

→ INTELLIGENCE ARTIFICIELLE → GTB

INDALO® Supervision : la prévision au service de la régulation CVC

→ En réponse aux impératifs actuels de sobriété énergétique, Octopus Lab a développé une solution GTB intégrant une IA prédictive. Celle-ci permet d'anticiper le comportement d'un bâtiment afin d'optimiser le pilotage des systèmes CVC et ainsi d'améliorer ses performances environnementales et sanitaires.

Les limites de la GTB traditionnelle

Historiquement, la gestion technique consistait principalement à fournir les équipements de régulation des systèmes CVC du bâtiment et, tant que faire se peut, mettre à disposition une interface homme-machine suffisamment accessible pour être exploitée par une équipe de maintenance. Au fil du temps, ces dispositifs se sont perfectionnés : les protocoles de communication entre les automates ont gagné en stabilité et en fiabilité, tandis que les interfaces utilisateurs sont devenues plus ergonomiques et intuitives.

Pour autant, d'importants progrès restent à faire. Si les équipements CVC sont des systèmes relativement simples à mettre en service, le réglage de leurs points de fonctionnement est rarement optimal. Et pour cause : il existe une très grande diversité d'équipements et d'usages découlant de la variété des typologies de bâtiments et des exigences propres à chaque site. De même, le maintien des performances des GTB est rarement garanti sur la durée de vie d'un bâtiment. Cela s'explique notamment par des changements sur le terrain (remplacement des équipements en place, évolution des usages...) qui ne sont pas reportés à la GTB ou encore à une flexibilité limitée du dispositif en place, etc.

Enfin, le déploiement d'une GTB mobilise un vaste champ de compétences telles que la logique d'automatisme, les systèmes CVC, l'électrotechnique ou encore les réseaux (filaires ou non avec l'IoT). Tous ces paramètres participent au challenge de la GTB, et à la variabilité de ses performances que l'on rencontre au quotidien lors des audits de conformité.

INDALO Supervision : l'IA au service de la régulation prédictive des systèmes CVC

Chez Octopus Lab, nous avons développé INDALO Supervision, une plateforme cloud regroupant plusieurs fonctions (cf. figure 1) :

- Collecter les données techniques du bâtiment en temps réel, quel que soit le protocole pour les afficher, les analyser et les intégrer à un jumeau numérique du bâtiment (une maquette BIM enrichie via le module INDALO Revit) ;
- Prévoir les paramètres de confort et de qualité d'air sur

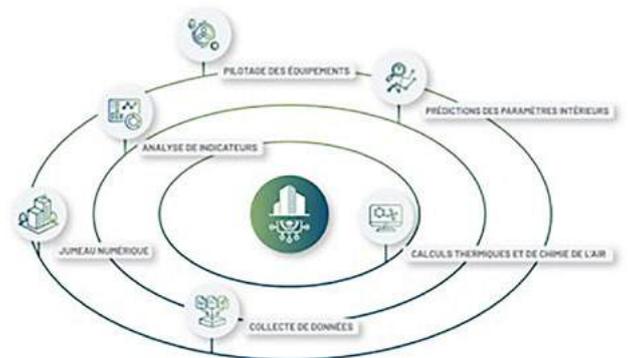


Figure 1 : fonctionnalités INDALO Supervision

les prochaines 24h dans chaque pièce du bâtiment via les moteurs de simulation développés par notre équipe R&D :

- Interagir avec les équipements CVC pour les piloter et en assurer la régulation.

a. Fonctionnement de la solution

INDALO Supervision exploite les données remontées par nos capteurs d'ambiance pour en déduire la fréquentation réelle du bâtiment.

Cette méthodologie a fait l'objet d'un projet de recherche en collaboration avec l'Université de Strasbourg, le CNRS, cofinancé par Octopus Lab et l'ADEME de 2018 à 2021. Cette brique de Machine Learning a été éprouvée et est aujourd'hui déployée sur tous nos bâtiments. Elle affine la prévision d'humidité relative, de concentrations de polluants et d'occupation dans les pièces, mais également de la qualité d'air extérieur à échelle ultra-locale.

Ces modèles d'entraînement sont couplés au moteur de calcul INCA-Indoor® et permettent d'estimer sur 24h les concentrations de tous les polluants pour lesquels une mesure continue et en temps réel est réalisée. Une période d'apprentissage de 6 semaines est nécessaire pour atteindre des critères de qualité suffisants, évalués par le coefficient de Pearson (R2), l'écart quadratique moyen (RMSE) et la méthode des moindres carrés ordinaires (MQO) notamment. Une deuxième brique d'IA optimise la régulation des équipe-

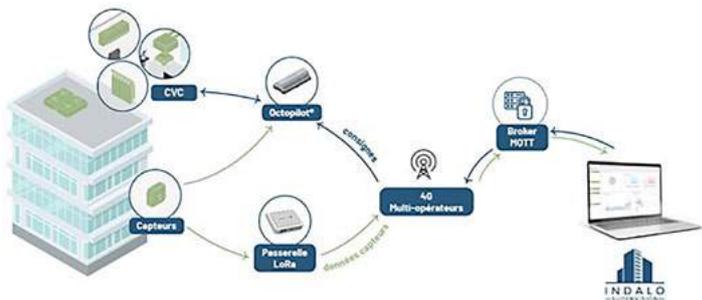


Figure 2 : Architecture INDALO® Supervision

ments CVC pour adapter les températures des équipements de production, de la ventilation et des circuits de distribution en fonction des besoins prédits. L'IA améliore également la fonction d'optimiseur de relance pour estimer le réglage strictement nécessaire afin d'atteindre la température de consigne en début de journée (cf. fig2).

b. La prédiction de température en détail

On peut aisément imaginer qu'il est beaucoup plus facile de prévoir les températures d'un hiver très froid lorsque des données similaires sont présentes dans le dataset d'entraînement. Pour autant, si c'est un prérequis au modèle, c'est que le modèle ne "comprend" pas suffisamment le bâtiment. Par conséquent, l'un des enjeux majeurs est d'obtenir des prévisions fiables sur un domaine de validité couvrant des situations très différentes (plein hiver ou intersaison par exemple) à partir d'un dataset réduit.

La prévision de température a fait l'objet de nombreux tests afin d'avoir une prévision fiable pour l'entraînement le plus court possible. Plusieurs algorithmes ont été mis à l'épreuve parmi les classiques Random Forest, Multi-layer Perceptron, etc. Ainsi, il a été possible d'obtenir 24h de prévision fiable à partir de seulement 15 jours d'entraînement. La prévision de température d'une zone thermique est associée à au moins 5 variables explicatives pour les systèmes CVC les plus simples. En effet, ce nombre de variables explicatives est corrélé au modèle de simulation thermique qui permet la régulation des équipements CVC du bâtiment.

Au bout de 120 jours d'entraînement, il est possible d'avoir 96 h de prévision. La figure ci-après (cf. figure 3) présente une prévision sur 4 jours d'INDALO® Supervision comparée aux mesures au sein d'une pièce d'un bâtiment plutôt ancien (avant RT 2005) et chauffée par des radiateurs à eau. L'écart mesure vs simulation s'étale sur +/- 1,3 °C avec un écart médian de -0,1 °C. L'erreur moyenne absolue (MAE) est de 0,4 °C. La dynamique est bien représentée et confirmée par un coefficient de Pearson de 0,89.

Cette prévision est relancée lorsque c'est nécessaire (de 15 min à 4 h) afin d'éviter les divergences du modèle ou les événements qui n'avaient pas été prévus par INDALO® Supervision (par exemple : actions des occupants tels qu'une ouverture des fenêtres, une panne d'un équipement, etc.).

Le couplage entre les modèles physiques et l'IA permet d'ajuster les modèles physiques aux données réelles du bâtiment et de prévoir les événements qui dépassent la description physique des systèmes. De plus, la prévision fiable

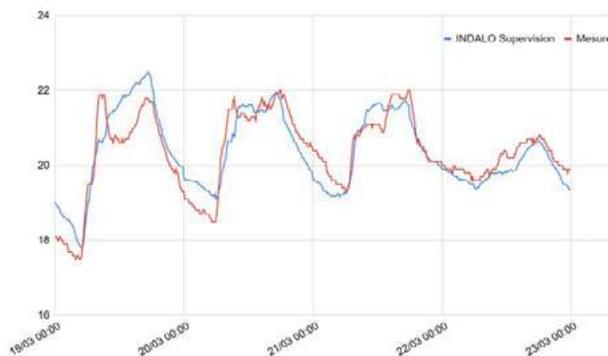


Figure 3 : comparaison entre prévision faite par l'IA versus mesure réelle

des paramètres clés du bâtiment pour le modèle physique permet à notre solution de simuler l'impact des points de régulation d'un système CVC afin d'atteindre les consignes souhaitées par l'utilisateur. Suite à une simulation, ces points de consigne sont injectés au jumeau numérique et transmis aux automates connectés déployés par Octopus Lab ou ses partenaires afin d'actionner les équipements en fonction des prévisions réalisées.

Les bénéfices de la solution optimisée par l'IA

Finalement, quels sont les bénéfices utilisateurs à l'introduction de l'IA dans INDALO® Supervision ?

Le bénéfice majeur est la mise en œuvre du meilleur pilotage possible des équipements CVC afin d'atteindre un compromis optimal entre confort, consommations d'énergie et santé. Cela a notamment permis de réduire de 8€/m² par an les coûts d'exploitation d'un site complexe de la ville de Limoges tout en améliorant le confort et la qualité d'air pour les occupants.

Le second bénéfice est le gain de temps : l'analyse des données techniques ou la modulation du planning d'occupation automatiquement facilitée par les couches IA d'INDALO® Supervision sans intervention de l'utilisateur sont autant de tâches chronophages accélérées par notre solution.

Enfin, l'utilisateur dispose, via INDALO® Supervision, d'une GTB en apprentissage constant. L'analyse des données par l'IA permet une régulation plus fine des systèmes CVC et par conséquent, une meilleure performance énergétique des bâtiments. Bien entendu, un energy manager pourrait réaliser ce type de travail une à deux fois par an. Mais dans le cas de notre solution, l'analyse des données est répétée chaque jour pour l'ensemble des indicateurs du parc immobilier de nos clients. Elle se traduit immédiatement par une modification des réglages de la régulation des équipements CVC. Cela ouvre la voie à une amélioration continue mais permet également une adaptation à d'éventuels changements dans le bâtiment (si vous connaissez des bâtiments ayant 3 réglages de loi d'eau à utiliser selon la saison, vous savez exactement de quoi je parle).

PS : Cet article contient 0 % de texte généré par IA.

Maxence Mendez, président et fondateur d'Octopus Lab

