

L'internet des objets au service de l'efficacité énergétique

LIVRE BLANC

Retour sur les expérimentations menées par



UNION EUROPÉENNE
UNANIEZH EUROPA



L'Europe s'engage
en Bretagne

Avec le Fonds européen
de développement régional



L'EUROPE S'ENGAGE
en région
Auvergne-Rhône-Alpes
avec le FEDER



SOMMAIRE

Finistère Smart Connect (SDEF).....	5
ROC42 (SIEL-TE LOIRE).....	14
Usages IOT en matière d'efficacité énergétique du patrimoine public.....	22
Conclusion.....	28
Lexique.....	30

LE POSITIONNEMENT DES SYNDICATS DÉPARTEMENTAUX D'ÉNERGIE COMME ACTEURS DES TERRITOIRES INTELLIGENTS ET DURABLES

Les Syndicats départementaux d'énergie (SDE), acteurs historiques des réseaux, d'abord comme Autorité concédante en matière de distribution d'électricité, se sont positionnés depuis plusieurs années maintenant comme des acteurs majeurs de la transition énergétique à l'échelle de leurs territoires.

L'élargissement de leurs compétences et de leurs domaines d'intervention dans le développement de la production d'énergie renouvelable, la coordination des démarches territoriales de transition énergétique ou d'éclairage public les amènent naturellement à investir le champ du numérique, comme outil d'optimisation du pilotage des politiques publiques qu'ils conduisent ou qui leur sont confiées par leurs adhérents.

Les fortes évolutions dans ce domaine : déploiement des réseaux d'initiative publique Très Haut Débit, applications logicielles, notamment de gestion / maintenance assistée par ordinateur (GMAO), télégestion, permettent en effet le développement et l'émergence d'outils de pilotage pour l'optimisation des politiques publiques en réseau au service de la transition énergétique : smart grids, télérelève, télégestion, territoires connectés se traduisent de manière opérationnelle au travers des projets engagés par les Syndicats départementaux d'énergie. Dans un contexte où les données représentent une valeur croissante et recouvrent des enjeux majeurs, la souveraineté et la sécurité de leur transport, de leur stockage et de leur traitement, nécessitent de maîtriser les infrastructures numériques.

Les choix opérés par le Syndicat Départemental d'Énergie et d'Équipement du Finistère (SDEF) et le Syndicat Intercommunal des Énergies de la Loire (SIEL-TE LOIRE) traduisent de manière concrète ces orientations comme cela est illustré dans ce guide conjointement élaboré entre nos deux syndicats.

En développant des infrastructures souveraines les deux Syndicats organisent une offre de service mutualisée au service de leurs politiques publiques et de celles de leurs adhérents.

Interlocuteurs privilégiés des communes et des intercommunalités, acteur opérationnel sur de nombreux cas d'usages (électrification, énergies renouvelables, efficacité énergétique des bâtiments, éclairage public), les Syndicats d'énergie sont des acteurs légitimes pour animer et concrétiser, sur leurs territoires, une offre mutualisée de territoires connectés.

Selon le contexte local, ils pourront se positionner comme assembleur des différentes briques technologiques ou pilote de l'une ou l'autre des infrastructures déployées : transport de la donnée, stockage, traitement, sécurisation, mise à disposition. Ils peuvent aussi coordonner l'offre de service en tant que Maître d'ouvrage en accompagnement de leurs adhérents dans le déploiement des différents cas d'usage.

Ce guide synthétique retrace le contexte dans lequel nos deux syndicats ont chacun déployé, sur le département du Finistère et de la Loire, une démarche distincte.

Il fait part des solutions techniques apportées par les nouvelles technologies dans des territoires diversifiés : secteurs ruraux, villes moyennes..., tout en considérant les dimensions juridiques et financières indissociables à tout chantier de développement territorial.

À visée pédagogique, nous l'avons conçu pour que l'expérience parcourue et les enseignements tirés par nos deux collectivités soient profitables à tout acteur public intéressé par le sujet, à l'heure où le numérique prend une place prépondérante dans les enjeux liés à la transition énergétique.

Antoine COROLLEUR
Président du SDEF

Marie-Christine THIVANT
Présidente du SIEL-TE Loire



FINISTÈRE SMART CONNECT

ORIGINE DU PROJET

À l'origine, le SDEF s'est intéressé à la question de l'internet des objets (IoT) par le biais de sa compétence exploitation / maintenance de l'éclairage public. En effet, le Syndicat assure cette compétence pour le compte de 220 communes finistéennes. Cela représente près de 85 000 points lumineux et 4 000 armoires de commandes.

La veille technique réalisée sur le sujet a permis d'identifier les atouts d'un service d'objets connectés pour améliorer l'exploitation du parc d'éclairage public afin de :

- **Améliorer le service rendu** en ajustant de manière souple et réactive les périodes d'éclairage ou d'extinction et répondre à des besoins ponctuels des élus et services locaux par la télégestion à distance des armoires de commande ou des points lumineux ;
- **Améliorer la connaissance du patrimoine** exploité en disposant des remontées de consommation électrique, des incidents (coupures, sous-consommation, surconsommation) ;
- **Optimiser l'exploitation** en limitant les interventions sur le terrain et, à terme, en développant la maintenance prédictive grâce aux données collectées.

Le benchmark réalisé a mis en évidence deux orientations techniques possibles pour déployer un tel service :

- **Les solutions intégrées** proposées par les fournisseurs de capteurs et les intégrateurs ;
- **Le développement** d'une infrastructure propriétaire.

Si les solutions proposées par de nombreux industriels présentent l'avantage d'être rapidement déployables, intégrées et offrent ainsi une réponse opérationnelle rapide, le développement d'une solution « propriétaire » permet de maîtriser la souveraineté et la sécurité de la donnée, leurs conditions de stockage, de traitement et de gestion ainsi que les coûts. En outre, une solution propriétaire permet d'avoir une approche transversale en réunissant les différentes applications déployées au sein d'une même plateforme d'hypervision.

Le choix d'une solution souveraine a donc rapidement été retenu même si le développement d'une infrastructure radio, d'une infrastructure de cœur de réseau et d'applications métiers pour un seul cas d'usage représente un investissement important. Dès le départ, la proposition du SDEF a donc été d'engager un projet partenarial, mutualisé, couvrant ses cas d'usages mais également des services utiles à la mise en œuvre des compétences des communes et des EPCI.

LES OBJECTIFS DU PROJET

Le projet **Finistère Smart Connect** vise à mettre à disposition des collectivités adhérentes (269 communes) et des 20 EPCI finistériens situés sur le périmètre du Syndicat Départemental d'Énergie et d'Équipement du Finistère (SDEF), un service d'objets connectés. La stratégie animée et coordonnée par le SDEF doit lui permettre, ainsi qu'aux collectivités partenaires, de renforcer leurs leviers d'actions dans l'exercice de leurs compétences pour agir concrètement sur :

- **La transition énergétique du territoire** en réduisant les consommations énergétiques : bâtiments, éclairage public, gestion des mobilités ;
- **La réduction des impacts environnementaux** de la mise en œuvre des politiques publiques : réduction des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) par la maîtrise des consommations d'énergie du patrimoine bâti et de l'éclairage, par la réduction des circuits de collectes des déchets, par l'organisation des mobilités, par l'amélioration de la performance des réseaux d'eau (détection de fuite, suivi de consommation) ;
- **L'optimisation des coûts et l'amélioration des services publics** par la mise en œuvre d'un pilotage par la donnée, permettant un pilotage plus fin et des actions correctrices basées sur des systèmes de monitoring et d'alertes ainsi que par le développement du traitement des données.

De telles solutions numériques se déploient très majoritairement dans les aires métropolitaines mais assez peu sur le reste du territoire compte-tenu des coûts importants.

L'ambition du projet Finistère Smart Connect a donc été de proposer un bouquet de services, régulièrement étoffé, appuyé, d'une part, sur une infrastructure de cœur de réseau, une plateforme d'hypervision et des solutions applicatives mutualisées et, d'autre part, sur un réseau radio partagé entre les partenaires pour garantir la souveraineté de la donnée et assurer un haut niveau de sécurité. Dès le début du projet, plusieurs cas d'usages ont été identifiés :

- **La télégestion de l'éclairage public**, dans le cadre de l'exercice de la compétence optionnelle d'exploitation maintenance réalisée par le SDEF pour le compte de ses adhérents ;
- **L'efficacité énergétique des bâtiments** dans le cadre des compétences des communes, des EPCI et de l'accompagnement du SDEF auprès des communes ;
- **La mesure de la qualité de l'air intérieur** avec le suivi des mesures de CO2 dans les locaux des établissements accueillant du public ;
- **La mesure du remplissage des points d'apport volontaire de déchets** dans le cadre de la compétence « collecte des déchets ménagers » exercée par les EPCI ;
- **La gestion du stationnement** par la mesure et l'information sur les disponibilités existantes (parkings de centre urbains, secteurs littoraux, aires de covoiturage).

LA MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Le SDEF a lancé, en 2018, un marché pour la conception, l'installation et la maintenance d'une infrastructure propriétaire de communications électroniques pour objets connectés et les services associés.

Cette première étape a permis de mettre en service quatre briques techniques avec deux objectifs : disposer d'une infrastructure de cœur de réseau et d'une plateforme d'hypervision en capacité de servir de socles aux futurs déploiements, engager un déploiement sur des territoires « pilotes » pour évaluer en conditions réelles la mise en place d'un réseau radio LoRa et des services d'objets connectés sur cinq cas d'usages, en partenariat avec les EPCI et communes avec 24 passerelles LoRa et plus de 1 300 capteurs déployés.

Afin de garantir la sécurité et la souveraineté de la donnée, le SDEF a fait le choix d'une infrastructure souveraine pour maîtriser de bout en bout, le cheminement de la donnée. Le choix s'est donc porté sur une infrastructure totalement propriétaire.

Cette infrastructure repose sur un DataLake open source, qui est le cœur du système. Il structure la donnée brute des capteurs afin de la rendre disponible pour les applications métiers. Ces mêmes applications traitent l'information et la redescendent des données enrichies et agrégées vers le DataLake. Ces éléments reposent sur différents aspects techniques, à savoir :

- **Les plateformes/Serveurs ;**
- **Les systèmes de stockages des données ;**
- **La mise en place d'un accès réseau LoRa ;**
- **La sécurisation du réseau et de la donnée.**

Les services mis en place par cette infrastructure, disponibles sur la plateforme d'hypervision Finistère Smart Connect, sont de plusieurs types :

- **Des applications métiers** (Eclairage public, Eau, Déchets et Bâtiments) ;
- **Des interfaces de programmation (API)** permettant de renvoyer les données vers des logiciels de gestion / maintenance assistée par ordinateur GMAO (MUSE pour l'éclairage public, ANEMONE pour l'eau potable) ;
- **Des plateformes d'informations citoyennes** (Dolmen – Tell My City) ;
- **Une plateforme d'Hypervision** – Niagara Jace ;
- **Une plateforme de GMAO** – Altair ;
- **Des services de supervision** : gestion des capteurs, gestion des accès et gestion de l'infrastructure).

UNE INFRASTRUCTURE SOCLE

1. L'INFRASTRUCTURE DE CŒUR DE RÉSEAU

LE DATA CENTER

Le data center est constitué de serveurs physiques et de matériels « réseau » servant à l'interconnexion et à la cybersécurité. Les serveurs sont attachés aux switchs 10GB, chaque serveur dispose de deux interfaces qui sont réparties sur les deux switchs MS425. Ils hébergent les machines virtuelles sur une base VMWare/ESXi. Les deux MS425 sont eux-mêmes regroupés en un switch virtuel (stack) avec une bande passante de 160Gb entre eux. Ces switchs sont raccordés aux firewalls MX selon les mêmes principes.

Les liens uplink des MX aboutissent à un switch MS250 d'interconnexion avec le tiroir de raccordement du data center. Ces double-attachements sont en actif-passif : un seul lien est considéré comme actif à un moment donné, le lien de secours ne s'active qu'en cas de défaillance du premier.

Les deux firewalls fonctionnent en haute disponibilité : ils présentent une interface IP virtuelle partagée entre les deux équipements, permettant d'assurer la continuité de service en cas de défaillance de l'un d'entre eux.

LE DATALAKE

Le DataLake du SDEF repose sur la plateforme Kuzzle qui stocke les données et gère les flux entre :

- **Les mesures brutes** provenant des équipements connectés, associées à des points de mesures (points de levées de consommation d'eau, consommation d'énergies, ...);
- **Les données métiers**, agrégées, les flux d'alertes et d'erreurs qui ont un intérêt à être partagés entre les applications métiers, les applications citoyennes et l'hyperviseur ;
- **La possibilité de mise à disposition de certaines des données** agrégées au grand public en Open Data.

Cette solution gère les droits d'accès des applications aux API et aux données. Chaque application a une clé d'API associée à un profil l'autorisant à écrire dans son espace de données réservé, et dans les espaces des données communes (flux d'alertes et alarmes).

Schéma d'architecture général

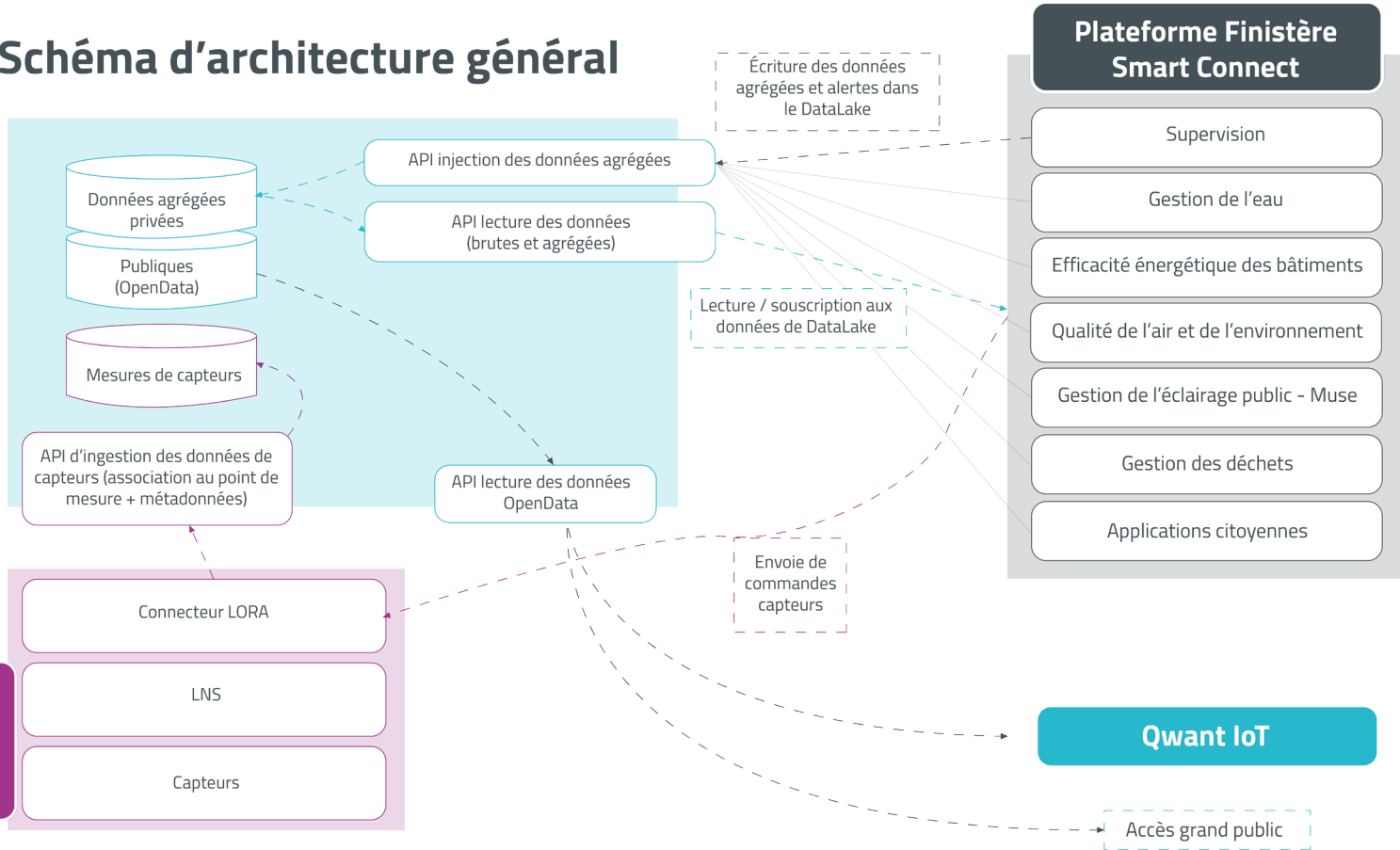
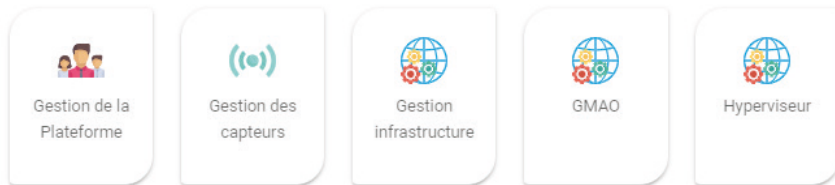


Schéma détaillé des flux de données entre les équipements, le Datalake et les applications métiers

2. LA PLATEFORME D'HYPERVISION « FINISTÈRE SMART CONNECT »

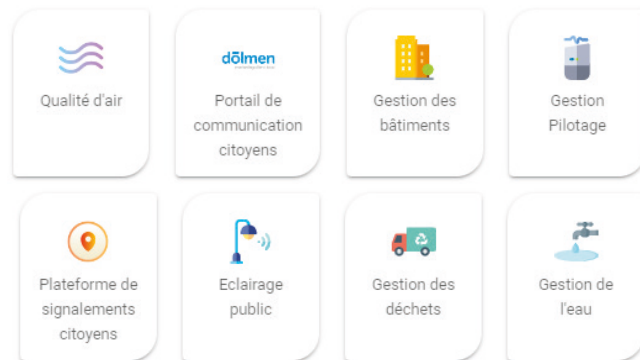
Cette plateforme d'hypervision, transversale et multimétiers, regroupe les outils de supervision et l'ensemble des applications métiers. L'accès au portail s'effectue par un formulaire (login/mot de passe) et donne accès aux différentes applications en fonction des droits d'accès définis par le SDEF et la collectivité.

Les demandes de création des comptes sont transmises au SDEF. L'identification de l'utilisateur s'effectue via le SSO (Single Sign On), qui permet à l'utilisateur de ne se connecter qu'une seule fois sur le portail pour obtenir l'accès à l'ensemble des applications auquel son profil le permet.



Les applications de supervision permettent le contrôle du fonctionnement des capteurs, du réseau radio et le fonctionnement de l'infrastructure en place.

Les applications métiers permettent un **accès instantané aux données traitées** selon un **modèle simple et ergonomique** : une carte, la liste des capteurs et les graphiques. Des connecteurs (API) permettent aussi de faire **remonter les données** vers des **logiciels de GMAO** utilisés par les collectivités.



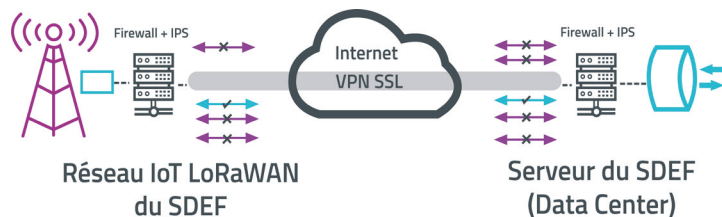
UN DÉPLOIEMENT « PILOTE »

1. LA COUVERTURE RADIO LORAWAN

Un premier déploiement de passerelles LoRa a été réalisé sur Ouessant grâce à un cofinancement du programme de coopération européenne INTERREG FMA dans le cadre du projet ICE. En parallèle, le fonds FEDER structurel régional a permis le déploiement sur la CCPI (Communauté de Communes du Pays d'Iroise) pour 19 communes et 4 communes de la CCPA (Communauté de Communes Pays des Abers). Au total, 24 passerelles Kerlink iBTS 6dBi ont été installées sur ces secteurs (16 CCPI, 4 CCPA et 4 sur Ouessant), sur des bâtiments publics (bibliothèque, salle de sport, mairie, ...) ou sur des châteaux d'eau.

Ces passerelles sont connectées à des éléments d'alimentation, de connectivité et sécurité à savoir :

- **D'une connexion switch PoE+** pour la connectivité et l'alimentation électrique ;
- **D'une connexion WAN** pour l'accès aux réseaux opérateurs en mode actif/actif ou actif/passif ;
- **D'une connexion pour l'accès aux opérateurs mobiles** via un modem 3G/4G.



Les flux de données collectées par les passerelles sont placés dans un tunnel VPN/IPSEC (Virtual Private Network) pour être envoyés de façon sécurisée vers le serveur du SDEF au sein du Datacenter de chez Blue Telecom. Cette connectivité s'effectue via un réseau SDWAN qui permet de s'affranchir des infrastructures opérateurs :

- **Technologies filaires** : ADSL, Fibre optique, VDSL ;
- **Technologies radios** : 3G, 4G, WIFI, faisceaux hertziens.

2. LES CAPTEURS ASSOCIÉS AUX SERVICES D'OBJETS CONNECTÉS

En partenariat avec les EPCI et les communes de ces territoires plus de 1300 capteurs ont été déployés. Le SDEF a ainsi équipé les 400 armoires de commande d'éclairage public du secteur, 70 points d'apports volontaires de déchets (verre et recyclables secs) ont été instrumentés, 500 compteurs équipés de capteurs pour la télérelève des compteurs d'eau potable ont été livrés à l'EPCI et ont été installés en régie. Enfin 187 capteurs d'efficacité énergétique et de mesure d'ambiance ont été installés dans 18 bâtiments publics.

L'ensemble de ces données sont disponibles sur les applications métiers de la plateforme Finistère Smart Connect ou, pour l'éclairage public, sur le logiciel de GMAO MUSE de Citégestion, utilisé par le SDEF dans le cadre de sa compétence d'exploitation/maintenance de l'éclairage public.

Bilan de la phase « pilote »

Cette 1^{ère} étape du projet a permis, d'une part de constituer un socle technique pour les déploiements futurs : en configurant l'infrastructure de cœur de réseau et la plateforme d'hypervision dans une perspective de déploiement départemental, le SDEF dispose, à l'issue de cette première étape des outils nécessaires pour proposer l'offre de service à d'autres territoires finistériens.

Parallèlement, un 1^{er} déploiement limité géographiquement mais engageant l'installation de plus de 1 300 capteurs, sur des cas d'usages utiles à la mise en œuvre des compétences des collectivités, a permis de réaliser un retour d'expérience en condition réelle : l'instrumentation de près de 20 bâtiments publics, du tiers d'un parc de points d'apports volontaires ou de l'ensemble du parc d'armoires d'éclairage public sur les communes « pilote » a permis de lever des enjeux techniques et organisationnels pour être en capacité de proposer des déploiements sur d'autres territoires.

Structurer l'offre de service

La mutualisation de l'infrastructure au niveau technique mais également au niveau financier, en partageant les coûts entre les partenaires, s'est structurée à l'issue de cette phase pilote. La mutualisation se concrétise par la signature de conventions de coopérations entre le SDEF et ses partenaires à l'échelle de territoires intercommunaux, échelle cohérente pour pouvoir proposer plusieurs cas d'usages intéressants l'EPCI, le SDEF et les communes.

Cette démarche partenariale se traduit également par une définition partagée des conditions d'implantation, des modalités de raccordement ou du niveau de couverture radio attendu.

C'est également le cas pour déterminer la localisation optimale des capteurs avec les équipes techniques en étant à l'écoute de leurs besoins.

Perspectives

Deux nouveaux territoires intercommunaux sont partenaires du projet et vont voir émerger les services d'objets connectés sur leurs territoires dans quelques mois. Des discussions sont également engagées avec quatre autres territoires.

Deux nouveaux cas d'usages émergent : un service de parking connecté est en cours de développement avec deux sites déjà en cours d'étude. Un service de comptage de flux de circulation est également en réflexion afin de permettre de mesurer le trafic routier mais également la fréquentation sur des sites touristiques ou circuits de randonnée.

Afin de rendre lisible cette offre de services connectés le catalogue de service est en cours d'élaboration et le recul sur les premiers déploiements va désormais permettre d'engager un exercice d'évaluation des gains obtenus grâce à ces services d'objets connectés, que ce soit dans l'amélioration du service public ou l'optimisation des coûts.



RÉSEAU D'OBJETS CONNECTÉS 42 (ROC42)

ORIGINE ET OBJECTIFS DU PROJET

La genèse du projet

Pour poursuivre sa stratégie d'aménagement numérique reposant jusqu'à présent sur le réseau public Très Haut Débit FTTH (THD42) et dans le cadre des orientations stratégiques de l'année 2018, les élus du SIEL-TE LOIRE (SIEL-Territoire d'Energie Loire) ont décidé d'expérimenter des projets en matière d'objets connectés. Dans un premier temps, un budget de 25k€ a été alloué avec pour but d'expérimenter, sur le patrimoine SIEL-TE et des communes intéressées, des solutions connectées notamment sur les chaufferies bois ainsi que les installations photovoltaïques du SIEL-TE, mais aussi de tester d'autres équipements connectés dans le cadre d'autres compétences du SIEL telles que la Télégestion et le SAGE (Service d'Aide à la Gestion Energétique).

Ces expérimentations ont permis de mesurer l'ampleur des possibilités offertes par le déploiement du numérique mais également la nécessité d'un accompagnement des communes vers une démarche de territoires connectés et intelligents ou « smart city » et d'en faire dès lors une orientation stratégique de l'exécutif du SIEL-TE.

À la suite de ces expérimentations, et dans le cadre du développement de l'Internet des Objets, le Syndicat a tout d'abord dressé un état des lieux en réalisant une étude d'opportunité relative à la mise en œuvre d'un réseau IoT. Cette étude d'opportunité a été confiée à l'entreprise Axians Consulting et s'est articulée en 3 étapes comme illustré ci-dessous :



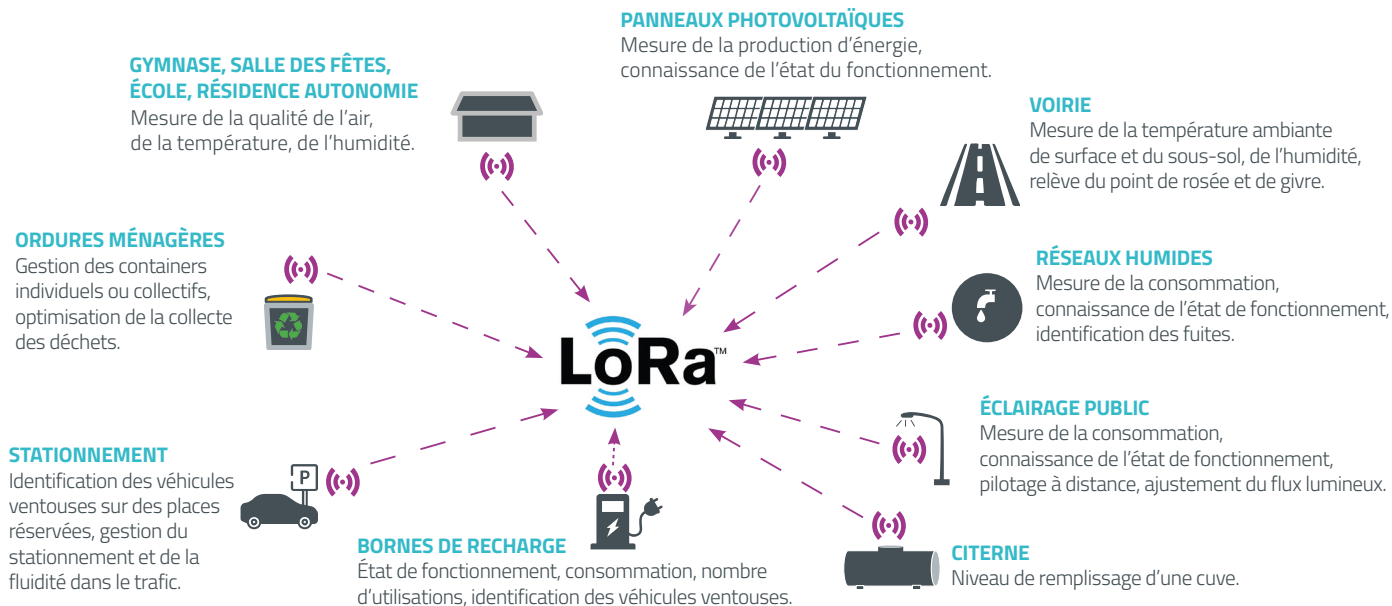
L'étude ayant démontré la pertinence d'un tel réseau au regard des besoins des collectivités, le SIEL-TE a donc décidé de déployer un réseau Très Bas Débit en propre (avec l'objectif de couvrir tout le territoire) afin de proposer aux communes une solution clé en mains tout en assurant la notion de propriété publique du réseau, prépondérante pour assurer la sécurité des données.

Afin de pouvoir maîtriser de bout en bout la technologie, le choix s'est porté sur une infrastructure de type « LoRa ». LoRawan est une technologie réseau longue portée permettant la communication à bas débit d'objets connectés et pouvant être développée et exploitée par n'importe quelle entreprise ou collectivité (technologie en Open source).

À l'instar des réseaux mobiles conventionnels, le protocole LoRa utilise à la fois les fréquences radio libre 868 MHz et permet la transmission aussi bien en extérieur qu'en intérieur sur des distances plus longues. Ce réseau est conçu de manière à consommer le moins d'énergie possible.

Les objectifs du projet

Il s'agit de disposer et de développer de nouveaux services pour optimiser l'efficacité de l'action publique dans les missions qui lui sont confiées à partir de la fibre optique déployée en tout point du département complétée par de nouvelles infrastructures de communications électroniques.



LA MISE EN OEUVRE DU PROJET

Par délibération du 28 juin 2019, le Bureau du SIEL-TE a autorisé le lancement d'une procédure de dialogue compétitif pour définir les orientations et les outils nécessaires à la mise en place d'une infrastructure pour objets connectés, avec la volonté de prendre en compte tous les usages potentiels et de couvrir l'ensemble du territoire. La consultation a pour objet la conception, l'installation et la maintenance d'une infrastructure permettant la collecte, le stockage, et le traitement de la donnée. En Mars 2020, le marché a été notifié pour une durée de 5 ans.

L'architecture technique

Le SIEL-TE s'appuie sur une architecture IoT comprenant 5 briques distinctes :



01

PULSE SENS'O - WATERPROOF

Télérelève des compteurs Eau / Gaz / Elec à sortie impulsionnelle

Transforme un compteur impulsionnel en compteur communicant

02



← ACCES SIMPLE →
← ACCES EVOLUE →

03

Stockage

Cloud Base de données

04

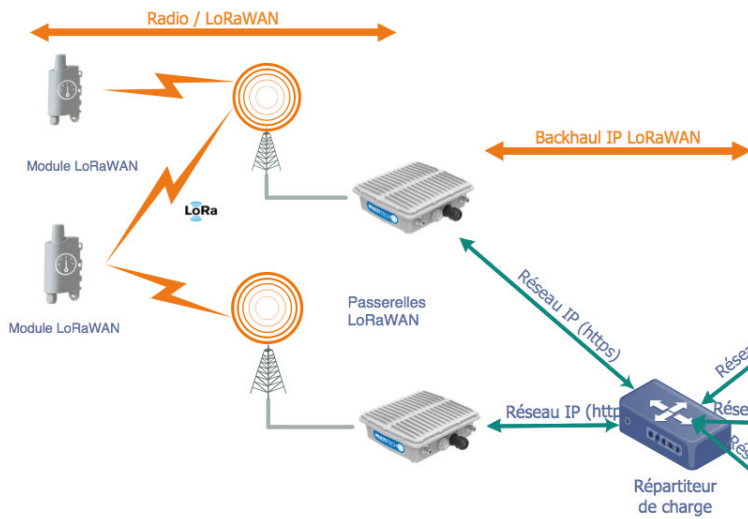
Restitution

Température 18,0 °C

05

01

La Captation (hors marché) : Le SIEL-TE accompagne les collectivités dans la définition de leurs besoins en usages. Il est force de proposition et de conseil aux collectivités pour la mise en place de solutions connectées sur leur territoire. Les cas d'usages sont divers et variés (gestion des déchets, du stationnement, surveillance d'une cuve fioul, d'un niveau sonore...). Ces petits capteurs communicants collecteurs d'informations envoient leurs données à travers le réseau de passerelles bas débit.



03

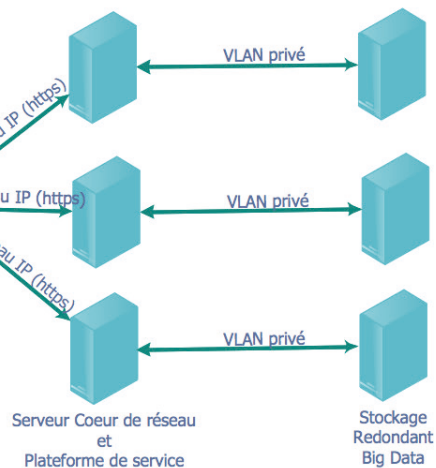
Le stockage / les serveurs :

- Centralisation/regroupement des informations
- Stockage sécurisé (sauvegarde, cybersécurité,...)

02

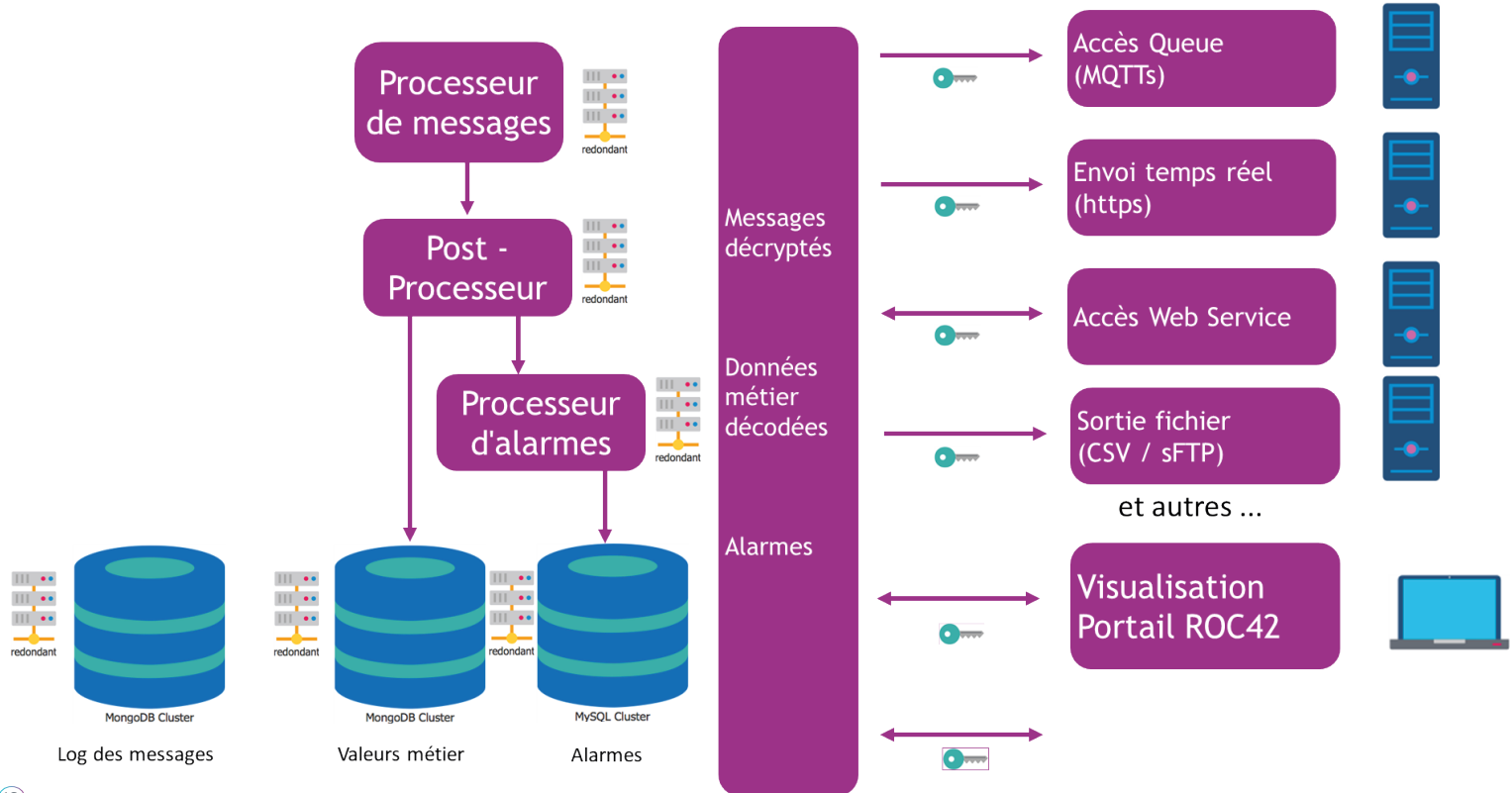
La Collecte : C'est la phase de la collecte et du transport par le réseau des informations provenant des capteurs. Une étude de couverture radio LORA a été réalisée pour déterminer le nombre et la localisation des passerelles. Celle-ci indique le déploiement d'environ 380 passerelles afin d'obtenir un réseau Bas Débit LORA de qualité :

- **Qualité réseau SF7 et -110dBm** sur les zones résidentielles/bâtiments
- **Sécurisation du réseau** avec le raccordement des passerelles au réseau THD42



Analyse : C'est le traitement des données par de puissants algorithmes permettant de croiser des informations et de créer de la valeur ajoutée. La mise en œuvre d'un monitoring des données à partir d'outils de BI («Business Intelligence»), d'algorithmes NLP («Natural Language Processing») ou encore de modèles proposés dans le domaine de la datascience et l'intelligence artificielle...

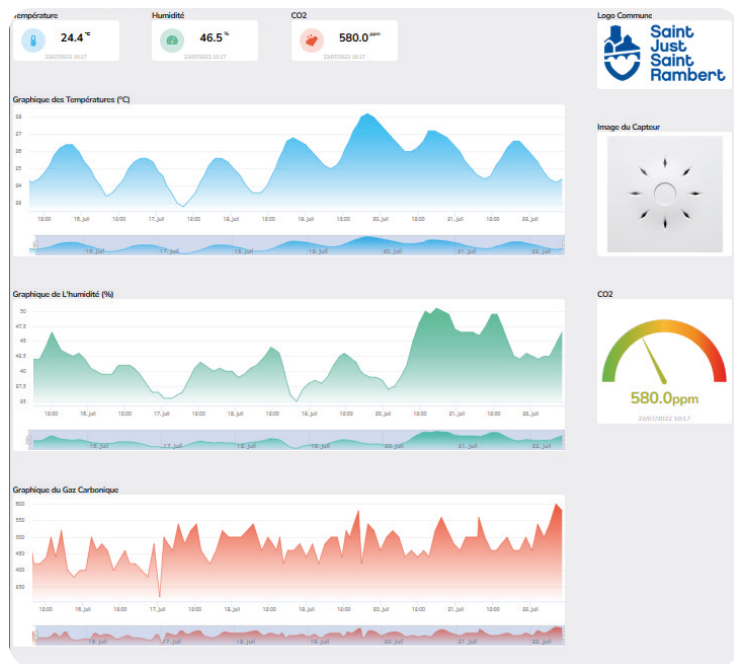
C'est la promesse de l'IoT : ne plus être aveugle ni cloisonnée dans un unique domaine mais avoir une vision globale, toutes les informations et la possibilité de les agréer, rendant ainsi les organisations plus intelligentes, plus agiles et plus efficaces.



La Restitution : cette dernière brique est la mise en musique de tout le travail réalisé par les précédentes. L'objectif est bien d'avoir des applications répondant aux usages et bénéficiant de toutes les données disponibles.

Le SIEL-TE Loire dispose de son propre applicatif ROC42. Cette plateforme permet à partir de 153 passerelles actuellement et 380 à terme, la remontée des données de 1000 objets qui composent le parc IoT, la supervision de la donnée sous forme de graphique, l'envoi de commande à distance, la mise en place d'alertes de dysfonctionnement.

L'export des données est également réalisable depuis la plateforme.



La capture d'écran de la plateforme ROC42 met en évidence la visualisation des données générées par le capteur Insafe Carbon (température, humidité, taux de CO2). Cet objet est installé dans une salle de classe de la commune de Saint Just Saint Rambert à leur demande.

LE MODÈLE ÉCONOMIQUE MIS EN PLACE

Au coût lié au déploiement de l'infrastructure du réseau Bas Débit il faut ajouter les coûts d'exploitation. Un soutien à hauteur de 30% est apporté par le FEDER Auvergne-Rhône-Alpes 2014-2021. Le modèle économique de ROC42 repose sur l'adhésion par les collectivités (et à termes des tiers) à la compétence. Pour cela un cadre juridique a été créé via une convention d'adhésion qui s'organise autour de deux modalités :

- Un coût forfaitaire annuel en adhérent pour minimum 6 ans. Cette tarification permet un accès simple au réseau de collecte.
- Un coût lié à l'utilisation du service. Il s'ajoute au précédent et permet un accès évolué au réseau de collecte + plateforme de stockage + visualisation de la donnée.

LA DÉMARCHE D'UN POINT DE VUE JURIDIQUE

Outre l'aspect technique, le projet ROC42 s'inscrit dans un cadre réglementaire précis. Le choix a été fait de mettre en place une nouvelle compétence intitulée Réseau d'Objets Connectés ROC42 ouverte auprès des adhérents à partir de Février 2022.

Cette compétence s'articule avec une convention d'adhésion. Des réflexions sont en cours pour proposer une convention d'adhésion aux tiers afin d'ouvrir à d'autres acteurs que les collectivités ligériennes adhérentes.

Par ailleurs, la mise en place d'une infrastructure bas débit en propre requiert de satisfaire aux exigences réglementaires liées notamment aux données :

- Le régime des données suit la propriété des Objets Connectés qui permet de les générer. ROC42 permet de garantir la propriété de la donnée à celui qui l'émet
- L'Adhérent reste responsable des données générées par les Objets Connectés qui lui appartiennent
- ROC42 a pour seul objet de collecter, transporter les données de l'Adhérent issues des Objets Connectés vers la Plateforme et de lui permettre de les récupérer et, le cas échéant, de stocker et de visualiser ses données. En revanche, le SIEL-TE ne récupère pas les données de l'Adhérent. En conséquence, l'Adhérent assume, pour les données dont il est responsable, les obligations de publication en ligne prévues aux articles L.312-1-1 et suivants du Code des relations entre le public et l'administration.

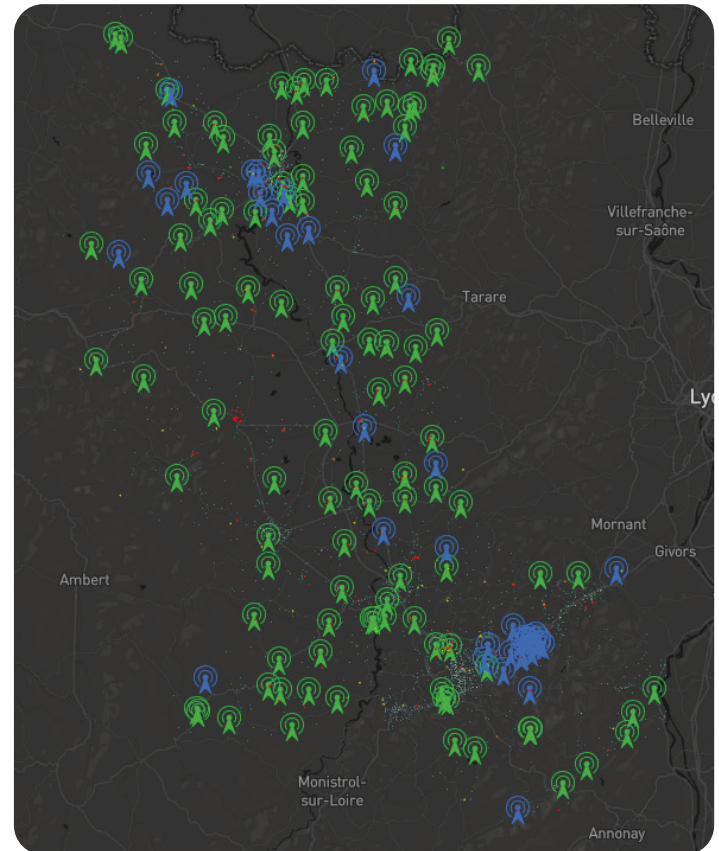
ENSEIGNEMENT ET BILAN

Le projet ROC42 concerne les 323 communes de la Loire.

À date, 153 sur 380 passerelles ont été déployées (soit 40% du parc total envisagé à terme). La phase de « déploiement » est toujours en cours et permettra à terme une couverture indoor et outdoor.

Les coûts d'accès au service ROC42 ont été votés par le bureau syndical de février 2022 grâce à la réalisation d'une prospective financière établie à l'appui de plusieurs indicateurs estimés (nombre de capteurs, nombre d'adhérents,...). Cette prospective sera actualisée régulièrement afin d'établir de nouveaux scénarii et d'ajuster les coûts d'accès au plus près de l'équilibre attendu.

Pour les perspectives d'avenir, le SIEL-TE travaille sur l'établissement du cadre juridique et financier permettant l'ouverture du réseau ROC 42 aux tiers non adhérents au SEIL-TE (par exemple délégataires dans le domaine de l'eau). En effet, certains délégataires de service public sont intéressés par l'utilisation de ce réseau ROC42 pour la remontée des données des compteurs d'eau qu'ils ont en gestion. Cependant, ce sont des entités privées avec lesquelles nous ne pouvons conventionner à l'heure actuelle. Une étude juridique est en cours afin de définir sous quel formalisme faire adhérer certains tiers à ce réseau d'initiative publique.



Etat des lieux du déploiement du réseau, juillet 2022.

 Passerelles
activées

 Passerelles
prévues

LES USAGES IOT EN MATIÈRE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU PATRIMOINE PUBLIC

1 - L'IOT AU SERVICE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE EN FINISTÈRE

Le SDEF accompagne les communes et les EPCI gestionnaires d'un patrimoine bâti à travers son service de Conseil en Energie Partagé et la mise à disposition d'une équipe d'économistes de flux.

Plusieurs actions ayant recours à la technologie LoRa mise en place sur le territoire finistérien, sont proposées aux communes adhérentes au service CEP, notamment par des projets en cours ou en fin de réalisation à l'heure où ce guide est élaboré.

- **Le projet SyCoMORE** (Syndicats Connectés dans la Mise en Œuvre de la Rénovation Énergétique) qui se clôturera fin 2022, et qui est soutenu par une aide financière du programme ACTEE, prévoit la rénovation d'une trentaine de chaufferies en transformant des systèmes à énergies fossiles, ou systèmes de chauffage vétustes, par des solutions à énergie renouvelables de bois granulé ou pompe à chaleur eau/eau ou air/eau.

Aussi afin de recueillir un maximum de données, permettant de conforter les recommandations émises lors de l'étude de faisabilité en termes d'économie d'énergie réalisable, une soixantaine de bâtiments audités seront équipés de capteurs d'ambiance CO2 et compteurs thermiques.

Les capteurs de qualité d'air intérieur permettent d'optimiser l'efficacité énergétique des bâtiments, de détecter le dioxyde de carbone et afficher par un témoin lumineux la qualité de l'air dans les locaux. Ils intègrent la mesure de température et d'humidité en effectuant une mesure toutes les dix minutes.



Très bon



Moyen



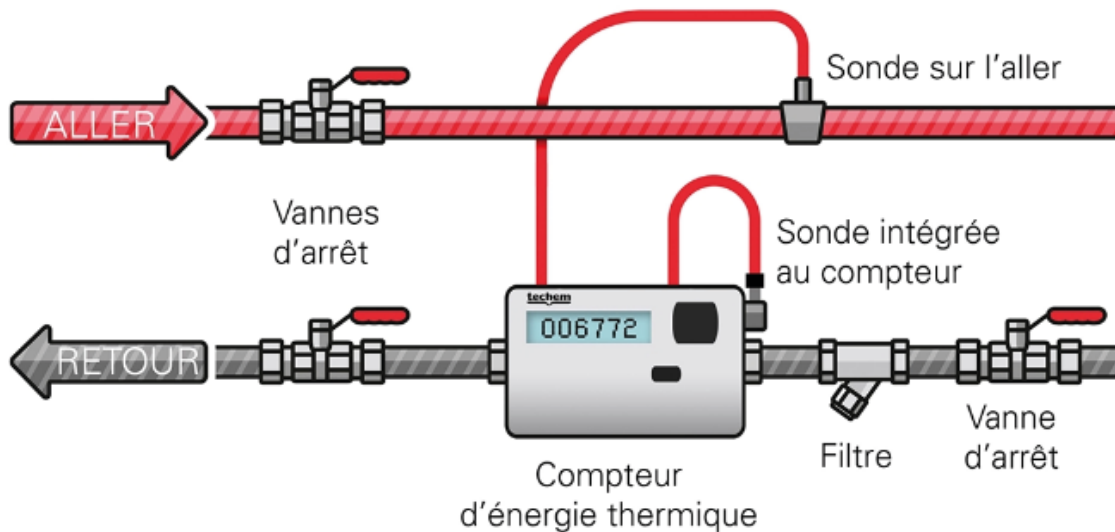
Attention



Les compteurs d'énergie thermique qui seront installés seront évolutifs LoRa afin que les données de consommations soient transmises puis exploitées entre les collectivités, les CEP, les économes de flux sur la plateforme d'hypervision Finistère Smart Connect.

Ces compteurs qui seront installés sur le ou les différents départs chauffage (ou/et production d'eau chaude sanitaire en chaufferie), permettront de quantifier les consommations énergétiques de chaque circuit et de calculer le rendement des générateurs. Ces compteurs sont particulièrement utiles dans les cas où un générateur alimente plusieurs bâtiments (ex. la Mairie et la poste, l'école et le restaurant scolaire...).

Schéma d'installation du compteur d'énergie thermique



Enfin une nouvelle application métier est aussi sur le point d'être développée pour analyser les données récoltées et réaliser des bilans de consommation. Cette application sera intégrée sur la plateforme d'hypervision Finistère Smart Connect et communiquera donc directement avec les compteurs et les capteurs d'énergie thermiques compatibles avec la technologie LoRa utilisée.

Elle s'ajoutera aux autres logiciels déjà présents sur cette plateforme dont celui dédié à l'efficacité énergétique des bâtiments cofinancé par le programme ACTEE 1 de 2019/2021 dont le SDEF a été lauréat.

SUMAC (Syndicats Unis pour la Maîtrise énergétique des bâtiments Artistiques et Culturels), un autre projet bénéficiant des fonds du programme ACTEE, vise la télégestion des équipements des bâtiments à vocation artistique et culturelle à travers la mise en place d'un système de GTB (Gestion Technique des Bâtiments).



Ce projet, lancé début 2022 avec une réalisation prévue à fin 2023, cible une typologie de bâtiment particulière dont l'utilisation est intermittente, ce qui nécessite de modifier et d'ajuster continuellement les paramètres des installations selon l'occupation. Il s'inscrit dans la poursuite du développement du catalogue de service « Finistère Smart Connect » où la possibilité sera donnée aux communes de télégérer les installations suivantes :

- Chauffage (chaufferies et sous-stations, armoires de pilotage du chauffage électrique...)
- Production d'eau chaude sanitaire
- Traitement d'air
- Production de froid
- Gestion des installations d'éclairage
- Et plus généralement toutes autres installations de génie climatique
- Gestion des installations solaire thermique
- Contrôle d'accès des bâtiments

La solution technique sera conçue à l'automne 2022 et s'articulera avec les briques techniques déjà en place (infrastructure de cœur de réseau, plateformes de gestion de base de données, data lake et plateforme d'hypervision).

Ainsi, les données remontant des capteurs et les commandes passées pour assurer la télégestion s'appuieront sur l'infrastructure en place et l'accès à l'application de télégestion, se fera via la plateforme « Finistère Smart Connect ».

2 - L'IOT AU SERVICE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DANS LA LOIRE

Conscient des apports du réseau Très Bas Débit et des objets connectés notamment en matière d'efficacité énergétique, le SIEL-Territoire d'énergie Loire a souhaité expérimenter auprès de ses techniciens une valise d'objets connectés. L'objectif est d'installer sur une période d'observation des objets connectés (pas de connectique, mise en oeuvre immédiate et de même pour l'enlèvement) en vue d'assurer le suivi de bâtiments publics en temps réel, par la mise en place d'outils de mesure correspondants.

L'équipement des techniciens avec une valise d'objets connectés permet de mener des campagnes de mesure au sein d'un bâtiment pour une période donnée et de pouvoir ainsi détecter la cause d'un problème, d'y répondre et d'optimiser le fonctionnement des équipements pour ainsi apporter du confort aux usagers.

Le choix a été fait d'une valise afin de rendre mobile à l'échelle du département les objets connectés et pouvoir ainsi mutualiser leurs coûts et optimiser leur fonctionnement permettant ainsi à toutes les collectivités ligériennes d'accéder aux bénéfices de la « Smart City ».

Dans le cadre de l'expérimentation, une première liste d'objets connectés présents dans la valise permettent de :

- **Mesurer la température, l'hygrométrie et la qualité de l'air (CO2)**
- **Mesurer la consommation électrique et de gaz**
- **Mesurer la température de contact** (température d'un fluide circulant dans un tuyau)
- **Identifier la présence** (croiser les données de chauffage avec l'usage de la pièce)

RÉSULTATS DE L'EXPERIMENTATION

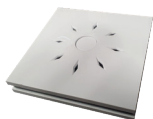
Suite à ces premiers tests, on estime que ces objets connectés pourraient permettre de réduire de **10 à 20 % les consommations énergétiques**. La mise à disposition de ces objets connectés a ainsi permis aux communes concernées :

- d'identifier rapidement les incidents et de réduire les temps d'attente pour répondre aux problématiques des usagers
- d'améliorer le confort des usagers et de les sensibiliser à la réduction de consommation
- de réaliser des économies d'énergie sur le suivi des bâtiments et ainsi de réduire l'émission de GES

Par ailleurs, la mutualisation des capteurs et de l'infrastructure à l'échelle départementale permet d'en diminuer le coût. Il s'agit d'une action de performance énergétique à retour sur investissement très rapide et avantageuse pour les budgets de fonctionnement très contraints des communes.



LES CAPTEURS PRIVILÉGIÉS EN MATIÈRE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



Marque : NEXELEC
Modèle : INSAFE CARBON

Qualité d'air intérieur

Fonction : Ce capteur permet de détecter le dioxyde de carbone. Il intègre aussi des capteurs de température et d'humidité. Il effectue la mesure toute les 10 minutes. De plus, ce capteur est équipé d'un affichage instantané par témoin lumineux de la qualité d'air.



Marque : NKE
Modèle : TIC PME PMI

Suivi de consommation électrique

Fonction : Ce capteur permet d'exploiter les données TIC (Télé-Information-Client) provenant des compteurs compatibles du réseau. Un protocole d'échange applicatif spécifique permet de lire les données en « demande/réponse » ainsi que spécifier des « notifications périodiques et/ou sur variations » des données collectées.



Marque : NKE
Modèle : In'O

Supervision des équipements

Fonction : Ce capteur permet de superviser et de télécommander à distance des équipements industriels. Il transforme tout type de capteur / actionneur TOR (Tout ou Rien) en un capteur / actionneur de Classe A ou Classe C connecté.



Marque : TEKELEK
Modèle : Tank Sensor

Niveau remplissage des cuves

Fonction : Ce capteur permet de mesurer les liquides et donc de déterminer le niveau de remplissage des cuves (carburant, eau ou huile). Equipé d'une sonde, ce capteur relève le niveau de fluide permettant ainsi d'optimiser par exemple les tournées de livraison ou de collecte.



Marque : ELSYS
Modèle : ERS SOUND

Mesure du son

Fonction : Ce capteur d'environnement intérieur multifonctions très complet permet de mesurer la température, l'humidité, la luminosité, la détection de mouvement ainsi que le niveau sonore. Il est équipé d'un module NFC pour faciliter leur mise en service sur le terrain et leur configuration, via une application gratuite Android.



Marque : ELSYS
Modèle : ELT-2

Capteur de niveau

Fonction : Ce capteur permet de mesurer les niveaux de remplissage de réservoirs grâce à son faisceau d'ultrasons.



Marque : ELSYS
Modèle : ERS SOUND

Occupation

Fonction : Ce capteur permet de mesurer les liquides et donc de déterminer le niveau de remplissage des cuves (carburant, eau ou huile). Equipé d'une sonde, ce capteur relève le niveau de fluide permettant ainsi d'optimiser par exemple les tournées de livraison ou de collecte.



Marque : NKE
Modèle : Température déportée

Mesure de température

Fonction : Ce capteur de température déportée est dédié à la mesure de température dans les bâtiments, les chambres à température contrôlée, les tours de refroidissement, etc.



Marque : CITYLONE
Modèle : SmartLighting Box

Horloge astronomique connectée

Fonction : Cet équipement permet de connaître le fonctionnement des armoires d'éclairage public, optimiser les durées d'allumage du parc d'éclairage et reconfigurer les armoires sans déplacement sur site.



CONCLUSION : LES POINTS CLÉS À RETENIR DANS LA MISE EN ŒUVRE D'UNE DÉMARCHE IOT EN MATIÈRE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

1 – Souveraineté et sécurité de la donnée

Les services publics locaux sont de plus en plus producteurs de données. À court terme, dans un contexte réglementaire qui favorise l'open data mais qui prévoit également un cadre protecteur strict pour la protection des données personnelles, la souveraineté sur les données produites et leur sécurisation vis-à-vis du risque cyber sont des enjeux majeurs. Ces données représentent également une valeur : leur historisation, leur traitement, leur croisement avec d'autres données disponibles peuvent permettre d'améliorer le service public et d'optimiser l'exploitation et la mise en œuvre des compétences.

► **La capacité à conserver cette souveraineté sur la donnée et à disposer des garanties suffisantes sur leur sécurité constituent un point clé pour un projet de territoire connecté.**



2 – L'adéquation entre les technologies retenues et le besoin exprimé

Le territoire connecté peut se décliner de différentes façons notamment concernant les technologies de transport de la donnée : fibre optique, 4 ou 5G, WiFi etc... les technologies disponibles sont nombreuses. Le choix du LoRa, réseau bas débit peut sembler paradoxale à une époque où le très haut débit se déploie massivement sur le territoire. Pourtant, la technologie LoRa présente plusieurs atouts : technologie bi-directionnelle, fréquence ouverte, faiblement consommatrice en énergie, elle répond aux besoins exprimés pour les cas d'usages retenus. Cette technologie ne répond pas à tous les besoins et un territoire connecté doit pouvoir s'appuyer sur plusieurs technologies de communications électroniques le cas échéant.

► **Faire les choix technologiques en matière de communications électroniques en fonction des cas d'usages retenus et évaluer les conditions technico-économiques de déploiements.**

3 – L'approche mutualisée et partenariale

Déployer une infrastructure souveraine implique des investissements importants. La mutualisation de l'infrastructure entre les différentes collectivités d'un même territoire permet d'agréger sur celle-ci plusieurs cas d'usages et ainsi optimiser les investissements. Le cadre partenarial permet également de bénéficier des expertises des différents partenaires et d'optimiser les coûts d'exploitation des infrastructures déployées.

► La mutualisation de l'infrastructure est un facteur d'optimisation d'un projet souverain.



4 – La progressivité de la démarche

Le déploiement à une échelle territoriale limitée permet d'avoir une approche adaptée aux attentes et aux cas d'usages attendus par les collectivités de ce territoire : la couverture radio comme les choix de capteurs peuvent être adaptés aux contextes locaux, aux attentes des élus et des services. Cela permet aussi une progressivité dans les déploiements et une appropriation des services par les différents partenaires.

► La progressivité des déploiements permet à la fois une approche adaptée au territoire concerné et une adéquation entre les enjeux techniques liés aux infrastructures et les services d'objets connectés attendus.



LEXIQUE

Datalake (Entrepôt de données) : Une méthode de stockage de données massives utilisée par le big data. Ces données sont gardées dans leurs formats originaux ou sont très peu transformées.

Switch (Commutateur réseau) : Un boîtier doté de quatre à plusieurs centaines de ports Ethernet, et qui sert à relier en réseau différents éléments du système informatique

Smart Grid : Un réseau de distribution d'électricité qui favorise la circulation d'information entre les fournisseurs et les consommateurs afin d'ajuster le flux d'électricité en temps réel et d'en permettre une gestion plus efficace

Applications métiers : Logiciels spécifiques développés par les exploitants de services IoT, exploitant les données brutes pour les rendre intelligibles et exploitables dans la gestion des bâtiments, des communes,...

API (application programming interface) : Interface qui permet de connecter des logiciels, systèmes d'information ou applications entre eux. Les échanges se font en temps réel et de manière automatisée.»

Hyperviseur / Superviseur : Interface graphique permettant de visualiser plusieurs informations sur un écran. Le superviseur / hyperviseur permet également d'avoir une action correctrice sur les paramètres affichés.

IOT (Internet of Things) : Évolution de l'Internet pour connecter des objets, repérés par un système d'identification, afin de développer les interactions avec le monde physique (relevés de capteurs, commande à distance...).

30 GMAO : La gestion de la maintenance assistée

par ordinateur, est un système qui permet d'assurer le contrôle et le pilotage des opérations liées à la maintenance des équipements, grâce à un logiciel dédié.

Technologie LORA : Une technologie de communication radio bas débit, longue portée, dans la bande de fréquences libres de 868 MHz. Il s'agit d'une technologie de modulation radio qui sert de support physique pour les transmissions de données selon différents protocoles.

Protocole LoRaWAN : Ce protocole de communication permet d'envoyer des données en intérieur (indoor), en sous-sol (deep indoor) et en extérieur (outdoor). LoRaWAN est un protocole tandis que LoRa fait référence à la couche physique du réseau. LoRaWAN fait partie de la catégorie des réseaux LPWAN (low power wide area network, ou réseau faible consommation longue portée.

Captation : Opération consistant à capter les trames informatiques émises par un capteur ou objet connectés) et les envoyer par un réseau radio ou filaire vers un serveur des données.

Transport/Collecte : Infrastructure passive ou active déployée entre deux points techniques d'un réseau (collecte), ou entre un terminal et un serveur (transport). Le transport et la collecte peuvent être filaires (cuivre ou fibre), ou hertzien (faisceaux hertziens, radio 4G/5G, Wimax, LPWAN...).

Smart city = Territoire connecté : Le concept de smart city intègre les technologies de l'information et de la communication (TIC) et divers dispositifs physiques connectés au réseau (objets connectés) pour optimiser l'efficacité des opérations et des services.

Open Data : données auxquelles n'importe qui peut accéder, que tout le monde peut utiliser ou partager. Les critères essentiels de l'Open Data sont la disponibilité, la réutilisation et la distribution, et la participation universelle.

Gateway ou passerelle applicative : Système matériel et logiciel permettant de faire la liaison entre deux réseaux afin de faire l'interface entre des protocoles réseau différents.

Objet connecté : D'après l'UIT (Union Internationale des Télécommunications), tout objet qui peut se connecter à un réseau ouvert sur internet est potentiellement un objet connecté.

TBD (Très Bas Débit) : Réseau radio qui transmet des données.

LPWAN (Low Power Range Area Network - Réseau bas débit longue portée) : Réseau radio étendu permettant la communication massive d'objets à bas débit et faible consommation énergétique, avec des passerelles vers Internet. Plusieurs technologies sont concurrentes pour s'imposer sur le marché (Sigfox, LoRa, Qowisio, évolutions de la 3, 4 et 5G...), avec pour certaines des travaux de standardisation en cours.

Interopérabilité : capacité d'un réseau à accepter plusieurs technologies et plusieurs formats de données.

Passerelles : équipement de réception radio (antenne) permettant de connecter les signaux émis par plusieurs objets connectés ou capteurs dans un périmètre de couverture défini par la puissance et la qualité de l'antenne.



LOIRE · SIEL

SIEL - TERRITOIRE D'ÉNERGIE LOIRE

4 avenue Albert Raimond CS80019

42271 Saint-Priest-en-Jarez Cedex

se42.fr

LE SIEL-TERRITOIRE D'ÉNERGIE LOIRE REGROUPE TOUTES LES COMMUNES DE LA LOIRE, 23 INTERCOMMUNALITÉS ET LE CONSEIL DÉPARTEMENTAL.

Il est propriétaire des réseaux de distribution publique d'électricité et de gaz (hors Saint-Etienne Métropole pour le gaz) qu'il confie respectivement à Enedis et à GRDF pour l'exploitation.

Le SIEL-TE réalise des travaux d'électrification (renforcement, extension de réseaux, raccordements) et d'enfouissement des réseaux.

Établissement Public de Coopération Intercommunale, le SIEL-TE gère également l'éclairage public pour environ 300 communes.

Depuis de nombreuses années, le syndicat s'est engagé en faveur des économies d'énergies. Il met à la disposition des collectivités des conseillers « énergies » mutualisés pour le suivi de leurs bâtiments publics. Il assure la maîtrise d'ouvrage d'équipements bois-énergie, solaires et des expérimentations. Le SIEL-TE a réalisé également, en partenariat avec les intercommunalités, un réseau public Très Haut Débit départemental visant à desservir chaque habitant.



SDEF - TERRITOIRE D'ÉNERGIE FINISTÈRE

9 allée Sully

29 000 Quimper

Antenne Nord : Zone de Kerven

29400 LANDIVISIAU

sdef.fr

LE SYNDICAT DÉPARTEMENTAL D'ÉNERGIE ET D'ÉQUIPEMENT DU FINISTÈRE (SDEF),

en tant qu'Autorité Organisatrice de la Distribution d'Électricité (AODE), est chargé de l'organisation du service public de distribution d'énergie électrique sur le territoire de 269 communes sur les 277 que compte le département. Il dispose également de 4 compétences optionnelles : le gaz, l'éclairage public, les réseaux de chaleur et de froid et les communications électroniques.

Il exerce cette compétence sur le territoire de 269 communes sur les 277 que compte le département. Depuis sa création, ses missions de service public se sont diversifiées pour répondre aux problématiques énergétiques. Se sont ainsi greffées des compétences optionnelles (réseaux de distribution de gaz, de communications électroniques, d'éclairage public, de chaleur et/ou de froid) et de nombreuses expertises pour accompagner le Finistère dans la voie de la transition énergétique et numérique. Le SDEF est aujourd'hui l'un des acteurs majeurs du déploiement des énergies renouvelables.