



# Interreg



## France ( Channel Manche ) England

**LIVRABLE ICE L3.2.1**  
**SYSTEME ENERGETIQUE**  
**INTELLIGENT**

15/09/2021





## Rapport ICE L3.2.1

### Systeme énergétique intelligent

---

Syndicat départemental d'énergie et d'équipement du Finistère, Keynergie, Association des Iles du Ponant, Université de Plymouth, Université d'Exeter, Université d'East Anglia, Pôle Mer Bretagne Atlantique, Technopôle Brest Iroise





## A propos de ICE

Soutenu par le programme Interreg VA France (Manche) Angleterre, le projet Intelligent Community Energy (ICE) a pour objectif de dessiner et appliquer des solutions innovantes d'énergie intelligente pour les territoires isolés de la Manche. Les îles et les territoires périphériques font face à des challenges énergétiques spécifiques. De nombreuses îles ne sont pas connectées aux réseaux électriques européens et sont dépendantes d'énergies fossiles importées, notamment de générateurs thermiques au fuel. Les systèmes énergétiques dont ils dépendent ont tendance à être moins fiables, plus chers et émettent plus de gaz à effet de serre que sur le réseau continental européen.

En réponse à ces problèmes, le projet ICE considère le cycle entier de l'énergie, de la production à la consommation, et intègre des technologies matures ou nouvelles pour développer des solutions énergétiques innovantes. Ces solutions seront expérimentées et testées sur deux sites pilotes de démonstration (l'île d'Ouessant et le campus de l'Université d'East Anglia), pour prouver leur faisabilité et développer une méthode générale reproductible pour d'autres systèmes énergétiques intelligents isolés ailleurs. Pour transférer cette méthodologie à d'autres territoires isolés, ICE proposera une offre commerciale globale de transition bas carbone. Cela comprendra une évaluation complète des ressources et des conditions énergétiques locales, une proposition de modèle sur mesure pour la transition énergétique et un ensemble de compétences et de technologies bas carbone disponibles dans un consortium d'entreprises sélectionnées. Ce consortium certifié ICE fera la promotion de cette offre auprès d'autres territoires isolés dans et hors de la zone Manche (5 territoires dans un premier temps). Le partenariat ICE réunit des chercheurs et des organismes de soutien aux PME et bénéficie d'une complémentarité France–RU en termes de connaissances et de développement technologique et commercial.

L'implication de PME locales et européennes contribuera à renforcer la compétitivité et la coopération transnationale.



## Table des matières

Rapport ICE L3.2.1 .....	3
Système énergétique intelligent .....	3
1. Introduction.....	7
2. Les solutions techniques retenues .....	8
2.1. Côté Production : un Energy Management System à Ouessant.....	8
2.2. Côté Consommation : Des capteurs intelligents pour plus d'informations.....	11
2.2.1. Une infrastructure de Smartgrid pour un territoire isolé .....	11
2.3. Interactions Consommation-Production .....	19
2.3.1. Pilotage des chauffages électriques de bâtiments publiques .....	19
2.3.2. Informations aux consommateurs : devenir un consomm'acteur .....	34
3. Structuration du projet : une bonne pratique pour le projet .....	39
3.1. « Smart Island Ouessant » : Dynamique de la transition énergétique d'Ouessant.....	39
3.2. Intervention d'experts .....	41
3.2.1. Association des Iles du Ponant (AIP) .....	41
3.2.2. Keynergie.....	41



# 1. Introduction

---

Ce document présente les solutions techniques de système énergétique intelligent (smartgrid) retenues pour une conception et un déploiement sur l'île d'Ouessant, dans le cadre du projet européen ICE du programme Interreg France-Manche-Angleterre.

Ce document présente premièrement les solutions retenues qui se décomposent sur trois axes techniques : au niveau de la production d'énergie, au niveau de la consommation de l'énergie, en enfin au niveau du lien entre production et consommation d'énergie. Le principe de chaque solution est présenté avec le contexte initial avant la mise en œuvre de la solution. Les équipements mis en œuvre sont présentés et détaillés.

La deuxième partie de ce rapport présente les acteurs mobilisés dans le projet de transition énergétique de l'île d'Ouessant, et donc ceux qui ont participé à l'accompagnement des actions de systèmes énergétiques intelligent dans le cadre du projet ICE. Il est aussi présenté les interventions de deux experts sur le sujet particulier d'un territoire isolé en transition énergétique.



## 2. Les solutions techniques retenues

---

Nous présentons dans cette partie les différentes solutions techniques retenues dans le cadre du développement du smartgrid à Ouessant. Ces technologies sont réparties en trois catégories en fonction de leur positionnement dans le smartgrid et dans leur périmètre d'action. Les trois catégories sont :

- 1) Les technologies qui ont un rôle au niveau de la production d'énergie renouvelable et de son incorporation dans le réseau.
- 2) Les technologies qui ont un rôle au niveau de la consommation d'énergie, c'est-à-dire des technologies qui renseignent sur les niveaux de consommation afin d'apporter l'information pour pouvoir ensuite agir.
- 3) Les technologies qui font le lien entre la production et la consommation. Il s'agit de technologies qui agissent sur la consommation en pilotant les consommations de façon automatisée, ou alors qui intègrent le consommateur via un système d'information dans le but de tendre vers le concept de consomm'acteur.

### 2.1. Côté Production : un Energy Management System à Ouessant

La production d'énergie renouvelable, basée sur le photovoltaïque et l'hydrolien par nature intermittents, comporte des variabilités de plusieurs échelles de temps, allant de la minute (nuage passager, houle) à la journée voire au mois (inclinaison du soleil selon la saison, cycle de la Lune et du soleil). De ce fait, il est nécessaire de pouvoir contrôler finement l'injection de l'énergie renouvelable dans le réseau, en fonction des variations de production mais aussi en fonction de la demande en énergie.

Dans ce but, EDF SEI a installé un système de contrôle du microgrid d'Ouessant, appelé Energy Management System (EMS) en anglais. Cette solution technique a été développée par la filiale Store&Forecast d'EDF, et installée en parallèle du début du projet ICE. Cette solution comprend un ensemble de briques technologiques à savoir :

- Un PC industriel (redondé) qui embarque des algorithmes de pilotage, et qui contient une interface (échanges d'informations et pilotage) avec :
  - Les différents producteurs renouvelables et la centrale thermique
  - Le système de stockage à base de batterie lithium-ion
  - Les flexibilités à venir

Les différents rôles de l'EMS sont multiples et sont :

- Assurer en permanence l'équilibre offre-demande en termes d'électricité
- S'assurer que les services systèmes sont maintenus en permanence (en particulier qualité de fourniture et plan de protection)
- Maximiser la part d'énergie renouvelable (EnR) dans le mix énergétique
- Pouvoir éventuellement brider/déconnecter les producteurs EnR en cas de surproduction d'énergie renouvelable non pilotable, et de faible demande (rôle d'arbitrage entre les producteurs selon date de demande de raccordement)





- Pouvoir être évolutif dans le temps : ajout de nouveaux producteurs, nouvelles flexibilités, amélioration de l'optimisation (prévisions de consommation et de production)

La technologie d'EMS est donc au centre de la production d'énergie de l'île, et joue le rôle de chef d'orchestre entre la production de la centrale thermique, la production renouvelable, le stockage, et la demande en énergie sur le réseau (Figure 1).

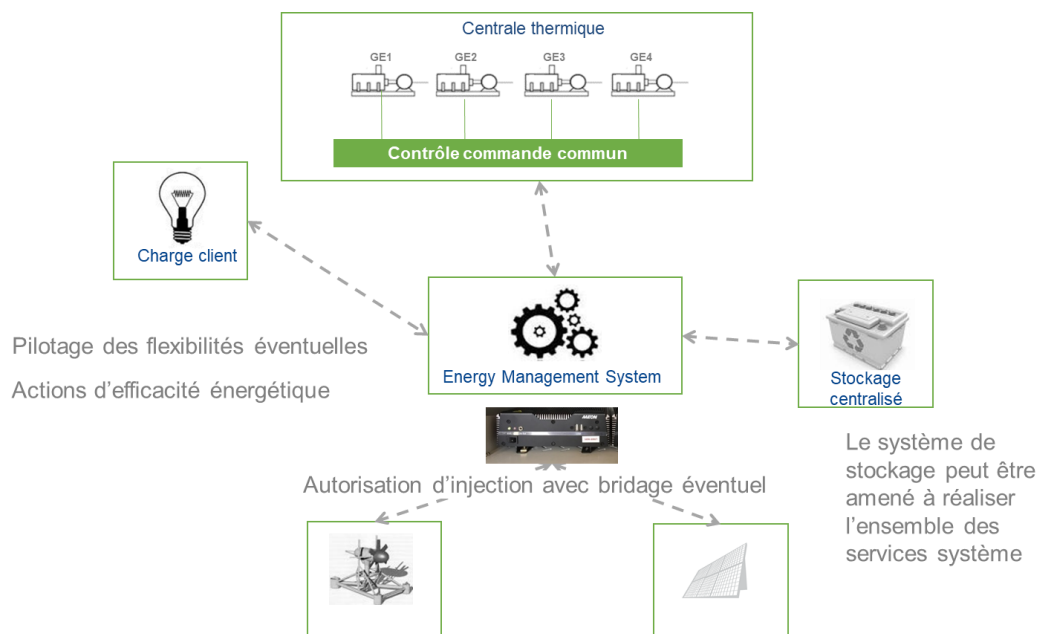


Figure 1 : Schéma de fonctionnement de l'EMS au sein du système électrique d'Ouessant

Le système de stockage d'électricité déployé repose sur la technologie Lithium-Ion, et a été dimensionné premièrement pour développer une puissance de 1MW et stocker une énergie de 500 kWh. Ce stockage est dimensionné dans un réseau où les puissances demandées vont de 300-500 kW (intersaison et été) jusqu'à 1000-2000 kW (en hiver). Avec une consommation journalière moyenne de 25MWh/j en Hiver et 11MWh/j en Septembre, la batterie actuellement installée peut stocker au maximum en une charge 2 à 4,5% de l'énergie quotidiennement consommée. Le rôle de la batterie étant aussi d'absorber les variations de production et de consommation, la quantité d'énergie stockée et déstockée peut être supérieure à 1 charge (500kWh).



Figure 2 : Photographie de l'installation de stockage d'électricité de Ouessant



L'ensemble de ces briques techniques, regroupées sous le terme d'EMS, permet donc une gestion continue de la production d'électricité et de sa distribution en fonction de la demande. Cette gestion est synthétisée sous forme de supervision (Figure 3) regroupant les moyens de production (centrale, PV, hydrolienne), de stockage et la demande avec la qualité de l'électricité produite (tension, fréquence).

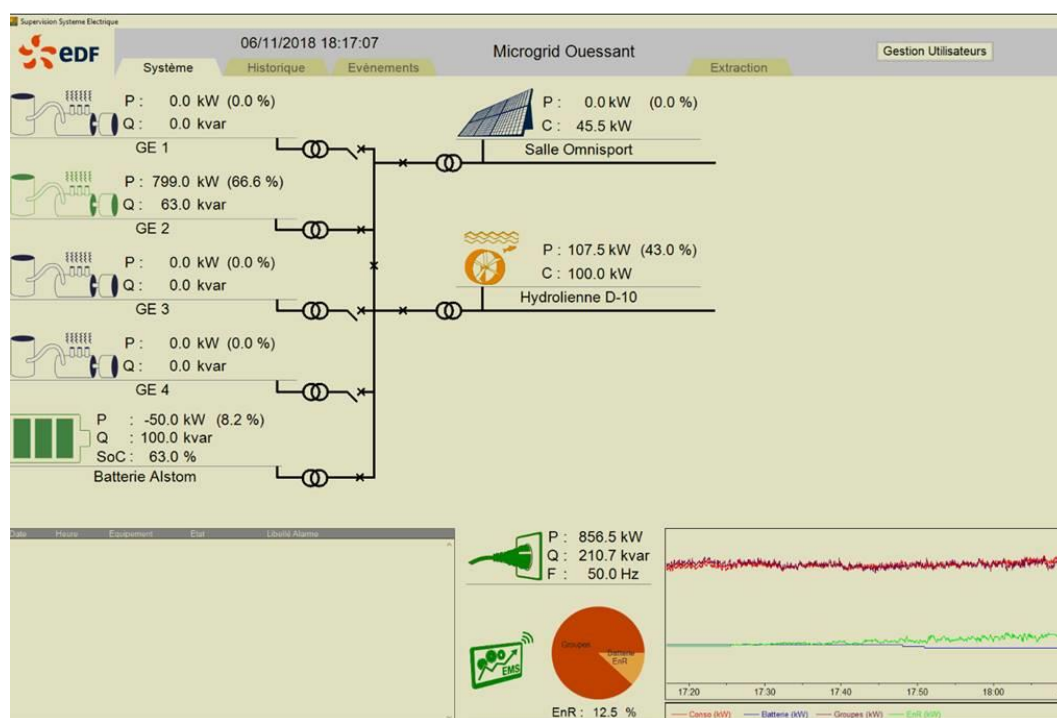


Figure 3 : Visualisation de l'écran de contrôle de l'EMS

Cette solution technologique a été déployée par EDF SEI. En France, la transmission des données relatives aux consommations énergétiques est encadrée et doit respecter les critères du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) de la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés). Par exemple dans le cas de données de consommation électriques au pas de temps infra-journalier, la taille de l'échantillon de consommateurs doit être supérieur à 5 000 PdL (points de livraison) pour des durées de temps supérieures à 1 jour. Dans le cas d'Ouessant, le nombre de PdL est de l'ordre de 1 000, en conséquence, il n'est pas possible à EDF de transmettre à des tiers (par exemple SDEF) les données de production et de consommation au pas de temps 30min, pour une année complète.



## 2.2. Côté Consommation : Des capteurs intelligents pour plus d'informations

Dans cette partie, nous présentons les solutions techniques mises en œuvre du côté de la consommation énergétique, à savoir la mise en place d'un système de communication et de capteurs permettant de collecter des informations concernant les bâtiments publics et en particulier concernant leurs consommations électriques.

### 2.2.1. Une infrastructure de Smartgrid pour un territoire isolé

Les infrastructures de smartgrid sont, a priori, destinées à des territoires ayant des besoins importants en termes de communications, d'analyses, de services qui demandent donc des infrastructures et moyens financiers importants... et par conséquent les technologies de smartgrid semblent réservées aux grandes villes et agglomérations.

Cependant l'ambition du projet Finistère Smart Connect est de proposer aux territoires isolés du Finistère ces mêmes actions de communications, d'analyses, de services pour des communes et territoires de petites tailles et/ou peu ou mal desservis par des solutions techniques de communication.

Avec la collecte d'informations concernant les consommations énergétiques, et les mesures d'ambiance (température, occupation, humidité, CO<sub>2</sub>), il sera possible d'établir des bilans énergétiques et d'occupation des bâtiments, ce qui permettra donc de quantifier des économies d'énergies potentielles et de mettre en place un plan d'actions comme par exemple la rationalisation du fonctionnement des radiateurs, ou la mise en place d'actions de rénovations du bâtiment.

#### 2.2.1.1. Périmètre retenu pour l'expérimentation

Dans le cadre de cette expérimentation de smartgrid à Ouessant, une sélection de plusieurs bâtiments publics ou utilisés par le public a été retenue, afin d'y déployer différents capteurs. Cette liste comporte les bâtiments suivants :

- Mairie
- Salle Polyvalente
- Aérogare
- Auberge de Jeunesse
- Bibliothèque Municipale
- Cantine scolaire
- Ecole publique
- Maison médicale
- Club des Anciens (2 salles pour les associations)
- Maison d'Accueil pour Personnes Agées (MAPA)



### 2.2.1.2. Solution retenue

La solution technique retenue pour les infrastructures de smartgrid comporte plusieurs briques technologiques :

- Le Data Center (stockage et traitement des données), localisés en Bretagne proche de Rennes.
- Les antennes LoRa, installées à Ouessant sur 4 bâtiments.
- Les capteurs, installés à Ouessant dans les bâtiments.

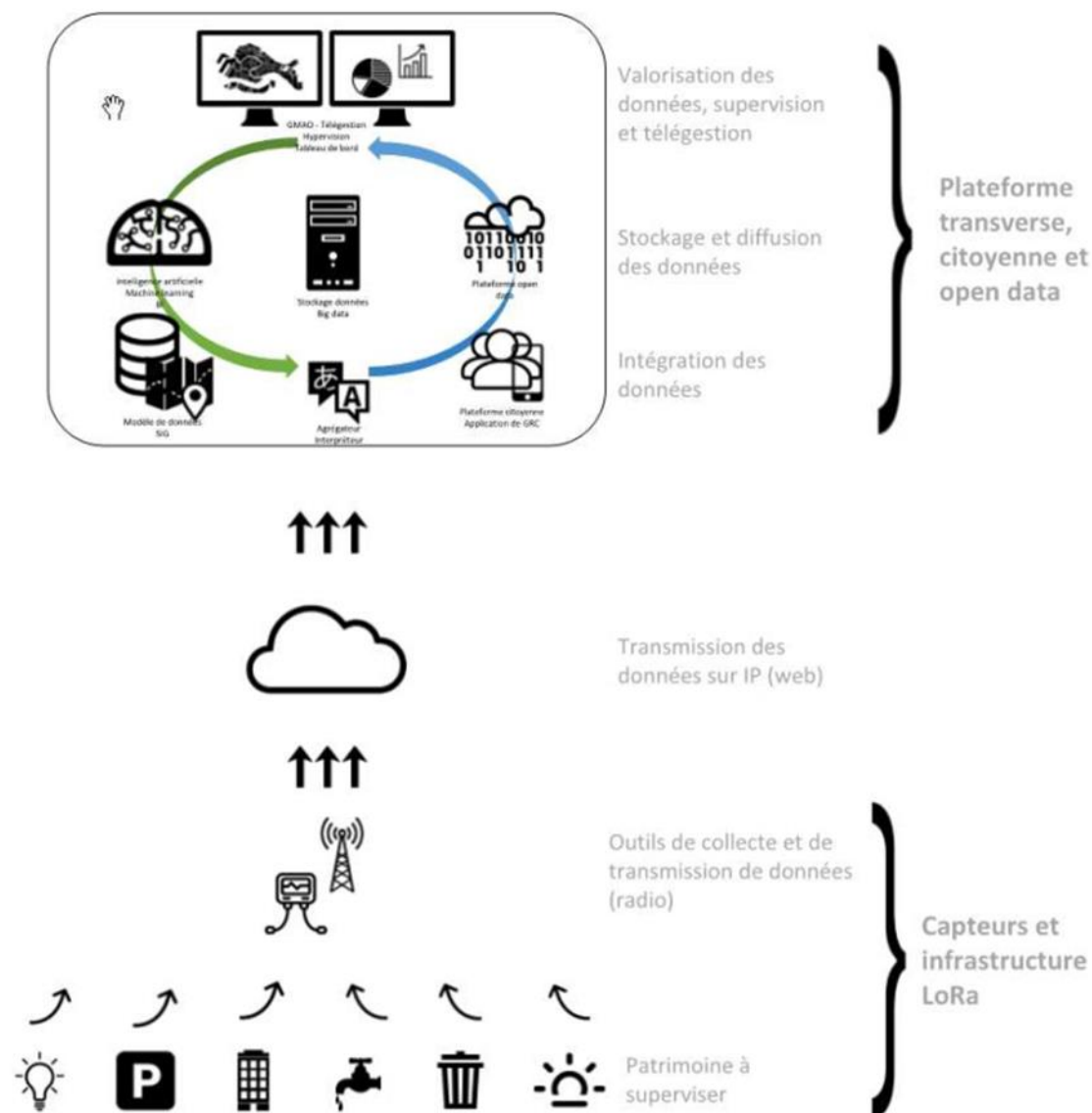


Figure 4 : Architecture schématique des installations de smartgrid pour Ouessant



### 2.2.1.2.1. Data Center

Le data center est constitué de serveurs physiques et de matériel réseau servant à l'interconnexion et à la cyber-sécurité. Il collecte et stocke les informations des capteurs, qui ont été transmises par les antennes. Il contient aussi tout le traitement de données, les mises en forme pour un affichage dynamique sur la supervision en ligne. Certaines données, travaillées et/ou mises en forme, peuvent être envoyées depuis le data center vers des objets connectés spécifiques : ex. les Boitaconso qui reçoivent l'information de la couleur à afficher (cf 2.3.2 page 34).

#### Data Center

Tête de réseau



Pares-Feux



Coeur de réseau



Ferme de serveurs

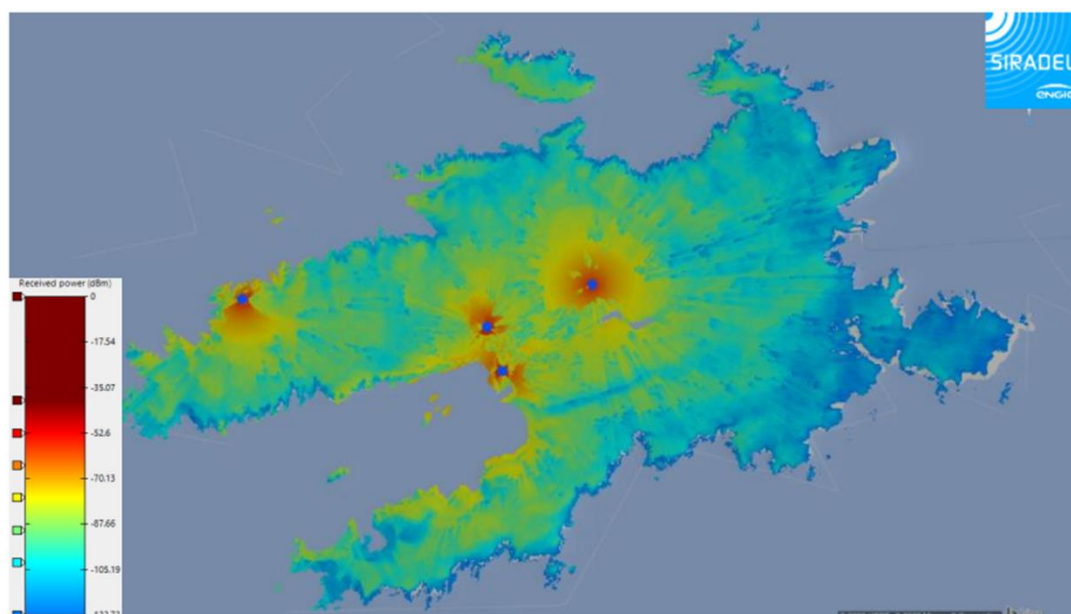


Figure 5 : Architecture schématisée du Data Center

### 2.2.1.2.2. Antennes

L'installation d'antennes a été faite sur 4 bâtiments en point haut : château d'eau, Gymnase, Mairie et Sémaphore du phare du Créac'h. Ce déploiement contribue à une couverture optimale de l'île d'Ouessant par la connectivité LoRa (figure ci-dessous).





Carte de couverture  
@SF10

Figure 6 : Carte d'Ouessant de couverture radio LoRa avec 4 antennes

La partie Sud-Est de l'île semble un peu moins bien couverte, mais aucun bâtiment public ne s'y trouve et donc le besoin de couverture LoRa pour cette zone est moindre.

Les antennes (aussi appelée gateway) sont installées dans un boîtier étanche IP66 de dimension 357x189x150mm pour un poids de 3kg compris le kit de fixation. L'antenne de réception est fixée sur un support métallique boulonné au châssis de fixation de l'antenne. L'ensemble est alimenté par une alimentation 60W 48V en POE (PowerOverEthernet) par un câble Ethernet catégorie 6A STP (U/FTP) ou SSTP (S/FTP) AWG26 minimum. Le câble d'antenne est protégé par un parafoudre, tout comme la liaison POE depuis l'injecteur vers l'antenne.







Figure 7 : Image d'une antenne utilisée pour le réseau LoRa

Les antennes collectent, via onde radio LoRa, les données transmises par les capteurs. L'antenne est reliée soit à une connexion téléphonique (3G-4G) soit à une connexion internet, sur un réseau initialement existant. Les données collectées sont donc ensuite transmises au serveur par l'infrastructure de communication existante (téléphonie ou internet).

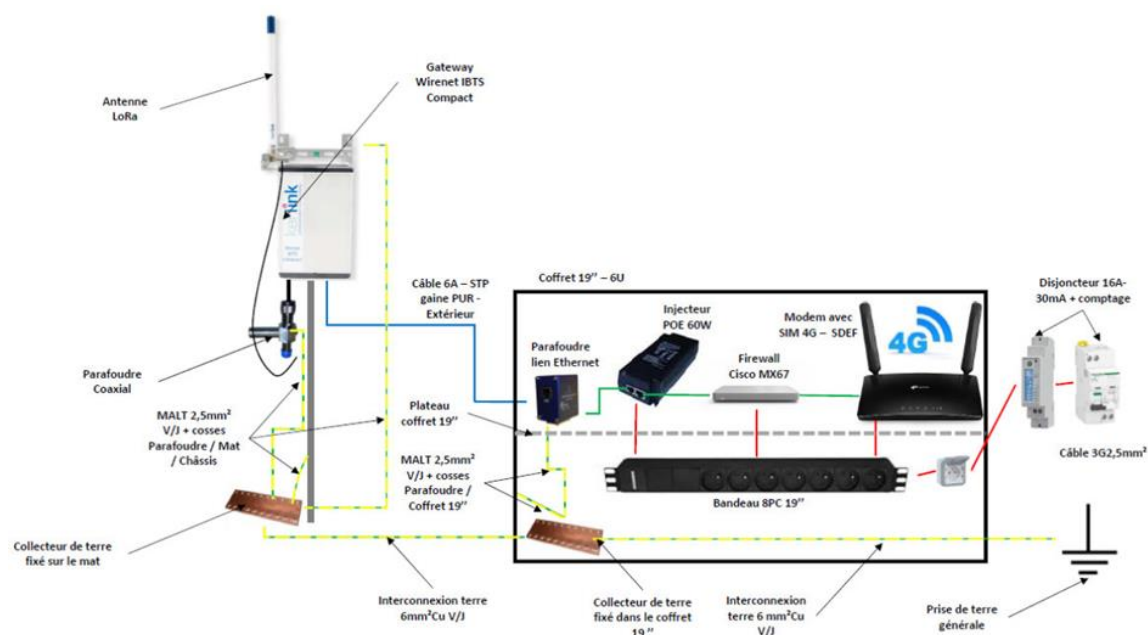


Figure 8 : Exemple de raccordement d'une antenne LoRa à une connexion 4G, pour la transmission des données vers le serveur




### 2.2.1.2.3. Capteurs

Les capteurs installés dans les bâtiments publics d'Ouessant se regroupent en deux thématiques :


- Electricité : Sous-comptage de consommations spécifiques (ex. chauffage, éclairage, VMC...), remontée des données TIC Linky,
- Données d'ambiance : Température, humidité, luminosité, présence, et pour certains, mesure du CO<sub>2</sub>.

Les capteurs utilisés étaient déjà existants et disponibles sur le marché. Nous présentons dans le tableau ci-dessous les capteurs mis en place dans le cadre de ce projet à Ouessant.


Nom	Image	Description	Caractéristiques
Capteur Ambiance Ewattch		Mesure de température, la mesure du taux d'humidité, la détection de présence, et le taux de luminosité. Il existe aussi en modèle incluant une mesure du taux de CO <sub>2</sub> , avec une led rouge en façade clignotant lorsque la mesure dépasse 1 000 ppm.	Distance de détection de la présence 5 mètres / angle 130°  Mesure de luminosité De 0 à 65535 Lux  Mesure de température De 5°C à 60°C  Mesure d'humidité relative De 0 à 100%  Mesure de CO <sub>2</sub> (pour le modèle concerné) De 0 à 5 000 ppm  Communication Capteur LoRa® ou LoRaWAN™ sans-fil  Alimentation





			<p>Le capteur LoRa® Ambiance est alimenté par 2 piles lithiums 2700mAh (incluses – autonomie de 2 à 10 ans, selon la cadence de remontée d'informations). Une alimentation externe de 5VDC à 12VDC est disponible en option.</p> <p>Dimensions du capteur 86 x 86 x 25,5 mm<sup>3</sup> (H x L x P)</p> <p>Modes de fixation Le capteur Ambiance s'installe par fixation murale. Une fixation au ruban double-face est disponible en option.</p>
Squid Lora Ewattch		<p>Le SQUID est un capteur connecté qui permet le sous-comptage de consommation électrique. Il est équipé de 12 pinces de mesure de courant (type tore).</p> <p>Chaque pince permet la mesure de courant dans 1 câble, ce qui implique qu'un équipement avec une alimentation tri-phasée mobilise 3 pinces pour le sous comptage.</p>	<p>Pinces 4 tailles de pinces de courant disponibles : 10mm, 16mm, 24mm et 36 mm.</p> <p>Courant 600A efficace max. par pince. Pour des mesures de courant plus importants, utiliser un TyNess Rogowski.</p> <p>Classe de précision 5% maximum.</p> <p>Communication Sans-fil LoRa® ou LoRaWAN™.</p> <p>Encombrement 5 modules standard (90mm).</p> <p>Alimentation Connecteur externe 5VDC +/- 5%.</p>



			<p>Température de fonctionnement 0°C à +50°C</p> <p>Consommation 3 watts maximum</p> <p>Dimensions 90 x 88 x 62 mm<sup>3</sup></p> <p>Mode de fixation Montage sur rail DIN ou mural</p>
TIC PME/PMI NKE Wateco		<p>Le capteur TIC PME PMI permet le transfert de données issue des compteurs PME-PMI vers un serveur distant en utilisant le protocole de communication LoRaWAN et transforme le compteur en un objet connecté.</p> <p>Télémétrie, management de l'énergie Surveillance temps réel de la consommation électrique au niveau des compteurs PME-PMI</p>	<p>Facilité de déploiement et d'utilisation Rail DIN 1U Antenne RF externe pouvant être déportée Alimentation: secteur 230VAC ou continue 3,6V-24V 6 configurations distinctes de report paramétrable à partir du serveur distant</p> <p>Transmission de données « Demand/response » Périodique et/ou sur variation</p> <p>Décodage et analyse des 74 champs du flux TIC PME-PMI</p> <p>Classe IP 20 Compression des données numériques avant transmission Extension vers télécollecte sur compteur Linky canal historique (entrée 50kHz) ou compteur électronique bleu (CBE)</p>



## 2.3. Interactions Consommation-Production

Dans cette partie, nous présentons les solutions techniques permettant de lier le côté production avec le côté consommation, proposant ainsi les premières bases de ce qu'est un smartgrid. Nous présentons la solution de pilotage automatisé des chauffages électriques, puis la solution de transmission d'information aux consommateurs, les rendant des consomm'acteurs.

### 2.3.1. Pilotage des chauffages électriques de bâtiments publics

Une des actions de réseau intelligent sur Ouessant faisant le lien entre production et consommation consiste au déploiement d'une solution technique permettant de contrôler de façon automatisée le chauffage électrique dans des bâtiments publics. Ces bâtiments sont occupés sur un rythme connu à l'avance mais peuvent aussi avoir des utilisations ponctuelles.

#### 2.3.1.1. Contexte initial

L'expérimentation s'est concentrée sur quatre bâtiments publics de l'île d'Ouessant, à savoir la Mairie, la cantine, la bibliothèque, et le club des Anciens (salle communale avec 2 pièces).

Ces bâtiments, chauffés par des radiateurs électriques, représentent un panel diversifié des types de bâtiments publics ainsi que de leurs utilisations : ponctuellement ou intensivement.

**Tableau 1 : Récapitulatif de la consommation électrique des 4 bâtiments destinés à être équipés pour le pilotage, ainsi que le nombre de radiateurs électriques des bâtiments.**

Bâtiment	Consommation électrique annuelle – kWh/an (2017)	Nombre radiateurs	Jours d'occupation réguliers	Heures d'occupation
Mairie	25 988	16	L-Ma-Me-J-V	8h-18h
Cantine	6 865	3	L-Ma-J-V	11h-14h
Club des Anciens	18 565	6	L-Ma-J-V-D	14h-18h(20h)
Bibliothèque	4 610	2	L-Ma-Me-J-V	9h-18h

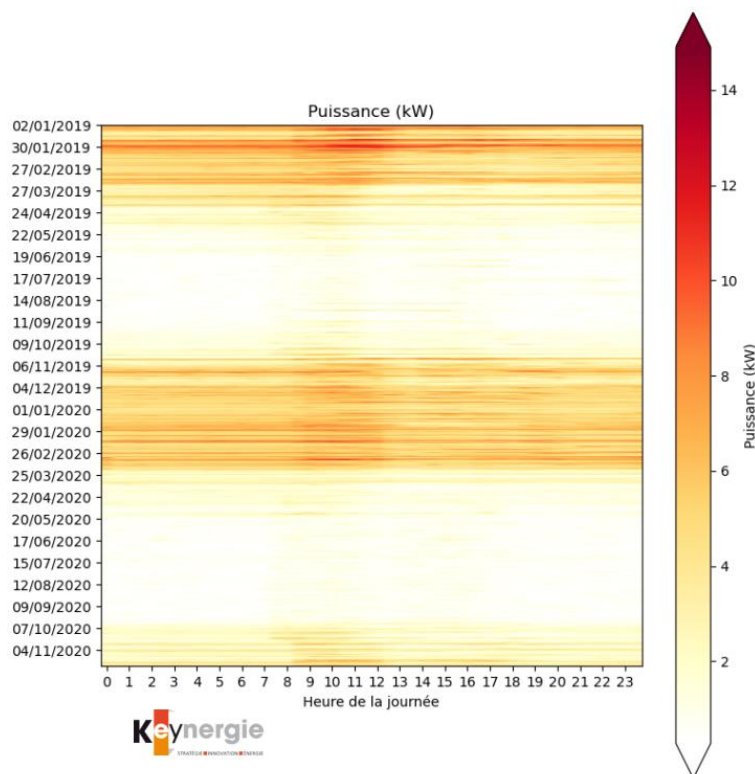
Pour chaque bâtiment, une analyse préliminaire sur la base du relevé de courbe de consommation issu du compteur intelligent Linky a été réalisée par le bureau d'étude Keynergie. Cette analyse reprend les consommations électriques au pas de temps 30min des bâtiments du 1<sup>er</sup> Janvier 2019 au 25 Novembre 2021. A partir de ces données, nous pouvons établir le profil de consommation de référence pour chaque bâtiment, ainsi que des données spécifiques comme la thermosensibilité de ces bâtiments, ou la consommation journalières moyenne.

Nous présentons ci-dessous le profil de consommation de chaque bâtiment sur la période de référence, ainsi que les données calculées.



### Mairie

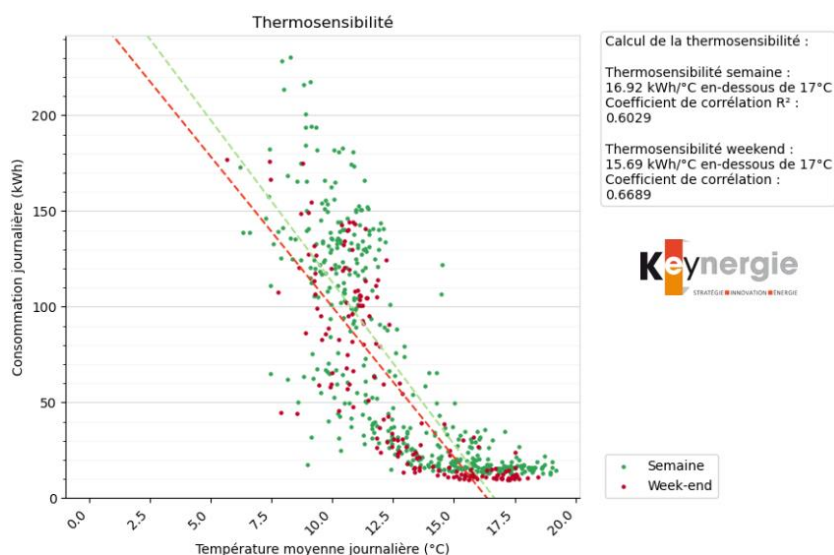
Le profil de consommation de la Mairie montre clairement une saisonnalité avec une période de forte consommation de Novembre à Mars, et de faible consommation d'Avril à Septembre. Cette propriété étant la conséquence de température froide en hiver dans l'hémisphère nord, et donc représente la période de chauffe par l'utilisation de chauffages électriques. On remarque aussi que la consommation en hiver est continue, avec quelques périodes de consommation plus importantes, en particulier de 8h à 12h, et plus ponctuellement en après-midi.



**Figure 9 : Profil de consommation électrique à la Mairie d'Ouessant - Puissance appelée en kW**

La puissance appelée en hiver est de l'ordre de 8 à 14 kW, alors qu'en été elle est de 2 à 4kW. La consommation journalière moyenne est de 61,8 kWh/jour. Le chauffage est estimé représenter une part de 76% de la consommation totale.





**Figure 10: Analyse de thermosensibilité pour la Mairie d'Ouessant - Consommation journalière en fonction de la température extérieure journalière moyenne**

L'analyse détaillée de la consommation de la Mairie en fonction de la température extérieure journalière moyenne permet d'estimer la dépendance de la consommation électrique en fonction de la température extérieure, ce qui est appelé la thermosensibilité.

L'arrangement des points sur la Figure 10 est typique d'une thermosensibilité de pays avec un climat océanique, c'est-à-dire un plateau de consommation pour des températures autour de 15-20°C, puis des valeurs de consommation croissante pour des températures de plus en plus faibles. Dans le cas d'utilisation de système de climatisation ou de froid, on pourrait constater une augmentation de consommation avec des températures au-dessus de 25°C.

En imposant comme température extérieure moyenne de référence 17°C, la thermosensibilité de la Mairie (en dessous de 17°C) est de l'ordre de 17 (kWh/j)/°C, ou encore à chaque degré sous 17°C, la consommation journalière de la Mairie augmente de 17 kWh/jour. A titre d'information, un bâtiment équivalent aux normes RT 2012 afficherait a priori une thermosensibilité inférieure à 4 kWh/jour/°C.



### Bibliothèque

Le profil de consommation de la Bibliothèque montre clairement une saisonnalité avec une période de forte consommation de Novembre à Mars, et de faible consommation d'Avril à Septembre. Cette propriété étant la conséquence de température froide en hiver dans l'hémisphère nord, et donc représente la période de chauffe par l'utilisation de chauffages électriques. On remarque aussi que la consommation en hiver est continue, avec quelques périodes de consommation plus importantes, en particulier de 10h à 12h et de 16h à 18h. Hors hiver, on constate aussi des consommations ponctuelles sur ces créneaux, à l'exception de Mars-Avril-Mai 2020 et Novembre 2020, périodes de confinement en France et donc de non occupation de la Bibliothèque.

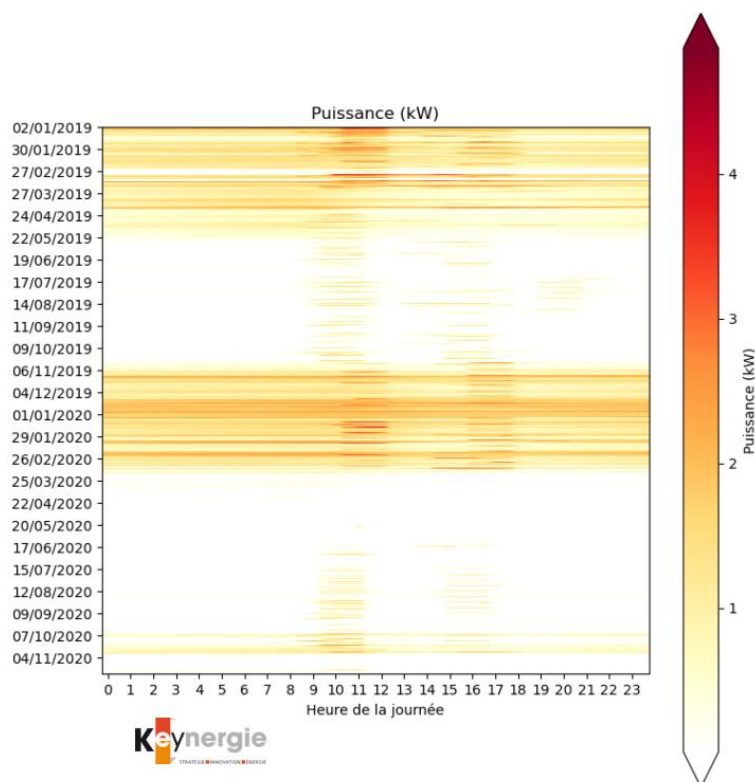
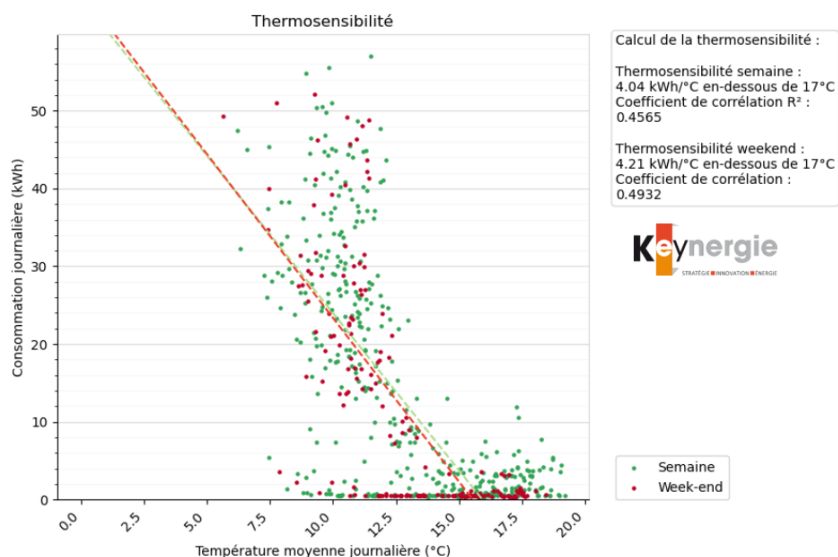


Figure 11 : Profil de consommation électrique de la Bibliothèque d'Ouessant - Puissance appelée en kW

La puissance appelée en hiver est de l'ordre de 2 à 5 kW, alors qu'en été elle est de 0 à 1kW. La consommation journalière moyenne est de 11,95 kWh/jour. Le chauffage est estimé représenter une part de 78% de la consommation totale.





**Figure 12: Analyse de thermosensibilité pour la Bibliothèque d'Ouessant - Consommation journalière en fonction de la température extérieure journalière moyenne**

L'analyse détaillée de la consommation de la Bibliothèque en fonction de la température extérieure journalière moyenne permet d'estimer la dépendance de la consommation électrique en fonction de la température extérieure, ce qui est appelé la thermosensibilité.

En imposant comme température extérieure moyenne de référence 17°C, la thermosensibilité de la Bibliothèque (en dessous de 17°C) est de l'ordre de 4 (kWh/j)/°C, ou encore à chaque degré sous 17°C, la consommation journalière de la Bibliothèque augmente de 4 kWh/jour. A titre d'information, un bâtiment équivalent aux normes RT 2012 afficherait à priori une thermosensibilité de l'ordre de 1,5-2 kWh/jour/°C.





### Club des anciens

Le profil de consommation du Club des Anciens montre clairement une saisonnalité avec une période de forte consommation de Novembre à Mars-Avril, et de faible consommation d'Avril à Septembre. Cette propriété étant la conséquence de température froide en hiver dans l'hémisphère nord, et donc représente la période de chauffe par l'utilisation de chauffages électriques. On remarque aussi que la consommation en hiver est discontinue seulement de 8h à 12h (ou 9h-14h l'été mais dû au changement d'heure, non pris en compte dans l'analyse). Hors hiver, on constate aussi des consommations ponctuelles sur ces créneaux, à l'exception de Mars-Avril-Mai 2020 et Novembre 2020, périodes de confinement en France et donc de non occupation du Club des Anciens.

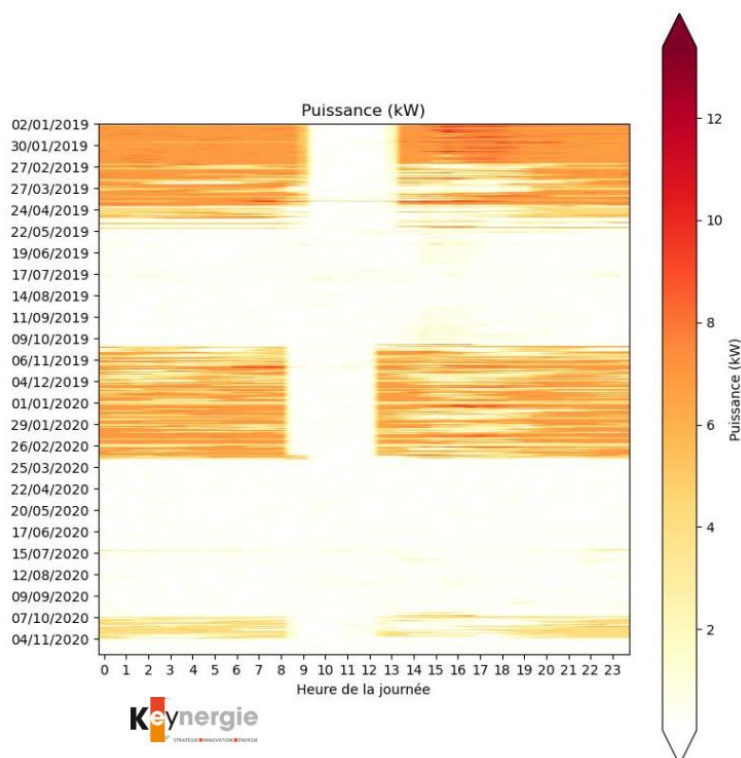
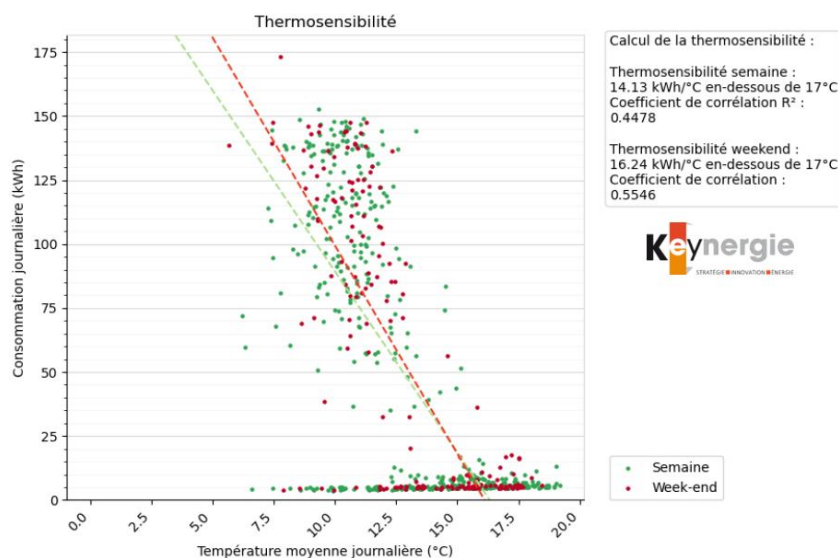


Figure 13 : Profil de consommation électrique du Club des Anciens d'Ouessant - Puissance appellée en kW

La puissance appellée en hiver est de l'ordre de 5 à 8 kW avec des pointes à 12kW, alors qu'en été elle est de 0 à 2kW. La consommation journalière moyenne est de 48,66 kWh/jour. Le chauffage est estimé représenter une part de 76% de la consommation totale.







**Figure 14: Analyse de thermosensibilité pour le Club des Anciens d'Ouessant - Consommation journalière en fonction de la température extérieure journalière moyenne**

L'analyse détaillée de la consommation du Club des Anciens en fonction de la température extérieure journalière moyenne permet d'estimer la dépendance de la consommation électrique en fonction de la température extérieure, ce qui est appelé la thermosensibilité.

En imposant comme température extérieure moyenne de référence 17°C, la thermosensibilité du Club des Anciens (en dessous de 17°C) est de l'ordre de 14 (kWh/j)/°C, ou encore à chaque degré sous 17°C, la consommation journalière du Club des Anciens augmente de 14 kWh/jour.



### Cantine

A contrario des autres bâtiments, le profil de consommation de la cantine ne montre presque aucune saisonnalité, mais plutôt une consommation concentrée entre 11h et 14h. Ponctuellement en hiver, on constate des journées de consommations continue sur des puissances de l'ordre de 2kW, lié probablement à du chauffage électrique. Hors hiver, on constate aussi des consommations ponctuelles sur ces créneaux, à l'exception du Printemps 2020 et Novembre 2020, périodes de confinement en France et donc de non occupation de la cantine.

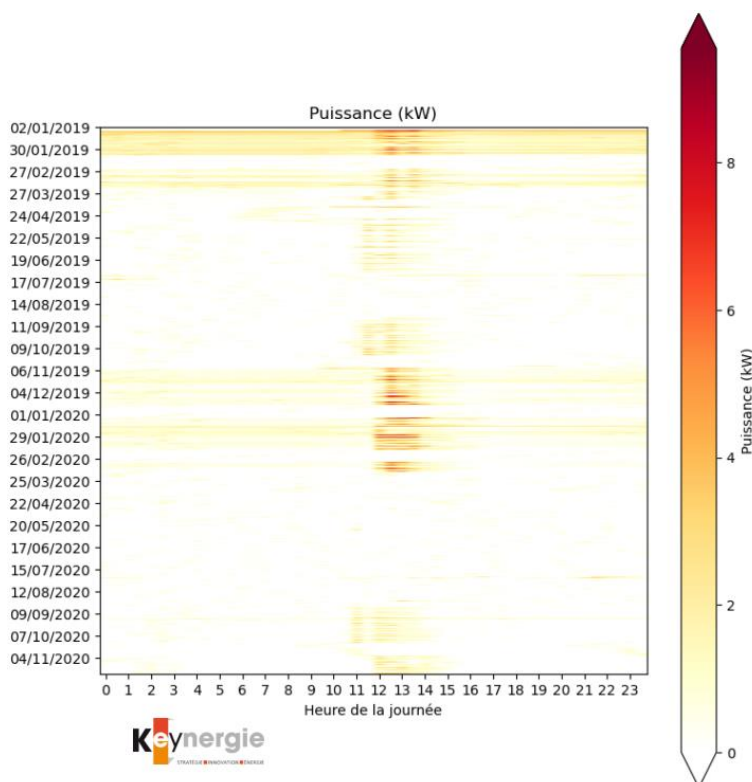


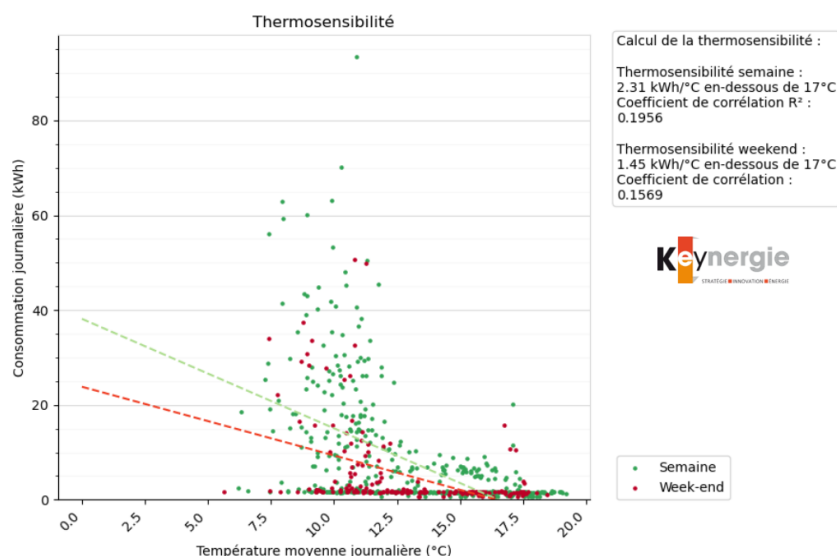
Figure 15 : Profil de consommation électrique de la cantine d'Ouessant - Puissance appelée en kW

La puissance appelée en hiver de 11h à 14h est de l'ordre de 3 à 7 kW avec des pointes à 9kW, alors qu'en été elle est de 0 à 2kW. La consommation journalière moyenne est de 7,44 kWh/jour. Le chauffage est estimé représenter une part de 55% de la consommation totale.

Figure 16: Analyse de thermosensibilité pour la cantine d'Ouessant - Consommation journalière en fonction de la température extérieure journalière moyenne

L'analyse détaillée de la consommation de la cantine en fonction de la température extérieure journalière moyenne permet d'estimer la dépendance de la consommation électrique en fonction de la température extérieure, ce qui est appelé la thermosensibilité.





En imposant comme température extérieure moyenne de référence 17°C, la thermosensibilité de la cantine (en dessous de 17°C) est de l'ordre de 2,3 (kWh/j)/°C, ou encore à chaque degré sous 17°C, la consommation journalière de la cantine augmente de 2,3 kWh/jour.

Résumé de l'état de référence :

Bâtiment	Consommation journalière moyenne (kWh)	Part estimée du chauffage (%)	Profil de consommation
<b>Bibliothèque</b>	11,95	78,21	Saisonnière Continue en hiver rythme d'occupation visible Pas de programmation de chauffage a priori
<b>Cantine</b>	7,44	55,71	Concentrée le midi Quelques oublis de chauffage en hiver
<b>Club Des Anciens</b>	48,66	76,37	Saisonnière Mauvaise programmation Mauvaise programmation de chauffage a priori
<b>Mairie</b>	61,88	76,55	Saisonnière Continue en hiver rythme occupation visible Pas de programmation de chauffage a priori

### 2.3.1.2. Solution retenue et méthodologie

#### Description

Le SDEF a lancé une consultation publique et c'est l'entreprise Eiffage Energie Système en sous-traitance avec l'entreprise Sensing Vision qui ont gagné le marché.



L'architecture de la solution retenue consiste en une plateforme de pilotage des équipements de chauffage électriques, composée de :

- Une plateforme de pilotage accessible par internet, regroupant les informations transmises par les équipements des bâtiments (température, présence, consommation électrique), ainsi que le planning d'utilisation du bâtiment, avec la possibilité d'ajouter ou de supprimer des créneaux d'occupation

Ainsi que pour chaque bâtiment :

- Une supervision locale permettant de régler le mode de fonctionnement des équipements de chauffage (confort, réduit, éteint, ou en mode pilotage), ainsi que de visualiser les informations transmises par les équipements des bâtiments (température, présence, consommation électrique), ainsi que le planning d'utilisation du bâtiment, avec la possibilité d'ajouter ou de supprimer des créneaux d'occupation
- Une passerelle LoRaWan faisant le lien entre l'automate local et l'infrastructure Finistère Smart Connect, et permettant de remonter sur la plateforme logicielle les informations des capteurs et le calendrier local, ainsi que de redescendre de la plateforme vers les bâtiments les réservations faites à distance.
- Un automate comportant le programme de régulation et pilotage des équipements de chauffage. Cet automate communique avec les capteurs et actionneurs locaux via un protocole Radio EnOcean (courte portée i.e. env. 20m).
- Des actionneurs positionnés sur le circuit électrique au niveau des équipements de chauffage, afin de pouvoir les piloter
- Des capteurs (température, présence) transmettant des données utiles à la régulation de la chauffe

Cette configuration repose uniquement sur une communication LoRaWan entre l'automate d'un bâtiment et la plateforme de pilotage intégrée à la plateforme Finistère Smart Connect. L'utilisation d'une connexion internet aurait pu permettre d'augmenter le débit de données informatique transmis, et donc augmenter les fonctionnalités de la solution.

Cependant, l'idée est de tester une solution technique bas-débit (telle que LoRaWan) qui puisse être répliquée sur un territoire isolé, ne bénéficiant pas forcément de connexion internet, et dont la technologie LoRaWan ou assimilée pourrait n'être que le seul réseau de télécommunication.

Dès lors, il est nécessaire de bien comprendre que l'on se place volontairement dans une situation contrainte par un débit de données limités par la technique : pour rappel en LoRaWan, 1% de taux d'occupation maximum, soit pour un dispositif donné, 36 secondes d'émission max par heure glissante.

### *Principe de fonctionnement*

#### A) Régulation locale de chauffage :

La régulation du chauffage se fait localement par l'automate, sur la base de la mesure de température locale, en pilotant la puissance de chauffage des radiateurs de chaque zone. Le principe de fonctionnement de la régulation est décrite de façon schématique ci-dessous.



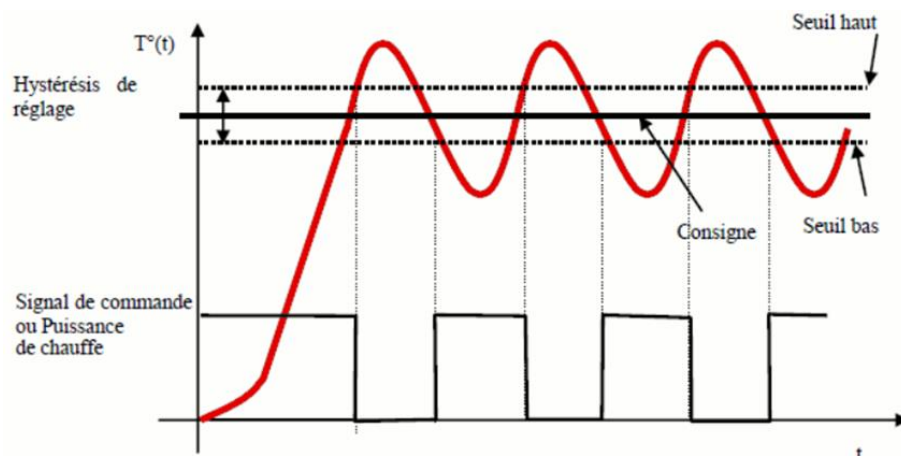


Figure 17: Principe de régulation du chauffage en fonction d'une consigne, avec variations autour de la consigne

De façon simplifiée, tant que la température est inférieure au seuil haut de la consigne, les radiateurs sont en fonctionnement. Une fois le seuil haut atteint, les radiateurs sont coupés. L'inertie des radiateurs fait que la température continue légèrement d'augmenter pour ensuite redescendre, en raison des pertes thermiques avec l'extérieur. Quand la température est inférieure au seuil bas de la consigne, les radiateurs sont remis en fonctionnement. L'inertie des radiateurs fait que la température continue légèrement de diminuer, pour ensuite augmenter, jusqu'à atteindre le seuil haut de consigne, et ainsi de suite.

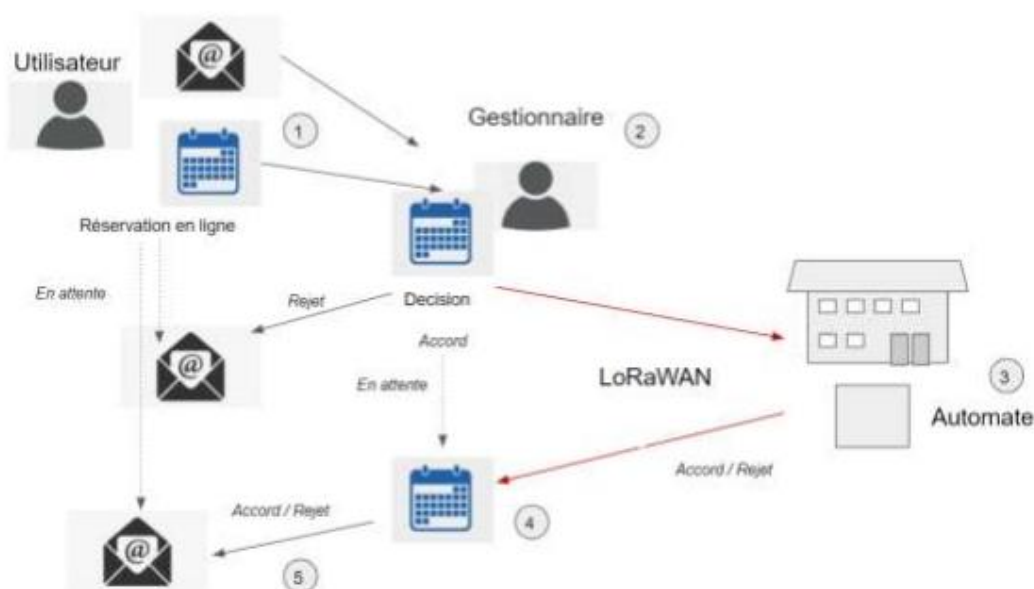
Il y a deux températures de consigne, à savoir la consigne de « confort », qui est la température voulue lorsque le bâtiment doit être occupé, et la consigne de « réduit » qui est la température lorsque le bâtiment est inoccupé.



## B) Réserveation de créneaux à distance :

Le but de la réserveation de créneaux à distance est de pouvoir donner la possibilité tant au personnel communal qu'aux utilisateurs extérieurs, de réserver un créneau d'utilisation ponctuel d'un bâtiment qui vient s'ajouter au planning régulier d'utilisation du bâtiment.

Le principe de fonctionnement schématique, en cinq étapes, de la réserveation de créneaux est détaillé ci-dessous :



Etape	Description
1	L'utilisateur fait une demande de réserveation via l'interface web. Le statut de la demande est mis en attente.
2	Le gestionnaire accepte ou rejette la réserveation. Si la demande est rejetée, l'utilisateur est informé par mail. En cas d'acceptation, la demande est envoyée à l'automate.
3	L'automate est informé via LoraWAN de la demande, et l'accepte ou la rejette selon son calendrier local. (L'automate a la décision finale sur la demande.)
4	L'application cloud est informée de la décision de l'automate. Intégration de la réserveation sur le calendrier si celle-ci est acceptée.
5	L'utilisateur est informé du statut (acceptée ou rejetée) de sa réserveation par mail.

Figure 18 : Description schématique de la réserveation de créneau à distance

Afin de limiter les blocages et les sollicitations du gestionnaire, il a été retenu de mettre en place une validation automatique des demandes de créneaux, qui pourra être désactivée par le gestionnaire.





Architecture et liste des équipements : capteurs, actionneurs, automate

L'architecture de la solution avec les différents équipements techniques est schématisée ci-dessous

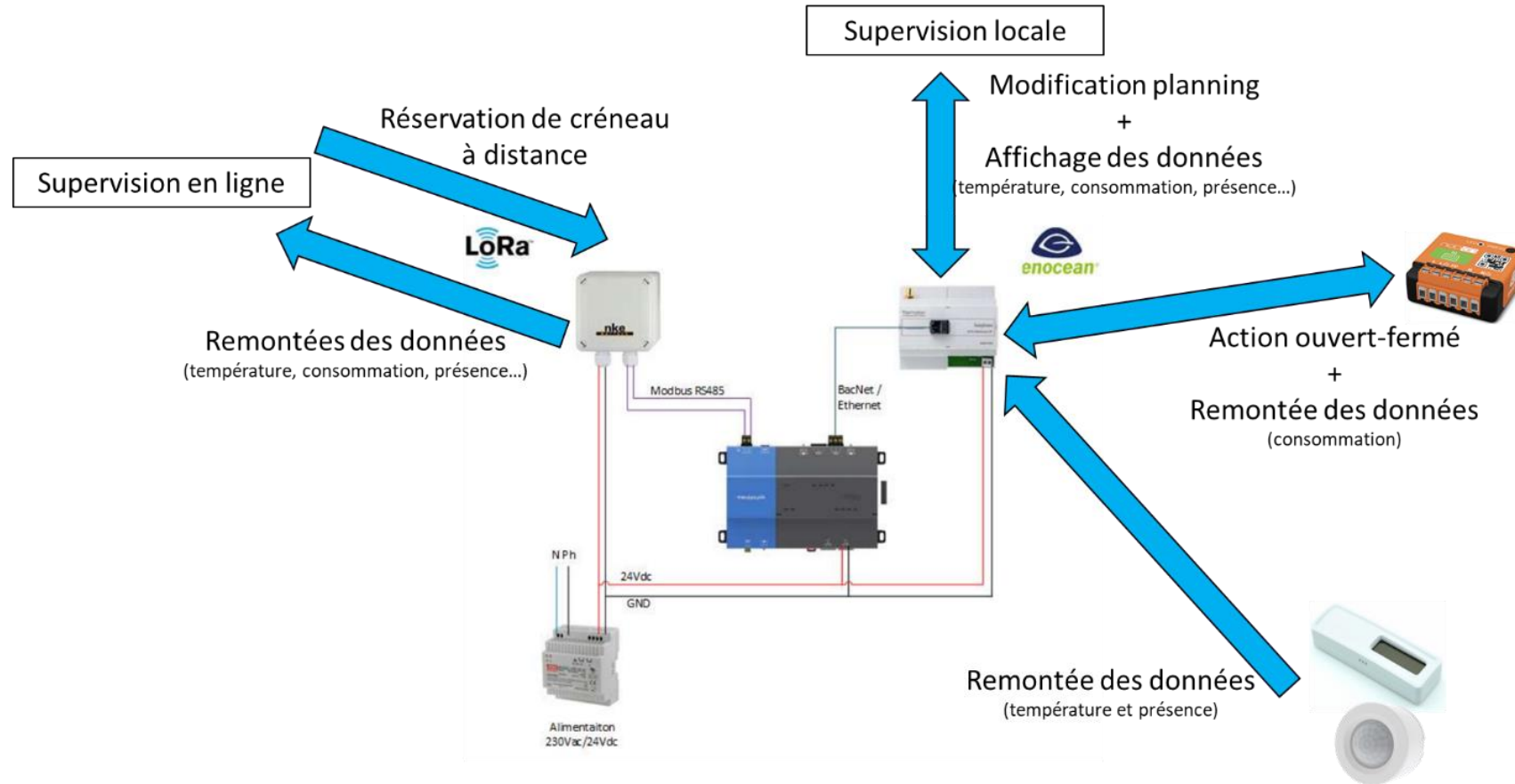





Figure 19 : Architecture schématique de l'installation de pilotage




La technologie EnOcean est développée depuis 2001 et permet le pilotage d'équipements en radiofréquence. Le protocole radio EnOcean est une technologie utilisant plusieurs bandes de fréquences dont le 868 MHz en Europe tout comme le LoRa.

Tableau 2 : Description des équipements retenus pour la solution de pilotage

Nom	Image	Description	Caractéristiques
JACE 8000 Tridium		Le JACE® 8000 est un contrôleur de l'IdO (Internet des Objets) compact et embarqué ainsi qu'une plateforme de serveur permettant de connecter de nombreux et divers appareils et sous-systèmes.	TI AM3352 : ARM® Cortex™-A8 1 000 MHz DDR3 SDRAM 1 Go Wi-Fi Radio configurable Connecteur USB de type A RS-485 Ports Ethernet
Thermokon EnOcean		Passerelle bidirectionnelle pour capteurs et actionneurs basés sur EnOcean ainsi que contrôleurs et systèmes de contrôle avec interface IP BACnet pour la supervision locale.	Réseau de terrain : Technologie BACnet IP Radio : Technologie EnOcean Fréquence : 868 MHz avec antenne externe Transmission bidirectionnelle Montage : rail DIN
LoRa/ModBus NKE		Le capteur LoRaWAN ModBus RS485 permet de collecter des données issues d'équipements ModBus RTU. Il transforme les équipements existants en objets communicants via un réseau public ou privé LoRaWANTM. Le Capteur peut modifier le comportement de l'équipement ModBus RTU par écriture dans ses registres.	Protocole Modbus : Liaison physique RS485 – 3 fils. Gestion de l'ensemble des variables (lecture et écriture) de la supervision locale à partir d'un serveur LNS. 10 profils ModBus différents Fréquence : 868 MHz LoRaWAN : Classe A ou Classe C Cycles de transmission : 15mn, 1h, 12h ou configurable depuis le serveur distant





			Méthode d'activation: Activation by Personalization (ABP) ou Over-The-Air Activation (OTAA)
Actionneur Nodon		<p>L'actionneur permet de rendre connectés les radiateurs électriques et chauffe-eaux et d'automatiser la gestion du chauffage pour réaliser des économies d'énergie.</p> <p>Le capteur fil pilote permettra de piloter les radiateurs équipés (passage en confort/réduit/hors gel...).</p> <p>Le capteur multifonction (on-off) permettra de piloter les radiateurs d'ancienne génération, mais aussi les ballons d'eau chaude. Son fonctionnement permet de couper directement l'alimentation.</p>	<p>Référence : SIN-2-FP-01 (fil pilote) et SIN-2-1-01 (on-off)</p> <p>Alimentation : 230V AC ~ 50Hz          Consommation : &lt; 1W          Puissance Max du radiateur : 3680 W (fil pilote) et 2300W (on-off)          Mesure de la Puissance instantanée (W) et de l'Energie cumulée (Wh)          Fréquences radio : 868,0 à 868,6 Mhz          Puissance radio maximale : +10dBm          Portée : jusqu'à 30m en intérieur</p>
Sonde temperature Nodon		<p>La sonde de température permet de mesurer la température dans une pièce et renvoi l'information (mouvement/pas de mouvement) à l'automate, via onde radio.</p>	<p>Alimentation : pile CR123A 3V          Plage de mesure : 0°C à 40°C          (Résolution 0,16°C)          Utilisation en intérieur          Portée sans fil : Jusqu'à 30 mètres</p>
Capteur de presence Nodon		<p>Le détecteur de mouvement permet de détecter un mouvement et renvoi l'information (mouvement/pas de mouvement) à l'automate, via onde radio.</p>	<p>Alimentation : pile CR123A 3V          Durée de vie : 5 ans          Fréquence radio : 868,3 MHz          Puissance de radiofréquence max: +3dBm          Portée sans fil : Jusqu'à 30 mètres          Portée de détection : Jusqu'à 5 mètres          Sensibilité : de 0 à 1000Lux</p>



### 2.3.2. Informations aux consommateurs : devenir un consomm'acteur

Une des actions de réseau intelligent sur Ouessant faisant le lien entre production et consommation consiste au déploiement d'objets connectés informatiques qui ont pour but de transmettre l'état du réseau électrique aux habitants, afin qu'ils puissent consommer de l'énergie en connaissance de cause. En d'autres termes, il s'agit de mettre à disposition l'information en temps réel de l'état du réseau électrique d'Ouessant, à savoir la puissance demandée et la proportion d'énergie renouvelable, afin de pouvoir orienter les consommations pilotables (four, machines à laver, lave-vaisselle...) vers les périodes les plus propices.

#### 2.3.2.1. Contexte initial

Les variabilités de consommation électrique sur l'île d'Ouessant sont très fortes sur une année, avec une période de forte consommation l'hiver (chauffage électrique), et une période de faible consommation l'été. Les mois de juillet et août montrent des consommations plus importantes qu'en juin et septembre, en raison d'une forte affluence touristique (vacances scolaires d'été).

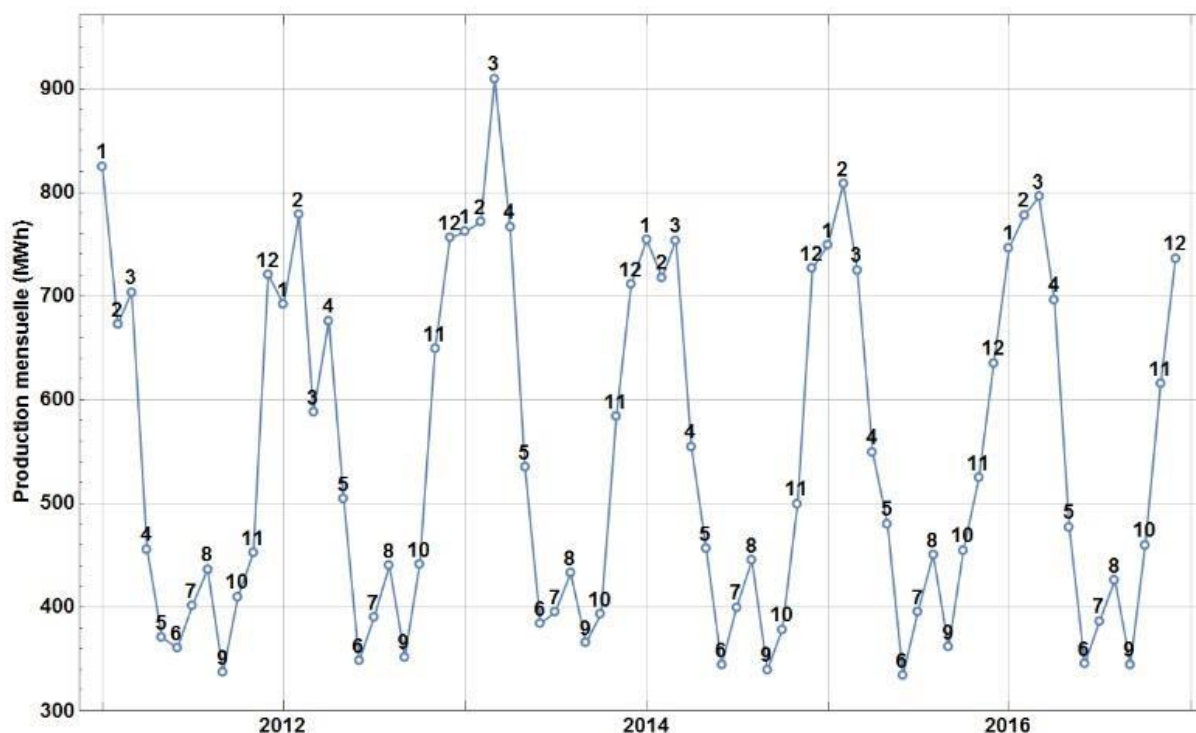


Figure 20 : Evolution de la production électrique (en MWh) - pas mensuel à Ouessant de 2011 à 2016

La consommation varie aussi à l'échelle d'une journée et montre des périodes de fortes consommations électriques le matin et le soir. On remarque notamment une rapide augmentation de la consommation le soir à 23h, qui correspond au passage à l'heure creuse, et qui se traduit par la mise en route des équipements de production d'eau chaude sanitaire.



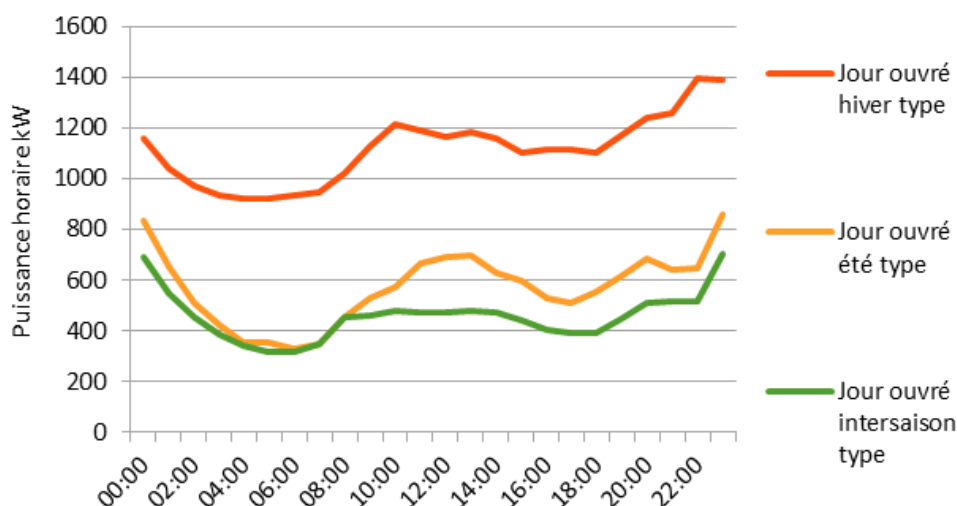


Figure 21 : Evolution de la consommation d'électricité moyenne journalière pour Janvier et Août

La variabilité des consommations est donc infra-journalière et saisonnière. La production de l'électricité par générateur au fuel est particulièrement adaptée à ces variations et permet de garantir une sécurité optimum de fourniture mais représente un coût et des émissions de polluants et de GES très important.

Le pilotage des consommations sur l'île peut permettre une meilleure intégration des énergies renouvelables actuelles et futures. L'objectif est de double : de réduire les consommations en identifiant les consommations excédentaires inutiles (pilotage du chauffage dans des bâtiments qui ne sont pas utilisés en permanence) et en déplaçant des consommations sur les périodes où les productions renouvelables sont les plus importantes, ce qui permet de limiter les besoins en chauffage.

Pour Ouessant, l'idée est notamment de déplacer des consommations sur les périodes de faible demandes couplées à une forte production d'énergie renouvelable, ex. production hydrolienne ou photovoltaïque (intermittente mais prévisible).

### 2.3.2.2. Solution retenue et méthodologie

#### Description

Le SDEF a lancé une consultation publique et c'est l'entreprise Sensing Vision qui a été retenue pour le marché.

En utilisant l'infrastructure LoRa déployée dans le cadre du projet Finistère Smart Connect du SDEF, le but est de déployer des objets connectés chez les habitants de l'île d'Ouessant.

Les équipements connectés visent à informer les consommateurs de l'état du réseau (puissance maximale appelée en période de pointe, part de la production renouvelable sur l'île selon les périodes de la journée), résumé dans un signal simple, compréhensible par tous.

L'objectif est d'inciter les habitants à décaler les consommations électriques qui peuvent l'être afin d'éviter de consommer lors des périodes où le réseau est fortement sollicité et que l'électricité produite est très polluante (centrale au fioul). Deux types d'objets ont été retenus :



- Un indicateur coloré : objet simple et pédagogique qui change de couleur selon un signal envoyé par le réseau LoRa.



Figure 22 : Photos de l'indicateur coloré selon les 4 états possibles

- Un afficheur : un objet qui présente plus d'informations pour les consommateurs plus avertis ; il reprend les informations de consommation de l'habitant via son compteur Linky et les affiche sur un écran, et affiche aussi une couleur selon un signal envoyé par le réseau LoRa. Une information plus précise permet à l'utilisateur de quantifier son impact.

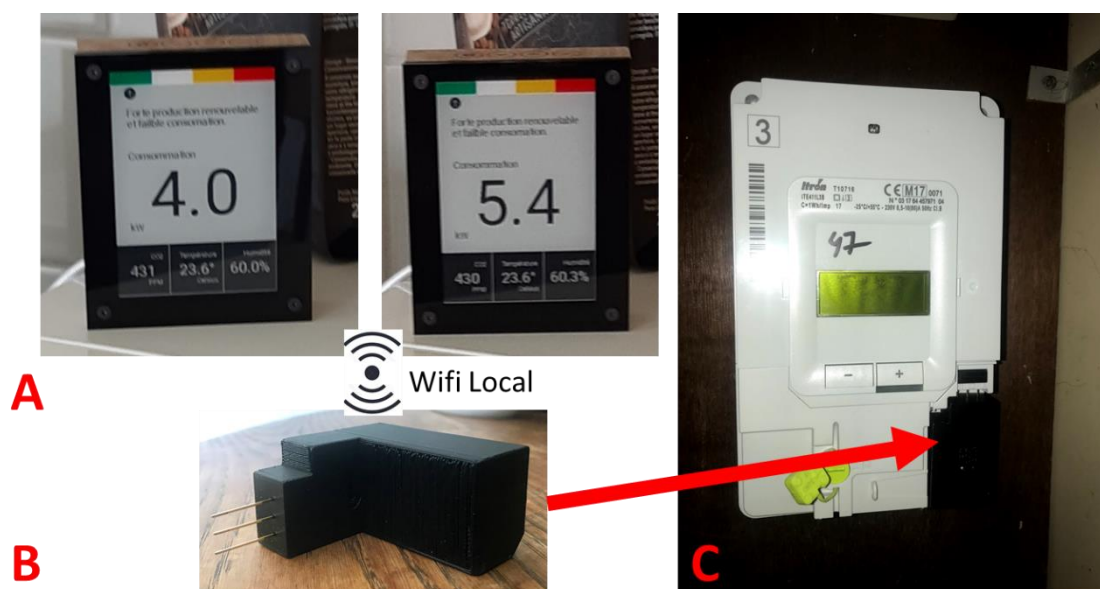


Figure 23 : Photo de l'afficheur (A), du module radio (B), et du module radio installé sur le Linky (C)



Ces objets seront déployés dans le maximum de foyers sur l'île, avec pour objectif :

- 50 foyers équipés d'indicateurs ;
- 30 foyers équipés d'afficheurs

La première étape consiste donc à créer et concevoir ces outils dans le cadre d'une période d'expérimentation à relativement faible échelle mais de tels objets sont susceptibles d'avoir une utilité à grande échelle.

#### Plateforme en ligne

En ce qui concerne la couleur qualifiant l'état du réseau électrique, la donnée doit être récupérée depuis le site d'EDF SEI Ouessant, et transmise aux objets via l'infrastructure LoRa. Cette procédure est supervisée et organisée par une plateforme en ligne, sur le portail Finistère Smart Connect.

Cette plateforme permet d'enregistrer les valeurs des indices de couleur (Figure 24), afin d'en conserver l'historique pour une analyse ultérieure, ainsi que de modifier les messages associés à chaque couleur (Figure 25), afin de doubler l'information transmise. Ces messages, étant transmis en LoRa, sont limités à une taille de 30 caractères maximum.

#### Historiques de l'indicateur ORB

##### saison intermédiaire

08/09/2021 au 14/09/2021

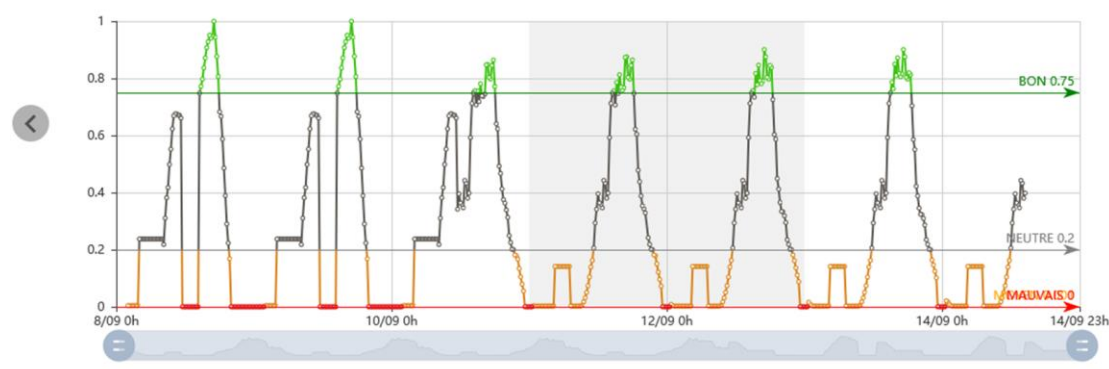


Figure 24 : historique des valeurs des indices qualifiant l'état du réseau, avec les positionnements des seuils de changement de couleur



## Messages des états de la grille affichés sur les boitiers

Le texte saisi sera affiché sur les boitiers lorsqu'un état sera actif

BON	Production renouvelable forte	29 / 30
NEUTRE	Etat normal	11 / 30
MOYEN	Forte conso/Peu renouvelable	28 / 30
MAUVAIS	Forte conso + pas renouvelable	30 / 30
INACTIF	En attente de données	21 / 30

Figure 25 : Messages accompagnant le changement de couleur - messages modifiables, jusqu'à 30 caractères

### Analyse de l'impact des objets

L'impact des objets, et plus particulièrement de la communication sur la consommation des personnes, sera évalué par une analyse des courbes de charges individuelles avant et après objets. Une comparaison du profil de consommation avec la couleur affichée sera réalisée, afin d'identifier si des évolutions de consommations (augmentation, ou réduction) peuvent être corrélées avec la couleur correspondante (vert, ou rouge, respectivement).





### 3. Structuration du projet : une bonne pratique pour le projet

Dans cette partie nous présentons la structuration mise en place pour le projet ICE, avec la description de la dynamique déjà préexistante du groupe « Smart Island Ouessant ».

Nous présentons ensuite l'interventions d'experts extérieurs aux partenaires du projets ICE, qui ont permis d'apporter des compétences indispensables sur des sujets spécifiques relatifs aux îles et à la transition énergétique.

#### 3.1.« Smart Island Ouessant » : Dynamique de la transition énergétique d'Ouessant

Le terme « Smart Island Ouessant » regroupe les acteurs publics et institutionnels de la transition énergétique de l'île d'Ouessant, qui s'est donnée comme objectif, via la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), d'atteindre un mix énergétique basé à 100% sur du renouvelable pour 2030, avec une première étape à 50% pour 2023.

Ce terme regroupe différents acteurs, qui sont précisés sur la Figure 26 (ronds bleus). A noter que ENEDIS faisait parti des acteurs jusqu'à début 2020, date à laquelle EDF SEI a réintégré les ZNI îles du Ponant dans leur périmètre d'action.

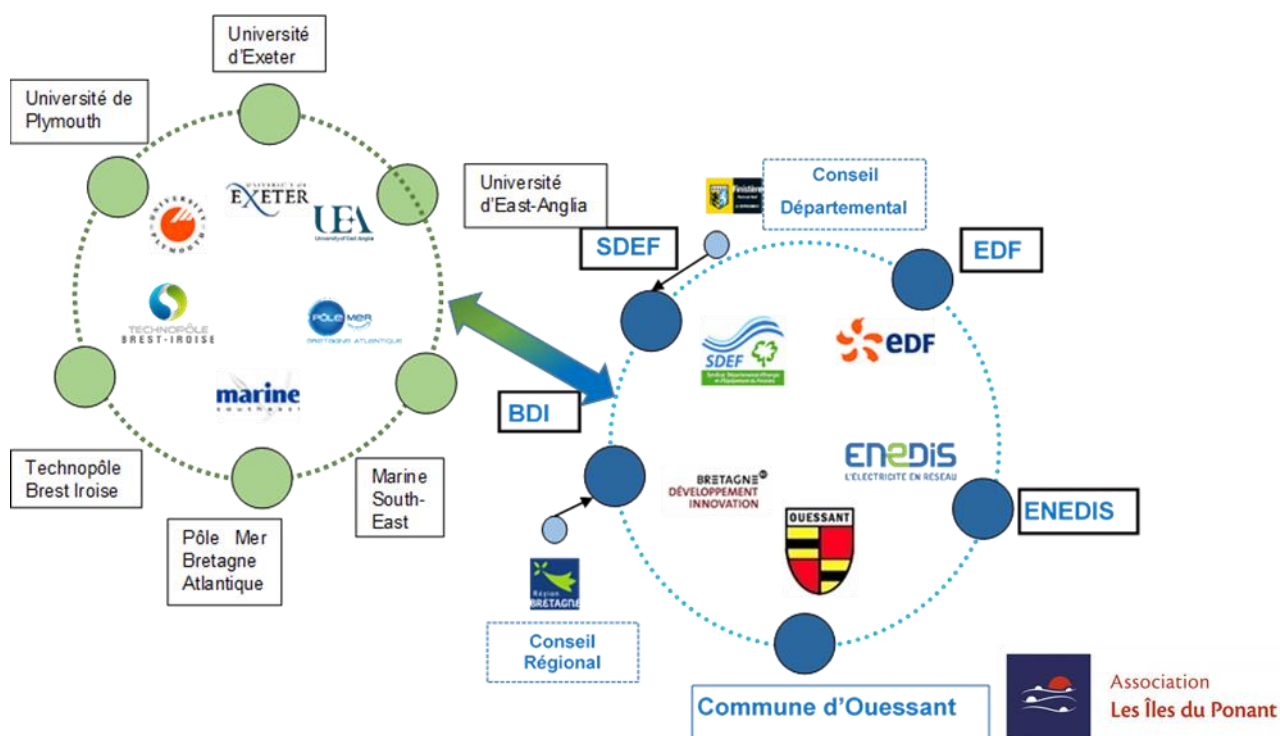


Figure 26 : Cercle de partenaires du projet ICE (à gauche, vert) et cercle des partenaires du projet "Smart Island Ouessant" (droite, bleu)



Cette dynamique, qui s'est établie autour de ces acteurs, est le résultat des différentes actions de transition énergétique et écologiques qui se sont passées sur Ouessant.

Parmi ces actions, on peut noter le projet européen Interreg France-Manche-Angleterre « MERIFIC », qui s'est déroulé de 2011 à 2013, visait à faire progresser l'adoption des énergies marines dans les deux régions de Cornouaille Britannique et Finistère et les communautés insulaires du Parc Naturel Marin d'Iroise et Les Îles Scilly.

D'autres projets se sont déroulés avec les mêmes acteurs comme le projet de Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte (TEPCV) à l'échelle nationale, ou la « Boucle Énergétique Locale Energ'Enez » à l'échelle régionale. Ces deux derniers projets ont mis en œuvre des actions de réduction et maîtrise de la consommation énergétique, ce qui a permis de diminuer de 25% la consommation en fioul sur les 3 Îles Ouessant, Molène et Sein, et donc de diminuer d'autant les émissions en gaz à effet de serre. Dans le cadre de ces projets, les acteurs ont pu régulièrement travailler ensemble, résultant d'une dynamique générale visant à rendre autonome ces trois îles non-interconnectées.

Dans le cadre du projet ICE, des réunions de pilotage (COFIL) ont été mis en place sur un rythme périodique de l'ordre de 6 mois, afin de faire le lien entre les acteurs « ICE » et les acteurs « Smart Island Ouessant » par l'intermédiaire des acteurs communs aux deux cercles (BDI, SDEF). Ces réunions ont permis de définir le plan d'action à mettre en œuvre à Ouessant, qui permette à la fois de répondre aux problématiques posées par ICE, et aussi de s'inscrire dans le projet global de transition énergétique de l'île.

Ces réunions ont permis de mettre en commun les informations de chaque acteur, et d'identifier celles qui étaient manquantes et qui pourraient être collectées dans le cadre du projet ICE. Cela a permis de définir le cahier des charges pour les missions d'assistance à Maitrise d'Ouvrage du SDEF pour la conception et la réalisation des actions du projet ICE sur Ouessant. Les deux

En plus de ces réunions de pilotage, des réunions techniques (COTECH) ont été mis en place dans la seconde partie du projet (à partir du deuxième semestre 2019), lors de la phase de conception des solutions techniques de réseaux intelligents, ainsi que lors de la phase de déploiement de ces solutions.

L'arrivée du COVID-19 en France (1<sup>er</sup> confinement mi-Mars 2020) a impacté le rythme des réunions, qui ont pu continuer en distanciel par des outils de réunions en visio.





## 3.2. Intervention d'experts

En plus de ces acteurs institutionnels, nous avons aussi fait appel à des experts sur des sujets particuliers d'un territoire isolé en transition énergétique. Le SDEF a ainsi lancé une consultation publique pour trouver deux assistant à maîtrise d'ouvrage pour le projet ICE, premièrement sur les connaissances des milieux insulaires, et deuxièmement sur les connaissances et l'analyse de système énergétique. Pour ce qui est des spécificités Insulaires, c'est l'Association des Iles du Ponant qui a été retenue, et pour la partie système énergétique c'est le bureau d'étude Keynergie qui a été retenu. Nous présentons dans cette partie le périmètre d'action de chacun de ces deux acteurs.

### 3.2.1. Association des Iles du Ponant (AIP)

L'Association « Les Îles du Ponant » regroupe 15 îles françaises de la façade atlantique et de la Manche : Chausey, Bréhat, Batz, Ouessant, Molène, Sein, Saint Nicolas des Glénan, Groix, Belle-Île, Houat, Hoëdic, île d'Arz, île aux Moines, Yeu et Aix.

Les membres de son conseil d'administration représentent les îles et plusieurs niveaux de collectivités impliqués dans la gouvernance des îles. Les îles bretonnes qui constituent la majorité des îles du Ponant, s'enrichissent des échanges entre toutes les îles du Ponant, mais aussi de leurs partenaires au sein du réseau européen des petites îles (ESIN) représentant un grand nombre d'îles avec lesquelles elles partagent de nombreux points communs aboutissant à des solutions pour faire face aux enjeux des îles en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle.

L'Association a eu pour rôle dans ce projet de réaliser des enquêtes auprès des habitants d'Ouessant sur leur perception de l'Énergie avec en particulier sur les différents moyens de production d'énergie renouvelable et leur application à Ouessant. Les résultats de ces enquêtes sont regroupés dans le livrable ICE 5.2.1. L'association a aussi permis de faire le lien avec les habitants durant le projet ICE, lors des événements publics (réunions, ateliers, exposition mobile) mais aussi dans l'accompagnement des actions techniques en faisant le lien avec les habitants.

### 3.2.2. Keynergie

Le bureau d'étude Keynergie est une société d'ingénierie et de conseil en innovation spécialisée dans le secteur de l'énergie. Keynergie a mis en œuvre ses capacités de collecte et d'analyse de données énergétique tout d'abord sur le contexte de l'île d'Ouessant et en particulier sur son mix énergétique dans un contexte 100% renouvelable. Ils ont ensuite participé à la mise en œuvre du plan d'actions à la transition énergétique de l'île, et en particulier les actions relatives au projet ICE.

Parmi les actions retenues, des audits de consommation ont été proposés pour les habitants volontaires et les bâtiments municipaux, et réalisés par Keynergie sur la base des données de consommation du compteur intelligent Linky, ce qui a permis de mettre en évidence certains dysfonctionnements/erreurs de programmation de consommation.



Les audits ont donc permis d'identifier des actions à mettre en place pour corriger les dysfonctionnements, mais aussi augmenter la liaison de la partie « consommation » à la partie « production ». Le résultat a été de proposer des outils techniques de pilotage automatisé de certaines consommations électriques (pilotage des chauffages électriques), mais aussi des outils pour faire circuler de l'information et notamment vers les consommateurs (objets informatiques).

Une fois les actions conçues, déployées et mise en service, Keynergie a réalisé les analyses des performances de ces nouvelles solutions techniques, qui sont regroupées et présentées dans le livrable 3.4.1.

