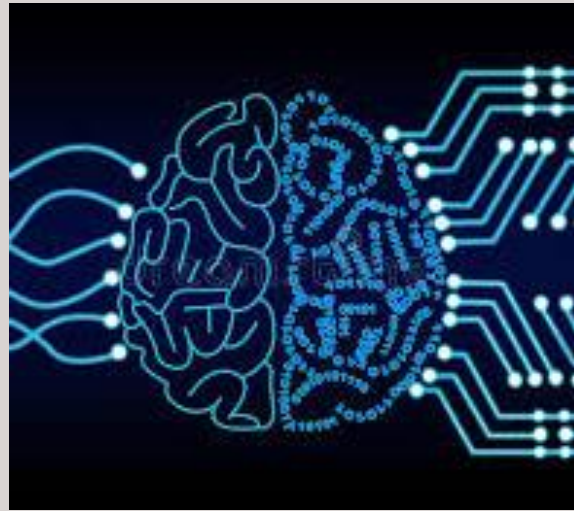


Une Plateforme Grandeur-Nature pour l'Intelligence Ambiante : un bâtiment connecté pour expérimentation & validation des concepts

A. CHEBIRA, Kurosh MADANI,

Laboratoire Image, Signaux et Systèmes Intelligents (LISSI - EA3956)
Université Paris Est Créteil (UPEC) / IUT Sénart-Fontainebleau
(chebira , madani)[@u-pec.fr](mailto:chebira , madani@u-pec.fr)

Historique : Département GELI, Equipe SYNAPSE du LISSI et Gestion Technique & Energétique



2011 : Création de la Licence Professionnelle GRENEL (Gestion Rationnelle de l'Énergie Électrique)

- ✓ *Familiarisation avec les technologies actuelles et connectées : KNX, DALI, EnOcean, etc.*
- ✓ *Exploitation des enseignements de réseaux et d'automatisme pour le développement par les étudiants de DUT et des deux LPs du projet.*

2012 : Début du passage à l'échelle réelle et généralisation sur le bâtiment GEL

2017 : Mise en service & exploitation des 5 étages, comme plateforme pour la recherche : 1 thèse dès oct. 2016 (actuellement en cours).

- ❖ **Technologies standards & ouvertes, Standards internationaux, interopérabilité (critère important)**
- ❖ **Objets connectés approuvés, fiables et faciles à mettre en œuvre:**
 - **Éclairage** → DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*)
 - **CVC*** → Technologie EnOcean : sans fil et sans pile / pas de maintenance
 - **Contrôle-Commande et Intelligence embarquée** → Automates WAGO

**Chauffage, ventilation et climatisation*

❖ Système de GTEB :

- Outil performant : ne se limitant pas qu'à l'enseignement,
- Ouvert et évolutif
- Supervision → Topkapi (Areal) et d'autres...

❖ Habilitations électriques nécessaires :

- Assistant ingénieur Habilité pour intervenir sur les armoires électriques.

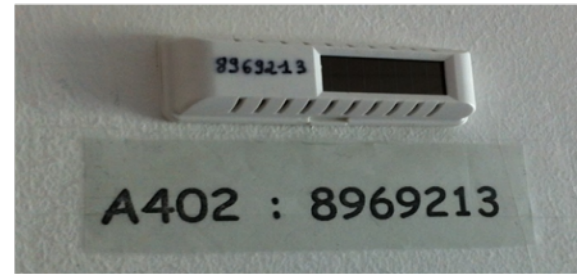
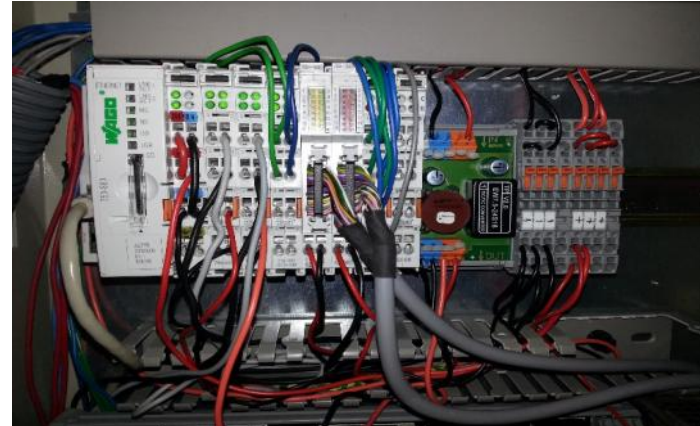
❖ Financements : fond propres du département GElI et du LISSI avec une aide de la direction de l'IUT

Description de la plateforme



Architecture Matérielle Actuelle du Bât. A

- “Capteurs de Température” (CT),
- “Capteurs Magnétiques” (CM) / détecteur d’ouvertures,
- “Capteur de Présence” (CP) / détecteur de présence,
- “Capteur de Luminescence” (CL)
- “Dispositifs d’Eclairage” (DE) / connecté
- “Valves de Contrôle du débit” (VC) / connecté
- 5 automates “Programmable Logic Controller” (PLC) :
1 PLC (automate modulaire WAGO) par étage
 - ✓ plus de 400 dispositifs installés.
 - ✓ Coût : 15 000 € par étage.



Exemple de déploiement des capteurs et des dispositifs : 4^{ème} étage du Bât. A - GEII



Architecture Logicielle de la GTEB

Une architecture logicielle souple & évolutive

Niveau 2 :
Supervision

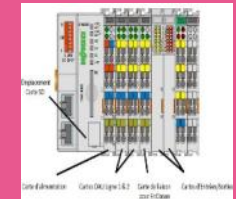
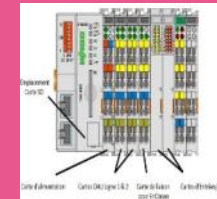
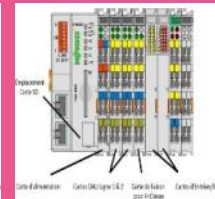
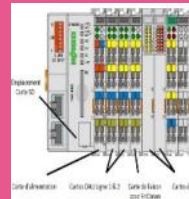
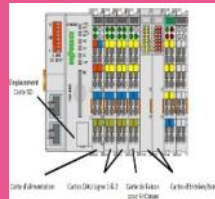
TopKapi
vision

ade soft

MySQL

MATLAB
SIMULINK

Niveau 1 :
Intelligence Centralisée
Planification, régulation

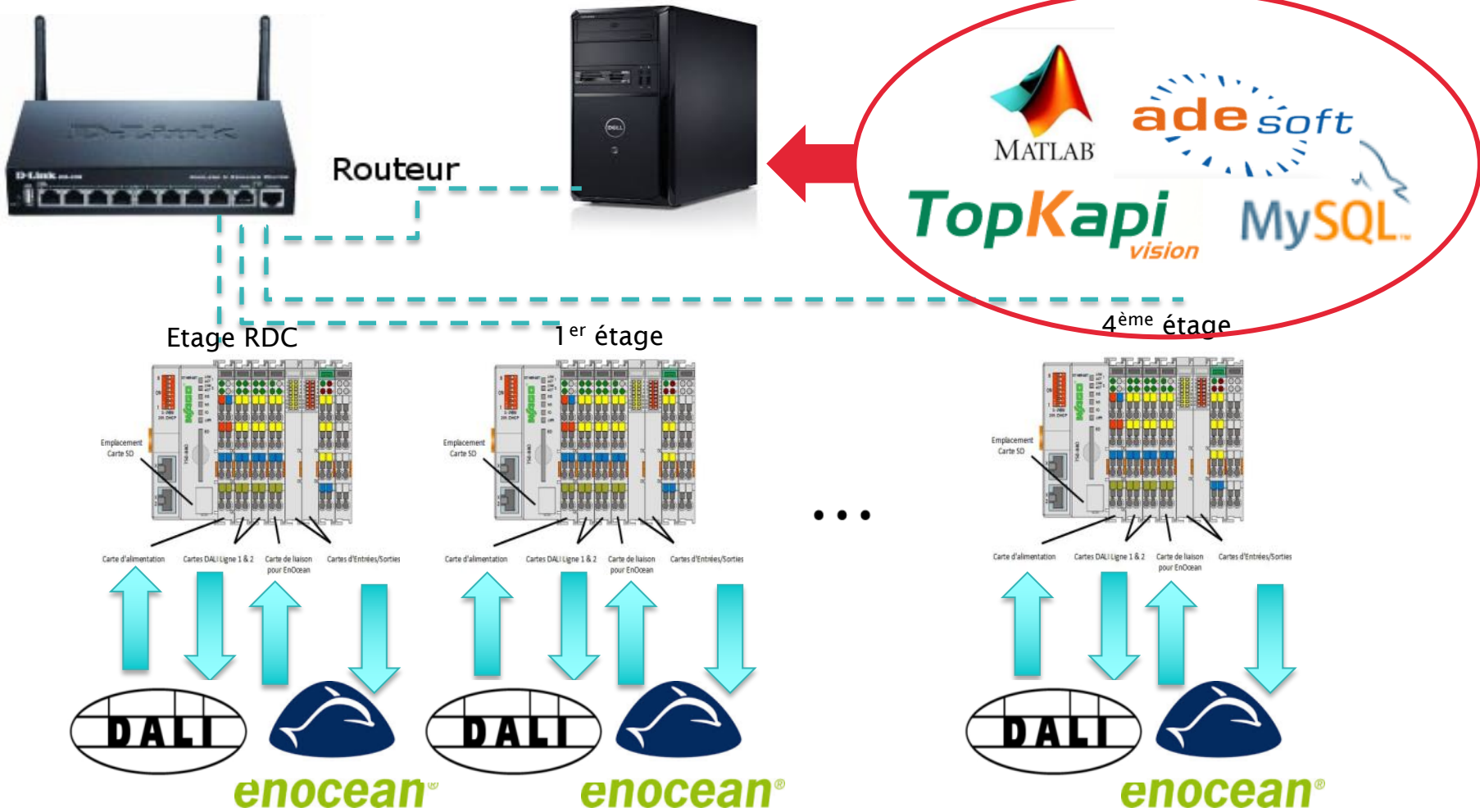


Niveau 0 :
Intelligence locale
Répartie

DALI

enocean®

Architecture Matérielle de la GTEB



14:22

Plages Horaires

Date

Jeudi

07/04/2016

**Navigation
"A201"**

Accueil pièce

Plages Horaires

Equipements

Fenêtres

Luminaires



Retour à l'étage 2

Légende capteur/mobilier

Plages Horaires Hebdomadaires pour le mode Confort

07 : 30	20 : 30	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input checked="" type="checkbox"/>
08 : 00	13 : 00	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>
00 : 00	00 : 00	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>
00 : 00	00 : 00	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>

Plages Horaires Hebdomadaires pour les prises

07 : 30	20 : 30	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input checked="" type="checkbox"/>
08 : 00	13 : 00	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>

Plages Horaires Hebdomadaires pour l'éclairage de nuit

20 : 30	07 : 45	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>
07 : 45	20 : 30	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>
13 : 00	20 : 30	LU	MA	ME	JE	VE	SA	DI	<input type="checkbox"/>



Menu

consommation d'énergie

Température extérieure:
16 °C

14:34:33
07/04/2016

Paramétrage de la régulation DALI

Durée pendant laquelle la régulation continue après la non-détection (en min)

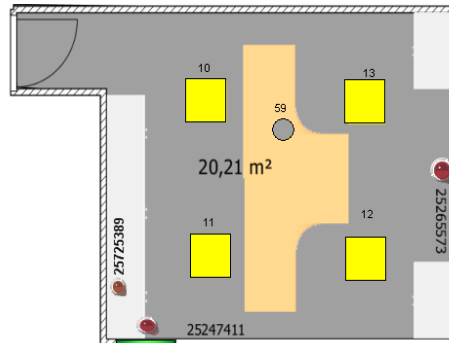
Durée pendant laquelle les Lum. sont au minimum (en min)

Niveau minimum des Lum

Niveau minimum des Lum du couloir

Niveau des Lum lors du scénario "Vidéoprojection"

**Secrétariat
du département G.E.I.I
A201**

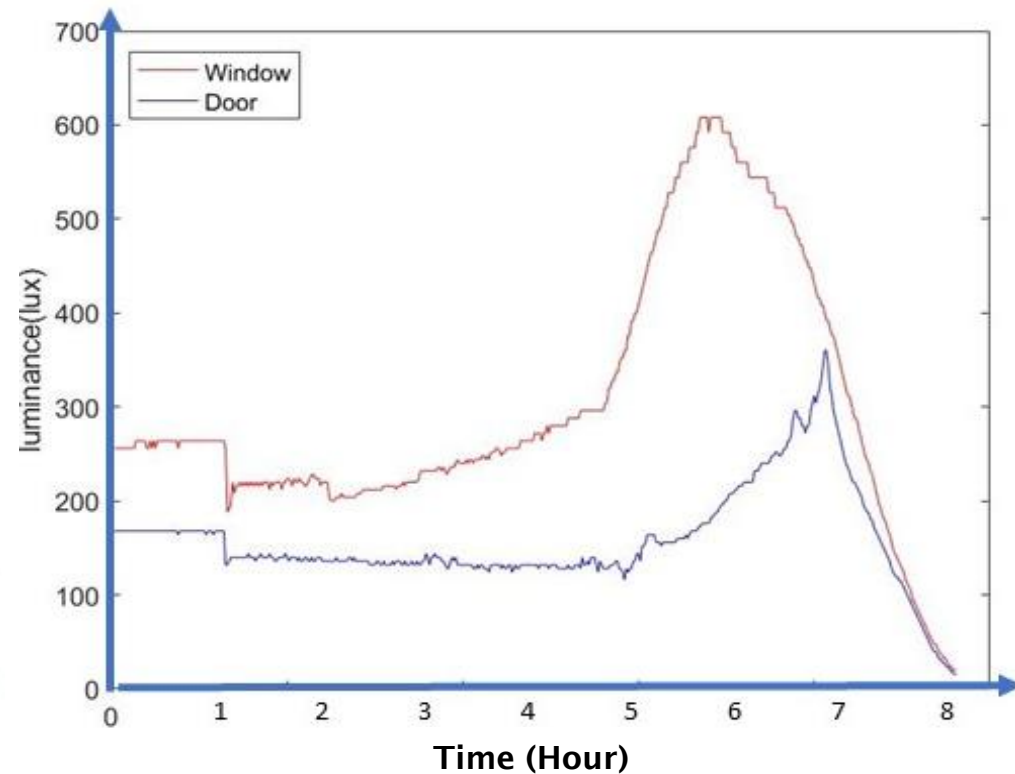
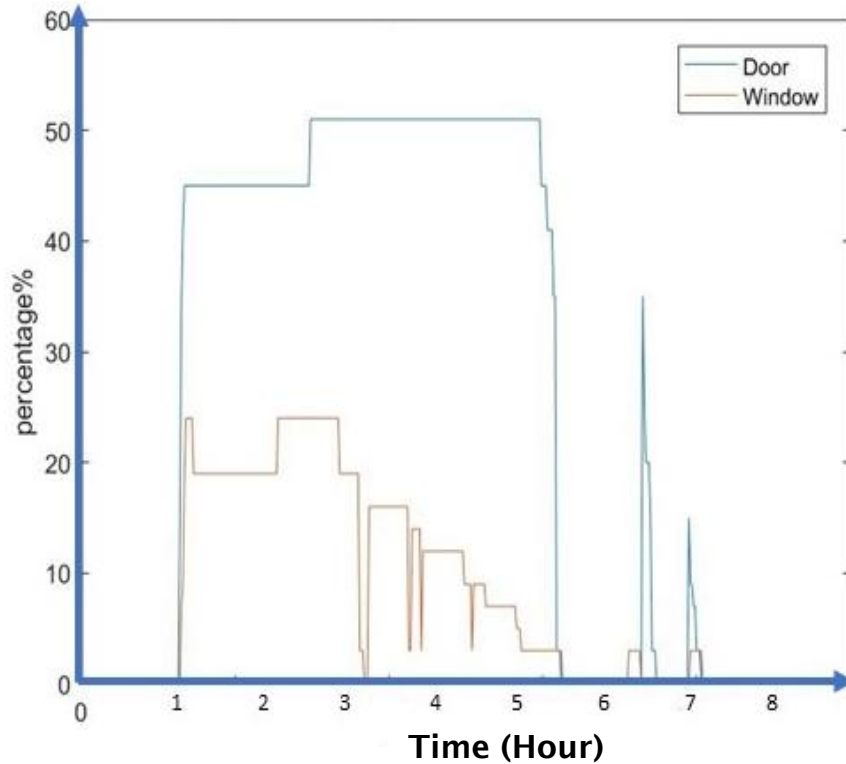


Caractéristiques :

- Nombre de Poste Informatique : 2
- Effectif Maximum de la salle : 5
- Puissance instantannée éclairage : 4 W
- Puissance instantannée éclairage max : 126 W
- Température : 21 °C

Exemple : gestion adaptative d'éclairage

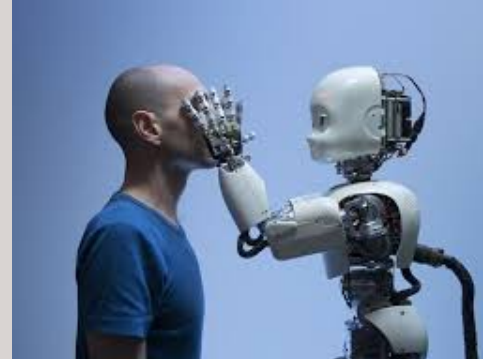
Recorded Validation Samples (RVS)	Start Collecting Data	Start of Human Activities	End of Human Activities	End of Collecting Data
RVS-1	12:30 PM	1:30 PM	5:30 PM	8:30 PM



- ❖ **Effacement de 3,5 MWh (due à la consommation en mode veille des équipements).**
- ❖ **Amélioration de l'efficacité énergétique du poste éclairage de 70%**
- **Exploitation des acquis de l'enseignement pour la mise en place d'une plateforme in vivo**
- **Implication des étudiants de nos formations DUT et LP SARII et GRENEL (travaux pratiques, projets tuteurés, stages)**

- ❖ **Modèle et système facilement reproductibles vers les autres bâtiments ainsi que vers d'autres constructions)**
- ❖ **Une plateforme pour la recherche :**
 - ✓ **Modélisation du comportement énergétique : modèles prédictifs**
 - ✓ **Identification de comportements : par l'Intelligence Artificielle**
 - ✓ **une thèse de doctorat en cours.**

Quelques Mots Sur l'Equipe SYNAPSE du LISSI & le Projet « Smart-Building »



- ☞ **Modélisation & exploitation de mécanismes « Bio-inspirés » pour la mise en œuvre de « systèmes intelligents » artificiels.**
- ☞ **Domaines & applications privilégiés :**
 - ① **Traitement d'informations complexes**
 - ② **Problèmes “industriels” & “Real-World”**
 - ③ **Perception : Machine-Awareness**
 - ④ **Modélisation & implantation de systèmes complexes (*Robotique Humanoïde, Robotique Collective & Sociale, Self-Organization, etc...*).**



Apprentissage Artificiel (Machine-Learning) & Soft-Computing (réseaux neuronaux, ...) :

Applications : informations complexes & décision.



Perception Artificielle (Machine-Awareness) / Visuelle (2D, 3D) et Auditive :

Applications : perception et caractérisation de l'environnement & saillance visuelle & auditive

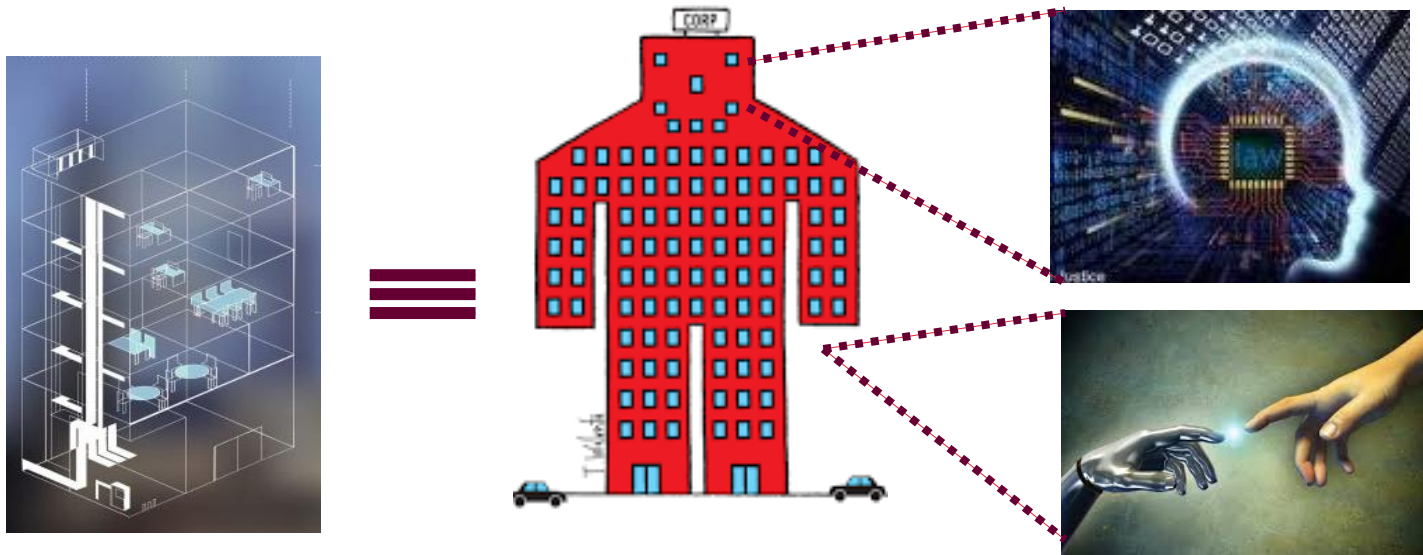


Cognition Artificielle & Machines Intelligentes : interprétation, attention

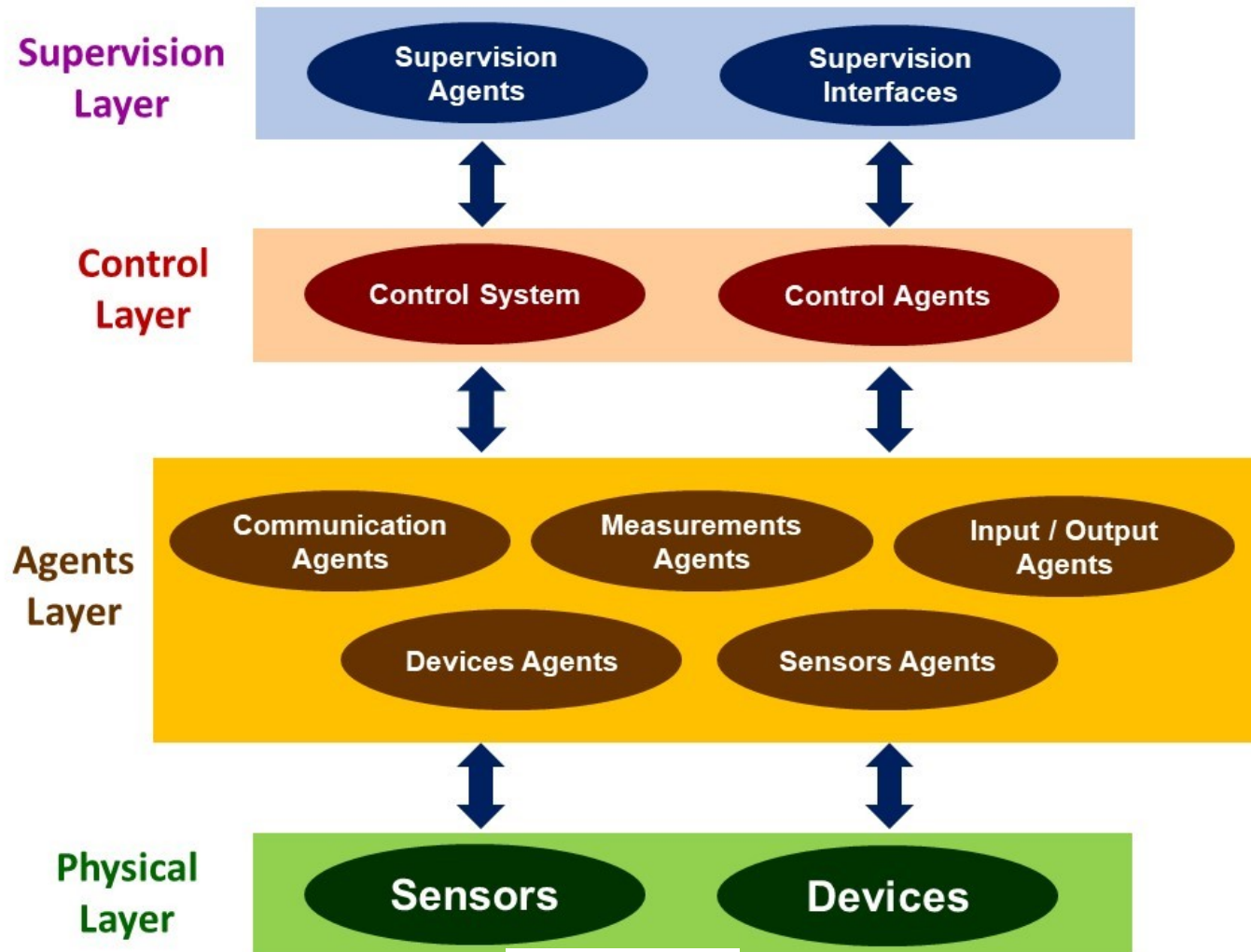
Applications : robots cognitifs & autonome, interaction homme-robot, intelligence ambiante

Smart-Buildings & Efficacité Energétique

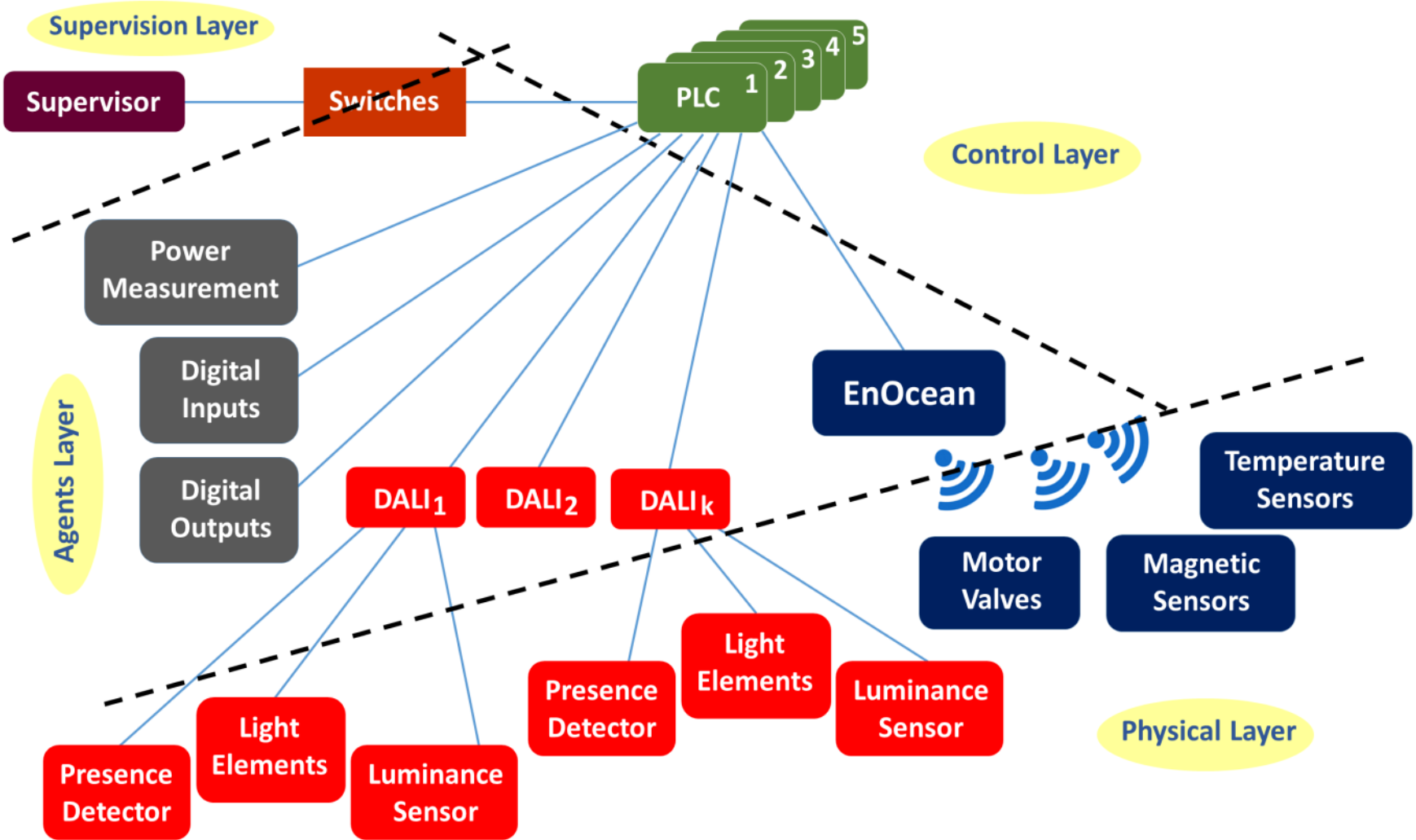
Un Smart-Building est considéré comme un « Robot » : percevant son environnement & interagissant avec ses occupants



Perception & Intelligence Ambiante

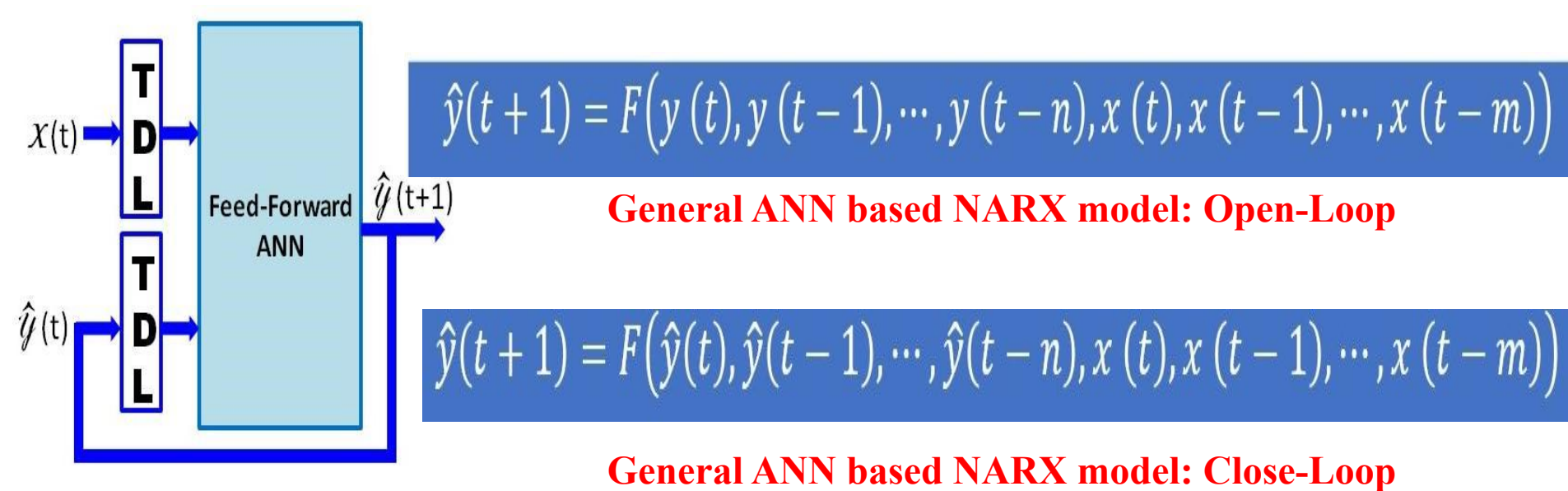


Perception & Intelligence Ambiante



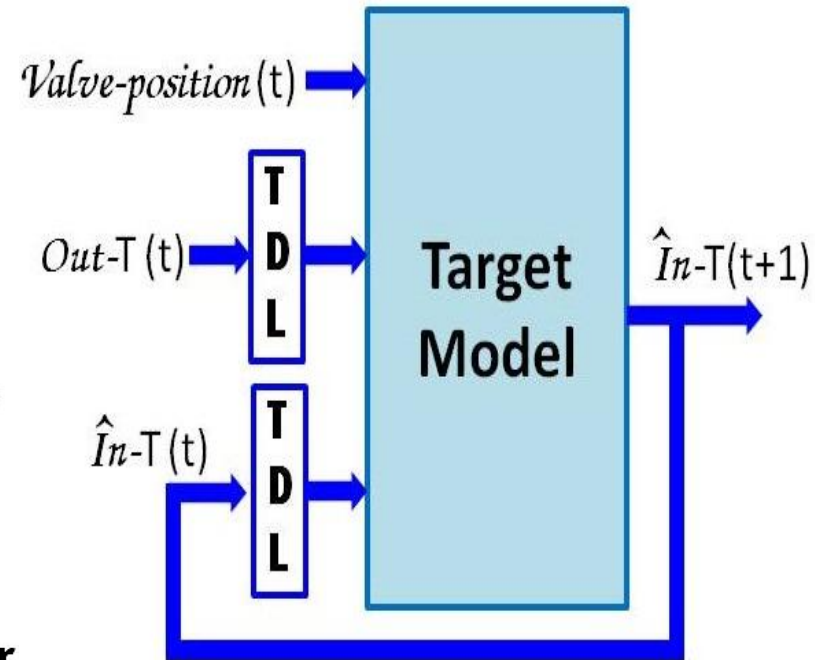
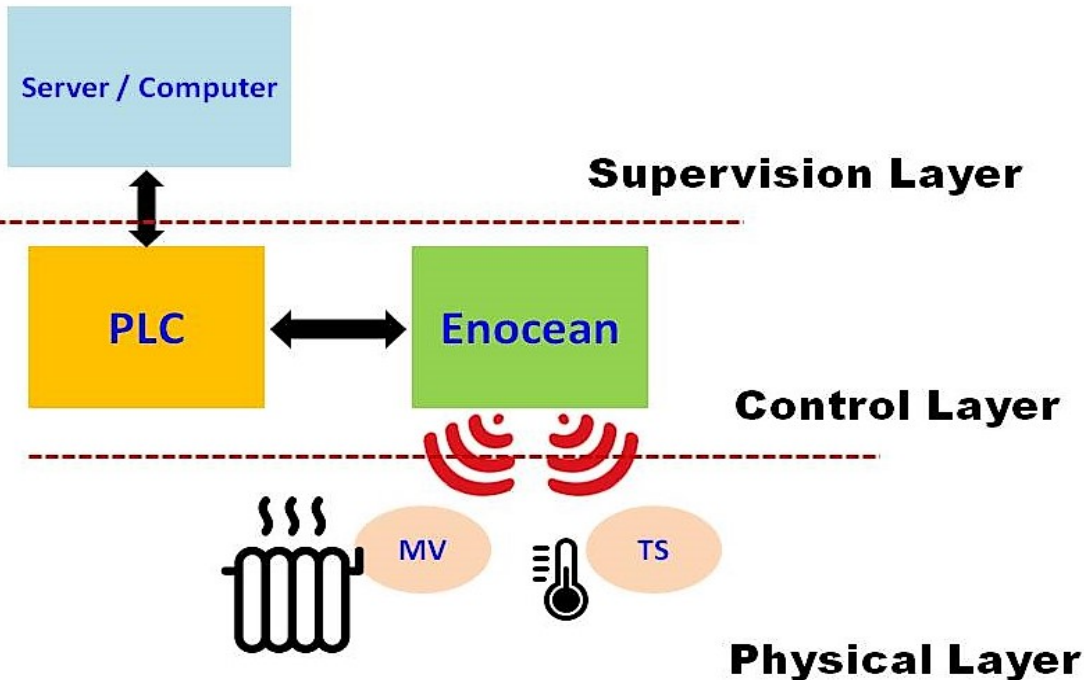
Contrôle prédictif de chauffage

- ❖ The identification of the system is performed an MLP based NARX(Nonlinear autoregressive exogenous) with feed forward Back Propagation Learning algorithm.



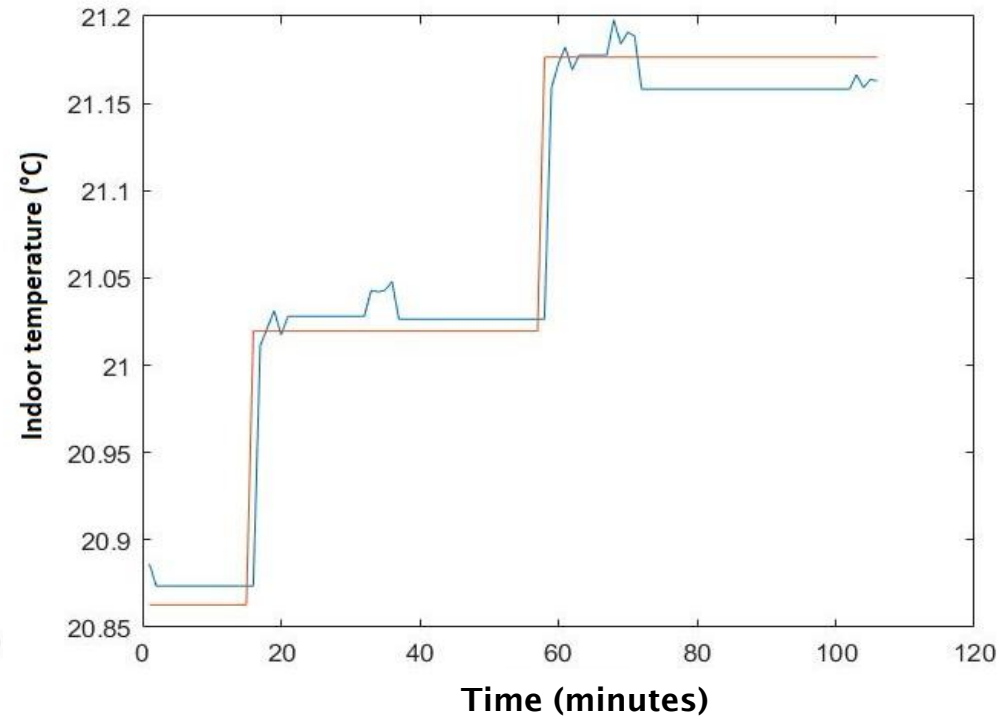
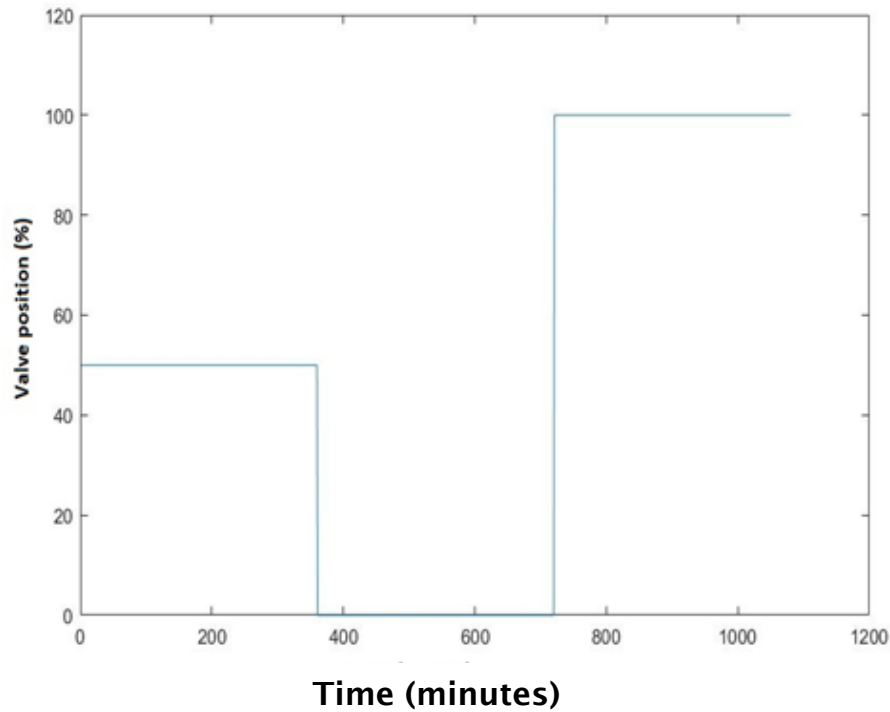
Contrôle prédictif de chauffage

❖ Proposed identification architecture of the target heating system



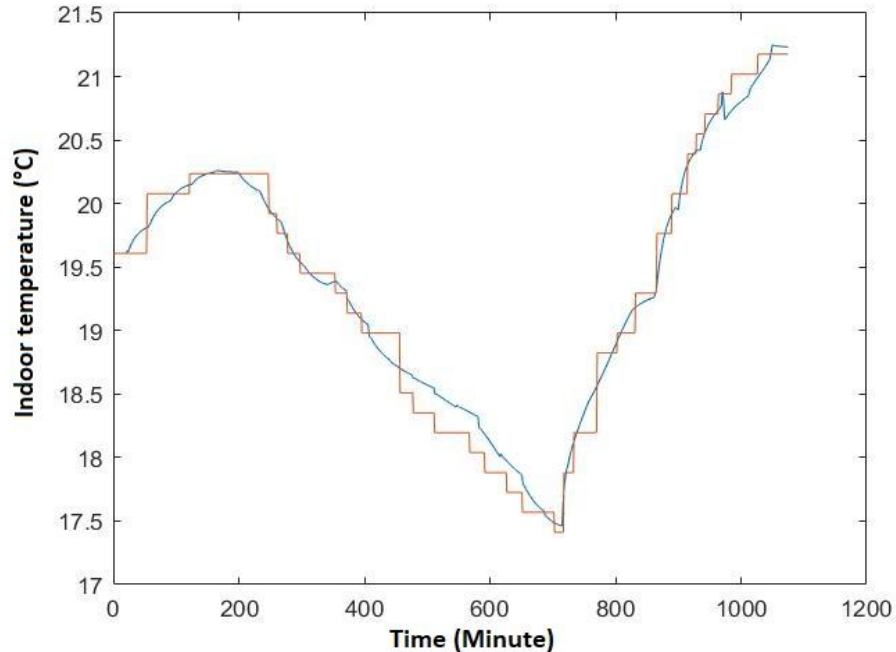
Contrôle prédictif de chauffage

Exemple : contrôle prédictif à « 1-pas »



Contrôle prédictif de chauffage

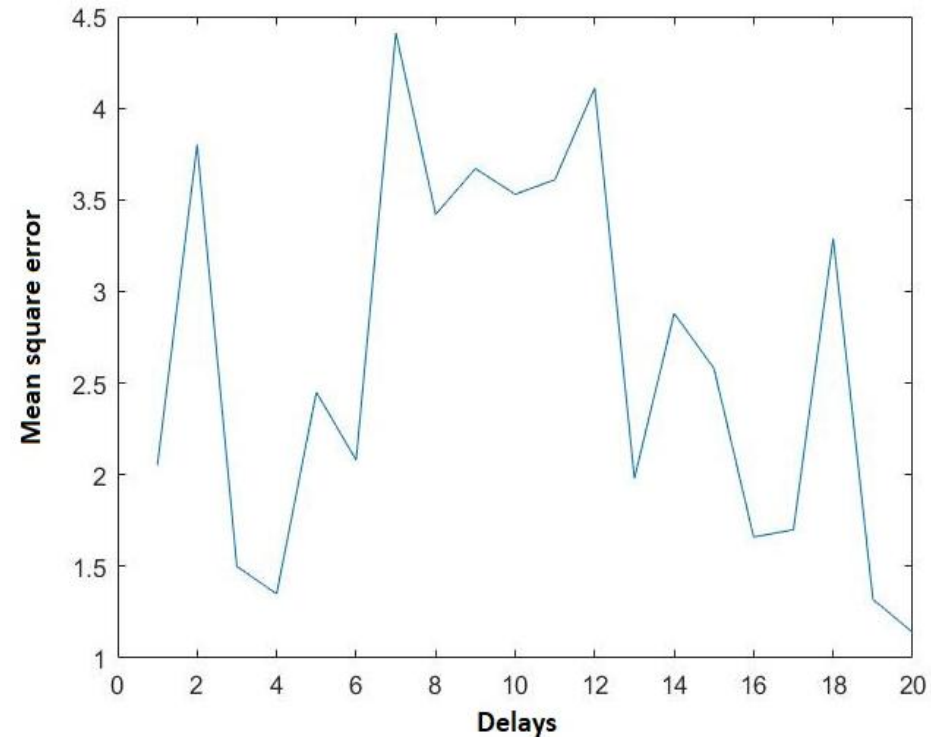
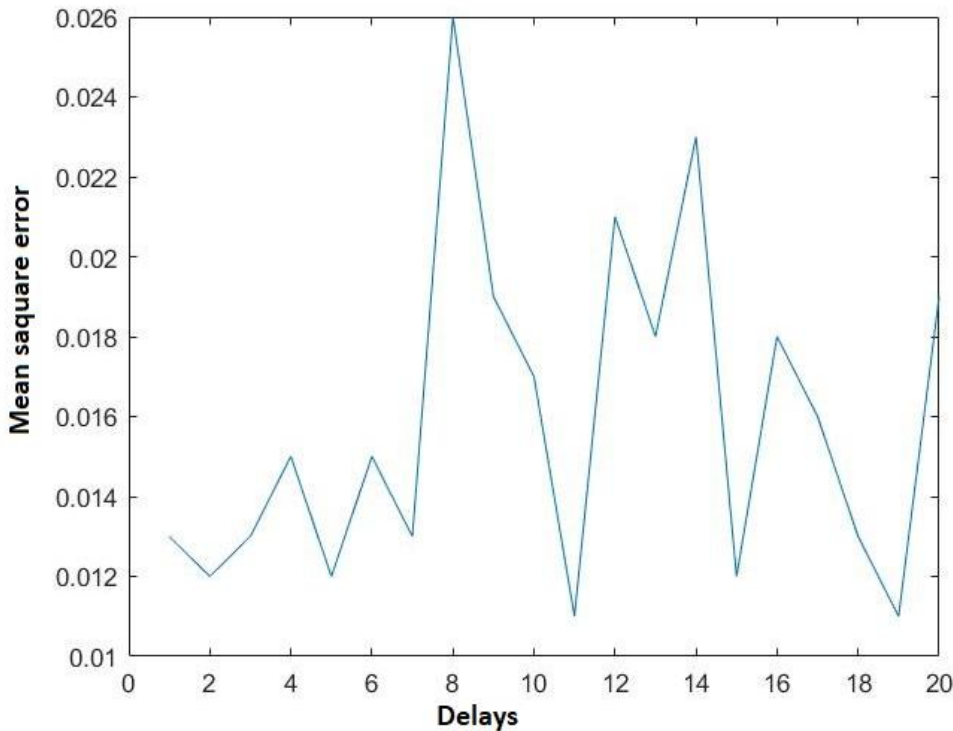
Exemple : contrôle prédictif sur 18 h de chauffage



Prediction \ Errors	One step prediction	Multi step prediction (Total data)
Min. MSE	0.0006	0.020
Min. MAE	0.01	0.11
Max. MSE	0.03	0.25
Max. MAE	0.15	0.44

Minimum & Maximum Errors on 18 hours heating-prediction

Contrôle prédictif de chauffage



**“Prediction MSE” versus “Prediction-Window’s Delay”:
Min MSE (left) and Max MSE (right)**



Merci Pour Votre Attention