

BRAINBOX AI[®]

L'intelligence artificielle dans les bâtiments: théories et applications

Présenté par:

Samuel Desmeules

24 septembre 2025

Conférencier



Samuël Desmeules, ing. M. Ing
Gestionnaire de l'équipe Algorithme CVCA
Brainbox AI, une société de Trane Technologies

TYPE I PURELY REACTIVE

This is the most basic form of AI. It perceives its environment/situation directly and acts on what it sees. It doesn't have a concept of the wider world. It can't form memories or draw on past experiences to affect current decisions. It specializes only in one area.

Examples:

- IBM's Deep Blue which beat Kasparov at chess
- Google's AlphaGo which triumphed over human Go champions



TYPE II LIMITED MEMORY

Further up on the AI evolutionary ladder: this type considers pieces of past information and adds them to its preprogrammed representations of the world. It has just enough memory or experience to make proper decisions and execute appropriate actions.

Examples:

- Self-driving vehicles
- Chatbots, personal digital assistants



TYPE III THEORY OF MIND

Type III AI has the capacity to understand thoughts and emotions which affect human behavior. This type—which can comprehend feelings, motives, intentions, and expectations, and can interact socially—has yet to be built, but would likely be the next class of intelligent machines.

Examples:

- C-3PO and R2-D2 from the Star Wars universe
- Sonny in the 2004 film *I, Robot*



TYPE IV SELF-AWARE

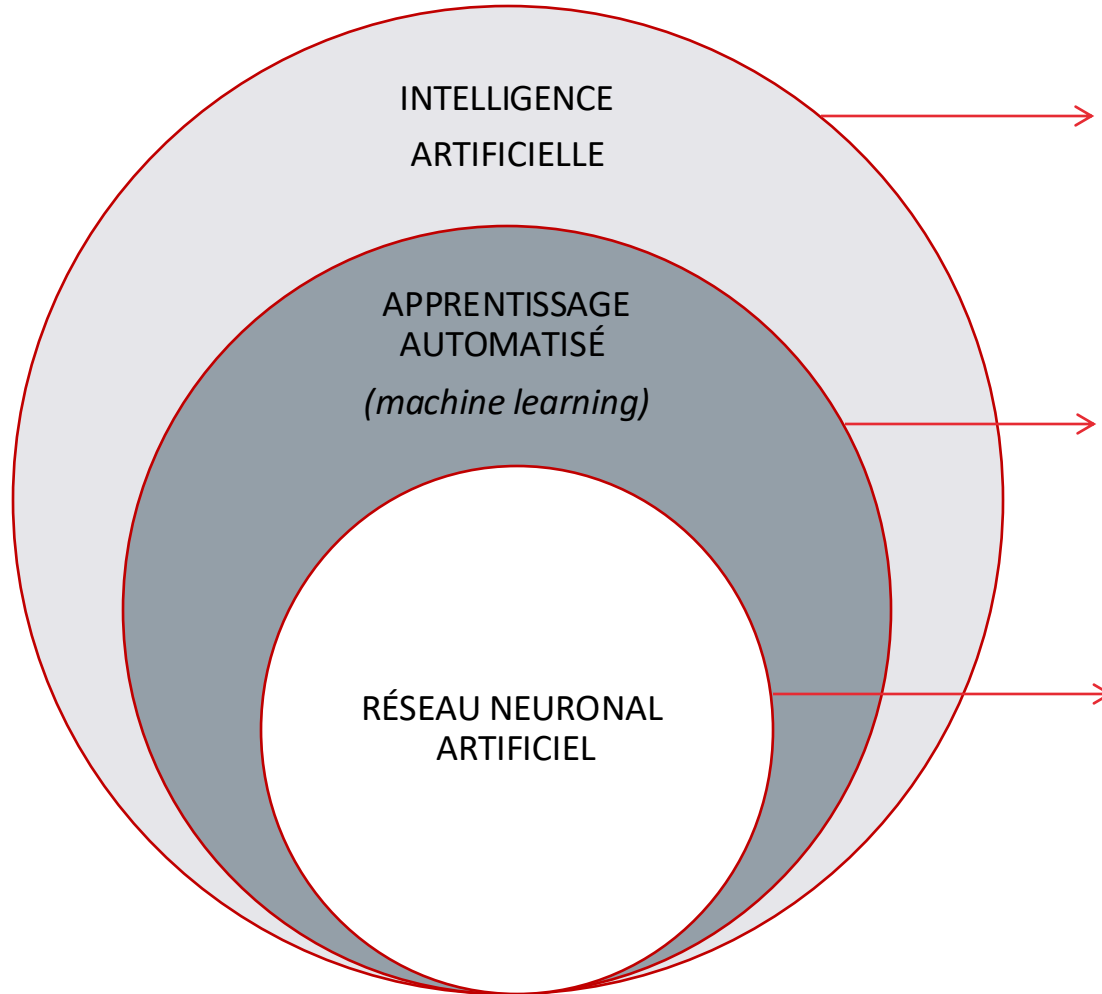
These types of AI can form representations about themselves. An extension of the theory of mind, they are aware of their internal states, can predict the feelings of others, and can make abstractions and inferences. They are the future generation of machines: super intelligent, sentient, and conscious.

Examples:

- Eva in the 2015 movie *Ex Machina*
- Synths in the 2015 TV series *Humans*



Qu'est-ce que l'intelligence artificielle (IA)?



L'ensemble des technologies qui utilisent l'ordinateur pour effectuer des tâches complexes normalement exécutées par l'humain

Sous-catégorie de l'IA qui amène l'ordinateur à apprendre et à s'ajuster en fonction des données et des tendances à l'aide d'outils mathématiques et de statistiques

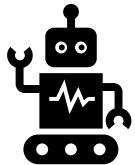
Type d'apprentissage machine qui imite la structure du cerveau à l'aide de neurones

Algorithme **vs** Apprentissage machine



ALGORITHME

- déterministique
- logique basée sur des conditions (if, else if, else)
- reproduit toujours le même résultat pour une situation donnée
- séquence créée par l'humain



APPRENTISSAGE MACHINE

- statistique
- logique basée sur des tendances et de larges bases de données
- améliore les résultats pour une situation donnée
- séquence créée par l'entraînement sur une grande quantité de données

L'apprentissage profond

L'apprentissage profond est un type de réseau neuronal utilisant plusieurs couches de neurones pour réaliser une tâche selon différentes techniques d'apprentissage:

Apprentissage supervisé
(*Supervised learning*)

Apprentissage non-supervisé
(*unsupervised learning*)

Apprentissage semi-supervisé
(*semi-supervised learning*)

Apprentissage auto-supervisé
(*self-supervised learning*)

Apprentissage par transfert
(*transfer learning*)

Apprentissage par renforcement
(*Reinforcement learning*)

Les édifices, une opportunité pour l'IA ?

Données, Internet des objets (IoT) & IA



Les données sont déjà disponibles dans presque tous les bâtiments en Amérique du Nord



De gros investissements ont été réalisés pour accéder à ces données, mais peu a été fait pour créer de la valeur avec elles



Les données de contrôleur existantes peuvent être complétées par des données obtenues à partir de l'IoT

L'IA est le moyen le plus efficace de générer la valeur la plus élevée pour les données qui existent dans nos bâtiments aujourd'hui.

Défis pour les bâtiments commerciaux



45 % de la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux provient du CVCA*.



30 % de la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux est gaspillée**.



Les méthodes courantes d'efficacité énergétique prennent du temps et sont coûteuses.



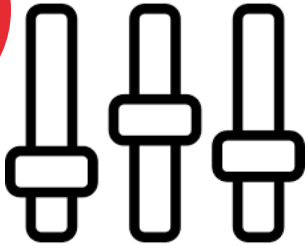
Un mauvais fonctionnement du système de CVCA entraîne un nombre élevé de plaintes des occupants.

*Sources: IEA, NRCAN, Energy End-Use (Urge-Vorsatz), US Energy Information Administration Survey

**Source: Energy Star, <https://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/save-energy>

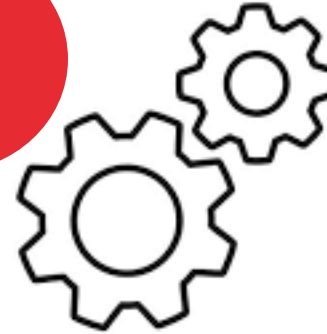
L'utilisation de l'intelligence artificielle pour les bâtiments

1



Optimisation et
performance énergétique

3



Maintenance prédictive et
détection de fautes

2



Opérateur virtuel

4

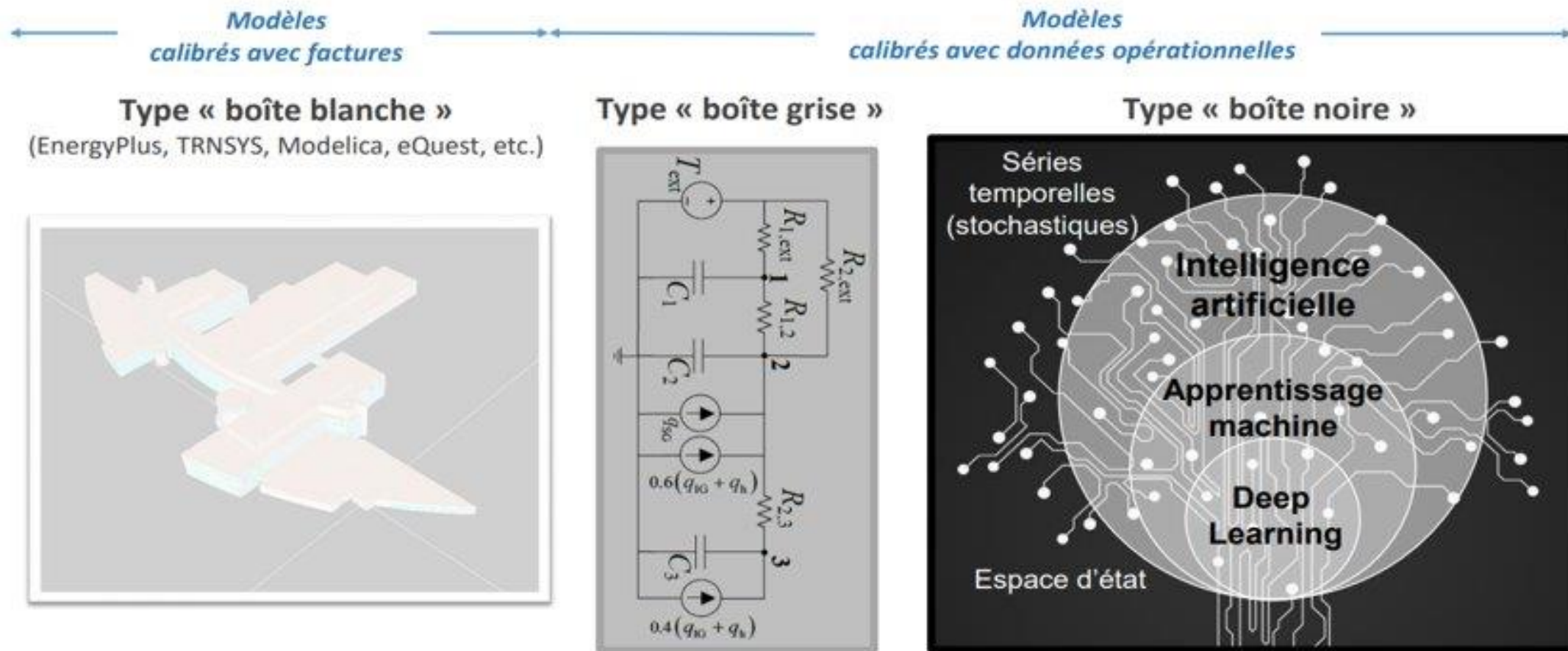


Gestion de la demande de
puissance

1

L'optimisation des systèmes CVCA avec l'intelligence artificielle

Les modèles

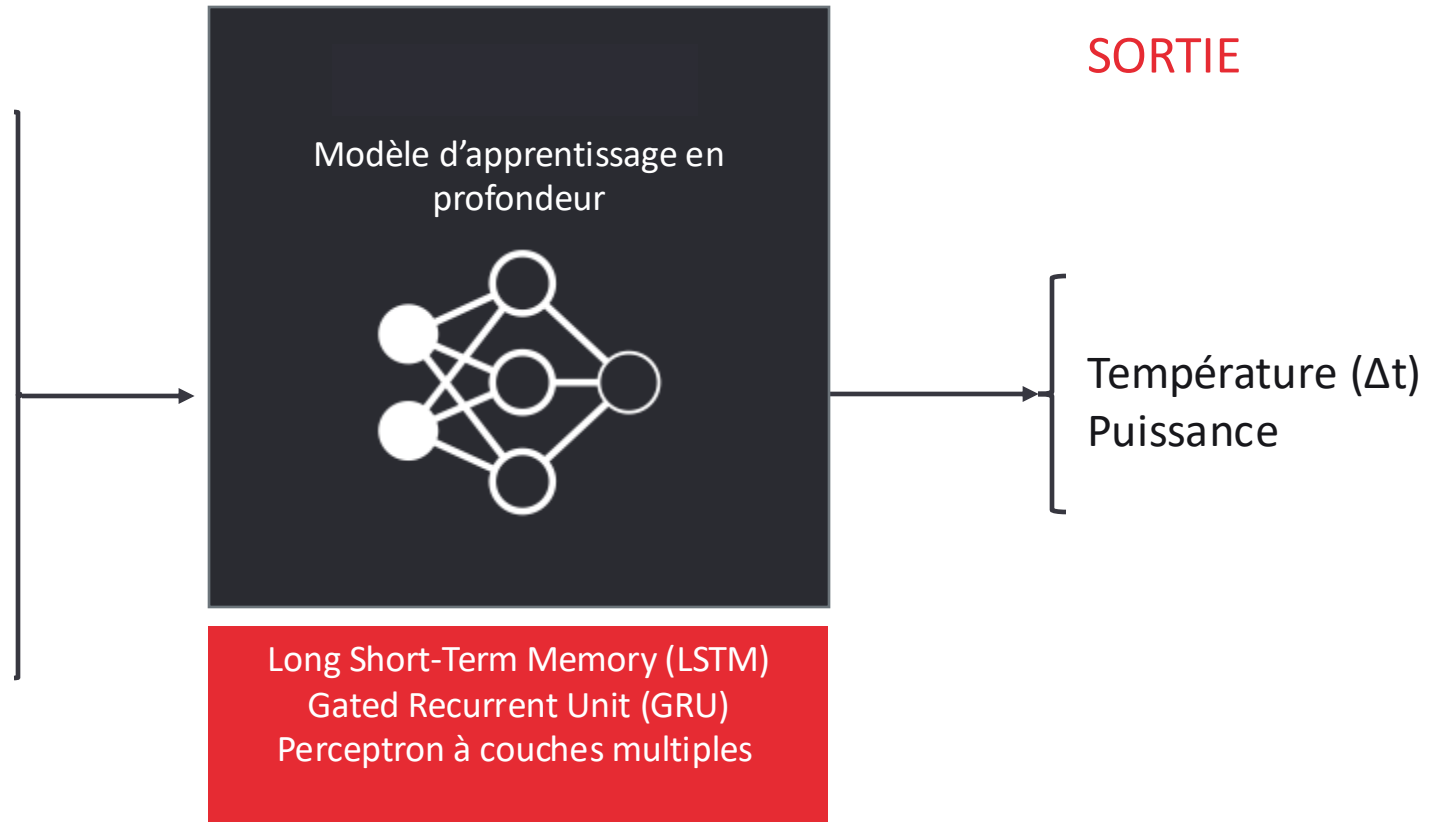


© Ressource Naturelle Canada (Canmet Énergie)

Comment fonctionne l'IA?

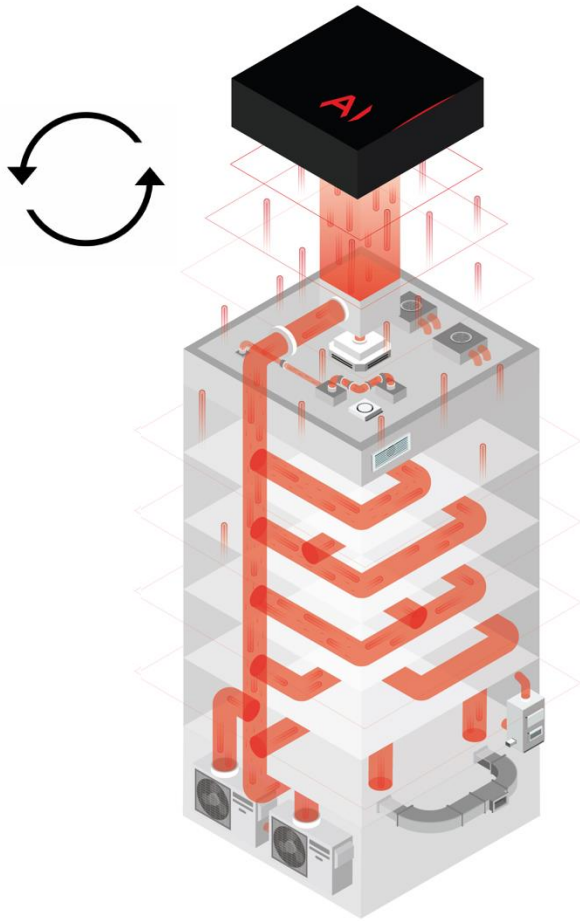
ENTRÉES

Température réelle
Température extérieure
Prévision de la
température extérieure
Valeurs des équipements
mécaniques
Nombre de zones
Variance de température
...
Fuite de chaleur



Optimisation du CVCA par l'IA

Aperçu du processus

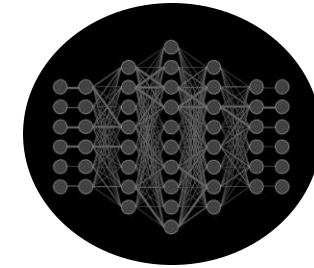


1. La procédure commence sur un bâtiment équipé d'un système de gestion du bâtiment (SGB)
2. Une **connexion** est établie à l'aide du matériel du périphérique, du gestionnaire ou de la communication **cloud-to-cloud**, et les **données du SGB** sont collectées en continu.
3. Une fois que l'on a recueilli suffisamment de données, un **modèle du bâtiment** est formé à l'aide de **réseaux neuronaux profonds**, et les **algorithmes** de contrôle sont **calibrés**.
4. Les **algorithmes de contrôle** sont ensuite **déployés** et commencent à envoyer des commandes au SGB, en utilisant le **modèle** d'apprentissage profond dans leur **calcul**.
5. Le **processus** est ensuite **répété** et sans cesse **affiné** au fur et à mesure que de nouvelles données sont disponibles.

Bâtiment



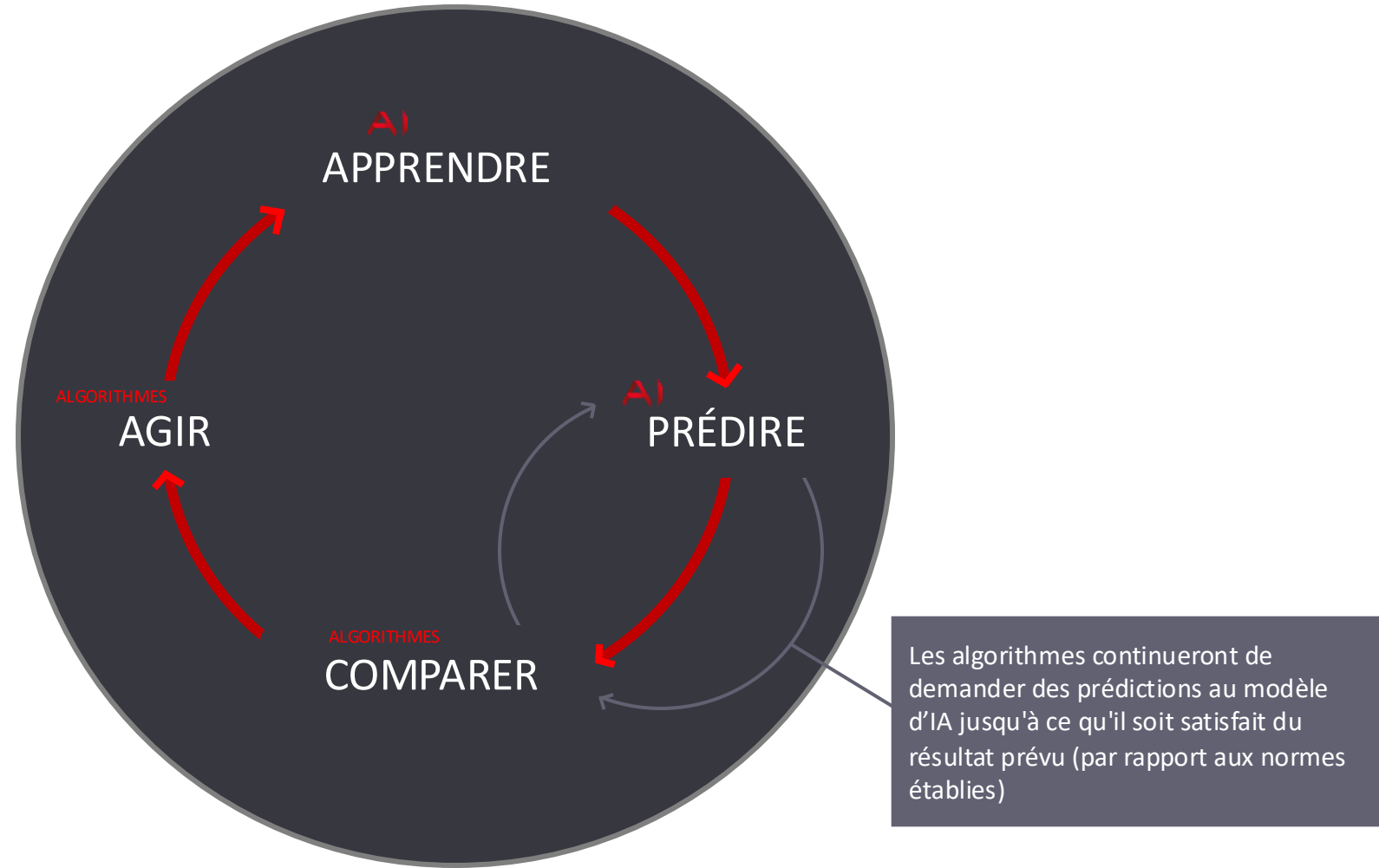
Apprentissage profond



Modèle

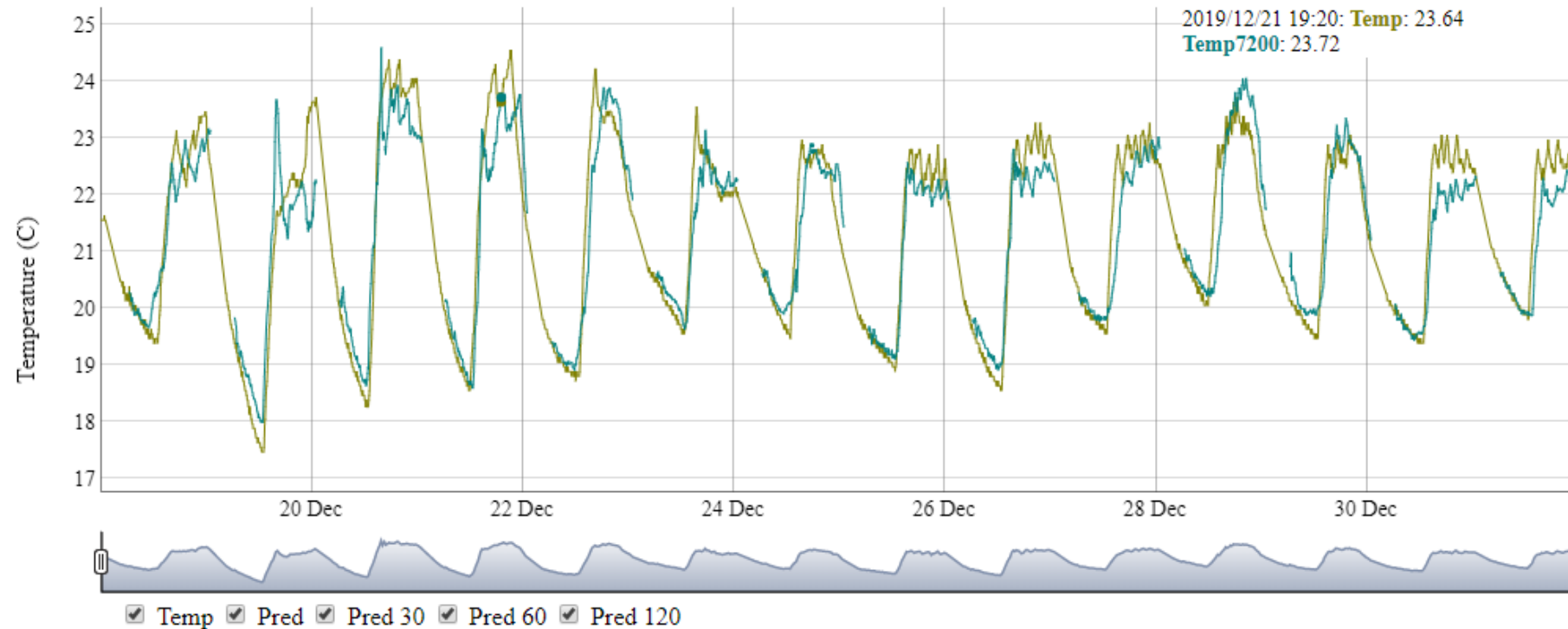


Cycle itératif constant



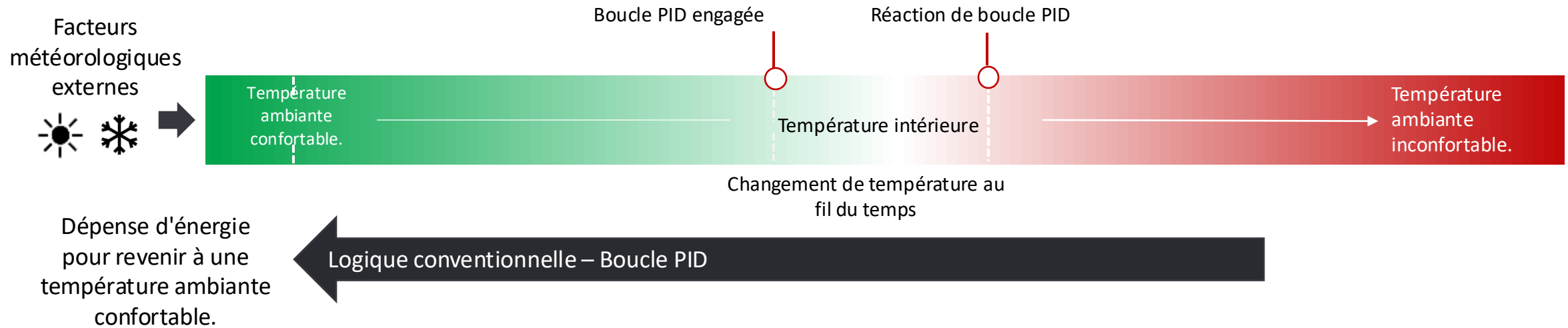
Offrir de la précision

Température réelle vs prévision de l'IA



Changeons l'équation

Boucle PID conventionnelle → Réactif



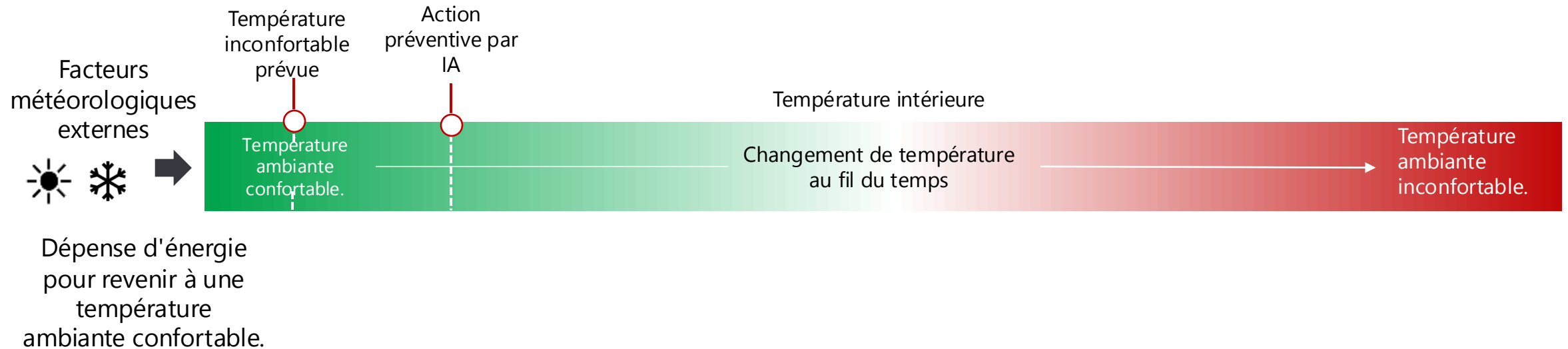
MODE RÉACTIF

Changements de température apparents → l'équipement mécanique module → la température apparente dépasse la plage de confort avant de se stabiliser

Le système doit attendre que la fluctuation de température se produise, pour ensuite réagir

Changeons l'équation

Modèle IA ➡ Prédictif



MODE PRÉDICTIF

La température prévue dépasse la plage de confort → l'équipement mécanique module → la température apparente ne dépasse pas la plage de confort

Le système utilisera la température prévue pour agir en conséquence en évitant les températures élevées ou basses indésirables

Contrôle prédictif au niveau du bâtiment

Prédictions disponibles (pour chaque contrôle):

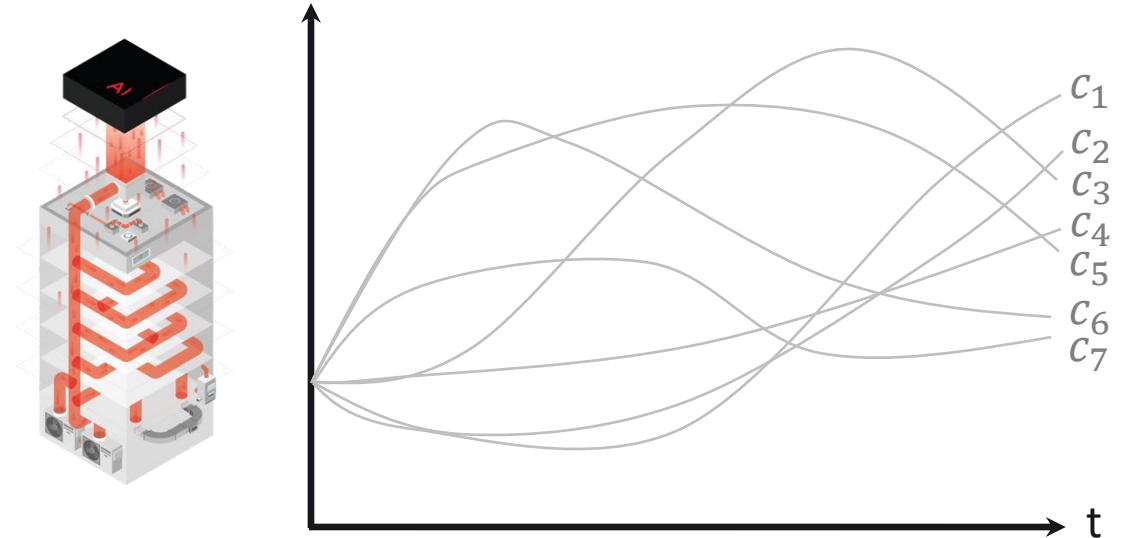
Température
Puissance / énergie
CO2

Objectifs

- Augmenter le confort des occupants
- Réduire l'usure des équipements
- Réduire les coûts d'opération
- Réduire l'empreinte environnementale

Option de choisir la valeur relative de chaque élément

Trajectoires de contrôle futures considérées



Contrôle prédictif au niveau du bâtiment

SETTINGS

☐ Power peak constraint

Power limit

0,70

-

+

Energy weight

1,00

-

+

Power weight

1,00

-

+

Comfort weight

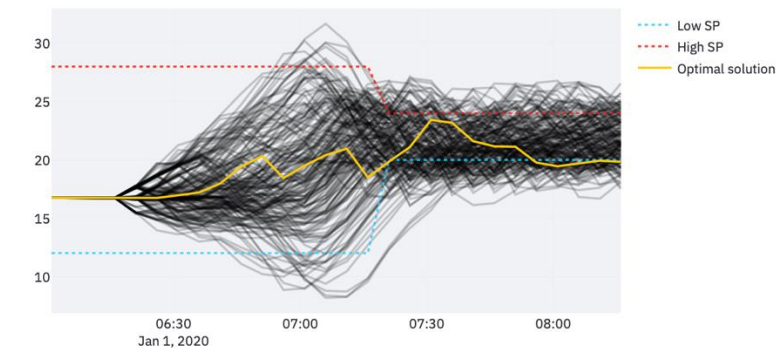
1,00

-

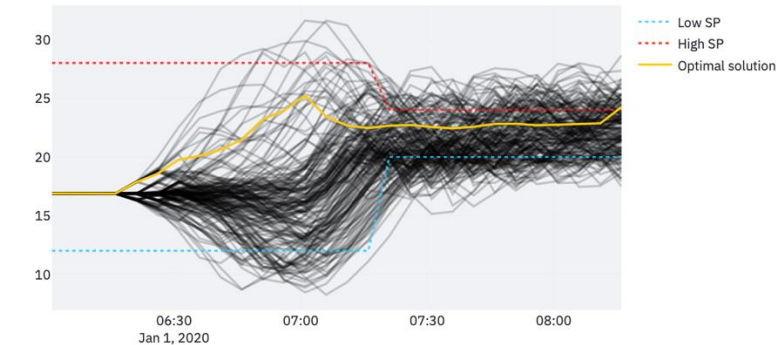
+

ZONE TEMPERATURES

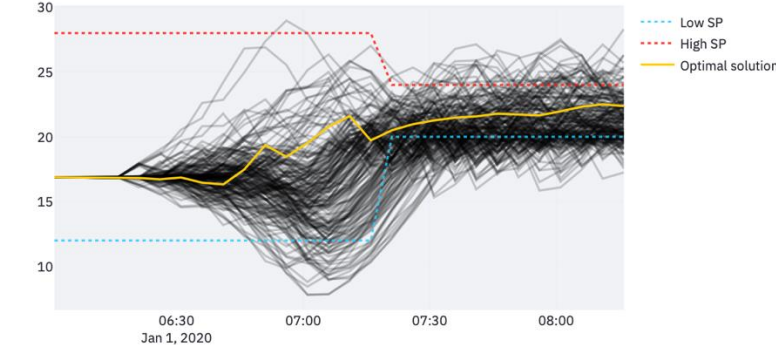
Zone 1



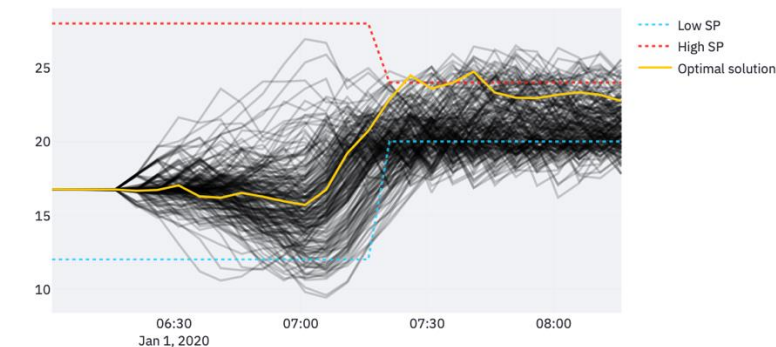
Zone 2



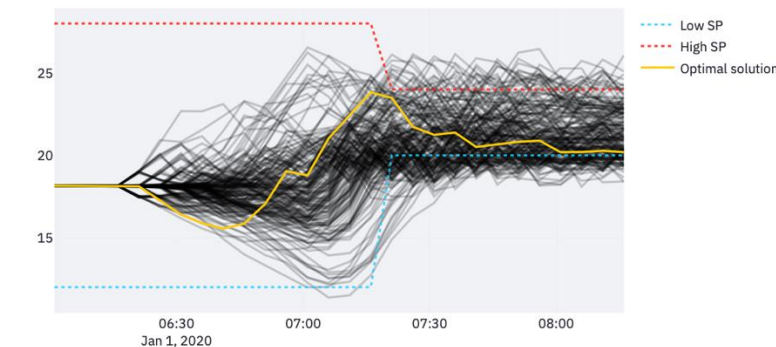
Zone 4



Zone 3



Zone 5

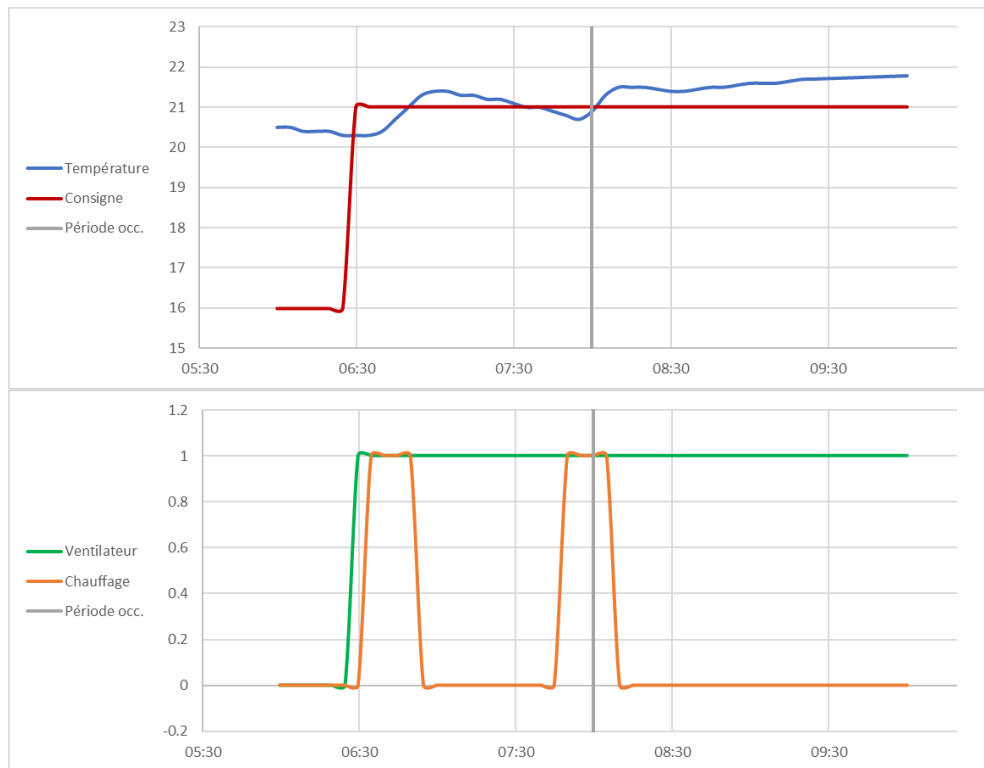


Application #1: Démarrage optimal

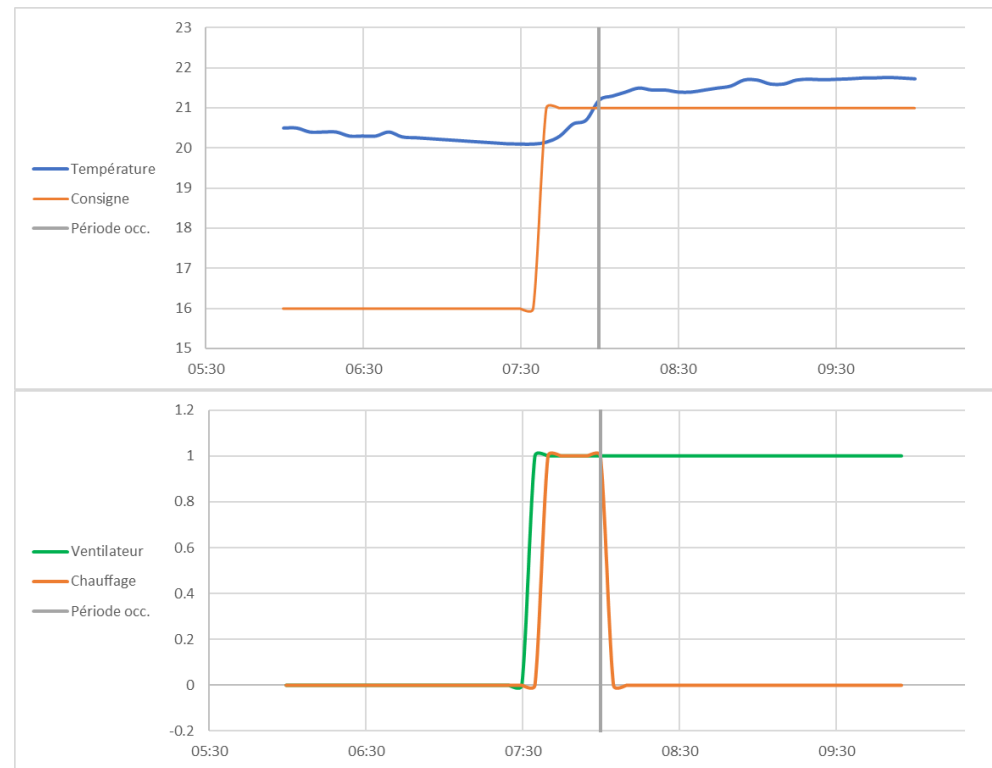
Type de bâtiment: Commerce de détail

Système: Unité au toit (Monozone)

Système de gestion du bâtiment sans l'IA



Système de gestion du bâtiment avec l'IA

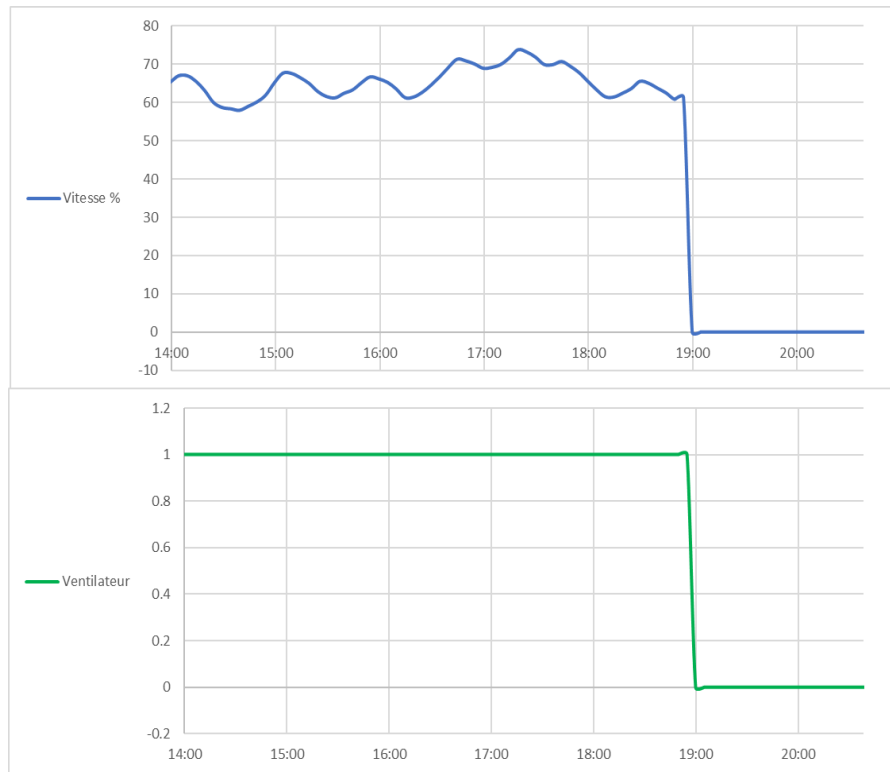


Application #2: Arrêt optimal

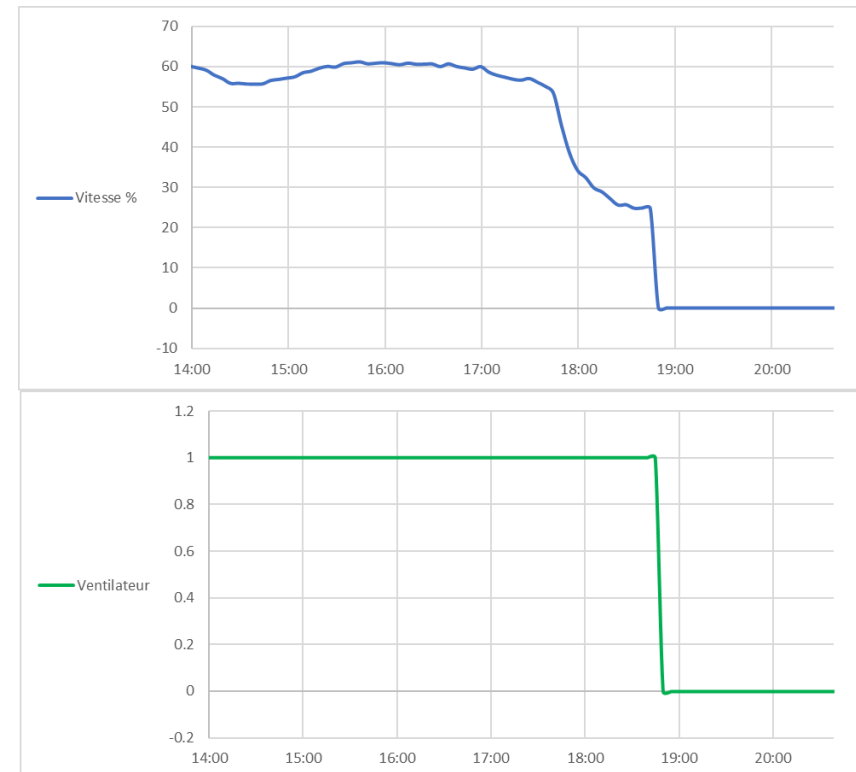
Type de bâtiment: Tour à bureaux

Système: Unité de traitement de l'air + VAVs (Multizone)

Système de gestion du bâtiment sans l'IA



Système de gestion du bâtiment avec l'IA



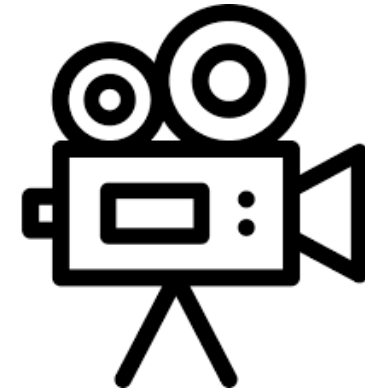
2

L'utilisation de l'IA générative comme
opérateur virtuel du bâtiment

L'IA générative (GenAI)

Qu'est-ce l'IA générative ?

Création de contenu



- Modèle de type LLM (Large language models) pour écriture et lecture
- Utilisation de bases de données massives
- Ex: ChatGPT, MidJourney, Copilot

Application #1: Détection de fautes

Opération du bâtiment



AFDD Reports for US-VAB-DollarTree-00782

Yes, there are multiple AFDD (Automated Fault Detection and Diagnostics) reports for building US-VAB-DollarTree-00782 between the specified timestamps. Here's a summary of the findings:

Report Details

- **Building ID:** 965
- **Asset Name:** US-VAB-DollarTree-00782
- **Time Range:** From 2025-03-26 16:42:46 to 2025-07-21 13:02:46 (UTC)

Equipment with AFDD Reports

1. RTU_1: 23 reports
2. RTU_2: 5 reports
3. RTU_3: 11 reports
4. RTU_04: 6 reports
5. RTU_06: 1 report

Key Findings

- All reports across all RTUs show the same fault code: CODE_7P_01_1
- This code indicates a successful test of Cooling_Stage_1 in the equipment
- No issues were detected with the operation of Cooling_Stage_1

Interpretation of Fault Code

The fault code CODE_7P_01_1 signifies:

- The Supply Air Temperature (SAT) decreased sufficiently during Cooling_Stage_1 operation
- The change in SAT was greater than the testing threshold
- This confirms that Cooling_Stage_1 is operating correctly in all tested RTUs

While these reports indicate successful operations rather than faults, they provide valuable information about the consistent performance of the cooling systems across multiple RTUs in the building during the specified period.

Application #2: Assistance à la maintenance

Contracteurs



K1 contactor has failed for SGC-36, what part number do I need to replace it? and what is its catalog reference to order it?

Replacement Part for K1 Contactor in SGC-36

Based on the information provided, I can give you the specific details for replacing the K1 contactor in your SGC-36 unit.

Part Details:

- **Model/Part Number:** 100438-03
- **Catalog Number:** 95M57

This information is for the K1 contactor in the SGC036H4 model, which is compatible with your SGC-36 unit. When ordering the replacement part, you should use these numbers to ensure you get the correct component.

Key Points:

- The part is listed as "CONTACTOR" in the parts catalog.
- It's specifically designated for the K1 callout in your system.
- Always verify the compatibility with your exact model before ordering.

For your reference, here's the detailed information from our parts catalog:

RTU Model	Callout	Name	Model/Part #	Catalog #
SGC036H4	K1	CONTACTOR (Qty: 1)	100438-03	95M57

When placing your order, provide both the Model/Part # (100438-03) and the Catalog # (95M57) to ensure you receive the correct replacement contactor for your SGC-36 unit.

Application #3: Analyse de données

Gestion du bâtiment



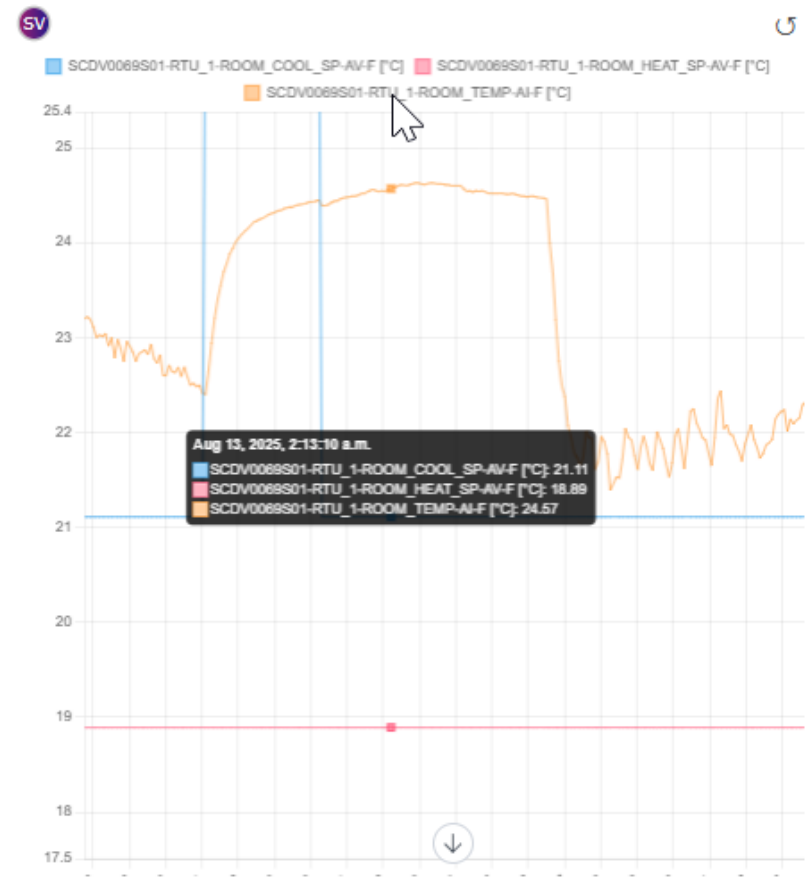
Show me please, the room temperature, cooling setpoint, and heating setpoint for the last three days for RTU_01

RTU_01 Temperature and Setpoint Data for CA-BRL-SCDV-0069

A plot has been provided, please note that I am not able to interpret or generate insights on the plot at this time.

Data Visualization

- A graphical representation of the following data points has been generated:
 - Room temperature
 - Cooling setpoint
 - Heating setpoint

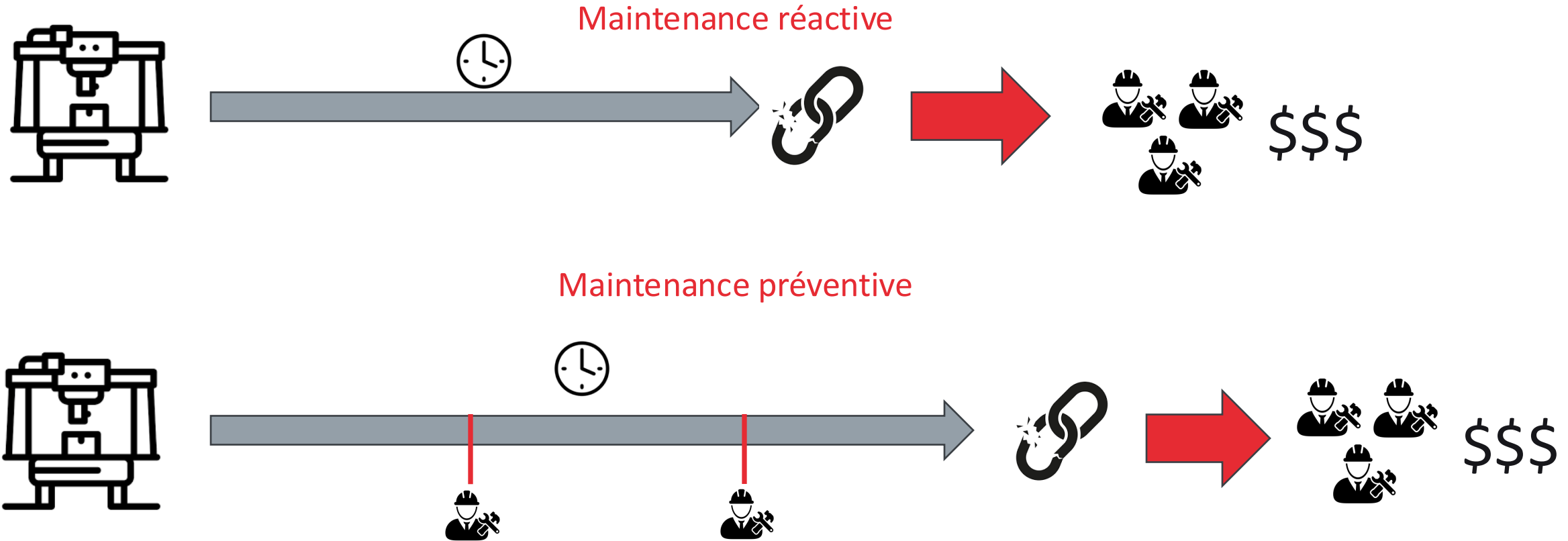


3

Maintenance prédictive et détection de fautes

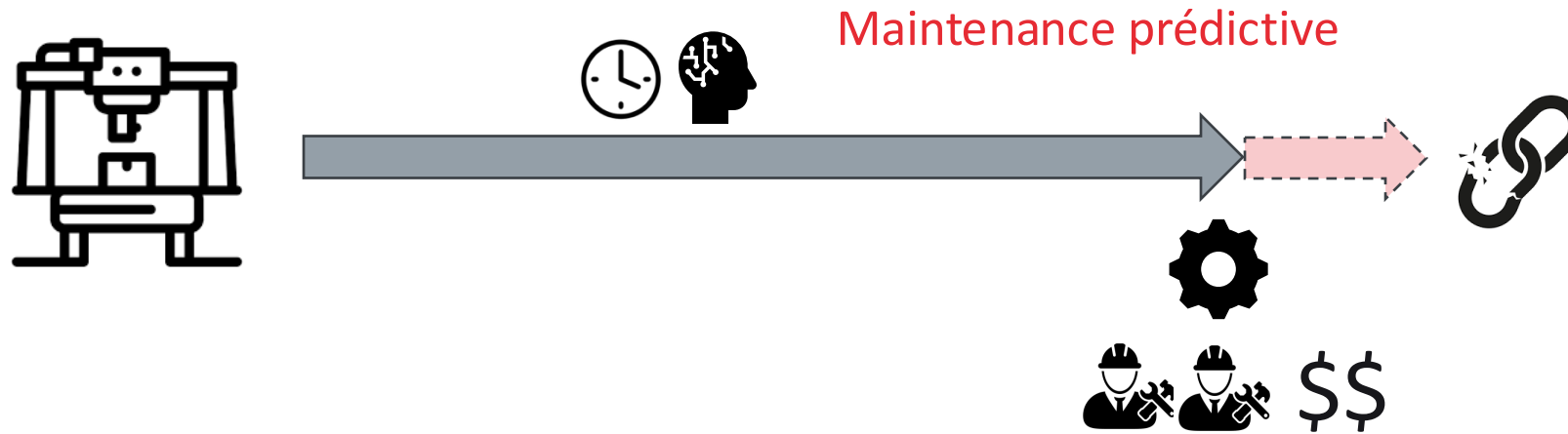
Maintenance prédictive et détection de fautes

La maintenance, une nécessité mal-aimée



Maintenance prédictive et détection de fautes

Et le rôle de l'IA pour la maintenance?



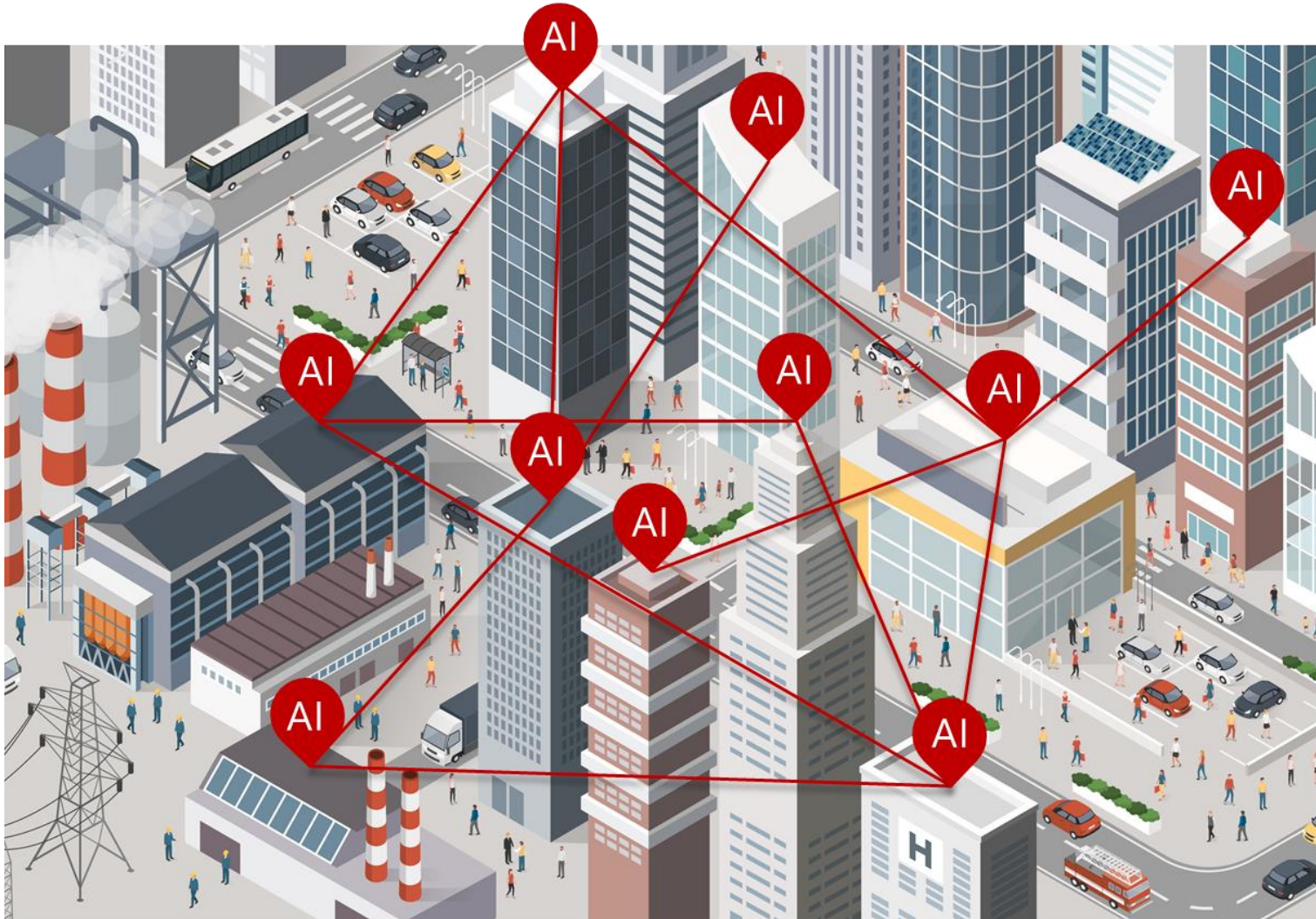
L'utilisation de l'IA pour la maintenance

- Meilleure planification et coordination des travaux de maintenance
- Élimination de l'effet de surprise pouvant engendrer des surcoûts
- Réduction des impacts opérationnels

4

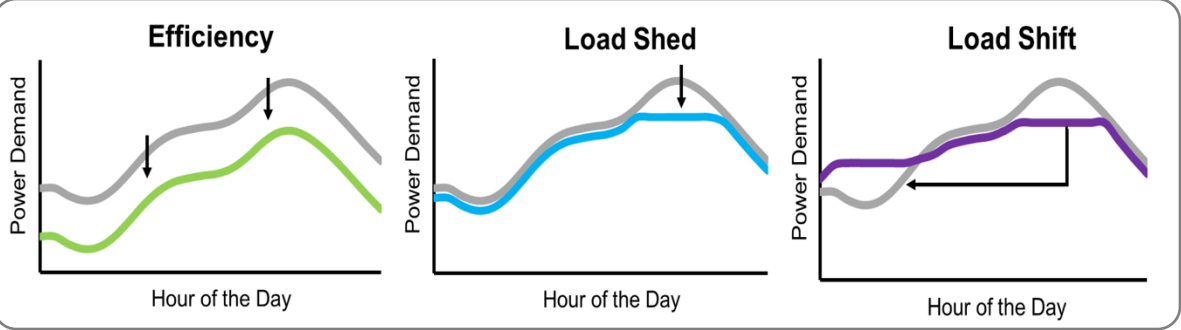
Gestion de la demande électrique et du réseau électrique

Imaginez si nous connectons ces agents IA indépendants ensemble



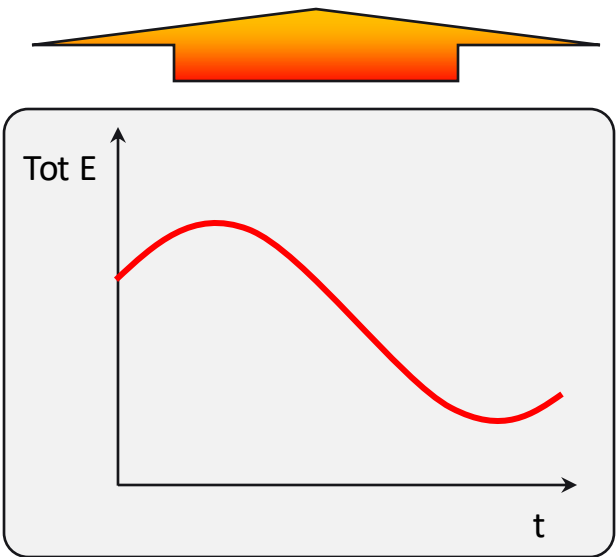
Contrôle au niveau du réseau

En utilisant un cadre de contrôle hiérarchique, l'optimisation à **deux niveaux** peut être atteinte en optimisant simultanément les objectifs **au niveau du bâtiment et du réseau**.



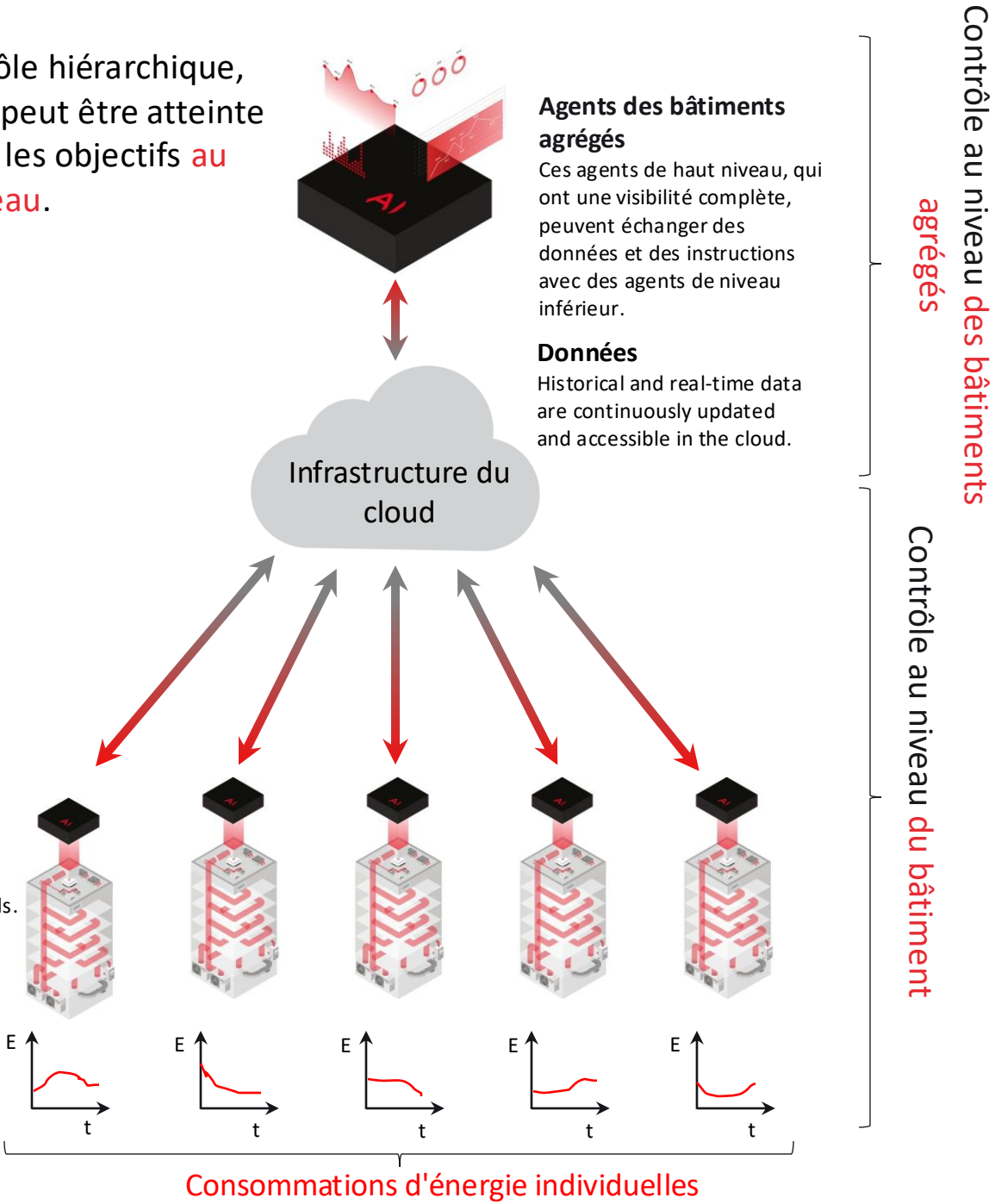
Objectifs de demande de puissance

Centrale électrique virtuelle



Consommation énergétique des bâtiments agrégés

Agents du bâtiment
Les agents de niveau inférieur optimisent en continu les commandes des bâtiments individuels.

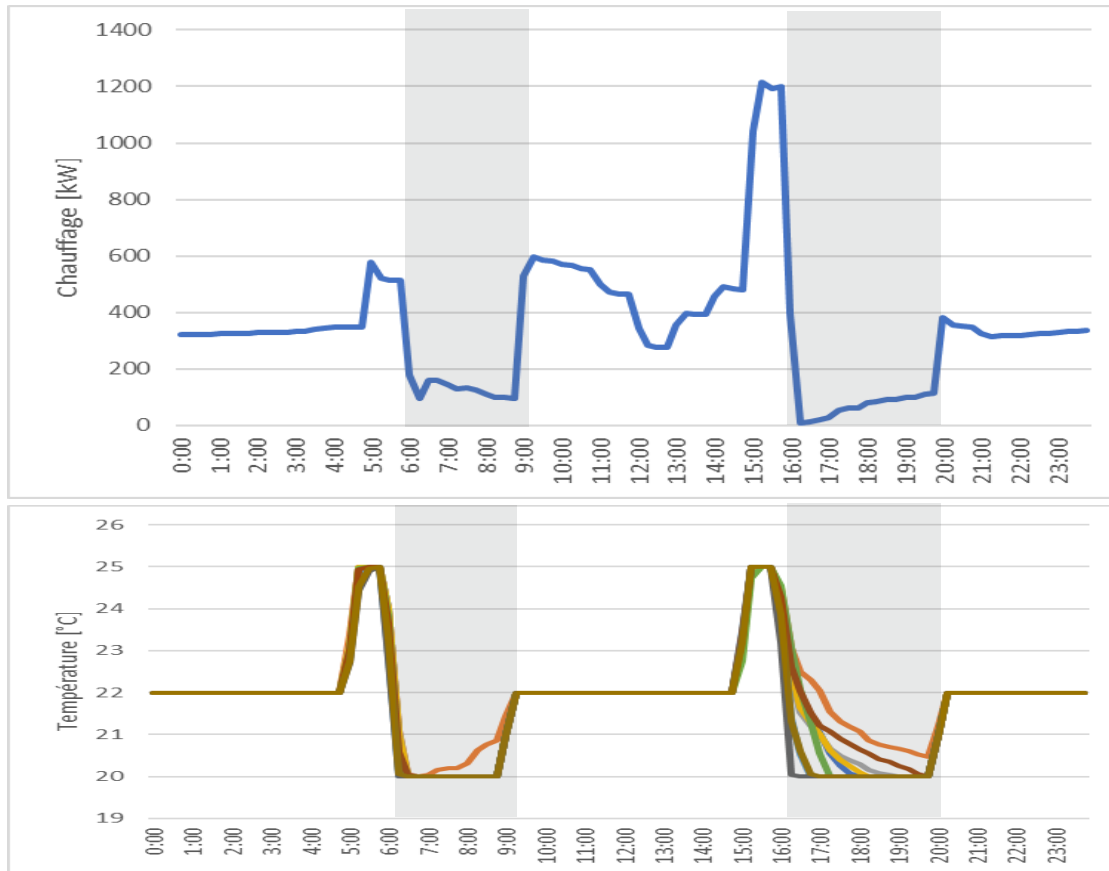


Application #1: préchauffage avant pointes de demande

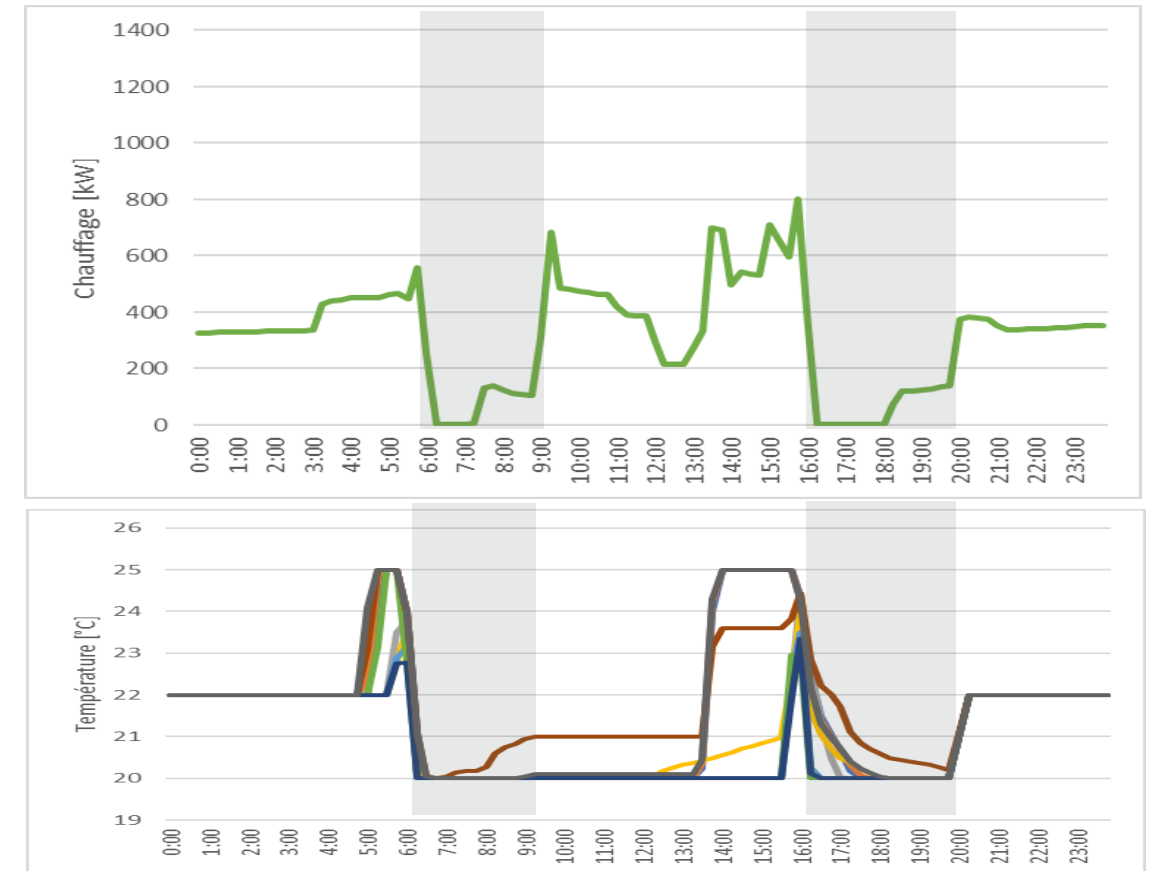
Type de bâtiment: École (simulation TRNSYS)

Système: Unité centrale de traitement de l'air

Système de gestion du bâtiment sans l'IA



Système de gestion du bâtiment avec l'IA



Défis et enjeux de l'IA dans les bâtiments

Défis de l'IA dans les bâtiments



- confusion du rôle de l'IA
- interaction entre l'IA et les utilisateurs
- craintes de pertes d'emplois



- compatibilité des systèmes et du bâtiment (audit)
- cartographie des données et des systèmes (digital twin)
- entretien déficient et performance réduite des systèmes électro-mécaniques (capteurs décalibrés, valves ou volets défectueux)
- criticité de certains systèmes (réseau de vapeur, refroidisseurs)



- latence des infrastructures de communication
- précision des capteurs (bruit)
- coût de stockage des données et des serveurs
- confidentialité des données et protection de la vie privée

Mot de la fin

- **Intelligence artificielle ≠ magie**
- L'intelligence artificielle est un outil, tout comme un marteau. Cet outil sert à l'amélioration d'un processus ou d'un procédé et son rôle n'est pas de remplacer l'ingénierie, ni l'humain.
- L'intelligence artificielle n'est pas une panacée à la décarbonation des bâtiments, mais elle fait certainement partie de la solution au même titre que les thermopompes et les énergies renouvelables.

Rendre les bâtiments plus intelligents, plus écologiques et plus efficaces.

BRAINBOX AI.
brainboxai.com



Samuël Desmeules, ing. M. Ing
Gestionnaire de l'équipe Algorithme CVCA
Brainbox AI, une société de Trane Technologies
s.desmeules@brainboxai.com

Prochain webinaire le 22 octobre

Titre : Les techniques de préchauffage de l'air des condenseurs des thermopompes

Conférenciers : Jean-Francois Verret : jfverret@ambioner.com

Michel Tardif: michel.tardif@NRCan-RNCan.gc.ca

Ronald Gagnon : rgagnon@pageaumorel.com

Le symposium annuel du REB aura lieu le 9 décembre à l'ETS.

Titre : Vert une performance durable des bâtiments existants