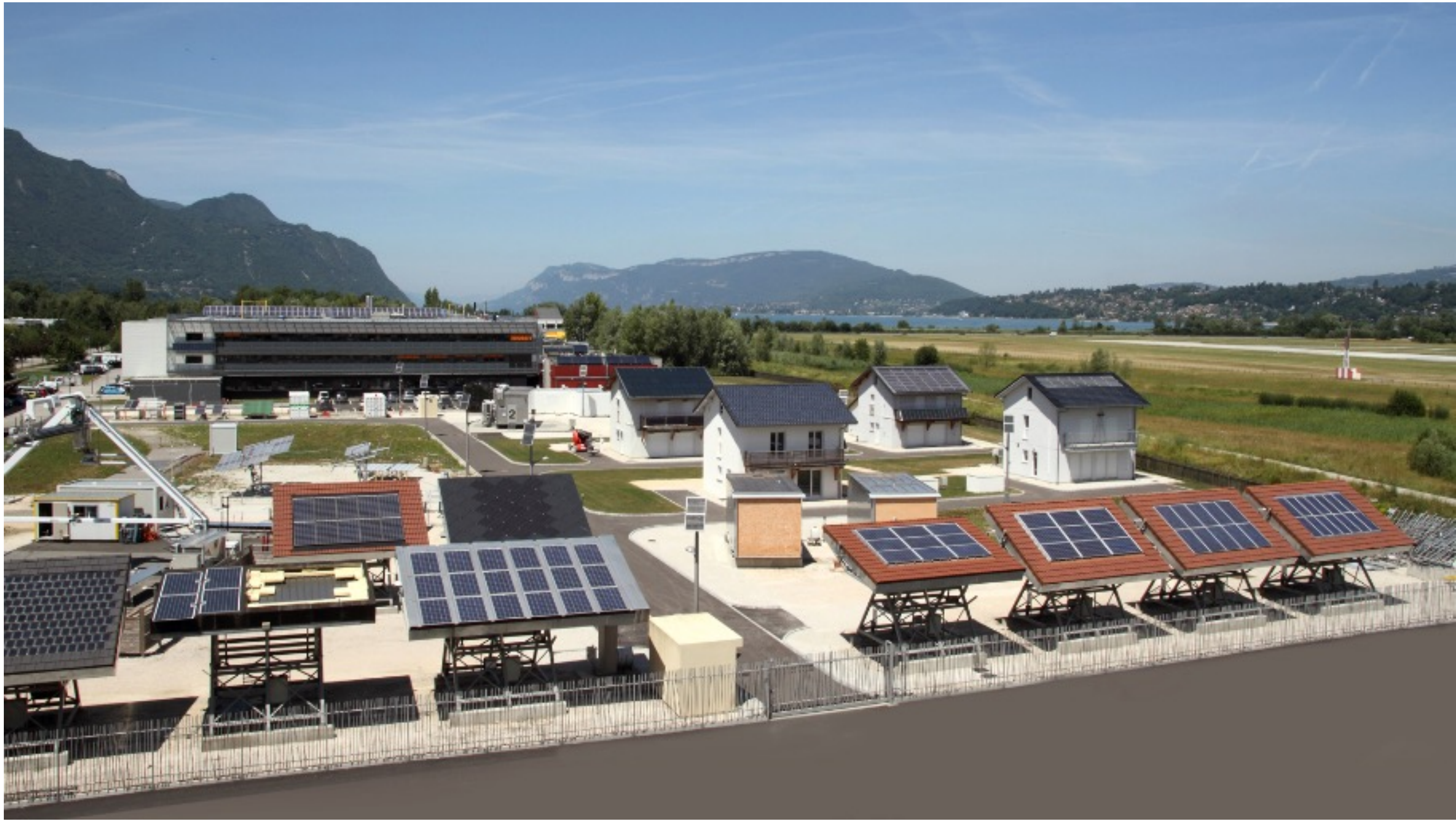
- Fully Instrumented
- Temperature and humidity controlled

FACT
cea tech



4. ECHELLE DE L'ILOT :

UNE PLATEFORME POUR ETUDIER LES INTERFACES AVEC LES RESEAUX THERMIQUES ET ELECTRIQUES



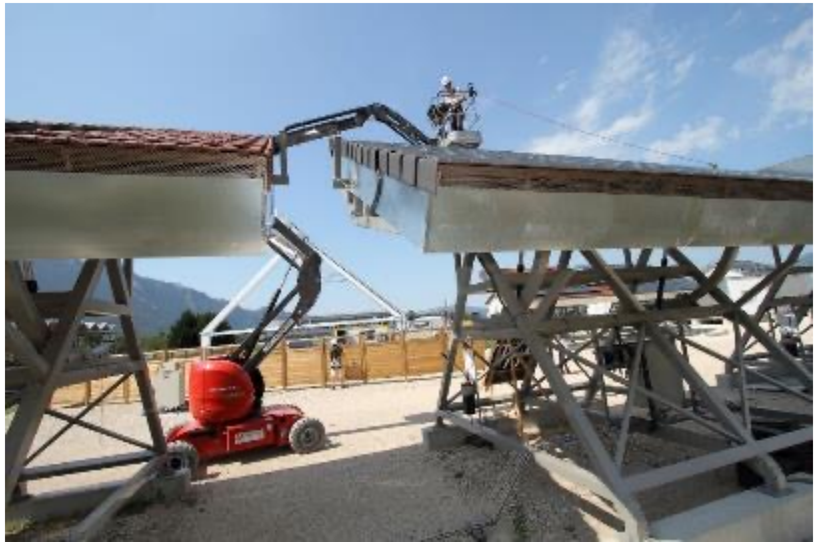
DES MESURES POUR TOUTES LES APPLICATIONS

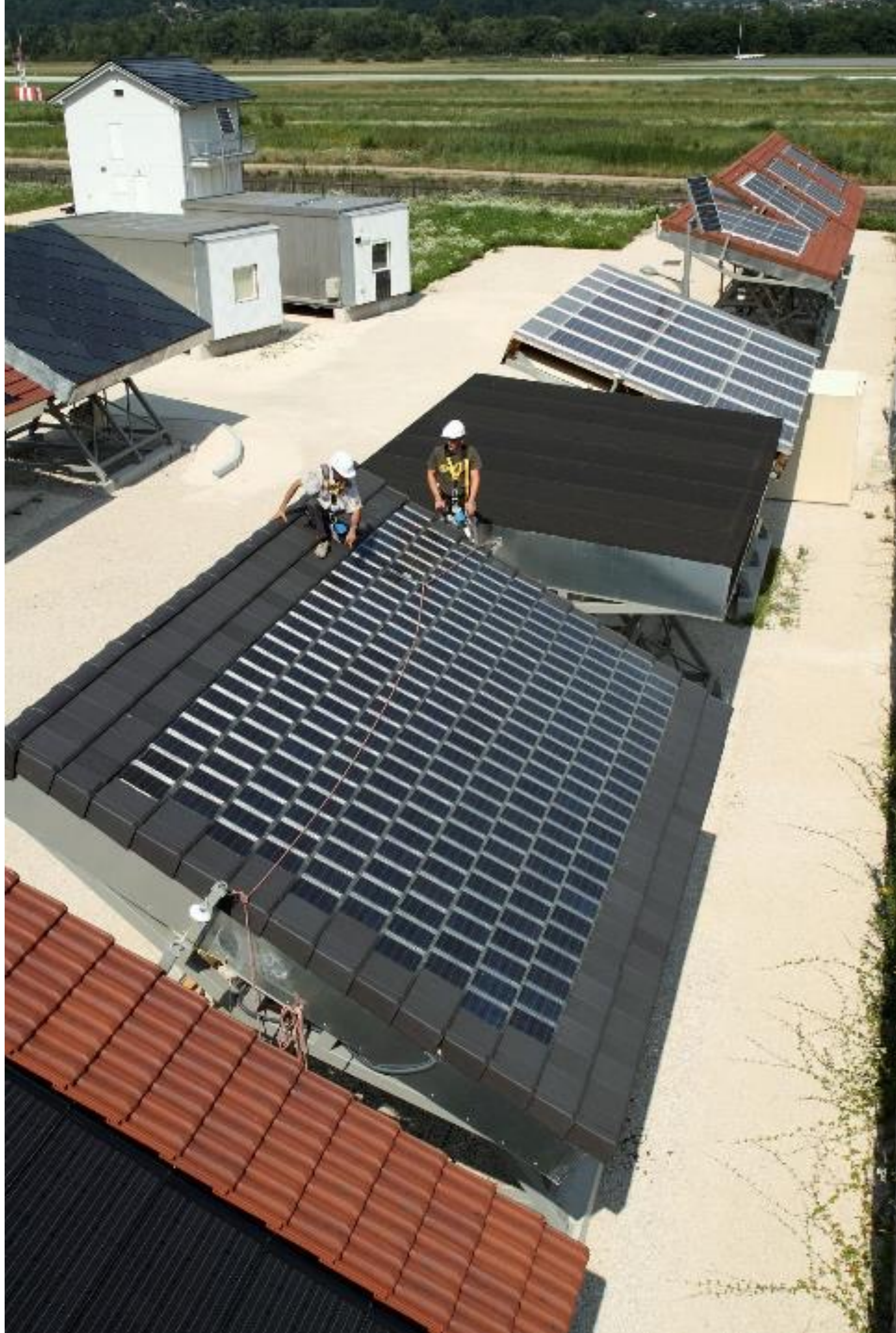
BANCS EXPERIMENTAUX DE TOITURE PV

14*EXPERIMENTAL ROOFS

ROOF INTEGRATED PHOTOVOLTAICS, ROOFING MEMBRANES ROOF TILES, SOLAR THERMAL SYSTEMS, ROOF OPENINGS, SOLAR ROOFS, COOL ROOFS

- Fully monitored : thermal and electrical
- Tiltable
- Evolutive
- Hardware in the loop thermal bench for hybrid PV/Solar Thermal





SYSTEMES THERMIQUES

HARDWARE IN THE LOOP HVAC SYSTEMS TEST BENCHES

SOLAR THERMAL SYSTEMS, VENTILATION, HEATPUMPS, BOILERS, STORAGE SYSTEMS, SOLAR COOLING, GEOTHERMAL SYSTEMS

- Test Benches for air systems + climatic chamber
    - -15°C to 100°C
    - 60 to 1500m3/hr
    - 0 to 250 Pa Pressure Drop
- Test benches for water systems
    - -10°C to 180°C
    - 60 to 5000kg/hr
    - 8*25kW for heating + 1*50kw for domestic hot water

ENVELOPPE DU BATIMENT

THERMAL COMFORT
LOAD BEARING
BALANCE
STORAGE
BREATHE
CONTROL
HARVEST
PROTECT

LIGHT PREFABRICATED FACADES FOR RETROFIT

HYDROTHERMAL TRANSFERS

HEMP CONCRETE

COOL ROOF

INSULATING COATING

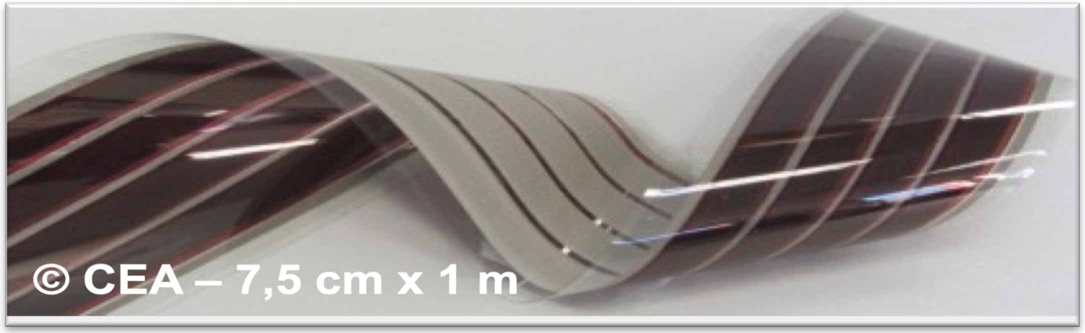
TEXTILE ARCHITECTURE

AEROGELS

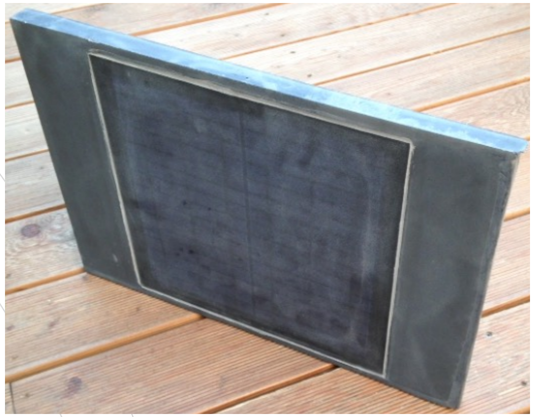
BLOCS
POUR
RAIDISSEUR

INTEGRATION SOLAIRE

CUSTOM PV MODULES

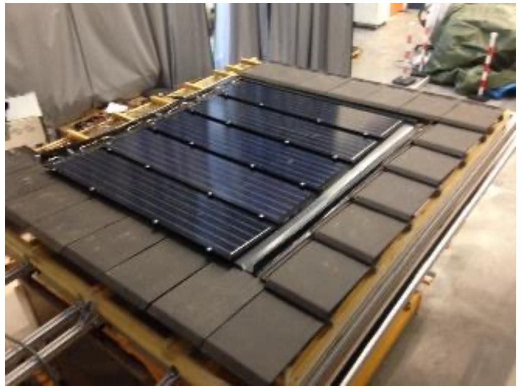

© CEA – 7,5 cm x 1 m

Building Integrated photovoltaic tiles

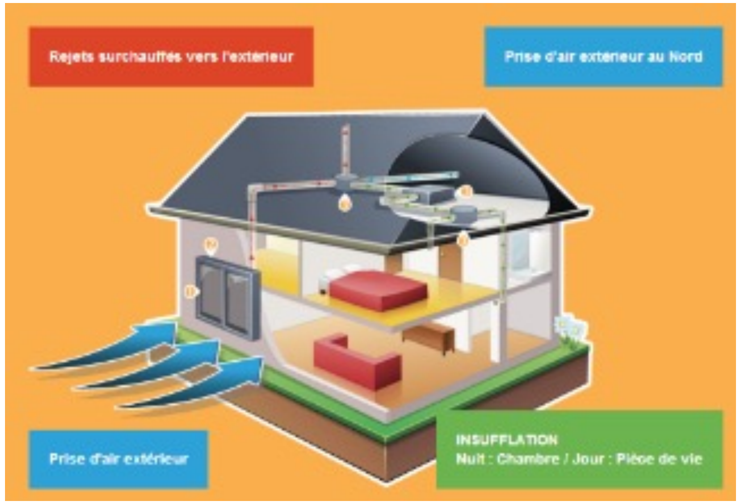


SOLAR ROLLER BLINDS

PHOTOVOLTAIC TILE



Hybrid PV/Solar thermal

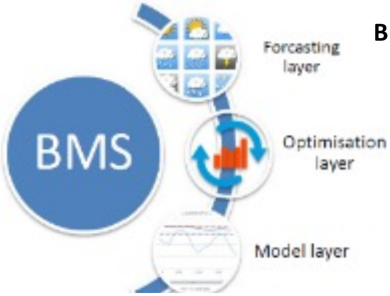

Rejets surchauffés vers l'extérieur
Prise d'air extérieur au Nord
Prise d'air extérieur
INSUFFLATION
Nuit : Chambre / Jour : Pièce de vie

TROMBE WALLS

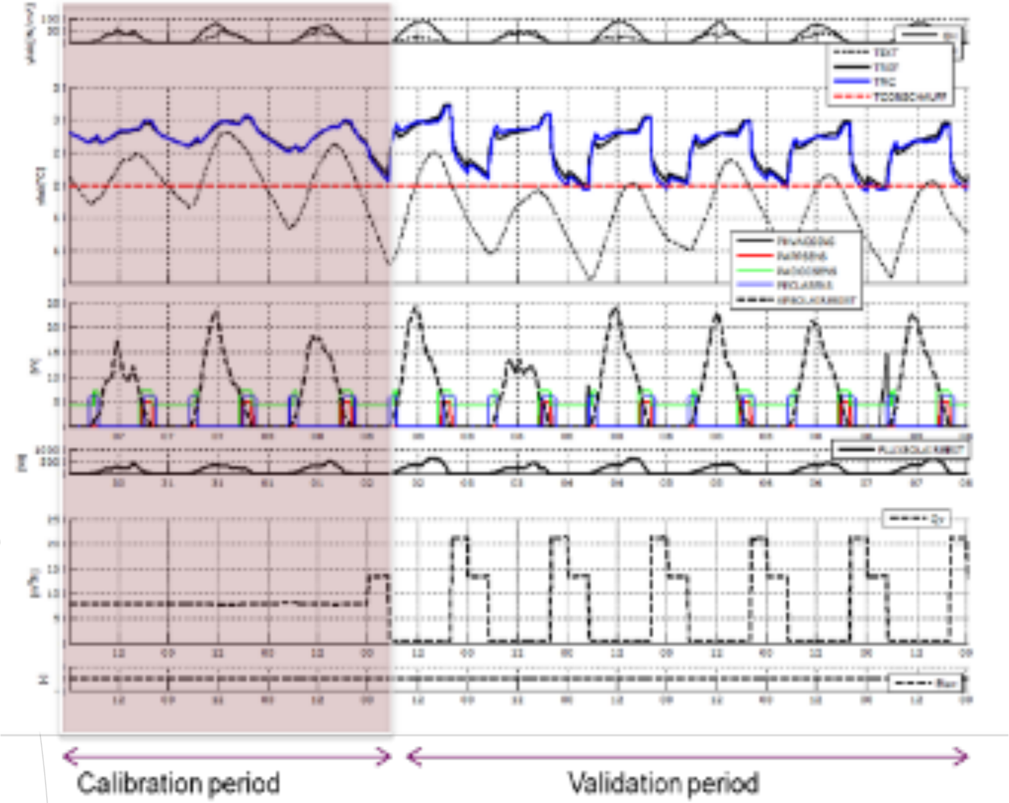
SYSTEMES ELECTRIQUES

- ***STORAGE SYSTEMS***
- ***ELECTRICAL SYSTEMS***
- ***SMART GRIDS***

Autonomous systems


BMS
Forcasting layer
Optimisation layer
Model layer

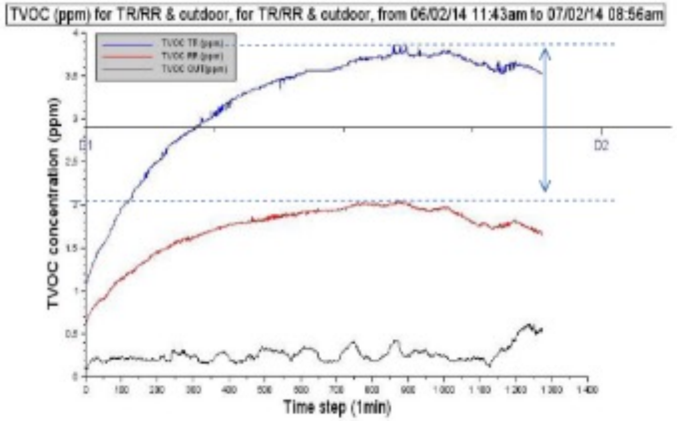
Building management system



District Energy management system

Experimental smart grid

QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR



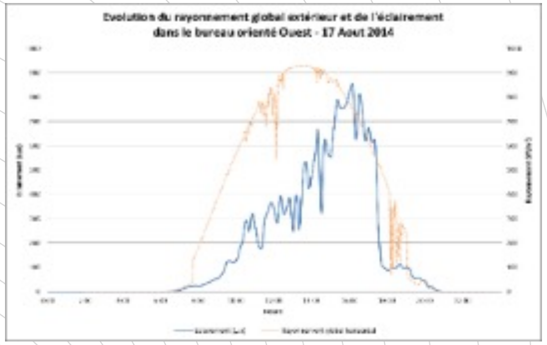
AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT

PHOTOCATALISIS

FULL SIZE CHARACTERIZATION TESTS

AIR TREATMENT (with DTNM)

VISUAL COMFORT AND NATURAL LIGHTING



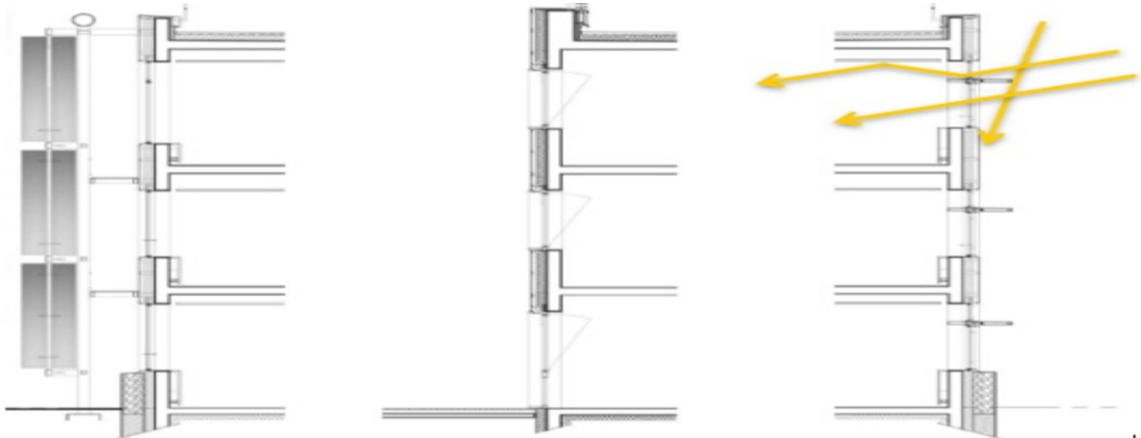
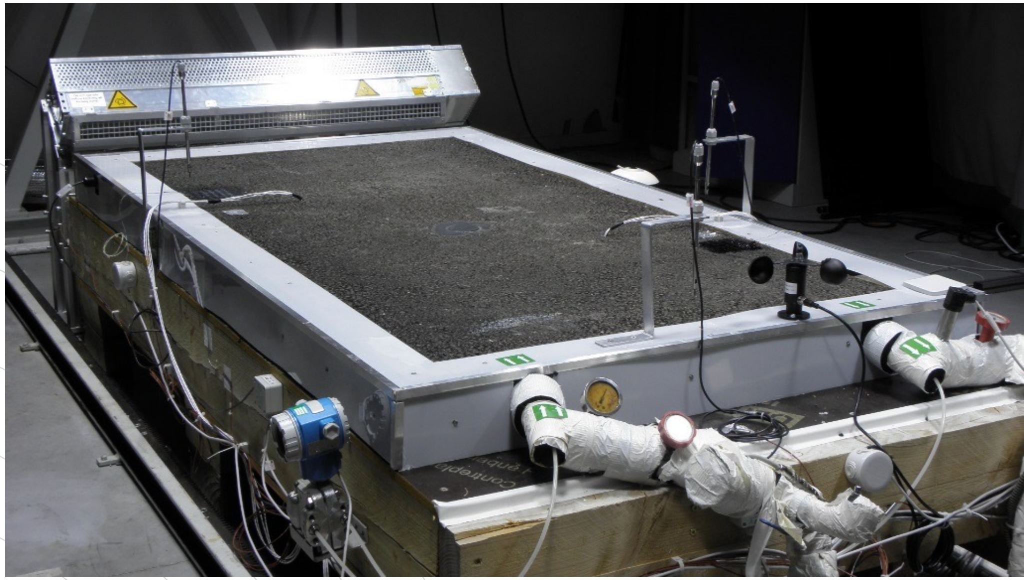
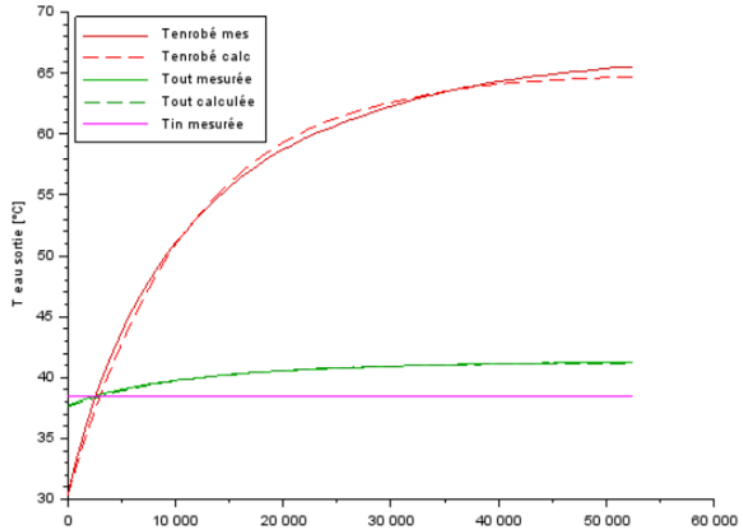
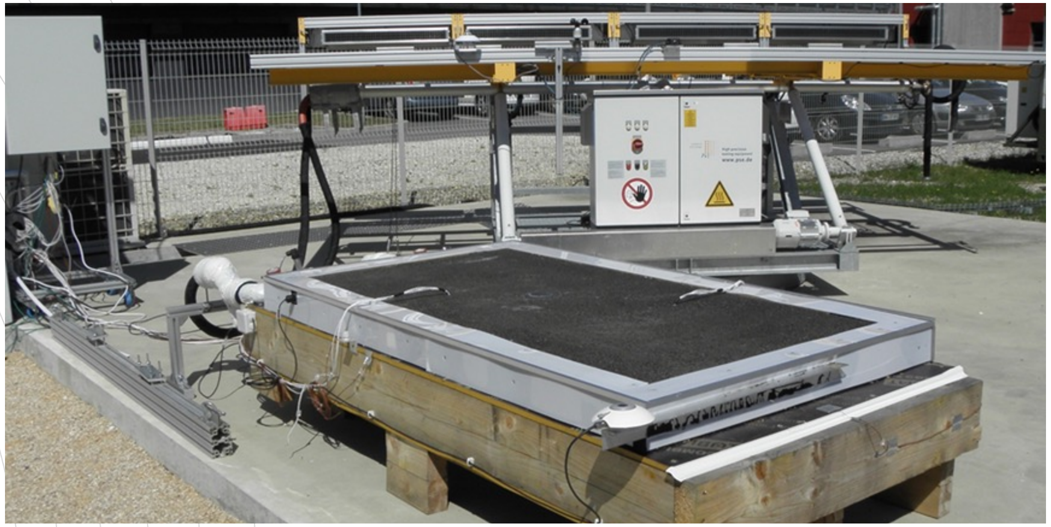


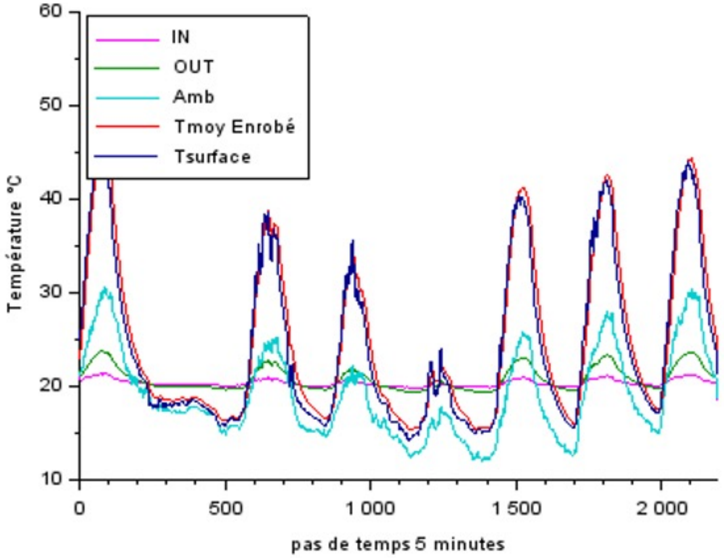
Figure I-1 : Coupe de principe des façades Ouest (gauche), Atrium (centre) et Est (droite)

EXPÉRIMENTATION AU CEA-TECH D'UNE MAQUETTE « POWER ROAD® » (EUROVIA)
BANCS D'ENSOLEILLEMENT ARTIFICIEL ET EXTÉRIEUR - INSTRUMENTATION









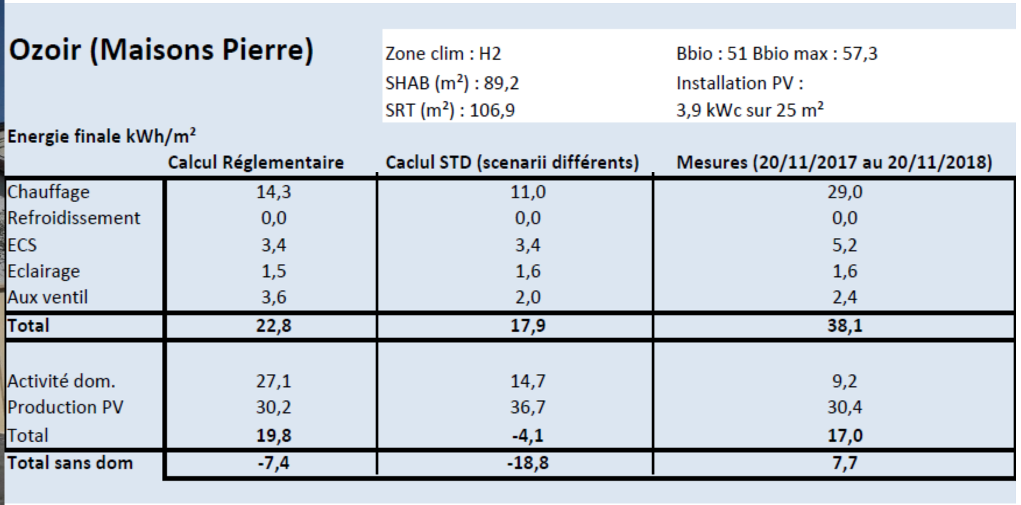
COMEPOS : LA DEMONSTRATION PAR LA MESURE

25 DEMONSTRATEURS DE TERRAIN SIMULES, OPTIMISES ET MESURES

lab
recherche
environnement
VINCI | PARISTECH

PROJET COMMUN AVEC MINESPARISTECH

EXEMPLE D’UNE MAISON À ÉNERGIE POSITIVE
COMPARAISON MESURE SIMULATION RÉGLEMENTATION



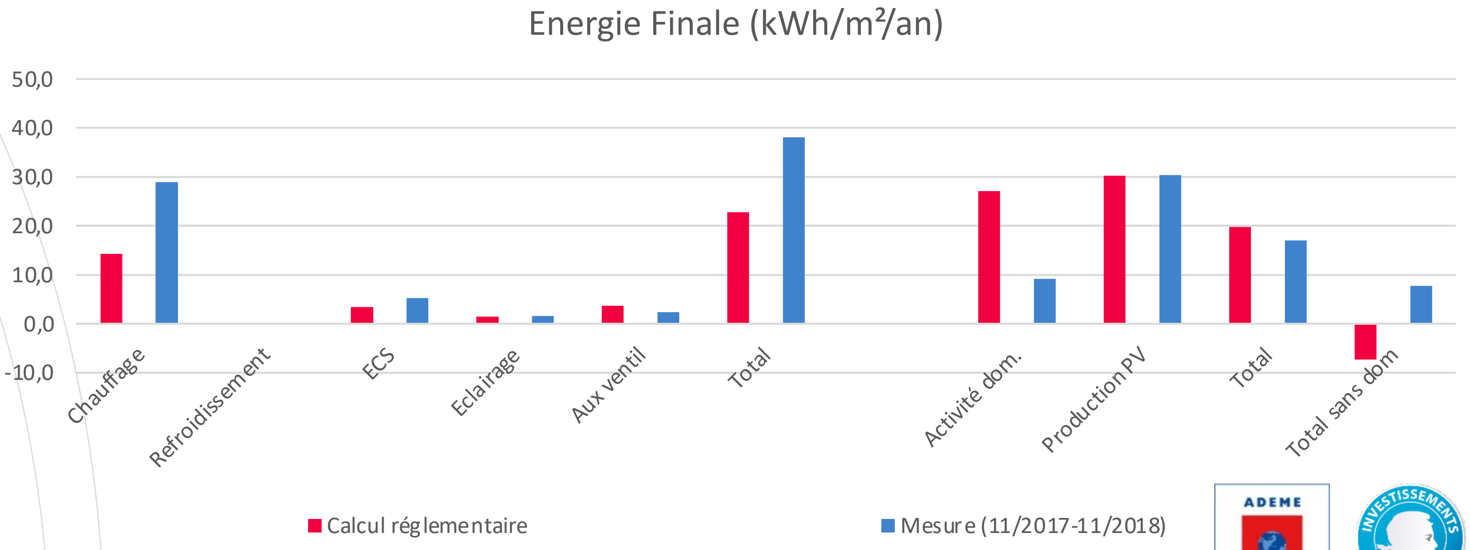
Ozoir (Maisons Pierre)

Zone clim : H2
SHAB (m²) : 89,2
SRT (m²) : 106,9

Bbio : 51 Bbio max : 57,3
Installation PV :
3,9 kWc sur 25 m²

Energie finale kWh/m²

	Calcul Réglementaire	**Caclul STD (scenarii différents)**	**Mesures (20/11/2017 au 20/11/2018)**
Chauffage	14,3	11,0	29,0
Refroidissement	0,0	0,0	0,0
ECS	3,4	3,4	5,2
Eclairage	1,5	1,6	1,6
Aux ventil	3,6	2,0	2,4
Total	**22,8**	**17,9**	**38,1**
Activité dom.	27,1	14,7	9,2
Production PV	30,2	36,7	30,4
Total	**19,8**	**-4,1**	**17,0**
Total sans dom	**-7,4**	**-18,8**	**7,7**



ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

INVESTISSEMENTS D'AVENIR

lab
recherche
environnement
VINCI | PARISTECH

LE DÉVELOPPEMENT DE L'INTEGRATION PHOTOVOLTAÏQUE AU BATIMENT A PARTIR DES SUCCES DES AUTRES DOMAINES

COLAS

Solar Road
8 kg/m²

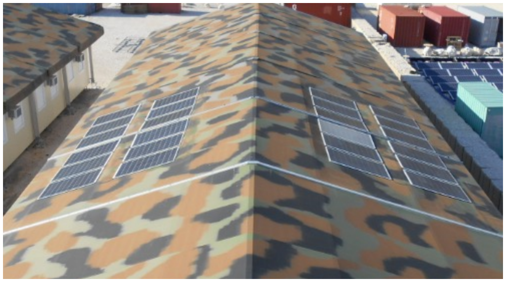
Photowatt

Solight
6 kg/m²

ENERGY OBSERVER

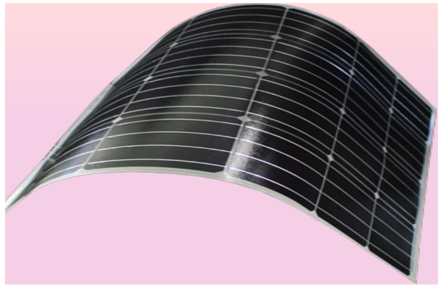
Energy Observer
3.5 - 6 kg/m²

2CA
CONCEPT COMPOSITES AUVERGNE



OPERASOL
4 KG/M²

ThalesAlenia
A Thales / Finmeccanica Company Space

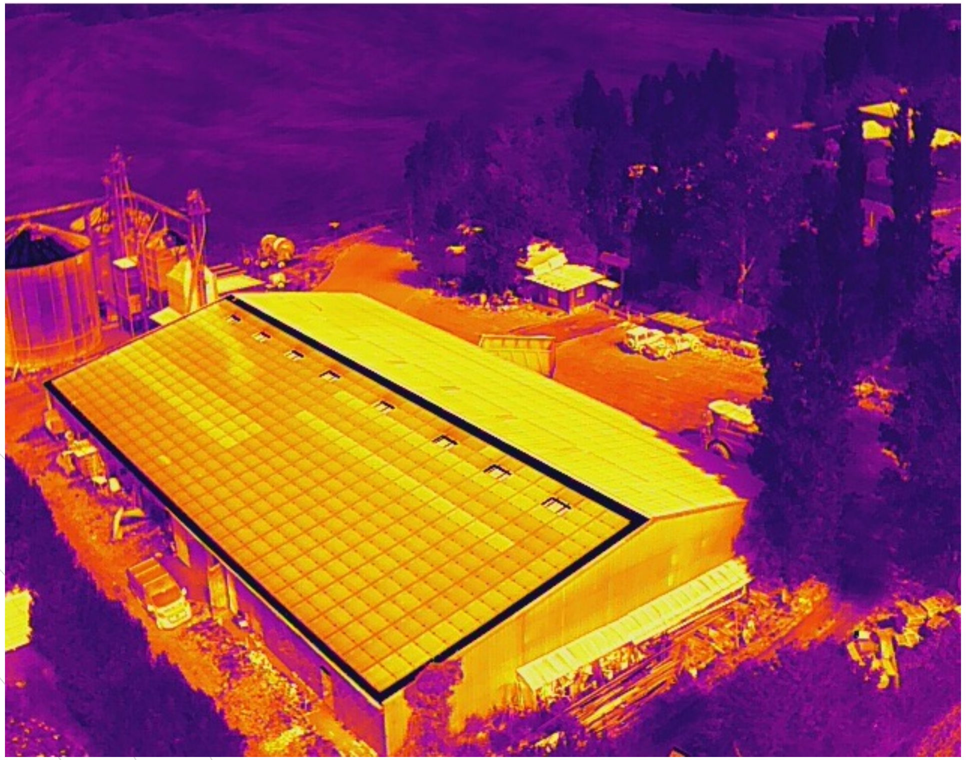


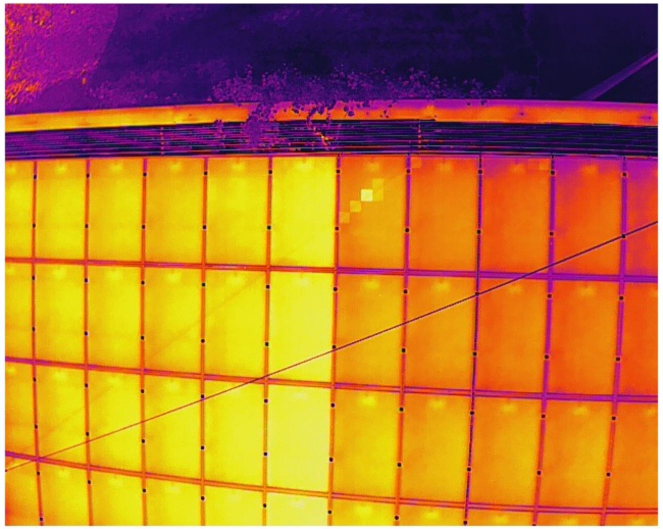
Stratobus
<800 g/m²

Dépasser les limites en visant une optimisation économique

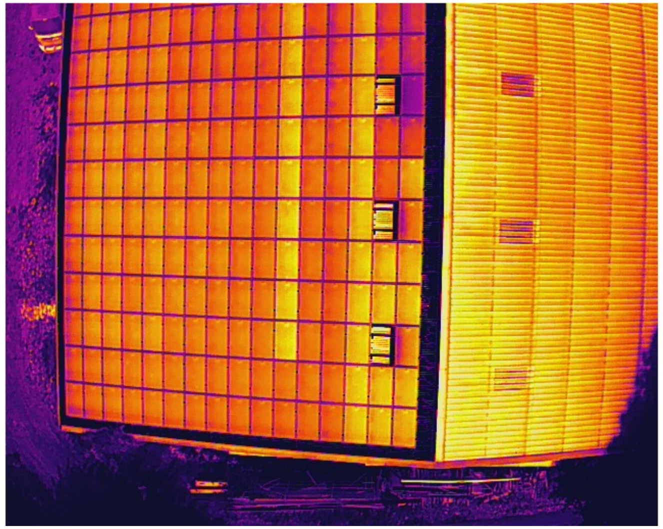
LA MESURE DU BON FONCTIONNEMENT D’UNE MINI-CENTRALE

UN DRONE EQUIPE DE CAMERA THERMIQUE POUR DETECTER LES DEFAUTS DE L'INSTALLATION





L'impact de l'ombrage causé par le fil de fixation



String déconnecté à cause de fusible hors service

lab
recherche
environnement
VINCI | PARISTECH

CONCLUSIONS SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA MÉTROLOGIE

- Mesure expérimentale de laboratoire versus mesure de démonstrateurs sur site
- Nécessité de métrologie sur de longues durées
- Influence de la météorologie et des usagers
- Différencier mesure de l'énergie thermique et électrique
- Complexité et taille des bâtiments
- Prise en compte du changement d'échelle (bâtiment, réseau, mobilité, stockage) pour l'évaluation des impacts
- Mesure d'efficacité, de suivi dans le temps, de maintenance prédictive, de garantie de performance …

lab
recherche
environnement
VINCI | PARISTECH

Des questions ?

Etienne Wurtz
etienne.wurtz@cea.fr
lab-recherche-environnement.org