



Garantie de performance énergétique, entre  
théorie et pratique

## Principaux résultats du monitoring du projet HIKARI

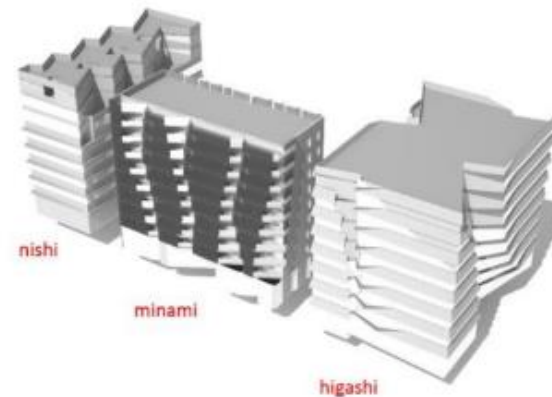
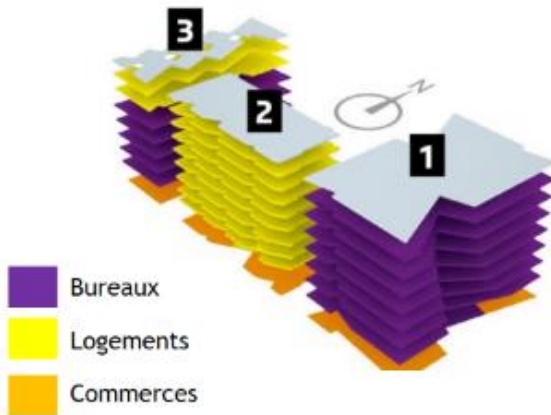
18/09/2019  
David CORGIER  
Rocco TRIPODI



# HIKARI : un projet lancé 2011 avec mission de « commissioning » et monitoring



| Nom          | Bureaux                    | Logements                  | Commerces                  | TOTAL                       |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| HIGASHI      | 5 434 m <sup>2</sup>       | m <sup>2</sup>             | 567 m <sup>2</sup>         | 6 001 m <sup>2</sup>        |
| MINAMI       | m <sup>2</sup>             | 2 959 m <sup>2</sup>       | 2 89 m <sup>2</sup>        | 3 248 m <sup>2</sup>        |
| NISHI        | 2 338 m <sup>2</sup>       | 570 m <sup>2</sup>         | 153 m <sup>2</sup>         | 3 061 m <sup>2</sup>        |
| <b>TOTAL</b> | <b>7 772 m<sup>2</sup></b> | <b>3 529 m<sup>2</sup></b> | <b>1 009 m<sup>2</sup></b> | <b>12 310 m<sup>2</sup></b> |



HIKARI - un îlot constitué de 3 bâtiments sur un socle commun mutualisant les productions

# HOME MANAGEMENT SYSTEM

La mission d'INDEA:

## 1. « Specific Design »

Recherche des technologies qui répondent aux besoins fonctionnels de Toshiba

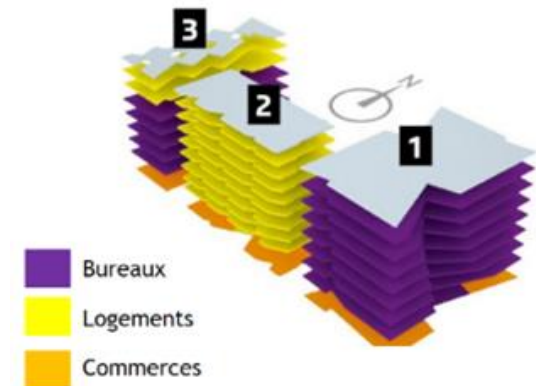
## 2. « System Engineering »

Réalisation de la programmation et mise en œuvre du HEMS

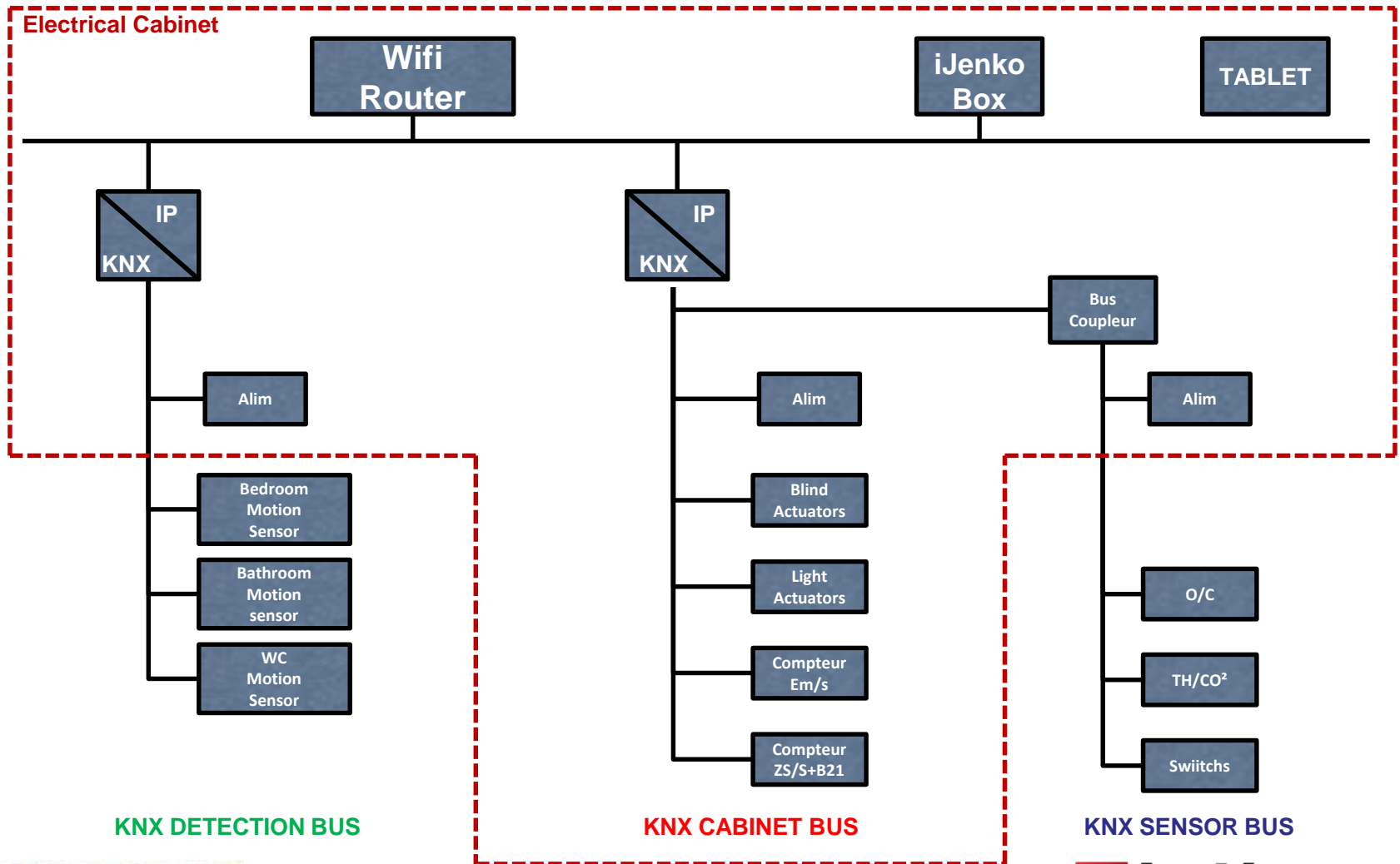
## 3. « Supply of Equipment »

Fourniture du matériel

Indéa est intervenue sur la partie logement Minami et Nishi



# ARCHITECTURE KNX



KNX DETECTION BUS

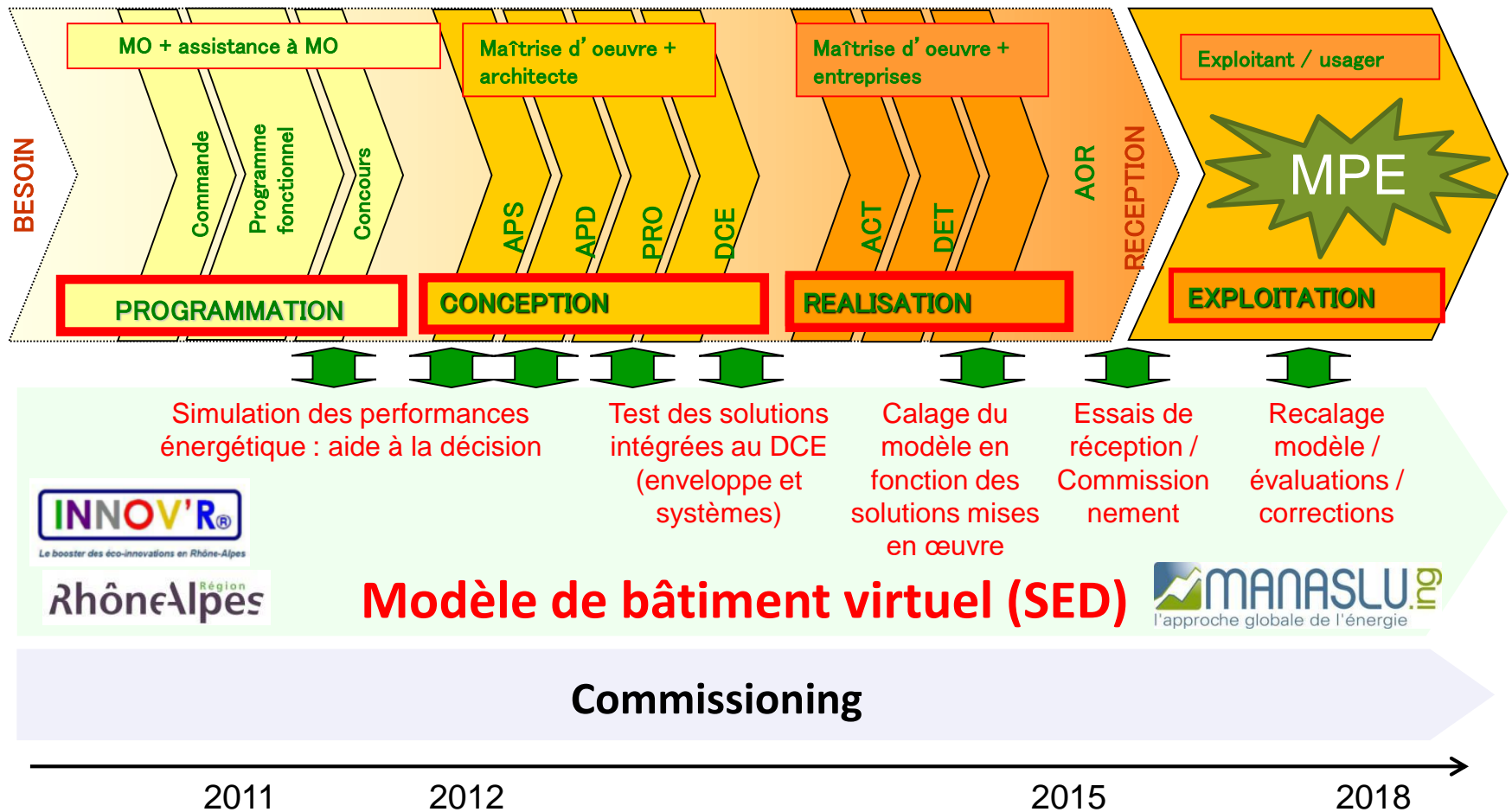
KNX CABINET BUS

KNX SENSOR BUS

# CAHIER DES CHARGES

| EQUIPEMENTS                      | FONCTIONNALITES  |
|----------------------------------|--|
| <b>Volets Roulants</b>           | Montée/ Descente de stores<br>Ouverture/ Fermeture angle des lamelles<br>Commande par bouton poussoir<br>Fonctionnement automatique sur programme horaire<br>Remontée forcée en cas de vents importants.                                     |
| <b>Etat des fenêtres</b>         | Contact sec pour déterminer l'état des fenêtres<br>Cette information est nécessaire pour des fonctionnalités de sécurité. Sur changement d'état du contact (ouverture/fermeture), arrêt du volet roulant                                     |
| <b>Capteurs de présence</b>      | Toshiba souhaite connaitre en temps réel dans l'appartement la positions des habitants.  |
| <b>Comptage d'énergie</b>        | Les dépenses en énergie électrique de chaque logement doivent être enregistrées afin de réaliser un contrôle et un suivi des consommations des appartements.   |
| <b>Thermostat</b>                | Toutes les pièces chauffées doivent être équipées d'un thermostat pour faire une régulation de température gérer des modes de fonctionnement.  |
| <b>CO<sup>2</sup> + Humidité</b> | En plus de la température, les usagers doivent avoir à disposition le niveau de CO <sup>2</sup> et d'humidité dans les pièce de vie: chambres et salon.  |
| <b>Prises</b>                    | Certaines prises doivent pouvoir être pilotées afin de couper leur alimentation sur demande des utilisateurs.  |
| <b>Connexion à distance</b>      | Les usagers doivent avoir accès à leurs données de consommation et piloter l'ensemble des équipements de leur logement à distance.   |
| <b>Réseau</b>                    | L'ensemble des équipements de l'armoire électrique des appartements doivent pouvoir être contrôlés à distance afin d'éviter le plus possible les interventions dans les logements. Cet accès à distance facilitera également la maintenance. |

# HIKARI : La mission de commissioning

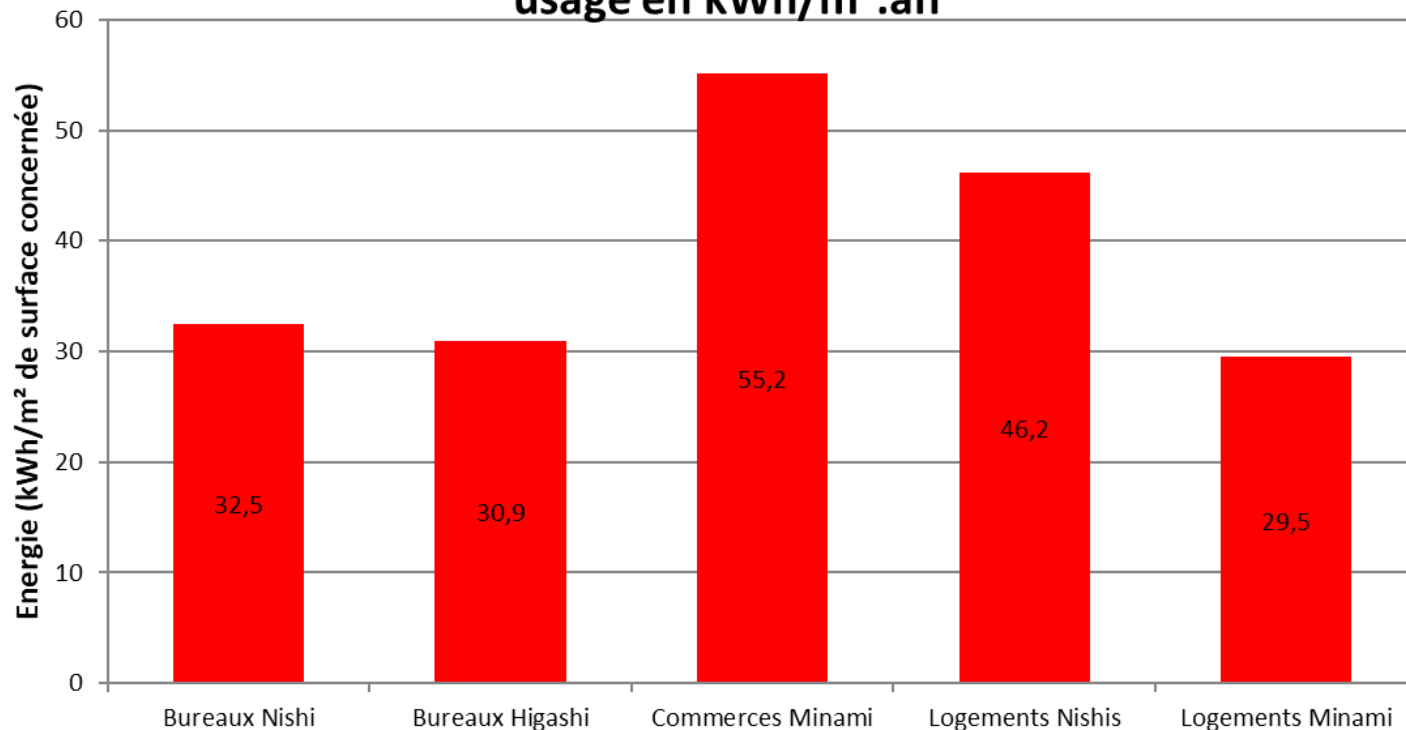


**Modèle de bâtiment virtuel (SED)**



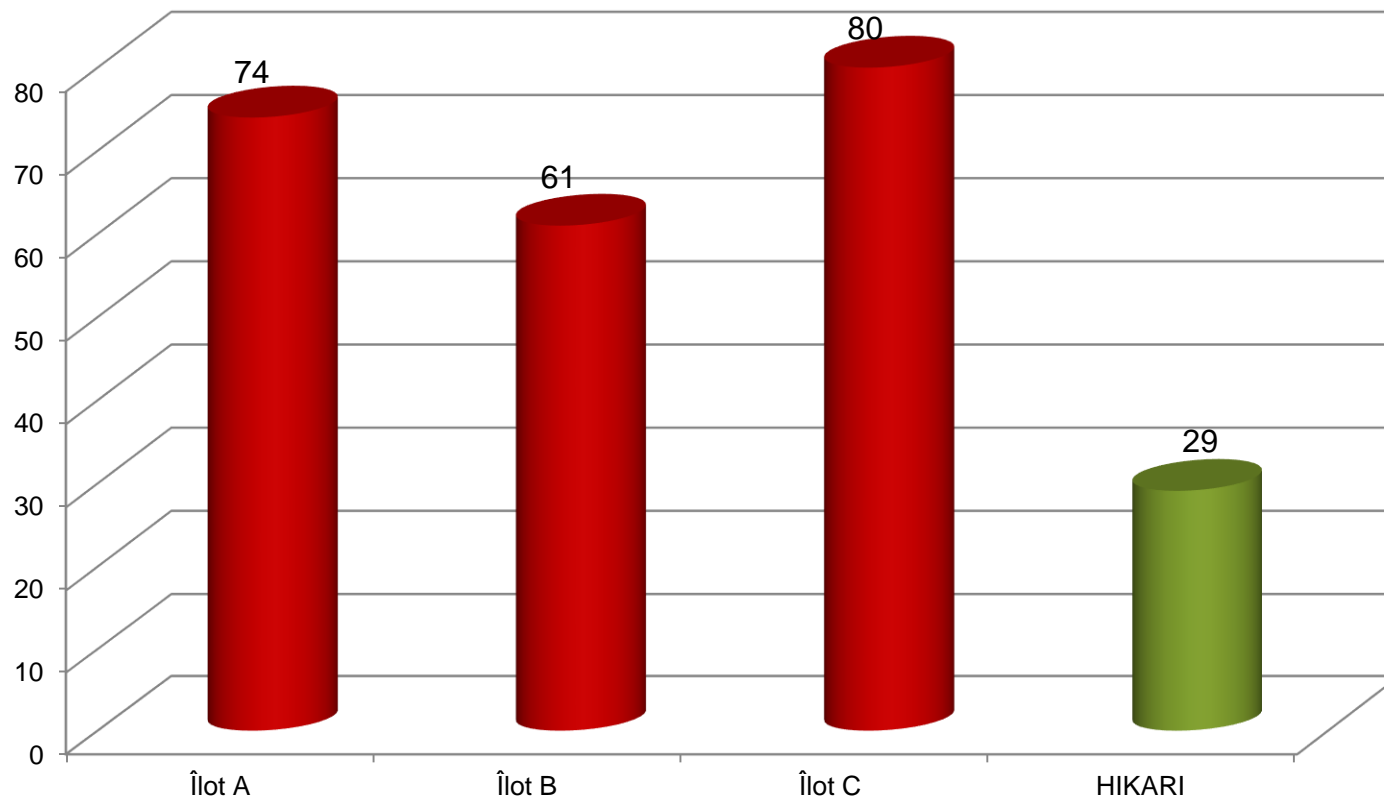
# Commissioning : de faibles besoins de chauffage vérifiés par monitoring

HIKARI : Consommations de chauffage par zone et par usage en kWh/m<sup>2</sup>.an



# Comparaison besoins de chauffage des logements sur la ZAC

Comparaison des consommations de chauffage (départ chaufferie) des logements en kWh/m<sup>2</sup>.an



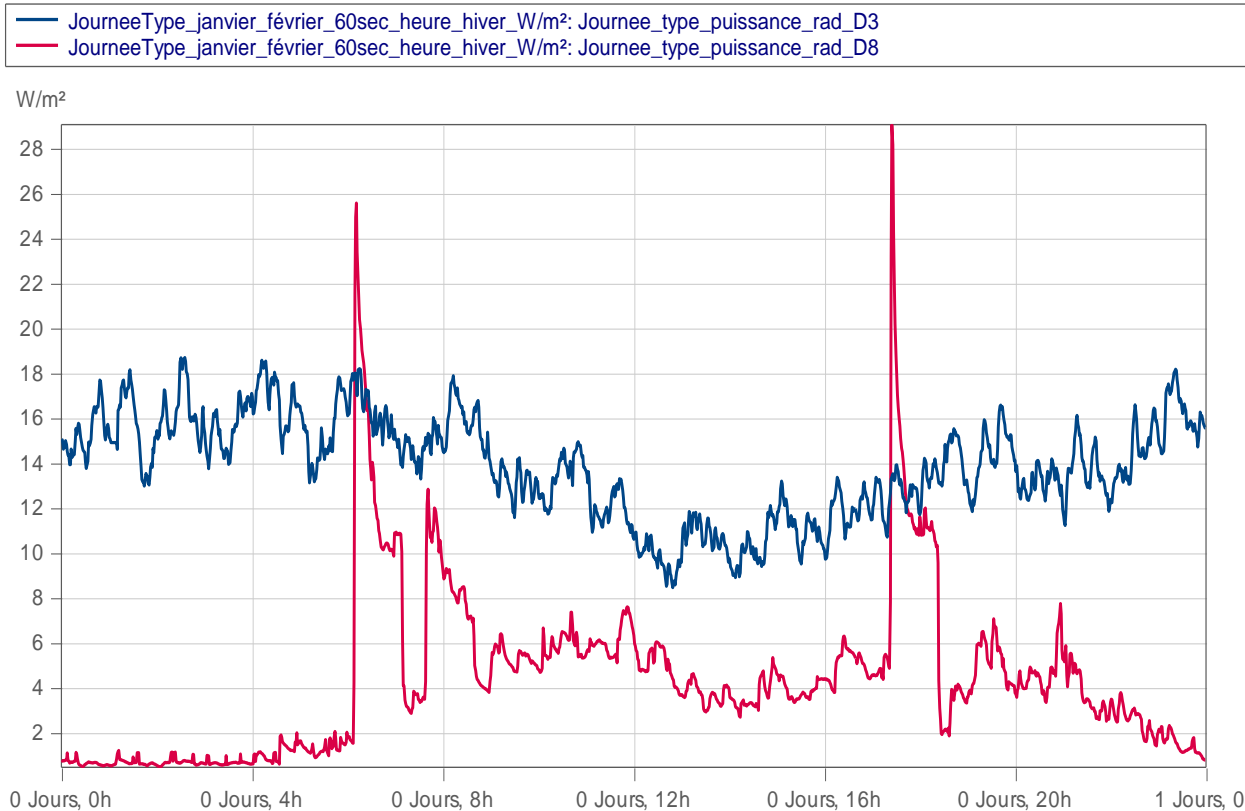


# Comparaison besoins de chauffage entre logements

|     |                            |                           |                            |                            |
|-----|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| R+8 | Logement A8<br>49.3        | Logement B8<br>5.9        | Logement C8<br>26.6        | <b>Logement D8</b><br>16.1 |
| R+7 | <b>Logement A7</b><br>1.5  | <b>Logement B7</b><br>5.3 | Logement C7<br>18.3        | Logement D7<br>61.9        |
| R+6 | Logement A6<br>45.9        | Logement B6<br>69.4       | <b>Logement C6</b><br>7.4  | Logement D6<br>31.1        |
| R+5 | Logement A5<br>25.0        | Logement B5<br>32.9       | Logement C5<br>22.0        | Logement D5<br>38.0        |
| R+4 | <b>Logement A4</b><br>21.6 | Logement B4<br>34.6       | Logement C4<br>2.7         | Logement D4<br>17.4        |
| R+3 | Logement A3<br>37.8        | Logement B3<br>33.6       | Logement C3<br>23.8        | Logement D3<br>46.5        |
| R+2 | Logement A2<br>24.7        | Logement B2<br>33.1       | <b>Logement C2</b><br>13.5 | Logement D2<br>39.0        |
| R+1 | Logement A1<br>33.0        | Logement B1<br>18.4       | Logement C1<br>58.8        | Logement D1<br>35.5        |

Consommations annuelles de chauffage par appartement en kWh/m<sup>2</sup>/an (en gras/surligné les logements ayant un rééduit de nuit sur le dernier hiver)

# Comparaison des profils de puissance de chauffage entre logements



Journées type de puissance de chauffage sur deux logements pendant les mois de janvier et février.

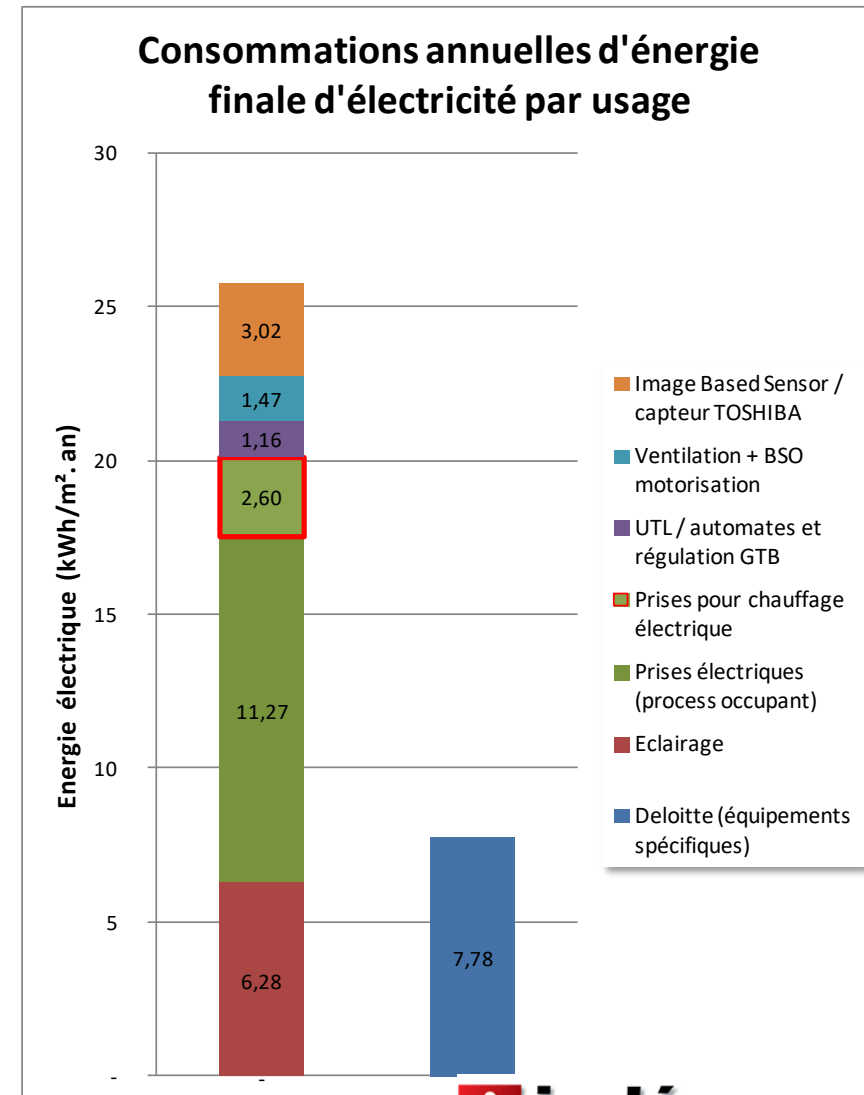
# Analyse des consommations électriques des bureaux HIGASHI

Consommation totale:

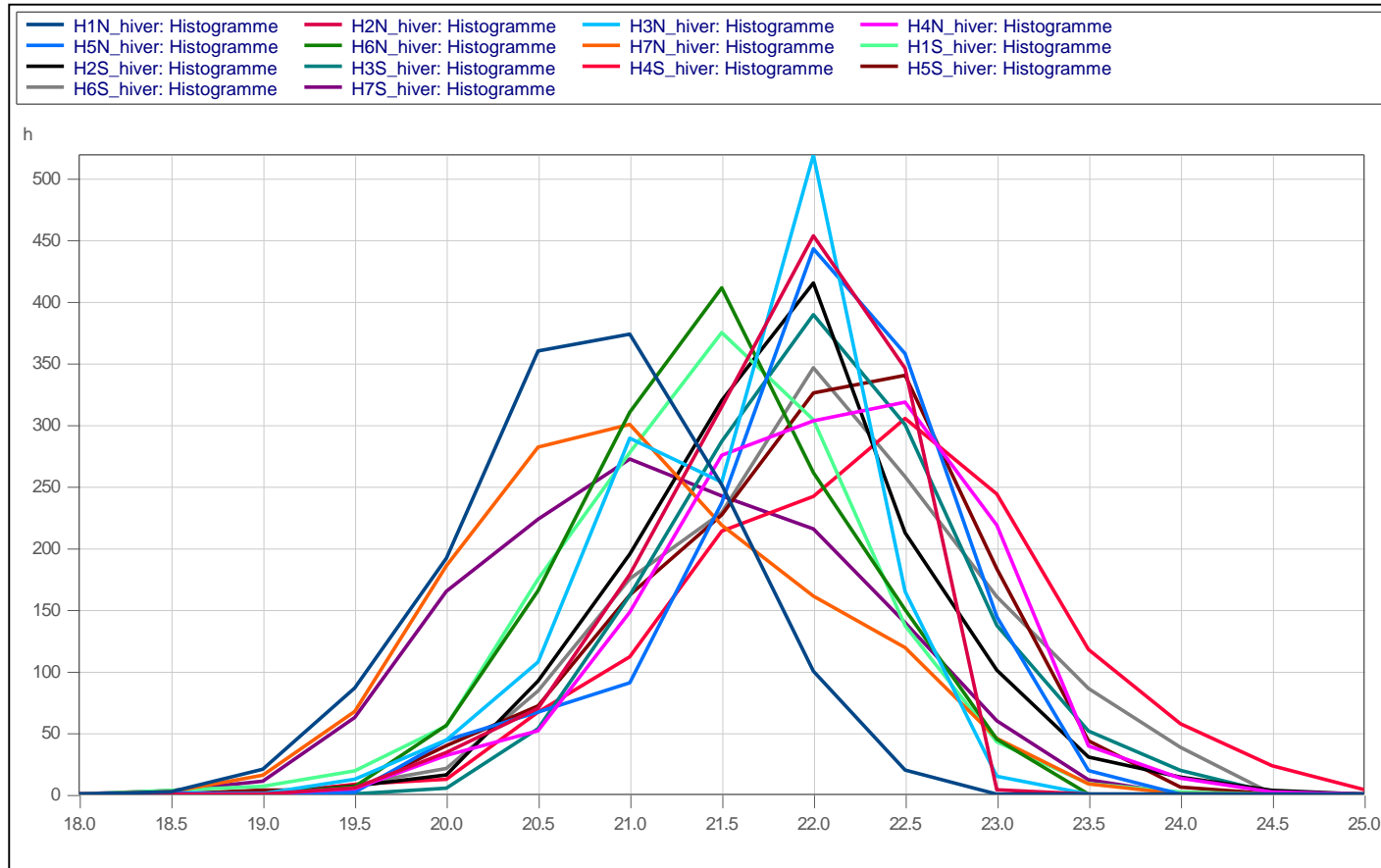
- 34 kWhEf/m<sup>2</sup>.an
- 87 kWhEp/m<sup>2</sup>.an (coef. RT)

Faits marquants :

- Des radiateurs en appoint!
- Des aménagements preneurs gourmands,
- Un capteur IBS imposé par TOSHIBA handicapant,
- Un éclairage efficace,
- Une consommation de ventilation très basse (ventilation SF par insufflation)



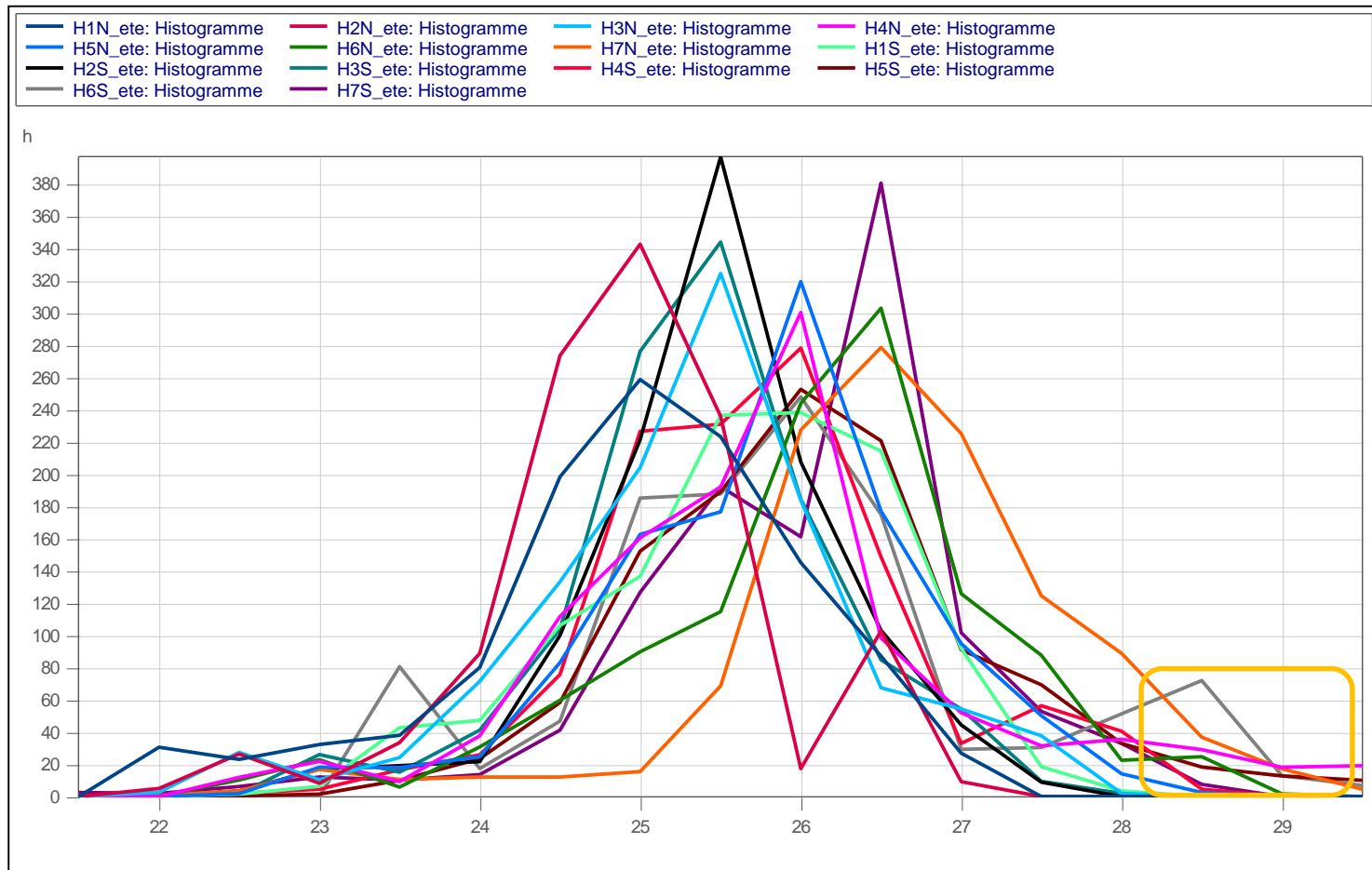
# Bureaux : Analyse des conditions de confort hivernal



Les températures sont en majorité hors des spécifications et préconisations :

- Demande de dérogation par l'occupant avec **modification des programmations horaires** (relance du chauffage le dimanche midi !!)
- Ajout de radiateurs électriques localement pour des températures de l'ordre de 24°C!

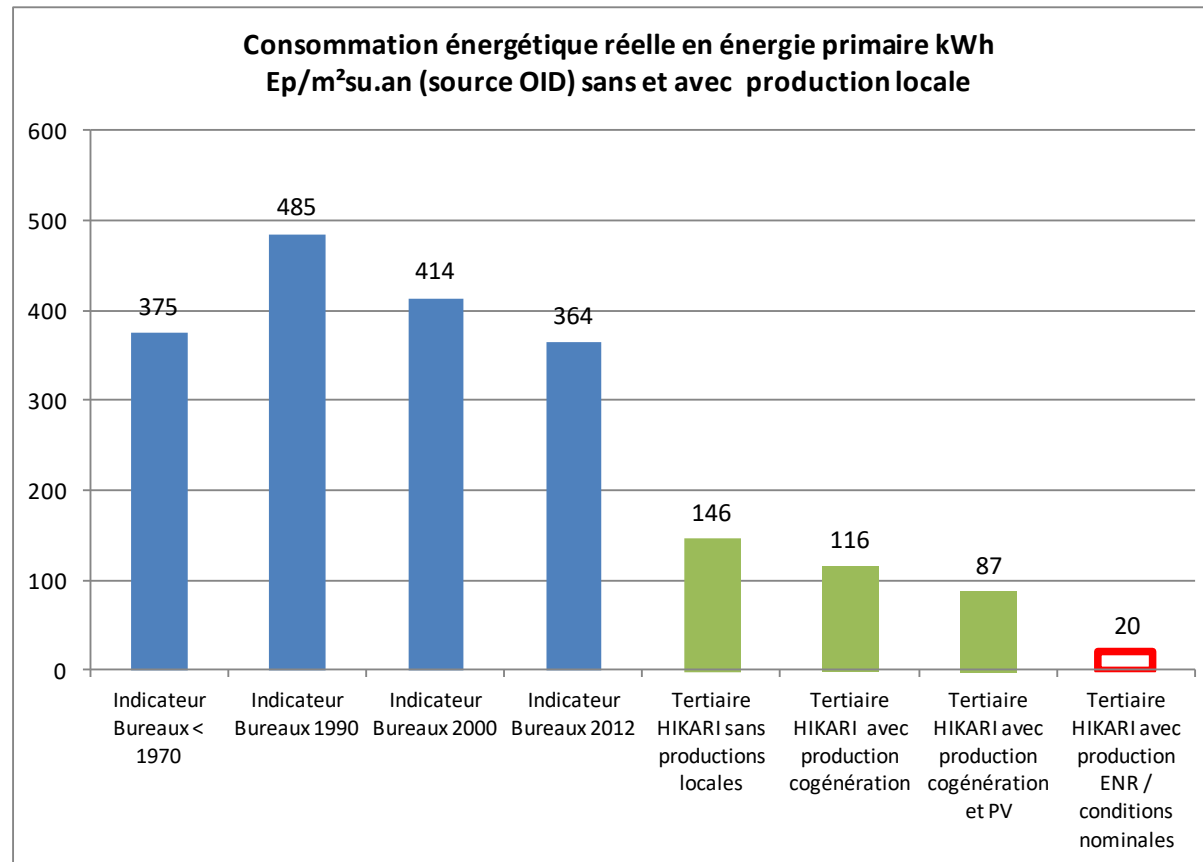
# Bureaux : Analyse des conditions de confort estival



En été, les températures de consigne sont bien plus basses que les valeurs préconisées (usage équivalent à de la climatisation) :

- Objectifs du concours : 40 h à 28°C spécifié par TRIBU AMO de la ZAC
- Rafratchissement développé pour répondre aux besoins du marché,

# Comparaison des consommations tous postes des surfaces de bureau



Mise en perspective des performances des bureaux par rapport au marché avec les coefficients RT (source OID)

Hypothèses de production ENR rapportées aux proportions de surfaces tertiaires

# L'exploitation par « Data Mining »

- Traitement des données de mesure des 36 logements enregistrés par la domotique
- Evaluation de profil types d'usages et détection des dérives d'usage
- Travail de recherche réalisé par l'université de CONCORDIA (Montréal)

Systematic data mining-based framework to discover potential energy waste patterns in residential buildings



Jun Li<sup>a,b</sup>, Karthik Panchabikesan<sup>a</sup>, Zhun Yu ("Jerry")<sup>b,\*</sup>, Fariborz Haghighat<sup>a,\*</sup>, Mohamed El Mankibi<sup>c</sup>, David Corgier<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Energy and Environment Group, Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Concordia University, Montreal, H3G 1M8, Canada

<sup>b</sup> College of Civil Engineering, National Center for International Research Collaboration in Building Safety and Environment, Hunan University, Changsha, Hunan, 410082, China

<sup>c</sup> Université de Lyon, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE), Laboratoire de Tribologie et de Dynamique des Systèmes (LTDS), UMR 5513, 3 rue Maurice Audin, Vaulx en Velin, 69120, France

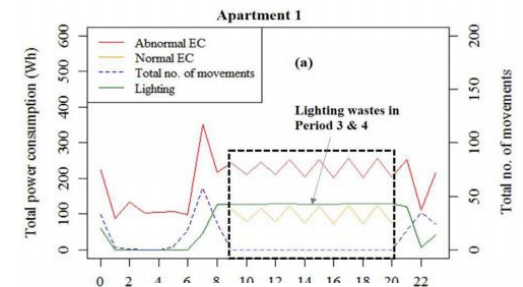
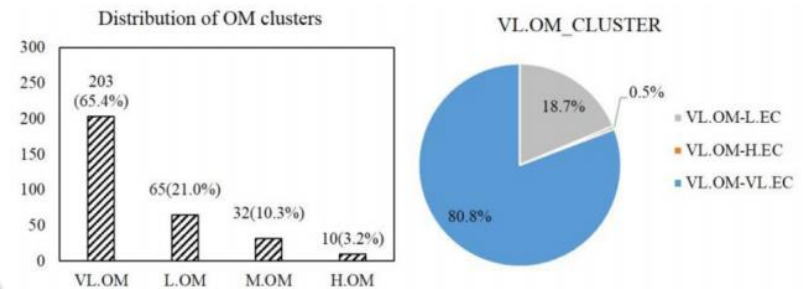
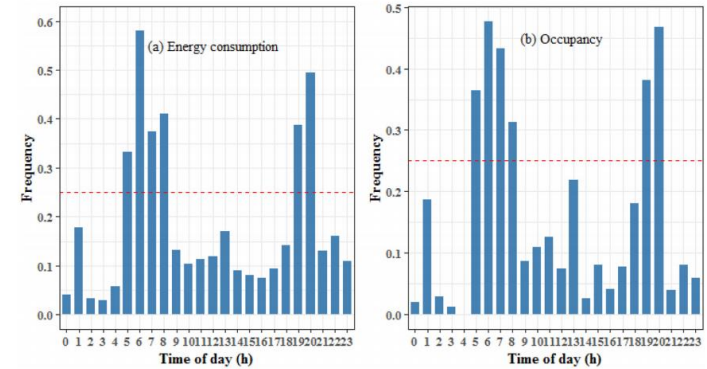
<sup>d</sup> MANASLU Ing., Savoie Technolac, BP209, Le Bourget du Lac, 73374, France

# Le processus d'exploitation par « Data Mining »

Identification des profils d'usages types pour chaque poste (éclairage, électricité spécifique, etc..)

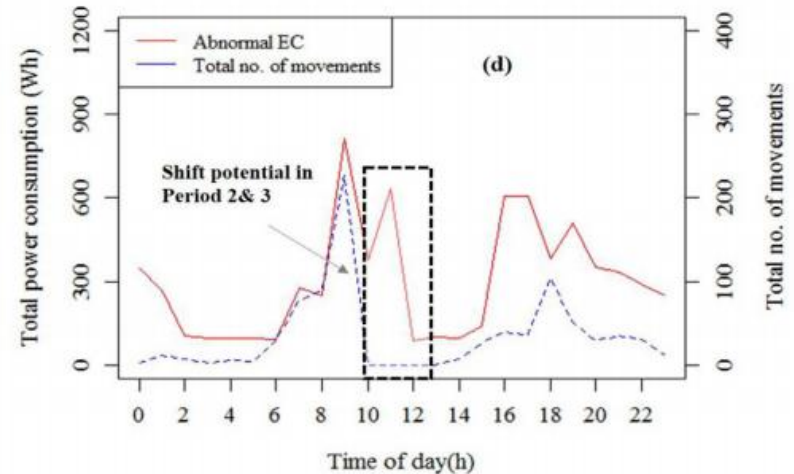
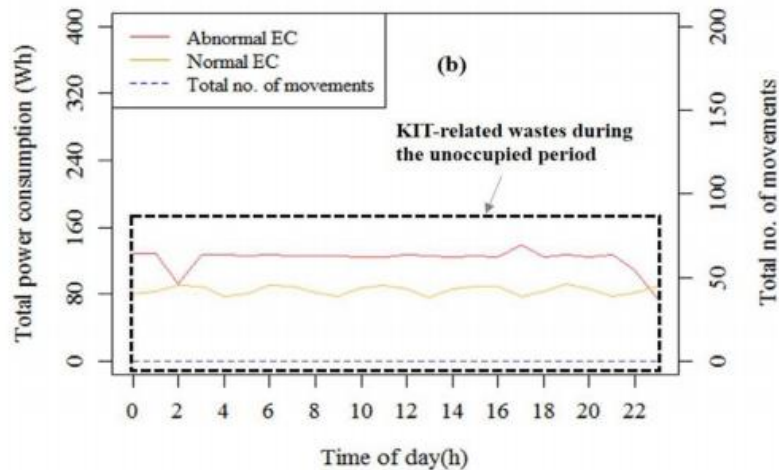
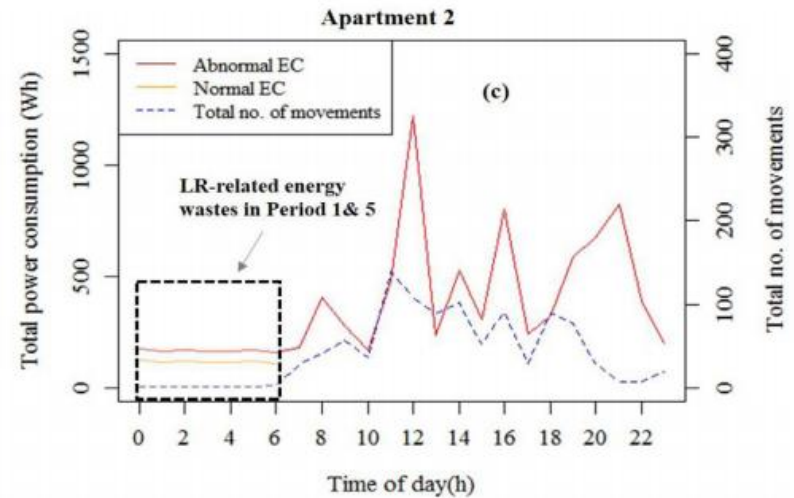
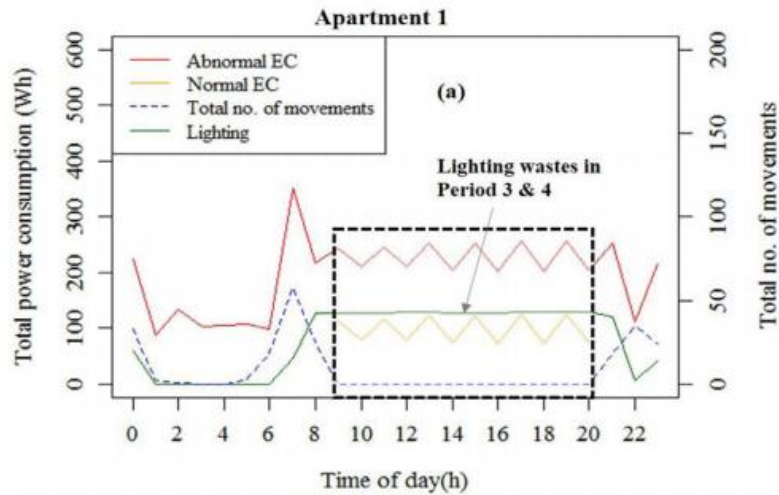
Comparaison des profils par rapport aux profils types

Création des règles pour détecter les dérives / estimations des surconsommations induites





# Comparaison besoins de chauffage entre logements



# Usage de la Simulation Energétique Dynamique comme outil d'évaluation de la performance

Mesures in vivo / instrumentation via GTB (10 000 points de mesure au pas de 5 minutes)



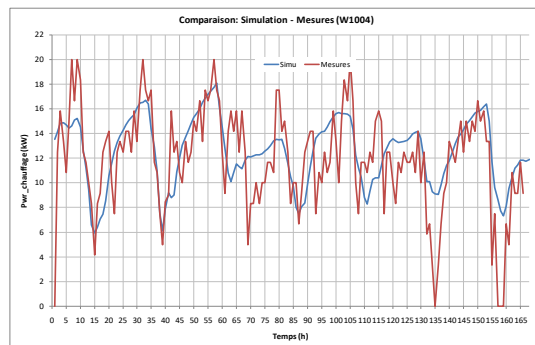
minutes)



Modèle énergétique bâtiment et systèmes



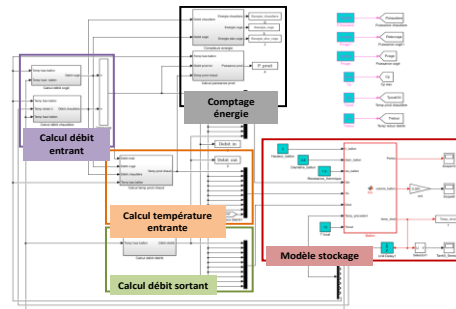
Outil Bâtiment Virtuel\*



Simulation, et recalage des modèles

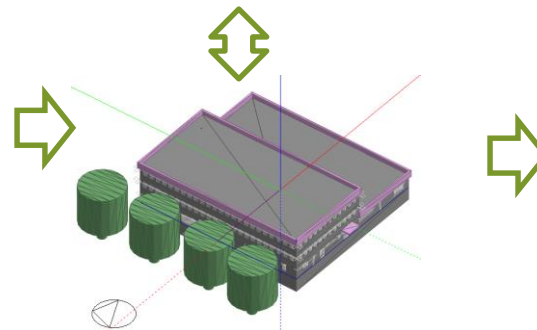


# Usage de la Simulation Energétique Dynamique comme outil d'évaluation de la performance



Modèles dynamiques des équipements (production, distribution, terminaux, etc..) avec régulations avec paramétrages réels

Fichier annuel météorologique au pas horaire mesurées sur site

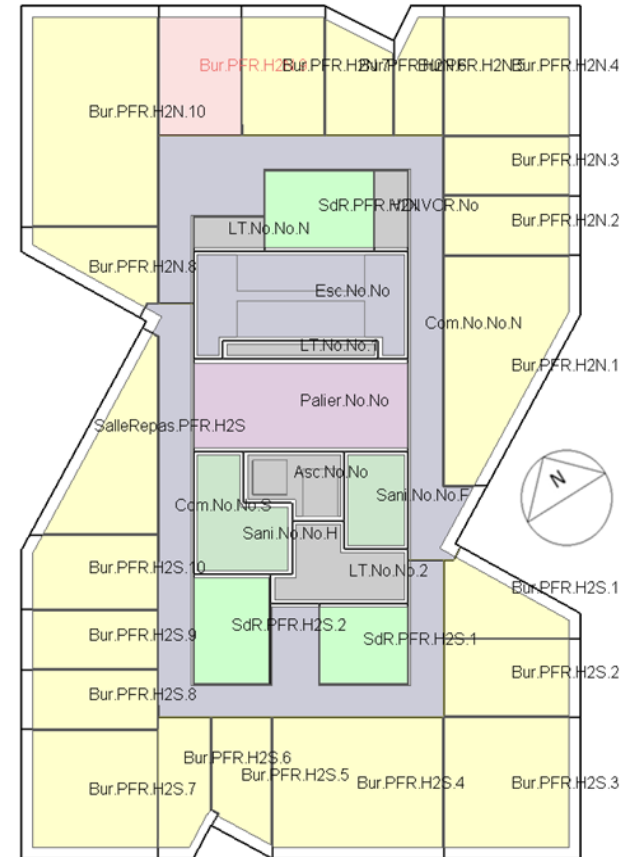


**Consommations énergétiques** (chaud / froid / électricité dont éclairage, ventilation, pompe, ..) et données de confort

Modèle thermique multizones du bâtiment avec hypothèses réelles (ponts thermiques, étanchéité à l'air, données d'usages, etc..)

# Monitoring et recalage du modèle

Images du modèle et du zonage du bâtiment HIGASHI



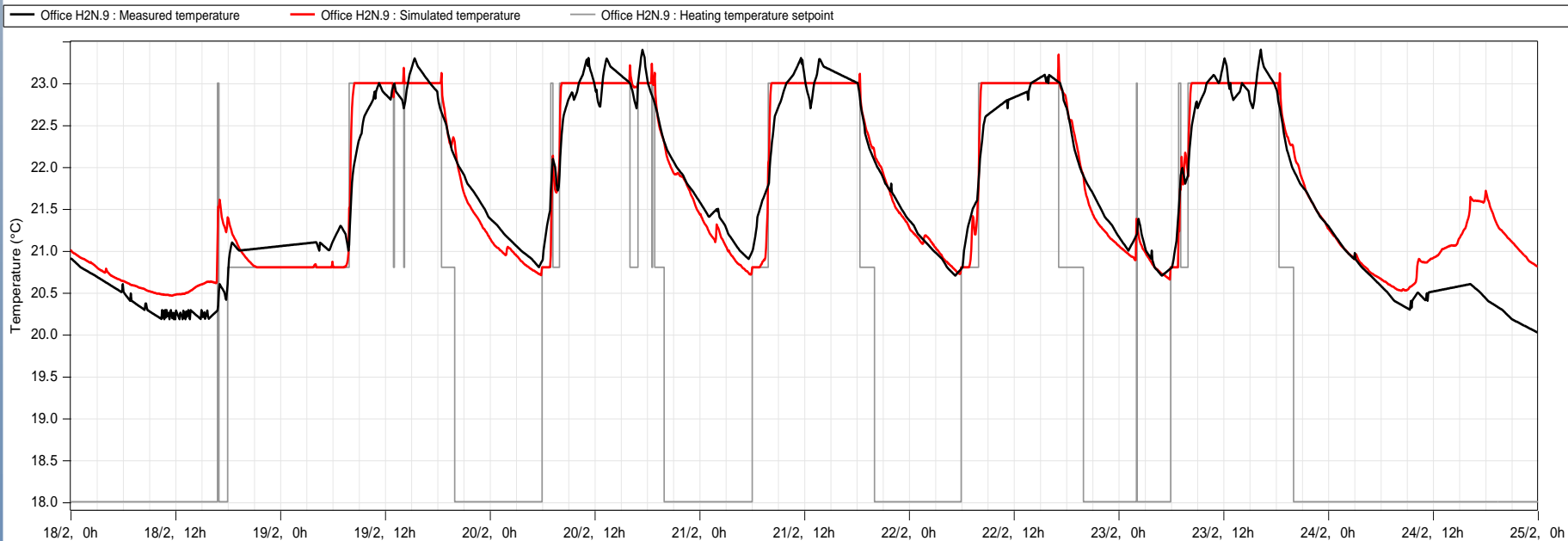
# Monitoring et recalage du modèle

Données de zones faisant l'objet du recalage du modèle de bâtiment HIGASHI avec le nombre de paramètres

|                    | Chauffage               |                     | Rafrachissement         |                     | Ventilation   |              | Electricité |             |            | Occupation             | Total      |
|--------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------------------|------------|
|                    | Consigne de température | Puissance installée | Consigne de température | Puissance installée | Débit nominal | Registre TOR | Eclairage   | Prises      | Divers     | Détecteur d'occupation |            |
| Zones modélisées   | 147                     | 153                 | 147                     | 153                 | 153           | 153          | 161         | 152         | 147        | 153                    | 1519       |
| Zones recalées     | 129                     | 153                 | 129                     | 153                 | 153           | 125          | 161         | 152         | 146        | 153                    | 1454       |
| Pourcentage traité | <b>88%</b>              | <b>100%</b>         | <b>88%</b>              | <b>100%</b>         | <b>100%</b>   | <b>82%</b>   | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>99%</b> | <b>100%</b>            | <b>96%</b> |

# Monitoring et recalage du modèle

Comparaison dynamique entre la mesure et le modèle : exemple sur les températures d'une zone de bureau en mode chauffage



Température d'une zone de bureau en hiver

- Température de consigne
- **Température simulée**
- Température mesurée



# Conclusion

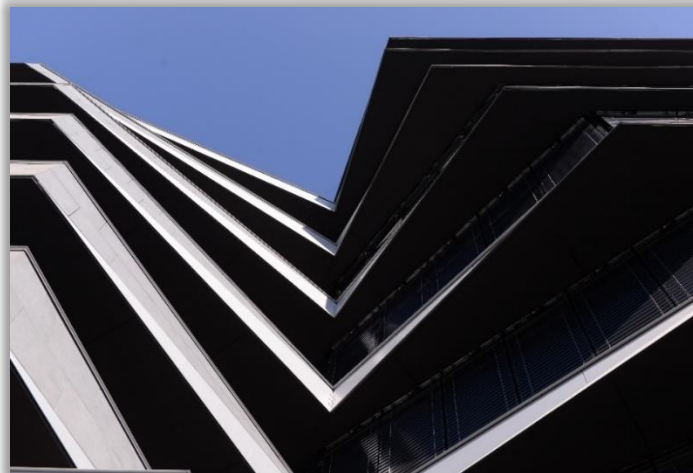
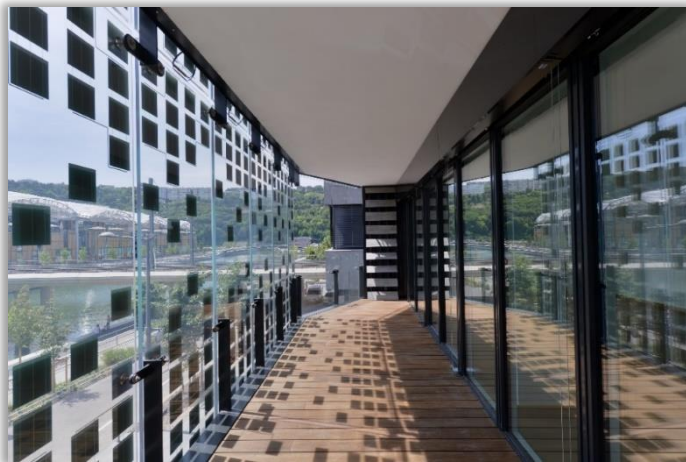
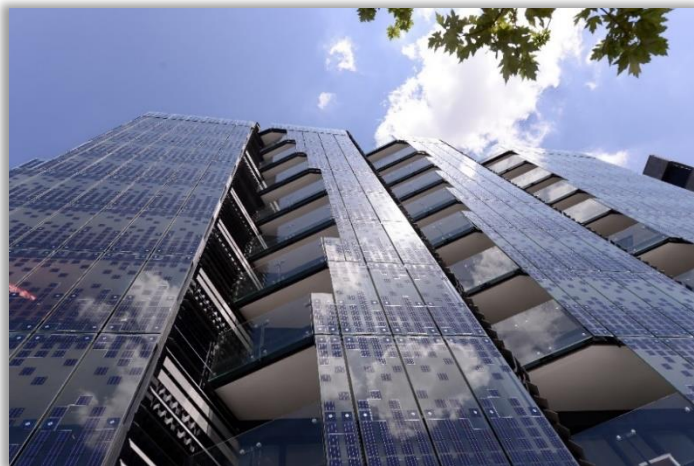
Le commissioning permet de maîtriser la qualité du projet, donc de réduire les incertitudes sur les paramètres de modélisation énergétique du bâtiment et des équipements .

La mise à disposition de données de mesure en dynamique permet de réaliser des analyses performant d'évaluation (Data Mining, monitoring etc..)

La simulation énergétique dynamique avec des hypothèses validées par le commissioning permet d'objectiver avec fiabilité l'impact de paramètres non contrôlés : usages, conditions climatiques, etc..

**Il est donc envisageable de prévoir les consommations en exploitations à condition d'utiliser de nouvelles approches et outils digitaux**

# Le projet HIKARI





# Chauffage et ECS

Combustibles



Biomasse /  
huile de colza

Gaz

Production de  
chaleur



Cogénération

Chaudière gaz



Stockage de  
chaleur



Ballons  
de  
stockage

Distribution de  
chaleur



Chaleur

Chaleur



Chaleur

Consommations  
de l'îlot



Chauffage  
logements

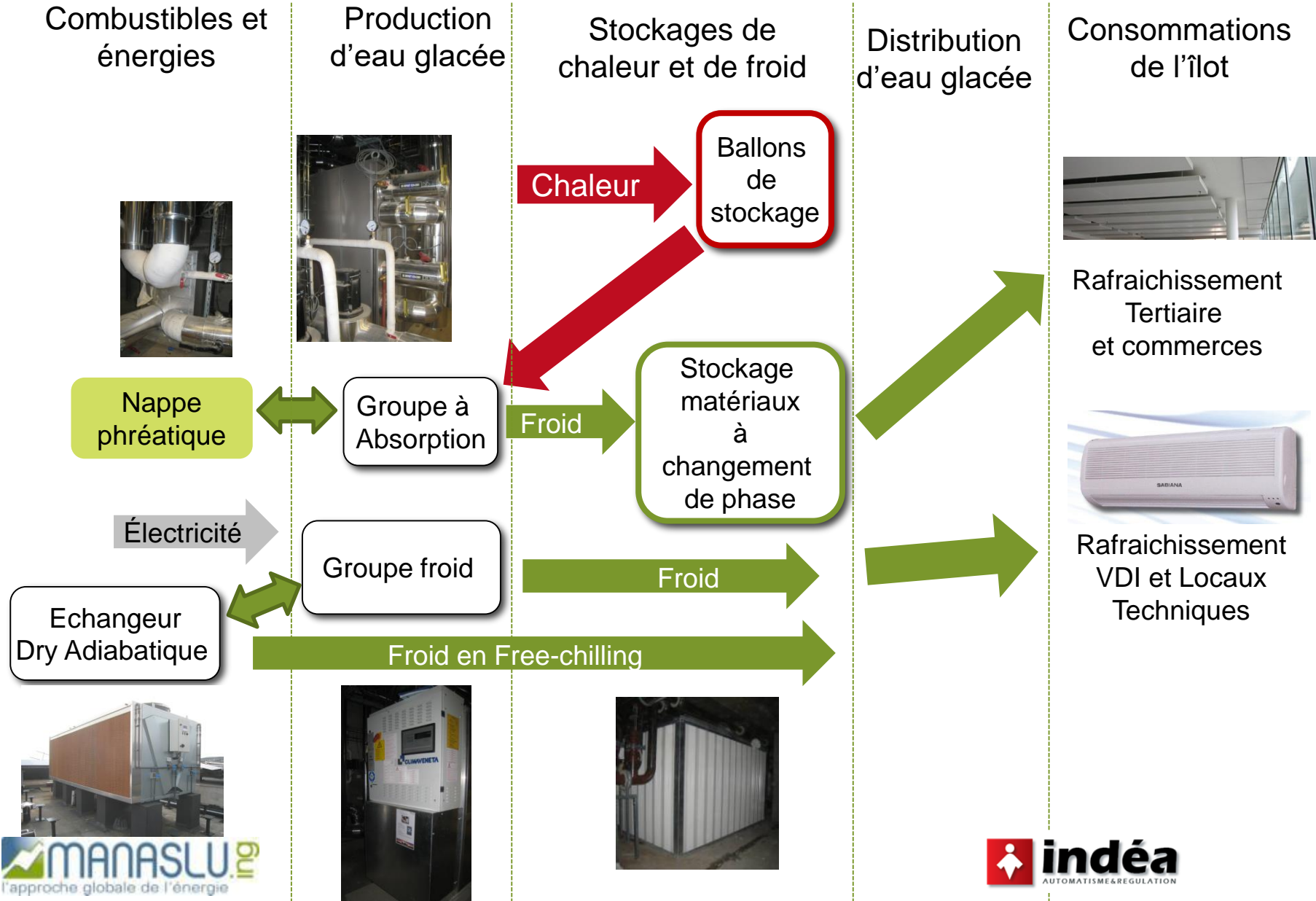


Eau  
chaude  
sanitaire



Chauffage bureaux  
et commerces

# Rafrachissement



# Electricité et ENR

Centrales photovoltaïques



RESEAU ENEDIS

Equipements logements et éclairage



Equipements tertiaires et communs :



stores, informatique, ascenseurs, ventilation, pompes et éclairage

Biomasse / huile de colza

Cogénération

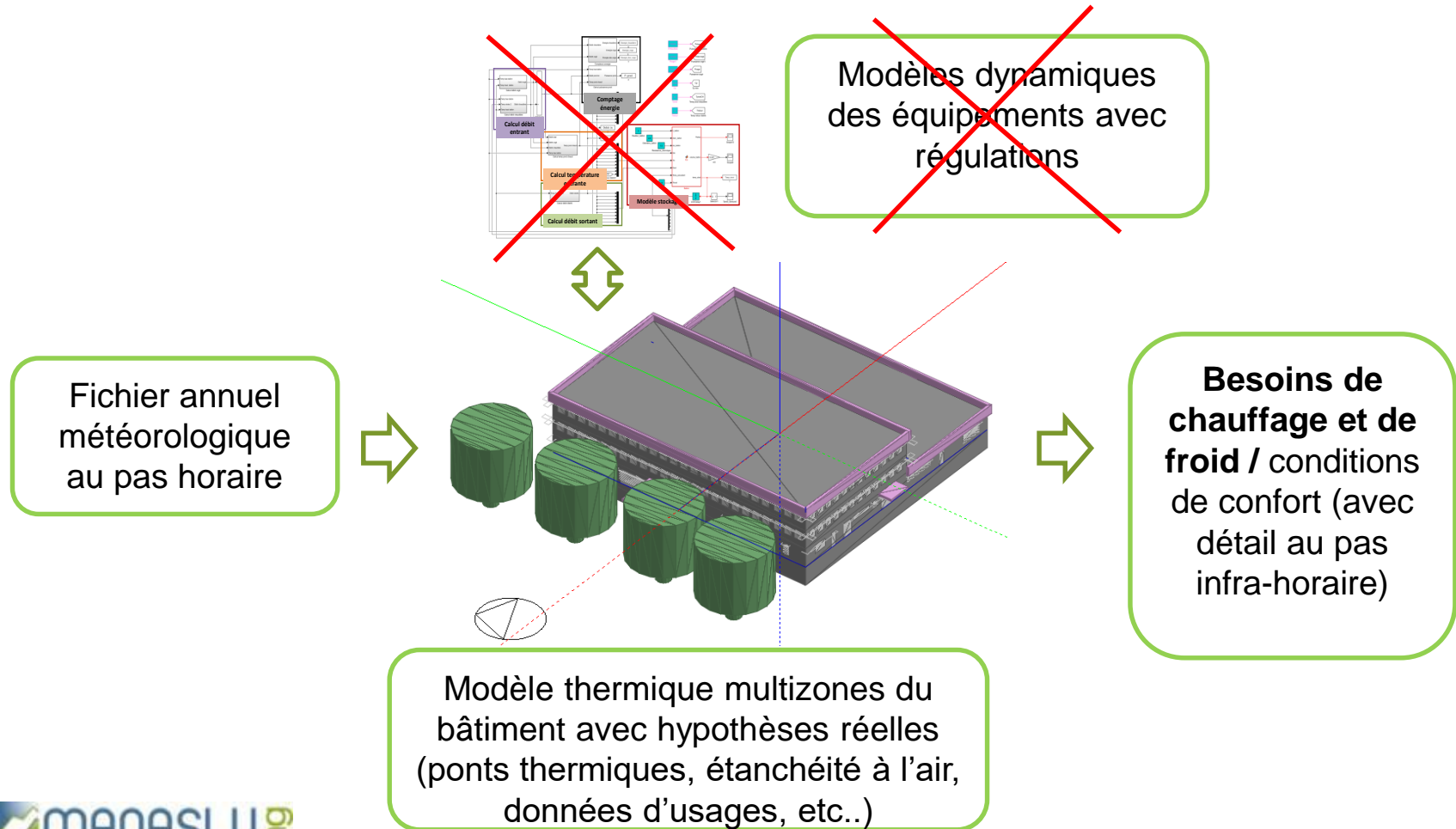
Distribution Électrique communs et tertiaires de bureau

Batterie Toshiba

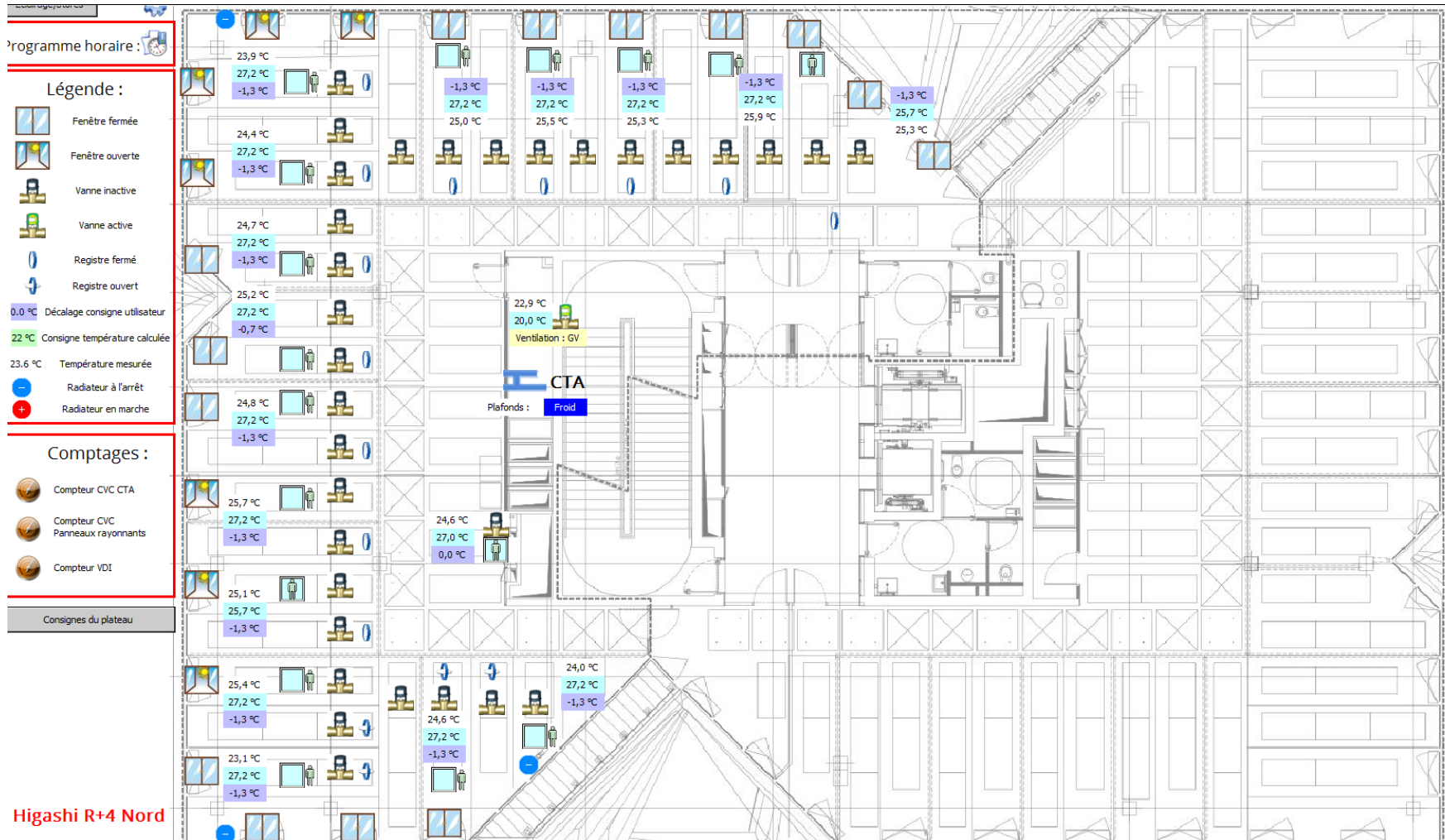


# Annexe : Rappel : Principe de la STD

Principe de la Simulation Thermique Dynamique comme outil d'évaluation de la performance



# Monitoring : mesure des paramètres de pilotage par zone





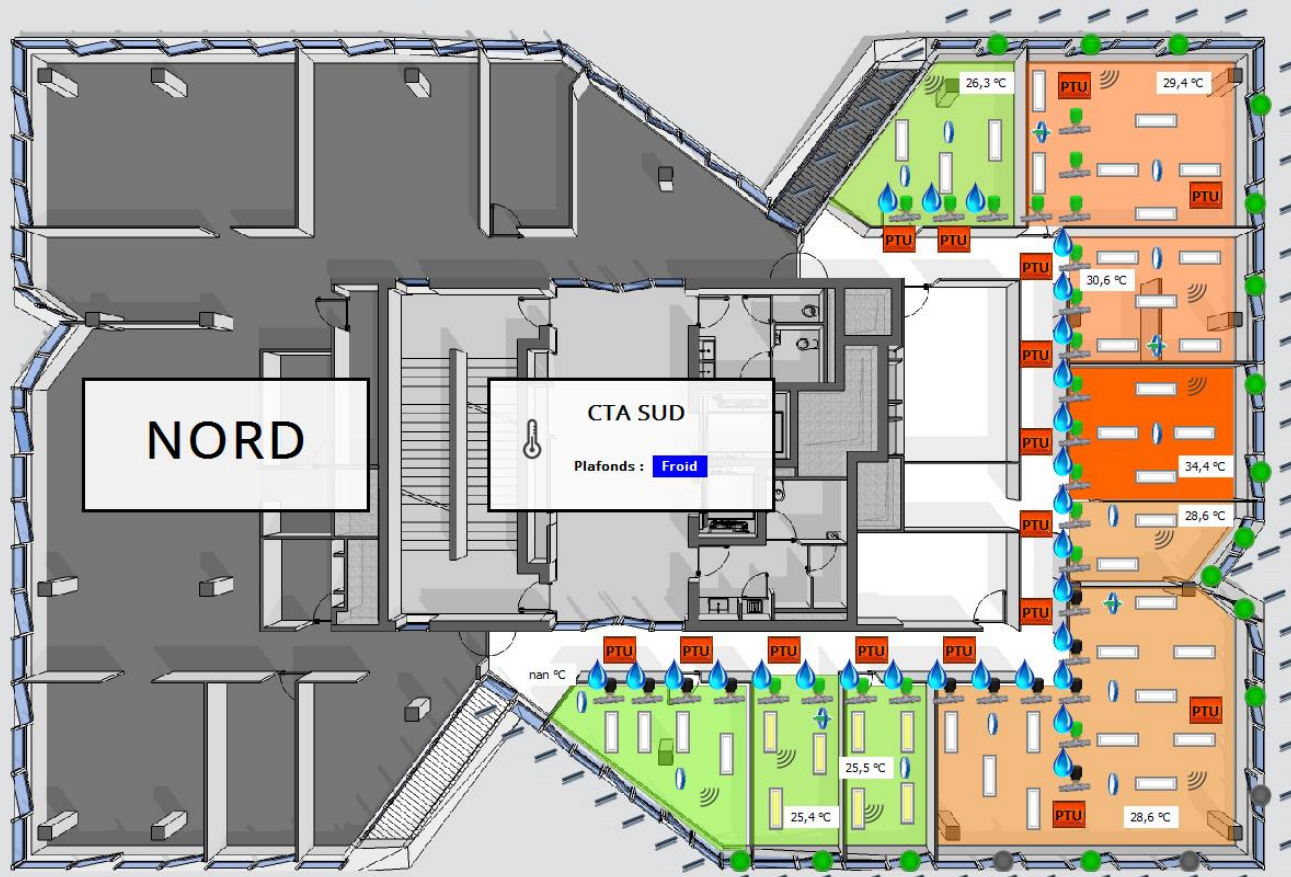
# Monitoring : mesure des paramètres de pilotage par zone

Utilisateur : xpere  
7:41 29-Sep-16

## Higashi étage 3 sud



Bouygues Immobilier



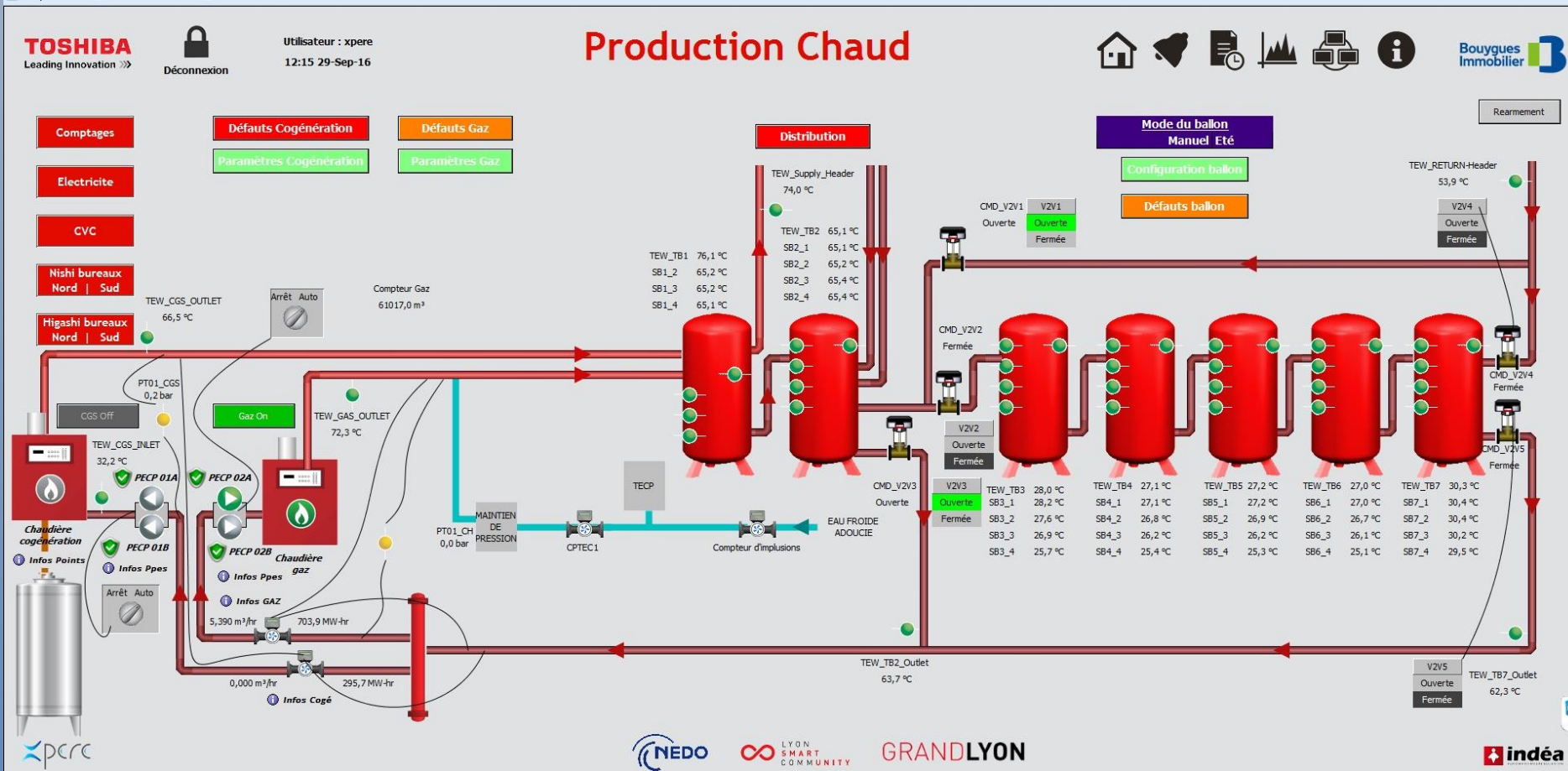
- Affichage lampes
- Affichage vannes
- Affichage stores
- Affichage contacts fenêtres
- Affichage registres

- COMPTAGES**
- Comptage général
  - Comptage ventilation
  - Comptage prises
  - Comptage UTL
  - Comptage éclairage
  - Compteur CVC CTA
  - Compteur CVC Panneaux rayonnants
  - Compteur VDI

NEDO LYON SMART COMMUNITY GRANDLYON

indéa

# Monitoring : mesure des paramètres des équipements techniques



# MANASLU Ing : Une entreprise innovante issue d'un projet de R&D et intégrée au monde du bâtiment



Mise en place de la démarche GENHEPI par le laboratoire CEA

ALLP



Réalisation d'un premier bâtiment démonstrateur à basse consommation

CAUE74



Consolidation de la méthodologie par retour d'expérience de monitoring (Annecy)

La Haute-Molune



Mise au point des outils de SED sur le Gite passif de 220 m<sup>2</sup> (La Pesse)

La Fontanière



Résidence de 55 logements rénovée et optimisée (Lyon)

Ilot HIKARI



Premier ilot BEPOS tout poste en exploitation instrumenté et monitoré (Lyon)

2005  
2019

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2016

2018

Création INES



Création CMDL



HIKARI





# Merci de votre attention

