Gestion prédictive du confort thermique et minimisation de la consommation énergétique dans un bâtiment tertiaire

Antoine Garnier[1,2], Julien Eynard[2], Matthieu Caussanel[2], Stéphane Grieu[2]

[1] Pyrescom, Mas des Tilleuls, 66680 Canohès, France. Mail : a.garnier@pyres.com

[2] PROMES-CNRS, Rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan, France. Mail : grieu@univ-perp.fr

Présentation

- Thèse réalisée dans le cadre d'une bourse CIFRE, effectuée à Pyrescom
- Entreprise de 60 personnes basée à Canohès

Problématiques des bâtiments tertiaires :

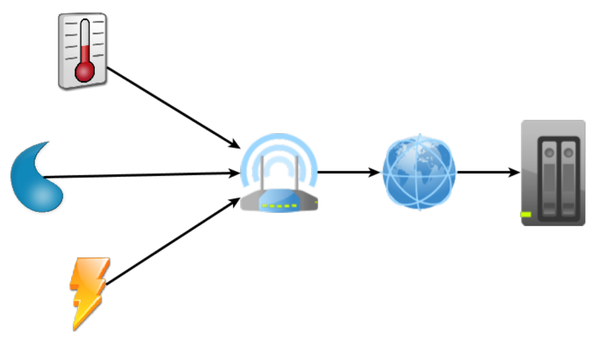
- Consommations électriques importantes
- Rejets de CO2 élevés
- Occupation intermittente, mais chauffage maintenu
- Directives européennes fixant des seuils à respecter pour les bâtiments neufs uniquement
- Parc de bâtiments anciens important

Objectif : développer un système commercialisable de régulation de la température qui va :

- Limiter la consommation énergétique
- Assurer le confort thermique des occupants

Solution BATNRJ

- Système de monitoring d'un bâtiment développé par la société Pyrescom
- Mesure de différentes grandeurs :
  - Températures ambiante et radiative
  - Humidité relative
  - Irradiation solaire
  - Consommations énergétiques
  - Etc.
- Enregistrement des mesures vers un serveur web



Bâtiment pilote

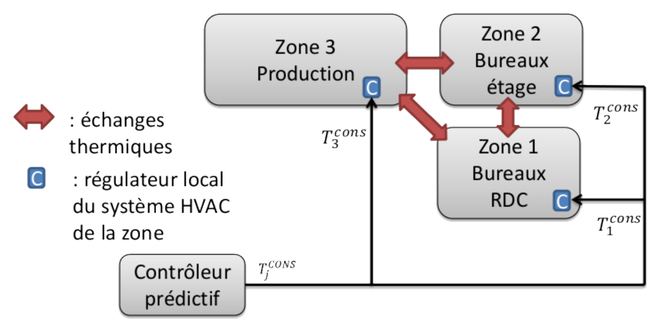
- Bâtiment de 1000 m^2 sur deux étages, situé à Perpignan
- Modélisation avec le logiciel Energy+ pour :
  - Étudier son comportement en simulation
  - Développer la stratégie de contrôle

Confort thermique

- Déterminé à partir du PMV : Vote Moyen Prévisible
- Estime la sensation thermique d'une personne
- Calculé à partir du bilan des échanges thermiques
- Prend en compte les occupants (habillement, activité, ...) et leur environnement (température de l'air et des murs, humidité, ...)

Valeur du PMV	Sensation thermique
+3	Très chaud
+2	Chaud
+1	Légèrement chaud
0	Idéale
-1	Frais
-2	Froid
-3	Très froid

Contrôle multi-zone



Modèle de commande

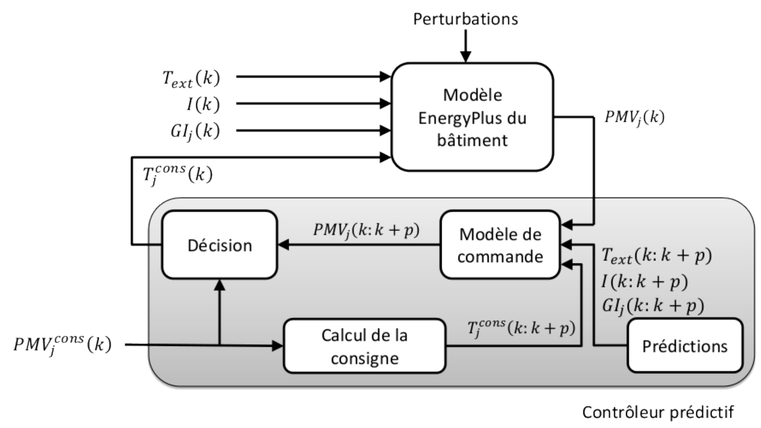
Permet de prédire la valeur du PMV à partir de la consigne de température et des variables exogènes

- Basé sur un réseau de neurones artificiels
- Entrainement en quelques dizaines de secondes
- Très bonne précision : erreur inférieure à 4%

Stratégie prédictive

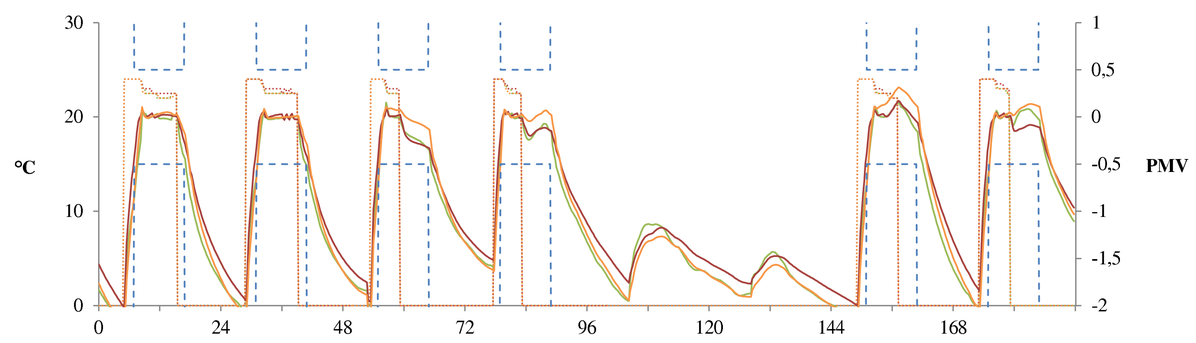
A partir du modèle simplifié du bâtiment, calcule les instants optimaux de basculement du système HVAC :

- Mise en route le plus tard possible, de façon à ce que le confort soit atteint à l'arrivée des occupants
- Arrêt le plus tôt possible, en maintenant le confort grâce à l'inertie thermique du bâtiment
- Prend en compte les échanges thermiques entre les différentes zones



Résultats

Simulation sur une semaine avec un contrôle prédictif des 3 zones du bâtiment pilote



- Ligne continue : valeur mesurée du confort
- Tirets : intervalle de confort à respecter
- Pointillés : température de consigne appliquée

Contrôle	Consigne	Conso. Wh/J·m^2	Respect du confort
24/7	22°C	232	78.2%
Anticipatif	22°C	88	82.6%
Prédictif	PMV = 0	81.6	86.8%

Conclusion et perspectives

- Approche de régulation prédictive du PMV
- Algorithme peu gourmand en ressources calculatoires
- Modélisation du PMV à partir de réseaux de neurones artificiels
- Amélioration du confort thermique
- Réduction significative de la consommation énergétique

- Intégration future de la climatisation à la stratégie de contrôle
- Expérimentation prochaine sur le bâtiment pilote