



"geolocate every indoor moment "

LUXWAVE — L'Efficacité énergétique des bâtiments par la lumière

LUXWAVE est une brique technologique française qui révolutionne la gestion énergétique des bâtiments en transformant chaque luminaire LED en un outil intelligent de localisation et de pilotage. Notre solution combine trois technologies de pointe pour créer un système interopérable unique : la communication par lumière visible (VLC), des récepteurs autonomes en énergie (OPV), et un réseau maillé Thread ultra-résilient.

La technologie VLC permet à chaque luminaire LED de devenir une balise lumineuse codée, émettant un signal imperceptible à l'œil humain mais décodable par nos récepteurs. Ces derniers, alimentés par énergie photovoltaïque organique (OPV), assurent une localisation précise en temps réel sans nécessiter de maintenance fréquente. Le réseau maillé Thread garantit quant à lui un fonctionnement optimal même en zones blanches, offrant une résilience locale exceptionnelle.

Cette approche innovante permet aux décideurs techniques et responsables efficacité énergétique de piloter finement leurs installations, d'améliorer la sobriété énergétique tout en renforçant la sécurité des occupants. LUXWAVE s'inscrit dans une démarche de souveraineté technologique française et d'interopérabilité maximale avec les systèmes existants.

www.luxwave.fr



Architecture technique - de la lumière aux actions d'économie d'énergie

L'architecture LUXWAVE repose sur une chaîne technique complète qui transforme la lumière en données exploitables pour optimiser la consommation énergétique. Cette infrastructure distribuée et résiliente s'articule autour de cinq couches fonctionnelles interdépendantes, chacune apportant une valeur ajoutée spécifique au système global.

1

01 - Émetteurs VLC



Tags VLC intégrés aux luminaires LED existants ou modules ajoutés en retrofit. Chaque point lumineux émet un signal codé unique identifiant précisément la zone.

2

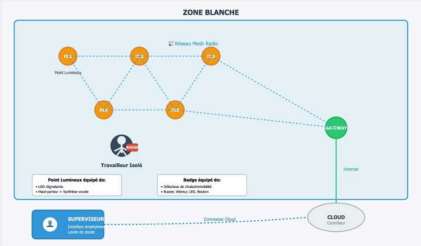
02 - Récepteurs autonomes



Badges et capteurs alimentés par OPV (Organic PhotoVoltaics) captent les signaux lumineux pour calculer la position instantanée et détecter les événements d'entrée, sortie et présence.

3

03 - Réseau Thread



Maillage local permettant les échanges directs entre luminaires pour les alarmes et scénarios. Fonctionne en autonomie totale sans Wi-Fi ni GSM, garantissant la continuité en zone blanche.

4

04 - Passerelles Edge

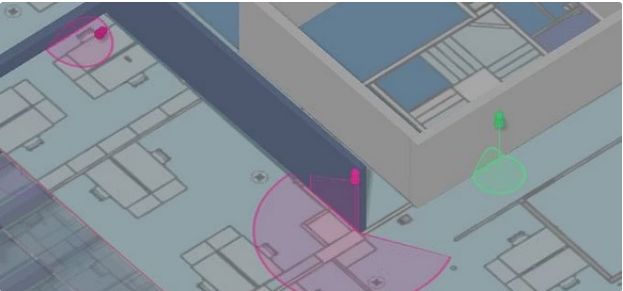


Border Routers Thread et micro-services Edge assurant les API locales (REST, WebSocket, MQTT) et les connecteurs vers GTB, EMS, GMAO et BIM.

5

05 - Cloud & BI

Infrastructure de données avec data lake, historisation longue durée, dashboards temps réel et exports vers les outils métiers existants.



Cette architecture modulaire permet une intégration progressive et garantit l'interopérabilité avec l'écosystème technique existant. Les données circulent de manière fluide depuis les capteurs physiques jusqu'aux tableaux de bord décisionnels, en passant par des couches de traitement local qui assurent la résilience et la réactivité du système. La séparation claire des responsabilités entre couches facilite également la maintenance et les évolutions futures.



Actions d'efficacité énergétique — boucles pilotées par la présence

La valeur ajoutée de LUXWAVE réside dans sa capacité à transformer les données de présence en actions concrètes d'optimisation énergétique. En détectant l'occupation réelle des espaces, le système permet d'ajuster automatiquement les équipements techniques aux besoins effectifs, éliminant ainsi le gaspillage énergétique lié aux zones inoccupées.

Éclairage intelligent

Commandes contextuelles : On/Off et gradations selon présence réelle et horaires programmés

Granularité maximale : Suivi d'occupation pièce par pièce, zone par zone, allée par allée

Scénarios avancés : Mode "follow-me" dans escaliers et couloirs, synergie avec daylighting via GTB

Ventilation & QAI

Adaptation dynamique : Débits et temporisations ajustés à l'occupation réelle

Ciblage précis : Concentration sur les zones effectivement occupées

Couplage capteurs : Intégration avec sondes CO₂, TVOC, hygrométrie via GTB

Chauffage/Climatisation

Consignes intelligentes : Ajustement automatique selon l'occupation détectée

Veille sélective : Mise en veille des zones inoccupées avec réactivation anticipée

Gestion zonale : Fermeture ou abaissement sélectif par zone pour optimisation maximale

Au-delà des trois piliers principaux que sont l'éclairage, la ventilation et le CVC, LUXWAVE permet également de piloter les stratégies d'effacement de pointe (Demand Response). Les plans d'effacement peuvent être contraints par la présence réelle, garantissant que les réductions de charge n'impactent pas les zones occupées. L'ordonnancement fin est compatible avec les horaires réels d'utilisation, maximisant ainsi les économies tout en préservant le confort des occupants.

Les économies d'énergie typiquement observées avec LUXWAVE varient selon les usages : 40 à 70% sur l'éclairage, 20 à 40% sur la ventilation, et 15 à 30% sur le chauffage et la climatisation. Ces gains se traduisent par un retour sur investissement rapide et une contribution significative aux objectifs de décarbonation.



Connecteurs systèmes & interopérabilité (GTB/BMS/EMS)

L'interopérabilité constitue un pilier fondamental de LUXWAVE. Notre solution s'intègre nativement avec l'ensemble des systèmes de gestion technique existants grâce à des connecteurs standardisés et des APIs ouvertes. Cette approche garantit la valorisation des investissements existants tout en évitant tout verrouillage technologique.

Entrée/Sortie LUXWAVE	Description	Connecteur/API	Système cible
Presence_state(zone_id)	Présence/absence, temps de séjour (dwell time), flux d'occupation	MQTT/REST/WebSocket	GTB/EMS, Systèmes d'hypervision
Door/Boundary events	Événements d'entrée et sortie de zone, franchissement de seuils de portes	MQTT/REST	GTB/EMS, Contrôle d'accès
Lighting_scene_cmd	Déclenchement de scènes lumineuses et commandes de gradation via GTB	REST/MQTT	Passerelles GTB/systèmes d'éclairage
HVAC_setpoint_hint	Recommandations de consignes de température et modes veille par zone	REST/MQTT	BMS/systèmes CVC
Health/status	État de santé : balises offline, niveau batterie badges, couverture réseau	MQTT/REST	Supervision, GMAO
Alarme locale Thread	Signaux d'urgence : clignotement/sonnerie maillée pour sécurité des occupants	Thread mesh	Luminaire/Beacons locaux

Les protocoles utilisés (MQTT, REST, WebSocket) sont des standards industriels largement adoptés, facilitant l'intégration par les équipes techniques. La flexibilité de notre architecture permet de s'adapter aux spécificités de chaque installation, qu'il s'agisse de systèmes propriétaires ou de solutions ouvertes basées sur BACnet, Modbus, KNX ou autres protocoles métiers.

Cette capacité d'intégration transforme LUXWAVE en véritable chef d'orchestre des données d'occupation, capable de coordonner intelligemment l'ensemble des équipements techniques pour maximiser l'efficacité énergétique globale du bâtiment.



Couplage GMAO / CMMS — maintenance conditionnelle et ciblée

L'intégration de LUXWAVE avec les systèmes de GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) ou CMMS (Computerized Maintenance Management System) ouvre de nouvelles perspectives pour optimiser les stratégies de maintenance. En exploitant les données de présence, d'occupation et de santé système, les équipes techniques peuvent passer d'une maintenance préventive calendaire à une maintenance véritablement conditionnelle, basée sur l'usage réel des équipements.

Ordres de travail automatiques

Les données Health/status des émetteurs et la couverture réseau permettent la génération automatique de tickets GMAO dès qu'une balise passe offline ou qu'une anomalie est détectée dans une zone. Cette réactivité réduit les temps d'indisponibilité.

Maintenance conditionnelle

Les heures réelles d'occupation et les cycles d'allumage effectifs des équipements permettent de planifier les interventions selon l'usage réel et la criticité, optimisant ainsi les ressources de maintenance.

Guidage & pass finding

La position exacte des actifs mobiles et des techniciens en intervention permet de raccourcir drastiquement les délais d'intervention. Le système guide le technicien jusqu'à l'équipement concerné avec une précision métrique.

Contrôle post-intervention

Les traces de présence et le temps passé en zone permettent une validation automatique des interventions et un audit objectif des prestations réalisées, renforçant la qualité de service.

Inventaire dynamique

Les positions successives des équipements mobiles alimentent automatiquement la base d'actifs de la GMAO, assurant une mise à jour en temps réel du parc et des affectations spatiales.

Cette synergie entre données d'occupation LUXWAVE et processus GMAO se traduit par une réduction des coûts de maintenance de 15 à 25%, une amélioration de la disponibilité des équipements, et une traçabilité renforcée pour les audits et la conformité réglementaire. Les techniciens gagnent en efficacité tandis que les responsables maintenance disposent d'indicateurs fiables pour piloter leur activité.



BIM & jumeau numérique — continuité sémantique et énergie

L'intégration de LUXWAVE avec les modèles BIM (Building Information Modeling) et les jumeaux numériques crée une continuité sémantique unique entre la représentation virtuelle du bâtiment et son exploitation réelle. Cette convergence entre monde numérique et monde physique permet une gestion énergétique optimisée tout au long du cycle de vie du bâtiment.



Cartographie intelligente

Association automatique des balises VLC avec les objets BIM (IfcLightFixture, IfcSpace, IfcZone). Le zonage énergétique s'aligne parfaitement sur le modèle BIM pour une cohérence totale.



Exploitation enrichie

Enrichissement du BIM avec propriétés d'occupation et seuils opérationnels. Export structuré vers simulateurs énergétiques et moteurs de calcul thermique pour analyses prédictives.



Visualisation dynamique

Superposition de heatmaps d'occupation sur plans 2D et modèles 3D. Analyse spatiale des trajectoires et identification des goulots d'étranglement.



Boucle de feedback

Mise à jour continue BIM ↔ terrain pour détecter écarts, intégrer travaux, ajuster le re-zonage. Préparation optimale des rénovations et ré-étalonnage GTB.

Cette approche de jumeau numérique augmenté transforme le BIM d'un simple livrable de conception en un outil vivant d'exploitation et d'optimisation. Les facility managers disposent d'une vision unifiée et actualisée de leur patrimoine, où chaque mètre carré est caractérisé par ses usages réels, ses performances énergétiques et son potentiel d'optimisation.

Les bénéfices sont multiples : réduction des écarts entre simulations énergétiques et consommations réelles, planification éclairée des rénovations, validation objective des hypothèses de conception, et constitution d'une base de connaissances capitalisable pour les futurs projets. Le ROI d'une intégration BIM-LUXWAVE se mesure autant en économies d'énergie qu'en gains de temps et en qualité décisionnelle.



Données, BI & conformité — de la mesure à la décision

LUXWAVE génère un patrimoine de données riches et structurées qui alimentent les outils de Business Intelligence et les systèmes de gestion énergétique. Cette infrastructure data permet aux décideurs de passer d'une gestion énergétique intuitive à une gestion basée sur des faits mesurés, traçables et analysables. La conformité aux normes ISO 50001, EN 15232 et autres référentiels énergétiques s'en trouve grandement facilitée.

Jeu de données	Granularité	Attributs clés	Usages BI / Énergie
Présence par zone	Événementiel + agrégats	zone_id, start/stop, dwell time	Pilotage éclairage/CVC en temps réel, calibrage horaires réels d'occupation
Flux & passages	Événements	entrées/sorties, seuils de porte, timestamps	Analyse débits d'occupation, calibrage scénarios d'éclairage et ventilation
Trajectoires	Échantillonné	suite de zones, vitesse déplacement, patterns	Optimisation layout espaces, fluidité des flux, ergonomie workplace
Santé système	Périodique	uptime équipements, couverture réseau, niveau batterie	Fiabilité infrastructure, maintenance proactive, KPIs techniques
Commandes & consignes	Journalisé	cmd_id, zone cible, acquittement, timestamp	Audit énergétique, conformité ISO/EN, traçabilité décisionnelle
Exports historiques	Batch/Streaming	formats parquet/csv + métadonnées complètes	Data science, corrélations EMS, modèles prédictifs consommation

La plateforme BI de LUXWAVE offre des dashboards configurables en temps réel, des rapports automatisés périodiques, et des capacités d'export vers les outils analytiques standards (Power BI, Tableau, Python/R). Les API de streaming permettent l'intégration avec les data lakes d'entreprise et les systèmes d'intelligence artificielle pour des analyses prédictives avancées.

Cette richesse analytique transforme la gestion énergétique en démarche d'amélioration continue, où chaque action peut être mesurée, chaque hypothèse validée, et chaque gain documenté de manière irréfutable pour les audits de certification énergétique.



Déploiement, performance & durabilité

LUXWAVE a été conçu pour répondre aux exigences opérationnelles les plus strictes des environnements professionnels. Notre approche privilégie la simplicité de déploiement, la résilience opérationnelle, et la durabilité à long terme, garantissant ainsi un retour sur investissement optimal et une empreinte environnementale minimale.

Déploiement rapide

Intégration des tags VLC dans luminaires existants ou neufs sans travaux lourds. Cartographie et zonage sur plans BIM existants. Installation complète d'un étage type en moins d'une journée.

Résilience & continuité

Fonctionnement local autonome en zone blanche, sans dépendance Wi-Fi ou GSM. Scénarios par défaut en cas de coupure réseau. Continuité de service garantie même en mode dégradé.

Très basse consommation

Émetteurs et récepteurs optimisés pour alimentation OPV et batterie longue durée. Maintenance réduite grâce à l'autonomie énergétique. Durabilité exceptionnelle sur 10+ ans.

Scalabilité & sécurité

Architecture modulaire permettant le déploiement progressif bâtiment par bâtiment, site par site. Montée en charge éprouvée jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de points de détection. Cloisonnement réseau et chiffrement des communications selon bonnes pratiques cybersécurité.

Conformité RGPD native avec anonymisation des données personnelles et gestion fine des droits d'accès. Hébergement données possible en France pour souveraineté totale.

Interopérabilité & pérennité

APIs ouvertes et documentées, connecteurs standard vers GTB, EMS, GMAO, BIM. Aucun verrouillage propriétaire — compatibilité multi-fournisseurs garantie. Évolutivité assurée grâce aux standards Thread et Matter.

Support technique local en France, formation des équipes, et accompagnement au changement pour maximiser l'adoption et la valorisation de la solution.

LUXWAVE représente une rupture technologique au service de la sobriété énergétique. En transformant l'infrastructure d'éclairage existante en système intelligent de localisation et de pilotage, nous permettons aux organisations de réduire drastiquement leur consommation énergétique tout en améliorant le confort des occupants. Notre approche souveraine, interopérable et durable répond aux enjeux de décarbonation des bâtiments tertiaires et industriels, avec un ROI typique de 2 à 4 ans selon les configurations.