

Réunion AICVF 4 Régions – IA & Data au service du bâtiment et du CVC

Tours, 5 juin 2026 – Palais des Congrès Léonard de Vinci 125

participants (Bretagne-Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Normandie, Poitou-Charentes-Haute-Vienne)

Contexte et enjeux

La réunion a confirmé que **l'IA et la data ne sont plus des concepts futuristes, mais des outils opérationnels** déjà déployés dans le secteur du bâtiment. Les défis majeurs identifiés :

- **Décarbonation** : Le secteur du bâtiment représente **40% des émissions de CO₂ mondiales** (source : Global Status Report 2025-2026). L'objectif est de **réduire de 56% les émissions d'ici 2030** (vs. 2020), mais la trajectoire actuelle est insuffisante.
- **Réglementations** : Les directives européennes (EPBD 2024, ESPR/CPR, DPP pour les batteries dès **juillet 2026**) imposent une **traçabilité accrue des données** et une **optimisation énergétique**.
- **Sobriété énergétique** : Avec l'essor du **biométhane** (829 sites d'injection en 2026 vs. 212 en 2020), la prédiction fine des consommations devient cruciale pour éviter le gaspillage.
- **Pénurie de compétences** : L'IA permet de **compenser le manque de main-d'œuvre qualifiée** et d'**automatiser les tâches répétitives** pour recentrer les experts sur la valeur ajoutée.

Message clé : « *L'IA ne remplacera pas les experts, mais ceux qui ne l'utilisent pas seront remplacés par ceux qui la maîtrisent.* »

Résumé des interventions et notes complémentaires

1 Jean-Christophe LÉONARD (EDF R&D) – Introduction aux réseaux de neurones et optimisation énergétique

Thème : Comment l'IA apprend et s'applique à l'optimisation des systèmes énergétiques.

Points clés :

- **Boucle dynamique IA** : **Prévoir** → **Simuler** → **Optimiser** → **Recommencer** en continu. Exemple : Prédire la demande énergétique

heure par heure, puis ajuster les stratégies de pilotage (ex. : PAC pour l'ECS).

- **Méthodes présentées :**

- **Régression linéaire (RLi) :** Modèle simple pour des relations linéaires (ex. : $y = ax + b$).
- **Régression logistique (RLo) :** Pour des sorties binaires (ex. : réussite/échec d'un examen en fonction du temps de travail et de sommeil).

- *Exemple :* 92% de prédictions correctes, mais présence de "faux positifs" et "faux négatifs".
- *Limite :* Séparation linéaire des données → **nécessité de passer aux réseaux de neurones** pour des structures non linéaires.

- **Réseaux de neurones profonds (DNN) :**

- Plusieurs couches de neurones, chacun avec des **poids** et un **biais**.
- Apprentissage par **rétropropagation du gradient** (ajustement des paramètres pour minimiser l'erreur).

- *Exemple concret :* Modèle Python pour prédire la charge de chauffage d'un bâtiment sur 24h, avec :

- **Variables d'entrée :** Température extérieure, consigne, jour de la semaine, mois, heure.
- **Variables recommandées :** Puissance à l'heure précédente, moyenne glissante des 3 dernières heures, puissance J-1 à la même heure.
- **Encodage cyclique** pour les variables temporelles (ex. : $\text{heure_sin} = \sin(2\pi * \text{heure} / 24)$).

- **Cas pratique :**

- Utilisation de **ChatGPT** pour générer du code Python et structurer le modèle.
- **Outils :** Excel pour les tests initiaux, puis passage à des bibliothèques Python (TensorFlow, PyTorch).

→ **Conclusion :** L'IA permet d'**anticiper les besoins énergétiques** et d'**optimiser les stratégies de pilotage** en temps réel.

2 Sophie TARDIVEL (DOPTIM) – Les familles d'IA et leur déploiement

Thème : Panorama des technologies IA et leur application dans le bâtiment.

Points clés :

- **Définition de l'IA :** Capacité donnée à une machine pour réaliser des **tâches intellectuelles complexes** (ex. : reconnaissance d'images, prédiction, optimisation). *Conditions pour qu'une tâche soit "IA-compatible" :*

1. Trop de données/variables pour un traitement humain rapide.
2. Données manquantes ou fausses.
3. Relations entre variables et résultats non explicites.
4. Résultat attendu difficile à caractériser précisément.
5. Tous les cas ne peuvent pas être listés à l'avance.

- **Limites de l'IA vs. intelligence humaine :**

Capacité

IA

Humain

Pensée rationnelle

(partiellement)

Pensée créative

(hybridation seulement)

Pensée critique

(pas d'opinion)

Pensée responsable

(pas de morale)

Émotions

Intuition

- **Familles d'IA :**

Type

Description

Exemples d'usage

Machine Learning

Apprentissage à partir de données, identification de motifs.

Détection de pannes, pronostics, modélisation.

Deep Learning

Réseaux neuronaux profonds, traitement de grandes quantités de données.

Classement d'images, analyse vibratoire.

IA Générative

Génération/transformation de données (texte, images, sons).

Rédaction de CCTP, création de supports techniques.

- **Modèles présentés :**

- **Arbres de décision** : Stables, rapides, adaptés aux petites bases de données.
- **Random Forest / XGBoost** : Ensembles d'arbres pour améliorer la robustesse.
- **Support Vector Machine (SVM)** : Séparation des classes par hyperplans (avec *kernel trick* pour les données non linéaires).
- **Réseaux de neurones convolutifs (CNN)** : Pour l'analyse d'images (ex. : détection de défauts sur des photos de chantiers).
- **Transformers (LLM)** : Modèles de langage (ex. : ChatGPT, Claude) pour le traitement du texte.

- **Déploiement de l'IA :**

- **Sur capteur** : IA légère (ex. : détection de pannes sur des équipements).
- **Sur smartphone** : IA intégrée aux apps (ex. : assistance technique).
- **Sur PC/Cloud** : Modèles lourds (ex. : jumeaux numériques, IA générative).
- **Coût** : Abonnements pour les outils cloud + coût par million de tokens (pour les LLM).

- **Outils de développement :**

- **Scikit-learn** (BSD), **TensorFlow** (Google, Apache), **PyTorch** (Meta, Berkeley), **Keras** (MIT), **Hugging Face** (LLM + benchmarks).

→ **Conclusion** : L'IA est un outil, pas une solution magique – il faut **choisir le bon modèle** en fonction du problème et **valider les résultats** avec l'expertise métier.

3 CSTB (Audrey VIAL & Peter RIEDERER) – Jumeaux numériques et calibration

Thème : Le jumeau numérique comme levier pour la performance énergétique.

Points clés :

- **Contexte :**

- **Fiabilité des données** : Essentielle pour les projets de rénovation et la gestion du cycle de vie.
- **Loi MOP** : Exige une **chaîne numérique continue** du bâtiment, de la conception à la maintenance.
- **Indicateurs clés** : Consommation, QAI (Qualité de l'Air Intérieur), confort thermique.

- **Solution Continuum :**

- **Jumeau numérique énergétique** : Outil de simulation **calibré en continu** pour répondre à des questions énergétiques et de confort.
- **Objectifs** :
 - Analyser l'impact de **gestes de rénovation** (isolation, systèmes énergétiques, ventilation).
 - Proposer des **améliorations de réglages** des systèmes.
 - Étudier des **stratégies de contrôle prédictif** (flexibilité électrique, confort des occupants).
- **Méthodologie** :
 1. **Vérification et nettoyage des données** :
 - Correction des incohérences (bruit de mesure, valeurs impossibles).
 - Harmonisation des séries temporelles.
 2. **Analyse comportementale** :
 - Détection de **jours types** par clustering.
 - Analyse de la **thermo-sensibilité** des consommations.
 3. **Calibration du jumeau** :
 - **Calibration statique** : Ajustement sur la consommation totale (ex. : gaz, électricité).
 - **Calibration dynamique** : Ajustement sur les **profil temporels** (pas de temps de 5 min à 1 jour).
 - *Outils* : **CALIENTE** (CSTB) avec méthodes PSO (Particle Swarm Optimization), algorithmes génétiques, Latin Hypercube.
 4. **Validation** :
 - Comparaison avec une **solution "parfaite"** (courbe de Pareto pour évaluation multicritère).
- **Cas d'usage** :
 - **Projet COLLECTiEF** (UE) : Algorithme basé sur le *reinforcement learning* (apprentissage par renforcement) pour optimiser la gestion énergétique.
 - **Résultats** : Réduction de **4% de la consommation électrique** et de **27% de la puissance de pointe** (testé sur 12 bâtiments pilotes en Norvège, Italie, Chypre).
 - **Living Lab CSTB** : Test en conditions réelles avec **cosimulation** (algorithme + jumeau numérique) et **émulation** (box énergétique + jumeau).
- **Perspectives 2026-2027** :
 - Optimisation des systèmes CVC par l'IA.
 - **Confort thermique personnalisé** (intégration de données temps réel : température, CO₂, humidité, présence, météo).

- **Flexibilité électrique** : Pilotage intelligent de l'effacement de charge (pics de demande, prix élevés).

→ **Conclusion** : Le jumeau numérique est un **outil puissant pour la rénovation et l'optimisation**, mais sa **calibration et sa validation** sont critiques.

4 Adrien FABRY (AIKO Group) – Réussir son projet IA

Thème : Méthodologie pour déployer l'IA en entreprise.

Points clés :

- **3 niveaux de projets IA :**

Type

Description

Exemples

Délai

Complexité

Type 1 : Outils "sur étagère"

Solutions IA prêtes à l'emploi, accessibles par abonnement.

Assistants de rédaction (ChatGPT), recherche intelligente, traduction.

Jours à semaines

Faible

Type 2 : Agents IA métiers

Assemblage de briques IA (LLM, règles métiers, automatisations) pour une tâche précise.

Agent d'analyse de CCTP, agent de conformité réglementaire, agent SAV.

3 à 6 mois

Moyenne

Type 3 : Projets structurants

Projets longs et transformants pour un processus critique.

Maintenance prédictive, jumeau numérique, optimisation multi-sites.

> 6 mois

Élevée

- **Cas d'usage concrets :**

- **Type 1 :**

- Rédaction de **CCTP** à partir d'un besoin client (gain : 50-80% de temps).

- **Comptes-rendus automatiques** de réunions de chantier (gain : 30-60 min par réunion).

- Recherche et synthèse de **normes/DTU/réglementations**.

- **Type 2 :**

- **Agent d'analyse de CCTP** : Détection d'incohérences techniques, oublis, points de vigilance.

- **Agent DOE** : Collecte automatique des plans, PV, notices pour préparer un DOE pré-structuré.
- **Agent support technique** : Réponses aux questions courantes à partir de la documentation interne.
- **Type 3** :
 - **Maintenance prédictive** des équipements CVC (analyse des vibrations, températures, historiques).
 - **Pilotage prédictif HVAC** : Ajustement des consignes en fonction de la météo, de l'occupation, des coûts énergétiques.
 - **Optimisation énergétique multi-sites** : Détection des dérives de performance.
- **5 erreurs à éviter** :
 1. Chercher un outil avant d'avoir identifié un problème.
 2. Faire confiance aveuglément aux résultats de l'IA.
 3. Sous-estimer la qualité des données.
 4. Croire que l'IA remplace l'expertise métier.
 5. Lancer un projet sans objectif métier clair.

- **4 piliers pour réussir** :
 1. **People** : Équipe projet compétente et décisionnelle.
 2. **Process** : Intégration dans les workflows existants.
 3. **Data** : Données fiables, accessibles et structurées.
 4. **Algorithm** : Choix du bon modèle en fonction du besoin.

- **5 prérequis pour être prêt** :
 1. Entreprise déjà en mouvement (innovation, digitalisation).
 2. Vision claire des leaders sur l'objectif de l'IA.
 3. Équipe projet complète et compétente.
 4. Cas d'usage important pour le business.
 5. Données présentes et faciles d'accès.

→ **Conclusion** : « **People > Process > Data > Algorithm** » – l'humain reste au centre.

5 Eurovent Certita Certification (Sophie BOCQUILLON & Sandrine MARINHAS) – Fiabilité des données et Passeport Digital Produit (DPP)

Thème : La data fiable comme socle de l'IA et de la décarbonation.

Points clés :

- **Enjeu : « Pas d'IA performante sans données fiables. »**
 - La donnée doit être **qualitative, complète et traçable**.
- **Problématiques actuelles :**
 - **Données fragmentées :** Chaque acteur (usine, bureau d'études, client) est responsable de sa contribution, mais les échanges sont souvent **lents ou incomplets**.
 - **Flux de données :** À chaque étape (conception, fabrication, installation, exploitation), les données sont **transformées et échangées** → risque d'erreur ou de perte d'information.
- **Rôle du certificateur :**
 - **Audits en usine :** Traçabilité des fournisseurs et de leurs données.
 - **Tests en laboratoire :** Correction des données surestimées ou sous-évaluées.
 - **Vérification des catalogues :** Certaines données deviennent **obligatoires** (ex. : performances énergétiques).
 - **Surveillance périodique :** Maintien de la fiabilité dans le temps.
 - **Publication et diffusion :** Exemple : Envoi à **Edibatec** (base de données française).
- **Passeport Digital Produit (DPP) :**
 - **Obligatoire pour les batteries dès juillet 2026** (registre européen ouvert le 19/07/2026).
 - **Caractéristiques :**
 - Lié à un produit (modèle, lot ou article).
 - **Identifiants uniques :**
 - Identifiant produit (ex. : dpp:GTIN:3234567890126).
 - Identifiant installation.
 - Identifiant opérateur (ex. : dpp:VAT:ATU14589505).
 - Identifiant d'enregistrement (non public).
 - **Données accessibles :**
 - Publiquement : Déclaration de performance, informations générales, label.
 - Restreintes : Documentation technique, données réglementaires.
 - **Stockage décentralisé :** Pas de serveur unique → **sécurité et résilience**.
 - **Opérateurs :** Doivent confier une copie du DPP à un **prestataire certifié**.
- **API (Application Programming Interface) :**
 - **Définition :** « Question posée par un ordinateur à un autre ordinateur. »

- **Exemple** : Eurovent Certification propose des **API pour interroger ses bases de données** et obtenir des **valeurs vérifiées, exactes et à jour**.
- **Normalisation et gouvernance** :
 - **Stratégie européenne** : Priorité à l'élaboration de **normes sur la qualité des données pour l'IA**.
 - **Standardisation Request Group** : Travail en cours sur :
 - **Indicateurs de qualité des données**.
 - **Gestion collaborative de la qualité des données**.
 - **Échéance** : Normes harmonisées attendues pour **novembre 2027**.

→ **Conclusion** : « **Pas d'IA de confiance sans données de confiance**. » La normalisation, la traçabilité et la gouvernance sont décisives.

6 Présentations industrielles : Cas concrets et retours terrain

◇ EDF R&D (Hugues BOSCHE) – Projet ANR AI4HP

Thème : IA et contrôle prédictif pour l'optimisation des pompes à chaleur (PAC) en ECS.

- **Problématique** : Les stratégies de contrôle actuelles (maintien du ballon d'ECS à haute température) sont **peu optimales** car les besoins en ECS sont **variables**.
- **Solution** :
 - **Contrôle prédictif (MPC)** : Optimisation du planning de charge du ballon d'ECS.
 - **IA pour la prédiction** : Algorithme entraîné sur des **données historiques de consommation** (ex. : 21 logements, 3 877 L/jour à 40°C).
- **Schéma de principe** :
 - **Partie virtuelle** : Algorithme IA de prédiction des besoins d'ECS (CEA) + algorithme de contrôle (MPC, EDF).
 - **Partie physique** : Pompe à chaleur et ballon d'ECS (test en laboratoire **Climatron**).
- **Méthode d'optimisation** :
 - **Jumeau numérique** (Dymola) initialisé avec les températures réelles.
 - **Prédiction sur 24h** par l'IA.
 - **Simulation de 5 000 plannings de charge** (vs. 10^{24} possibles) avec **algorithme génétique**.
 - **Critère** : Minimisation de la consommation tout en maintenant la température de sortie > 55°C.

- **Résultats :**
 - **Gains de COP : +22% à +55%** selon la référence.
 - **Réduction de consommation : -18% à -40%.**
 - **Température :** Toujours > 55°C (sauf un épisode bref à 52°C avec la prédiction simple).
 - **Avantage de l'IA :**
 - Gain de COP supplémentaire de **0,08** vs. prédiction simple.
 - **Auto-apprentissage** des comportements des occupants (ex. : impact des jours fériés).
- **Perspectives :**
 - **Industrialisation :** Simplification des algorithmes pour un déploiement sur site.
 - **Coût :** Nécessité d'ajouter des **capteurs** (sondes de température, débitmètre).
 - **Compatibilité :** Testé avec une **PAC au CO₂** → à évaluer avec d'autres fluides frigorigènes.

→ **Conclusion : L'IA + MPC permet des gains énergétiques significatifs, mais nécessite des données fiables et des capteurs supplémentaires.**

◇ **GRDF (EDR x IA Fabric) – Fiabilisation et prédiction des consommations**

Thème : L'IA au service de l'injection de biométhane et de la sobriété énergétique.

- **Contexte :**
 - **Biométhane :** Production locale, **non stockable**, injecté directement dans le réseau.
 - **Enjeu :** Éviter les **pertes, gaspillages ou coupures** en anticipant finement la demande.
 - **Croissance :** 829 sites d'injection en 2026 (vs. 212 en 2020) → **×4 en 5 ans.**
 - **Objectif GRDF :** **×5 la production de gaz verts d'ici 2028.**
- **Fiabilisation des données :**
 - **Problème :** Les **gros consommateurs (GC)** (150 000 clients, 30% des consommations annuelles) ont des **données journalières parfois erronées** (5% de valeurs manquantes ou aberrantes).
 - **Impact :** Calcul erroné de la **capacité d'accueil du biométhane** (volume injectable).
 - **Solution :**
 - **Base d'entraînement :** Dates, consommations, température.

- **Modèles Prophet** (Meta, open-source) : **100 000 modèles entraînés** (un par GC) pour estimer la consommation en fonction de la température.

- **Résultats :**

Métrique

Avant réajustement

Après réajustement

Erreur absolue médiane

20,3 m³

0 m³

Erreur relative médiane

17,5%

0,2%

- **Automatisation** : Déploiement sur **Cloud IA Fabric**, puis industrialisation sur la plateforme **EDGAR** (début 2026).

- **Cas d'usage alimentés :**

- Correction climatique.
- Prédiction de consommation.
- Simulation de délestage (crise russe).
- Calcul des capacités d'accueil biométhane (2021-2025).

- **Prédiction des consommations :**

- **2 séries de modèles :**

- **Long terme** (horizon 1 an) : **XGBoost** (100 000 modèles individuels).

- *Pourquoi XGBoost ?* : Stabilité à long terme vs. Prophet (spécialisé court terme).

- **Court terme** (21 jours) : **Temporal Fusion Transformers (TFT)** (1 modèle pour tous les GC).

- *Pourquoi TFT ?* : Spécialisé pour les **séries temporelles courtes**, prend en compte la température passée et future.

- **Résultats :**

Métrique

IA Lab (GRDF)

Carpathe (ancien modèle)

MAE (m³)

99,1

313,2

MAE – Été (m³)

63,7

257,3

MAE – Hiver (m³)

125

353,9

MAPE

105,7

309,2

→ **Erreur divisée par 3** avec l'IA.

- **Statut : Modèles embarqués pour industrialisation** (contraintes : résultats de simulation immédiats).

- **Perspectives :**

- **Prédiction horaire** : Les données horaires sont disponibles depuis **janvier 2025** → potentiel pour affiner les modèles.

→ **Conclusion : L'IA permet de maximiser l'injection de biométhane et d'éviter le gaspillage**, avec des gains significatifs en précision.

◇ **Schneider Electric – Optimisation CVC basée sur l'IA**

Thème : HVAC Optimization pour une gestion intelligente des bâtiments.

- **Contexte :**

- **Défis des Facility Managers :**

- Réduire les coûts d'exploitation.
- Améliorer le confort intérieur.
- Atteindre les objectifs de durabilité.

- **Contraintes :**

- Utilisation évolutive des bâtiments.
- Hausse des coûts énergétiques.
- Pénurie de compétences.
- Prolongation de la durée de vie des actifs.

- **Problèmes des GTB traditionnelles :**

- <10% des bâtiments ajustent la ventilation à l'occupation.
- ~29% de l'énergie gaspillée à cause de **capteurs ou systèmes obsolètes**.
- 80% des équipements tombent en panne **avant leur fin de vie théorique**.

- **Solution : HVAC Optimization :**

- **Optimisation continue et automatisée** des commandes de la GTB.
- **Fonctionnalités :**

- **Surveillance proactive** de la santé du site (éviter les interruptions).
- **Comparaison des scénarios** (énergie, coûts, CO₂) avec les conditions optimisées.
- **Identification des économies réalisées.**
- **Historique** des consommations, coûts et émissions CO₂ sur 30 jours.
- **Recommandations** en cas d'écart par rapport à la référence.
- **Avantages :**
 - **Économies d'énergie :** Prise en compte des **tarifs énergétiques, pénalités, réductions tarifaires, variations journalières.**
 - **Confort amélioré :** Maintien de la température dans une plage prédéfinie, en tenant compte de la température extérieure, de la configuration du bâtiment, etc.
 - **Réduction des pannes :** Détection précoce des anomalies.
- **Schéma simplifié :**
 - **Données d'entrée :** Température, occupation, tarifs énergétiques, heure, date.
 - **Algorithmes :** Personnalisés pour chaque bâtiment.
 - **Sortie :** Consignes optimisées pour les équipements CVC.

→ **Conclusion : L'IA permet de passer d'une GTB réactive à une GTB prédictive et optimisée.**

◇ **Temelion – Plateforme IA pour les BET**

Thème : Automatisation des processus de conception du bâtiment.

- **Contexte :**
 - **Problématique des BET :** **Charge administrative lourde**, délais compressés, polyvalence obligatoire.
 - **Objectif :** **Libérer du temps pour l'expertise métier** (conception, conseil).
- **Solution : Plateforme Temelion :**
 - **3 types de tâches automatisées :**
 - Type**
 - Exemples**
 - Analyse**
Analyse des spécifications clients, vérification de la cohérence du CCTP.
 - Génération**
Génération de plans, dessins techniques, documentation.
 - Vérification**

Vérification des plans, conformité aux normes et exigences clients.

- **Méthodologie :**

1. **Structuration des données :**

- Nettoyage, indexation, dédoublonnage des données projets (plannings, CCTP, DPGF, normes).

2. **Compréhension du contexte métier :**

- Intégration des **règles métiers** (ex. : RE2020, standards internes).

3. **Raisonnement basé sur la vérité terrain :**

- Approche **RAG (Retrieval-Augmented Generation)** : L'IA cherche les documents pertinents (anciens CCTP, normes) avant de répondre.
- **Citations et traçabilité** : Chaque réponse est liée aux sources utilisées.

4. **Amélioration continue :**

- Mise à jour en temps réel des **bases de données** (DPGF retenus, prix unitaires, ratios métiers).
- **Boucle vertueuse** : Chaque projet traité améliore les suivants.

- **Cas d'usage :**

- **Phase ESQ/PRO :**

- Estimation auditable avec traçage des DPGF utilisés.
- Indication du **taux de confiance** et des fourchettes (haute/basse).

- **Phase attribution de marché (ACT) :**

- Comparaison des offres aux DPGF entreprises.
- Génération de **questions aux entreprises** en cas d'écart.
- Sélection de l'entreprise retenue.

- **Sécurité et conformité :**

- **RGPD** : Données traitées en France.
- **ISO 27001** : Politiques de sécurité et contrôles d'accès.
- **SOC Type 2** : Journalisation et contrôle des accès.

→ **Conclusion : Temelion permet aux BET de gagner du temps sur les tâches administratives pour se concentrer sur l'ingénierie.**

◇ **LG Electronics (Nicolas MATHIEU) – IA intégrée dans les produits DRV**

Thème : Réduction des consommations et amélioration du confort grâce à l'IA embarquée.

- **Contexte :**

- **LG et l'IA** : Partenariat avec **Nvidia** pour développer des puces dédiées.
- **Nouvelle puce LG DQ1** :
 - **OS** : Linux 64 bits.
 - **CPU** : LG DQ1-B0A (vs. NXP i.MX6 Solo en 2021).
 - **Moteur IA** : LG Neural Engine + Tensilica DSP.
 - **Capteurs** : Micro intégré pour la détection du bruit.
 - **Avantage** : **Calculs locaux** (pas de cloud) → **vitesse, indépendance, simplification.**
- **Fonctions intelligentes** :
 1. **Réduction du niveau sonore** :
 - **Night Low Noise** : Réduction automatique la nuit.
 - **Noise Target Control** : Respect des réglementations avec programmation horaire.
 - **Noise Adaptive Control** : Ajustement automatique en fonction du **bruit ambiant**.
 - *Exemple* :
 - Niveau sonore total : 76 dB(A).
 - Bruit de fond estimé par l'IA : 60 dB(A).
 - Distance installation : 10 m.
 - **Cible** : 57 dB(A) au récepteur → l'IA ajuste la puissance pour atteindre cet objectif.
 2. **Prédiction de panne** :
 - **AI Smart Diagnosis** :
 - Collecte des données du compresseur en temps réel.
 - **Modèle XGBoost** entraîné pour prédire l'état du compresseur.
 - **Score de diagnostic (0-100)** :
 - 80 : Bon état.
 - 60-79 : Confirmation requise.
 - <60 : Inspection immédiate.
 - *Exemple* : Score faible → diagnostic : **manque de réfrigérant.**
 - **Historique** : Suivi des scores sur 7 jours.
 - **Accès** : Sur la machine ou à distance (avec connexion internet).
 3. **Réduction des consommations** :
 - **Principe** :
 - L'utilisateur définit un **objectif de consommation électrique.**

- L'IA **calcule un objectif mensuel** et réinitialise le quota journalier.
- **Modèle** : Régression polynomiale sur les données historiques.
- **Estimation** : Méthode de **filtre de Kalman** pour prédire la consommation.
- **Ajustement** : Si la consommation estimée dépasse la limite, l'IA **réduit la puissance des unités extérieures**.
- **Report** : Si la consommation journalière est inférieure à la limite, le solde est **reporté au lendemain**.
- **Test réel (Université ITB, Indonésie) :**
 - **Produits** : 1 unité extérieure DRV Multi V i (45 kW) + 4 unités intérieures cassettes (12 kW).
 - **Durée** : 90 jours en hiver.
 - **Méthode** : Alternance quotidienne entre mode **Normal** et mode **IA**.
 - **Objectif** : Réduire la consommation de **80%** vs. la veille.
 - **Résultats** :
 - **Économies d'énergie** : Jusqu'à **-22%** (selon les conditions).
 - **Confort** : Températures uniformes, respect des consignes.
 - **Maintenance** : Diagnostic optimisé, mises à jour à distance.
- **Synthèse des bénéfices** :
 - **Énergie** : Baisse des consommations, mesure des économies, gestion des objectifs.
 - **Confort** : Réduction des niveaux sonores, températures uniformes, prise en compte de la météo.
 - **Maintenance** : Diagnostic optimisé, mises à jour à distance, compatibilité future.

→ **Conclusion** : L'IA embarquée dans les produits LG permet des gains énergétiques et un confort amélioré, sans dépendre du cloud.

◇ **Combiosol (BET) – Retour d'expérience concret**

Thème : Intégration de l'IA dans un bureau d'études fluides, thermique et électricité.

- **Contexte** :
 - **Difficultés du quotidien** :

- **Appels d'offres du vendredi 17h** : 80 pages de DCE à analyser en un week-end.
- **Charge administrative** : Délais compressés, polyvalence obligatoire.
- **Valeur sacrifiée** : Moins de temps pour la conception et le conseil.

- **Pourquoi l'IA ? :**

- « *Je n'ai pas voulu automatiser mon métier. J'ai voulu récupérer du temps pour l'exercer vraiment.* »
- **L'IA comme équipe virtuelle :**

Rôle

Tâches automatisées

Expert juridique

Analyse CCAP, identification des clauses à risque.

Directeur commercial

Mémoires techniques, positionnement d'offre.

Community manager

Posts LinkedIn, communication externe.

Expert RH

Fiches de poste, communication interne.

Assistant de gestion

Échéances, alertes, tableaux de bord.

- **Méthode en 3 principes :**

1. **Partir des difficultés** : Identifier les tâches chronophages.
2. **Construire des skills** : Former l'IA sur des instructions structurées (vocabulaire des marchés publics et des fluides).
3. **Tester sur du réel** : Valider les gains concrets.

- **Cas d'usage :**

1. **Répondre aux appels d'offres :**

- **Avant** : 3-4 heures pour analyser un dossier.
- **Après** : **15 minutes** (gain : **×12**).
- **Impact** : Plus de temps pour un **positionnement différenciant**.

2. **Préparer et piloter les projets :**

- **Fiche synthèse avant réunion de lancement :**

- Avant : Découverte du dossier en réunion.
- Après : Programme par niveau, enjeux et questions préparés → **crédibilité immédiate**.

- **Connexion Notion** : Suivi des échéances automatisé → **zéro oubli**.

3. **Produire les livrables techniques :**

- **Notices APS & CCTP** : Génération par lot (CVC, plomberie, ventilation, électricité) → **cohérence et rapidité**.

- **Tableaux VMC depuis plans** : Extraction automatique des locaux, surfaces et débits réglementaires → **tâche éliminée.**
- **Analyse des offres entreprises (RAO)** : Rapport de notation avec justification par critère → **traçabilité renforcée.**
- **Innovation terrain** :
 - **Robot Unitree Go2** : Quadrupède autonome pour accéder aux zones difficiles (toits, gaines techniques).
 - **Scanner Lidar SLAM (SHARE C1)** : Génération de nuages de points exploitables en BIM.
 - **Chaîne augmentée** : L'IA pilote le déplacement, traite les données et produit la maquette → **de la collecte terrain à la modélisation sans rupture.**
- **Message final** :
 - « *L'IA ne connaît pas le terrain, ne voit pas l'architecte, ne prend pas la responsabilité. L'ingénieur valide, contextualise, assume.* »
 - « *Le risque n'est pas que l'IA remplace les ingénieurs. C'est que les ingénieurs qui utilisent l'IA remplacent ceux qui ne l'utilisent pas.* »
 - « *L'IA ne change pas ce qu'est un bon ingénieur. Elle change ce qu'un bon ingénieur peut faire seul.* »

→ **Conclusion** : Combiosol montre que l'IA peut transformer une petite structure en lui donnant les moyens de rivaliser avec les grands cabinets.

Synthèse des tendances et enseignements clés

Chiffres et résultats marquants

Intervenant

Cas d'usage

Gains mesurés

Technologie utilisée

EDF R&D

Optimisation PAC ECS

+22% à +55% COP, -18% à -40% consommation

MPC + IA (prédiction)

GRDF

Fiabilisation consommations GC

Erreur divisée par 3 (MAE : 99,1 vs 313,2)

Prophet, XGBoost, TFT

Schneider Electric

Optimisation CVC

Réduction gaspillage énergétique

Algorithmes personnalisés
LG Electronics
Réduction consommation DRV
Jusqu'à -22%
IA embarquée (puce DQ1)
Combiosol
Analyse appels d'offres
3-4h → 15 min
ChatGPT, Claude
CSTB
Jumeau numérique énergétique
-4% consommation, -27% puissance de pointe
Reinforcement Learning (COLLECTiEF)

💡 Enseignements transversaux

1. La data est le socle :

- « *Pas d'IA performante sans données fiables.* » (Eurovent)
- **Qualité > Quantité** : Les données doivent être **complètes, traçables et structurées**.
- **Normalisation** : Les travaux européens sur les **indicateurs de qualité des données** (2027) seront déterminants.

2. L'IA est un outil, pas une solution magique :

- **L'expertise humaine reste indispensable** pour valider, contextualiser et prendre les décisions.
- « *L'IA ne remplace pas l'ingénieur, mais elle change ce qu'il peut faire.* » (Combiosol)

3. Déploiement progressif :

- Commencer par des **cas simples (Type 1)** avant de passer à des projets structurants (Type 3).
- **Éviter les 5 erreurs** : outil avant problème, confiance aveugle, sous-estimation des données, remplacement de l'expertise, absence d'objectif clair.

4. L'IA embarquée monte en puissance :

- LG et d'autres fabricants intègrent l'IA **directement dans les produits** (ex. : puces DQ1) → **indépendance du cloud, rapidité, sécurité**.
- **Avantage** : Pas besoin de connexion internet pour les fonctions de base.

5. La réglementation accélère l'adoption :

- **DPP (Digital Product Passport)** : Obligatoire pour les batteries dès **juillet 2026**, puis étendu à d'autres produits (chauffage, ventilation).

- **EPBD 2024** : Transposition nationale en 2026 → **obligation de performance énergétique**.
 - **ESPR/CPR** : Harmonisation des règles pour les produits de construction.
6. **L'IA au service de la décarbonation** :
- **GRDF** : Maximiser l'injection de **biométhane** grâce à une prédiction fine des consommations.
 - **CSTB** : Utiliser les **jumeaux numériques** pour simuler des scénarios de rénovation et optimiser les performances.
 - **EDF** : Réduire la consommation des PAC grâce à **l'IA + MPC**.
7. **Les BET et les petites structures peuvent innover** :
- **Combiosol** et **Temelion** montrent que l'IA permet aux **petites structures de gagner en compétitivité** sans recruter massivement.

Perspectives et prochaines étapes

Tendances à suivre

1. **Pilotage intelligent des flexibilités électriques** :
 - **Effacement de charge** : Optimisation des pics de demande et des coûts énergétiques.
 - **Autoconsommation** : Prédiction de la production solaire pour maximiser l'autonomie.
2. **Confort thermique personnalisé** :
 - Intégration de **données temps réel** (température, CO₂, humidité, présence, météo, activité, tenue vestimentaire).
 - **Modèles prédictifs** pour ajuster dynamiquement les consignes.
3. **Maintenance prédictive généralisée** :
 - Détection des **anomalies** avant la panne (vibrations, températures, historiques).
 - **Diagnostics automatisés** (ex. : manque de réfrigérant dans une PAC).
4. **Optimisation multi-sites** :
 - **Détection des dérives** de performance sur des centaines de bâtiments.
 - **Priorisation des actions correctives**.
5. **Intégration du biométhane** :
 - **Lissage de l'injection** grâce à une prédiction fine des consommations.
 - **Réduction du gaspillage** et maximisation de l'utilisation des gaz verts.

6. IA générative pour la documentation :

- **Rédaction automatique** de CCTP, mémoires techniques, procédures de maintenance.
- **Traduction et synthèse** de normes et réglementations.

Prochaines échéances

Date

Événement

Juillet 2026

Ouverture du **registre européen du DPP** (batteries).

2026

Transposition nationale de l'**EPBD 2024**.

Novembre 2027

Publication des **normes européennes sur la qualité des données pour l'IA**.

Recommandations pour les professionnels

1. Former les équipes :

- Sensibilisation aux **bases de l'IA et de la data**.
- **Montée en compétence** sur les outils existants (ChatGPT, Python, etc.).

2. Structurer les données :

- **Nettoyage, indexation, dédoublonnage** des données projets.
- **Centralisation** dans des bases accessibles (ex. : Notion, Edibatec).

3. Commencer par des cas simples :

- **Type 1** : Outils "sur étagère" (ex. : assistants de rédaction).
- **Type 2** : Agents IA métiers (ex. : analyse de CCTP).

4. Collaborer avec des experts :

- **Certificateurs** (Eurovent) pour la fiabilité des données.
- **Fournisseurs de solutions IA** (Temelion, Doptim, Aiko Group).
- **Fabricants** (LG, Schneider) pour l'IA embarquée.

5. Anticiper les réglementations :

- **DPP** : Préparer la **traçabilité des produits**.
- **EPBD/ESPR** : Se conformer aux **exigences de performance énergétique**.

6. Participer aux communautés :

- **AICVF** : Événements et retours d'expérience.
- **CSTB** : Accès aux outils (Continium, CALIENTE).
- **GRDF/EDF** : Partenariats pour l'optimisation énergétique.

Conclusion : L'IA et la data, des leviers

incontournables pour le bâtiment de demain

La réunion AICVF du **5 juin 2026 à Tours** a confirmé que **l'IA et la data sont déjà des réalités opérationnelles** dans le secteur du CVC et du bâtiment. Les **125 participants** ont pu découvrir des **cas concrets**, des **résultats mesurables** et des **outils accessibles** pour intégrer ces technologies dans leur quotidien.

Les messages clés à retenir : **L'IA n'est pas une option, mais une nécessité** pour rester compétitif et répondre aux enjeux de décarbonation.

La data est le socle : Sans données fiables, l'IA ne peut pas fonctionner.

L'expertise humaine reste centrale : L'IA est un outil d'aide à la décision, pas un remplaçant.

Déploiement progressif : Commencer par des cas simples avant de passer à des projets structurants. **La réglementation accélère l'adoption :** DPP, EPBD, ESPR/CPR imposent une traçabilité et une optimisation accrues.

Prochaine étape : Passer à l'action en structurant ses données, en formant ses équipes et en testant des cas d'usage concrets.

« L'IA ne remplacera pas les experts... mais ceux qui ne la maîtriseront pas seront remplacés par ceux qui l'utilisent. » — AICVF, 5 juin 2026, Tours