

CONCEPTION D'UN OUTIL DE SUPERVISION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Projet Interdisciplinaire ou de Découverte de la Recherche

Adrien Larousse · Stanislas Mezureux

28 mai 2024

Télécom Nancy

TABLE DES MATIÈRES

Présentation du projet

Analyse de l'existant

Socle technique

Conception et mise en place

Bilan

Conclusion

PRÉSENTATION DU PROJET

But final

Mise en place d'un outil de supervision de la consommation énergétique de l'ENSEM

But final

Mise en place d'un outil de supervision de la consommation énergétique de l'ENSEM

Les points clés du projet

- ▶ Récupérer les données de l'ENSEM

But final

Mise en place d'un outil de supervision de la consommation énergétique de l'ENSEM

Les points clés du projet

- ▶ Récupérer les données de l'ENSEM
- ▶ Concevoir une architecture pour stocker les données

But final

Mise en place d'un outil de supervision de la consommation énergétique de l'ENSEM

Les points clés du projet

- ▶ Récupérer les données de l'ENSEM
- ▶ Concevoir une architecture pour stocker les données
- ▶ **Réaliser un affichage convivial des données**

But final

Mise en place d'un outil de supervision de la consommation énergétique de l'ENSEM

Les points clés du projet

- ▶ Récupérer les données de l'ENSEM
- ▶ Concevoir une architecture pour stocker les données
- ▶ Réaliser un affichage convivial des données

But final

Mise en place d'un outil de supervision de la consommation énergétique de l'ENSEM

Les points clés du projet

- ▶ Récupérer les données de l'ENSEM
- ▶ Concevoir une architecture pour stocker les données
- ▶ Réaliser un affichage convivial des données

Objectif supplémentaire

L'outil doit être conçu pour être déployable dans d'autres établissements.

ANALYSE DE L'EXISTANT

LES SOURCES DE DONNÉES

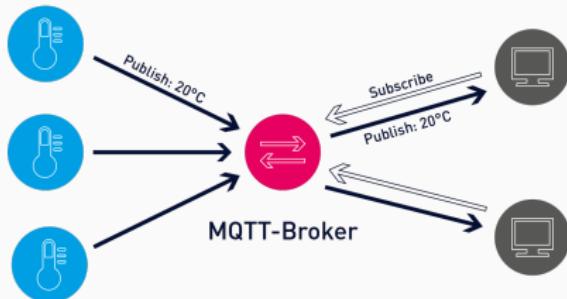
- ▶ Capteurs présents dans les salles
- ▶ Consommation des bâtiments fournie par l'Université de Lorraine
- ▶ La station météo de l'ENSEM
- ▶ API Externes

Utilisation d'un *broker-MQTT*

- ▶ protocole de messagerie de type *publish and subscribe*
- ▶ basé sur le protocole *TCP/IP*

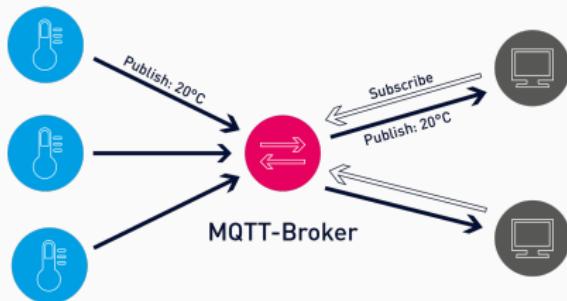
Utilisation d'un *broker-MQTT*

- ▶ protocole de messagerie de type *publish and subscribe*
- ▶ basé sur le protocole TCP/IP



Utilisation d'un *broker-MQTT*

- ▶ protocole de messagerie de type *publish and subscribe*
- ▶ basé sur le protocole TCP/IP



Broker en place

`mqtt://broker.hivemq.com:1883`

ENVOIE DES DONNÉES

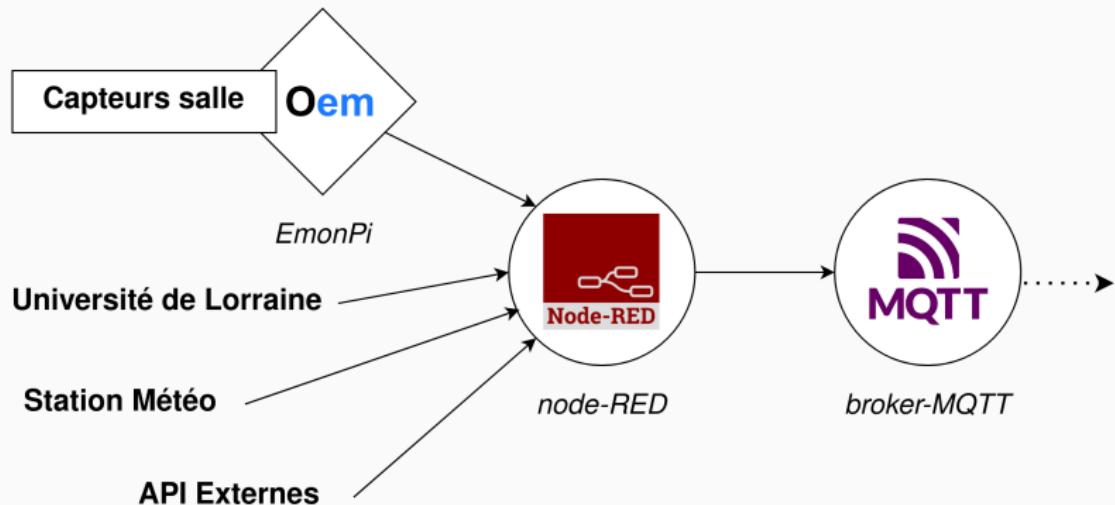


Figure 1 : Architecture initiale mise en place par l'ENSEM

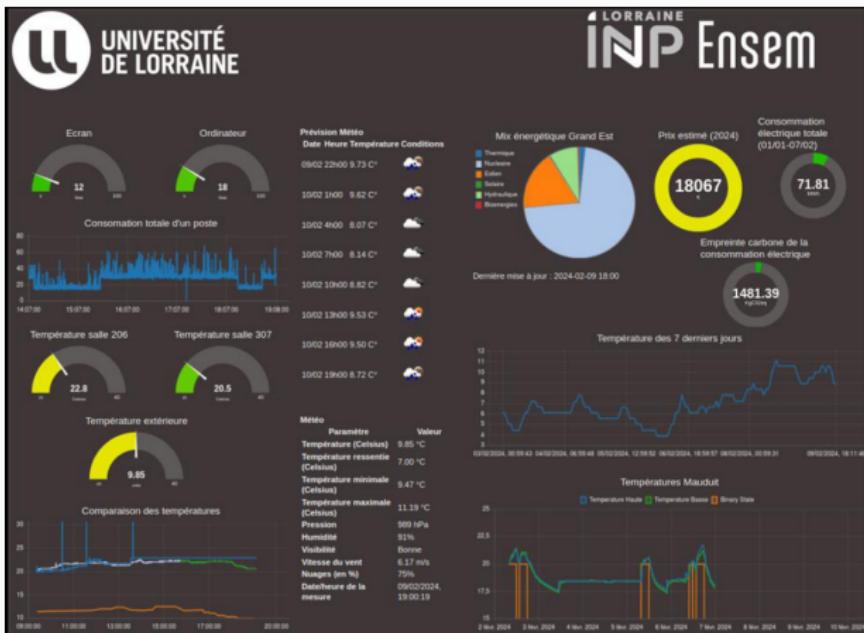


Figure 2 : Maquette de tableau de bord fournie

SOCLE TECHNIQUE

SYSTÈMES ÉQUIVALENTS EXISTANTS

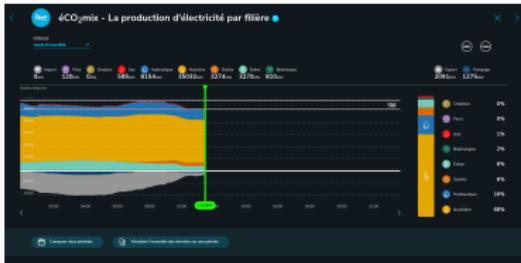


Figure 3 : éco₂mix (RTE)



Figure 4 : Supervision via UL

SYSTÈMES ÉQUIVALENTS EXISTANTS

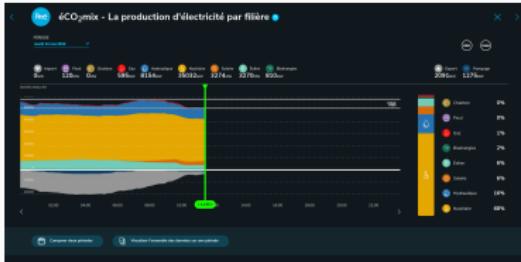


Figure 3 : éCO₂mix (RTE)



Figure 4 : Supervision via UL

Inconvénients

- Multitude d'interfaces

SYSTÈMES ÉQUIVALENTS EXISTANTS

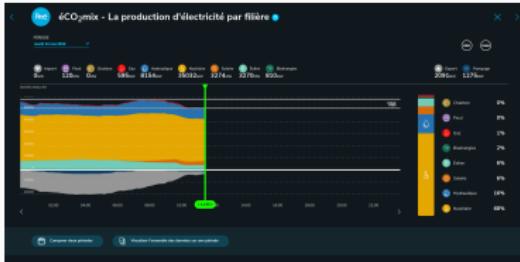


Figure 3 : éCO₂mix (RTE)



Figure 4 : Supervision via UL

Inconvénients

- ▶ Multitude d'interfaces
- ▶ Données brutes complexes

SYSTÈMES ÉQUIVALENTS EXISTANTS

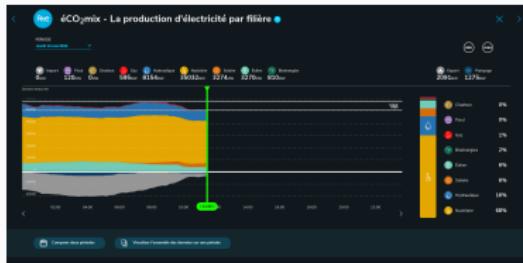


Figure 3 : éco₂mix (RTE)



Figure 4 : Supervision via UL

Inconvénients

- ▶ Multitude d'interfaces
 - ▶ Données brutes complexes
 - ▶ Non adapté à un affichage sur une télévision

Problématiques

- ▶ nombre de capteurs
- ▶ fréquence des capteurs
- ▶ historique des valeurs

Problématiques

- ▶ nombre de capteurs
- ▶ fréquence des capteurs
- ▶ historique des valeurs

⇒ GRANDES QUANTITÉS DE DONNÉES

Problématiques

- ▶ nombre de capteurs
- ▶ fréquence des capteurs
- ▶ historique des valeurs

⇒ GRANDES QUANTITÉS DE DONNÉES

Choix de la technologie

- ▶ base de données *Time Series*

Raisons du choix techniques

- ▶ optimisé pour les données horodatées
- ▶ gestion du cycle de vie de la donnée



Utilisation de *InfluxDB*

- ▶ base de données horodatée
- ▶ utilisation répandue pour l'I.O.T.
- ▶ agent *Telegraf* intégré pour l'ajout automatique des données depuis MQTT

Backend



- ▶ permet d'appeler la base de données
- ▶ utilisation de *Go Echo*

AFFICHAGE DU SYSTÈME DE SUPERVISION

Backend



- ▶ permet d'appeler la base de données
- ▶ utilisation de *Go Echo*

Frontend



- ▶ Environnement *NodeJS*
- ▶ Utilisation de *ChartJS*
- ▶ appel aux API externes
- ▶ gestion des routes

RÉSUMÉ DES CHOIX TECHNIQUES

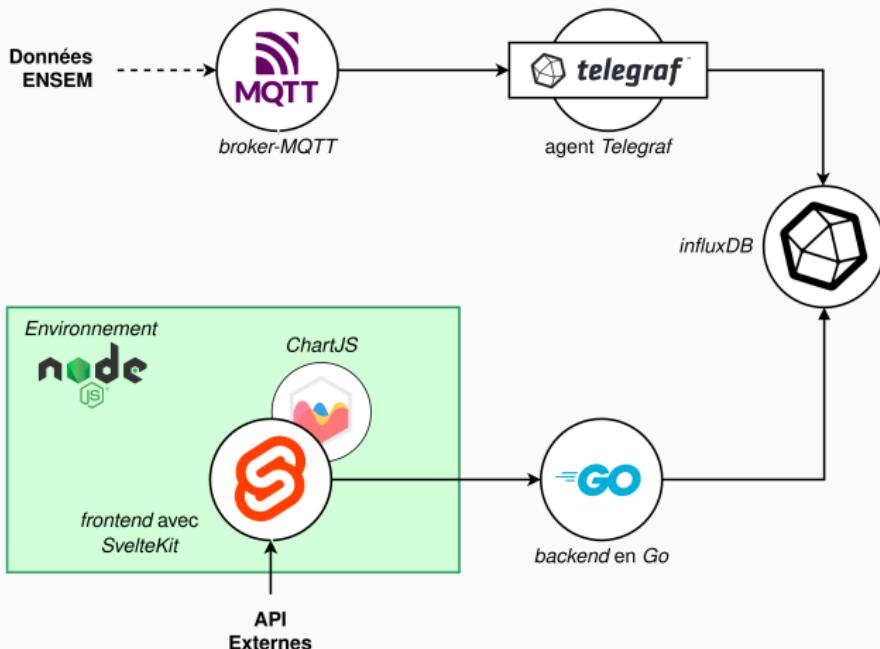


Figure 5 : Structure de l'application

CONCEPTION ET MISE EN PLACE

Conteneurisation

Fournir l'environnement (e.g. OS, applications, ...) services avec le code source pour garantir la compatibilité.

Conteneurisation

Fournir l'environnement (*e.g.* OS, applications, ...) services avec le code source pour garantir la compatibilité.

Fichier `.env`

Contient les variables d'environnement (*e.g.* mot de passe BDD, port *frontend*, ...)

Conteneurisation

Fournir l'environnement (*e.g.* OS, applications, ...) services avec le code source pour garantir la compatibilité.

Fichier `.env`

Contient les variables d'environnement (*e.g.* mot de passe BDD, port *frontend*, ...)

Application livrée sous la forme d'un **conteneur** en 4 composantes :

1. Base de données
2. *Frontend*
3. *Backend*
4. *Telegraf*

STRUCTURE DE L'APPLICATION



backend



db



docker



frontend



README.md



.env.example



docker-
compose.dev.yml



docker-
compose.prod.yml



LICENSE.txt



Makefile

FONCTIONNEMENT EN COMPOSANTS (1/2)

```
1  onMount(async () => {
2      graphs = await getAllGraphs();
3  });
4
5  ...
6
7 {#each graphs as graph (graph.title)}
8     <li class="relative">
9         <Card {graph} /> // Composant réutilisable
10    </li>
11 {/each}
```

FONCTIONNEMENT EN COMPOSANTS (2/2)

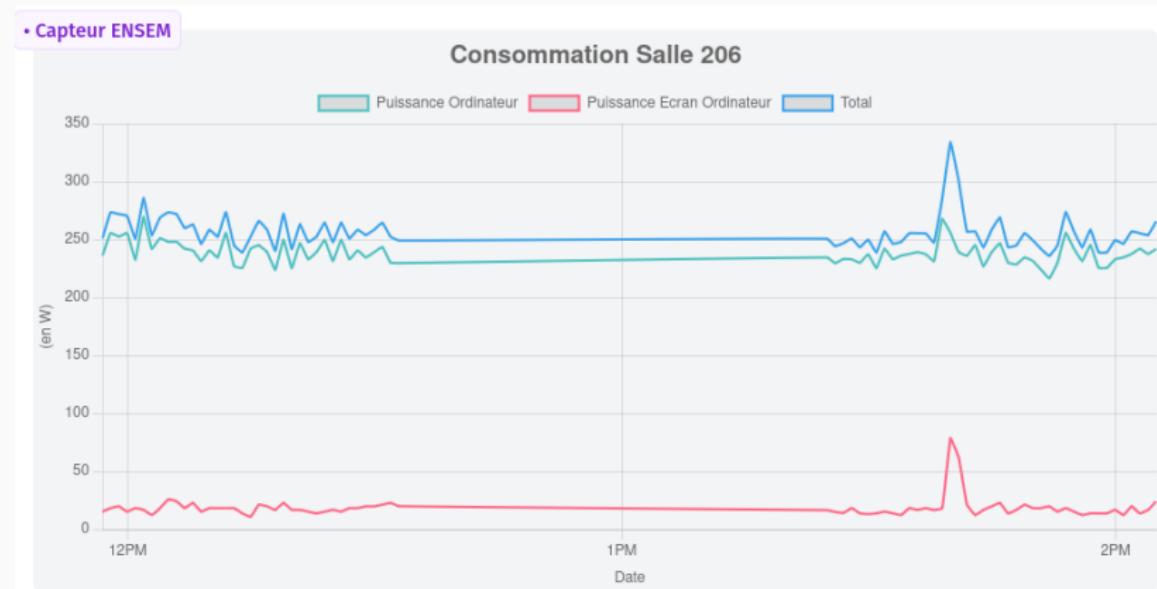


Figure 6 : Exemple de rendu du composant Card

RÉCUPÉRATION, STOCKAGE ET AFFICHAGE DES DONNÉES DE L'ENSEM



Figure 7 : Réception des données issues des capteurs

Mise en place de l'agent *Telegraf*

- Définir le *topic* auquel s'abonner

RÉCUPÉRATION, STOCKAGE ET AFFICHAGE DES DONNÉES DE L'ENSEM



Figure 7 : Réception des données issues des capteurs

Mise en place de l'agent *Telegraf*

- ▶ Définir le *topic* auquel s'abonner
- ▶ Définir le type de valeur

RÉCUPÉRATION, STOCKAGE ET AFFICHAGE DES DONNÉES DE L'ENSEM



Figure 7 : Réception des données issues des capteurs

Mise en place de l'agent *Telegraf*

- ▶ Définir le *topic* auquel s'abonner
- ▶ Définir le type de valeur
- ▶ **Mettre en place un agrégateur : moyenne des valeurs reçues sur une durée**

Cheminement de la donnée lors de l'affichage

- ▶ le *frontend* appelle la route
/api/request?measurement=\$measurement du *backend*
- ▶ le *backend* fait une requête à la base et renvoie un *JSON* en réponse.
- ▶ utilisation d'un composant dans le *frontend* pour traiter le *JSON*

Cheminement de la donnée lors de l'affichage

- ▶ le *frontend* appelle la route
`/api/request?measurement=$measurement` du *backend*
- ▶ le *backend* fait une requête à la base et renvoie un *JSON* en réponse.
- ▶ utilisation d'un composant dans le *frontend* pour traiter le *JSON*



Figure 8 : Salle 206



Figure 9 : Température 206

APIs externes

éCO₂mix (régional + national), OpenWeatherMap, Station météo
ENSEM

APIs externes

éCO₂mix (régional + national), OpenWeatherMap, Station météo
ENSEM

~~> Données non stockées

APIs externes

éCO₂mix (régional + national), OpenWeatherMap, Station météo ENSEM

~~> Données non stockées

Données stockées	Données non stockées
• Température salle 206	• Mix RTE (régional + national)
• Consommation salle 206	• Station Météo ENSEM
• Puissance active totale	• Météo via <i>OpenWeatherMap</i>
• Énergie active totale	

Table 1 : Récapitulatif du stockage des données

En 2 parties

- ▶ La station météo de l'ENSEM (*valeurs en temps réel*)
- ▶ *OpenWeather* (*pour les prévisions*)

STATION MÉTÉO

En 2 parties

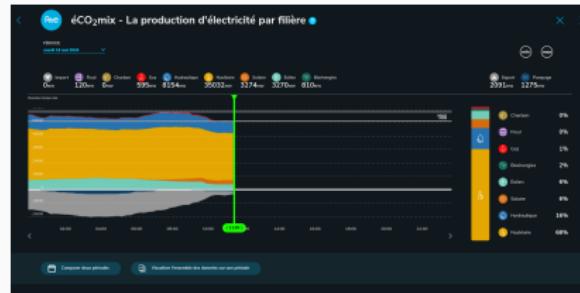
- ▶ La station météo de l'ENSEM (*valeurs en temps réel*)
- ▶ OpenWeather (*pour les prévisions*)



Figure 10 : Rendu du composant *Station Météo*

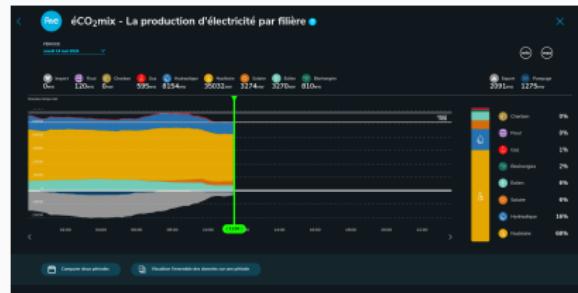
Objectif

- Afficher un rendu du mix énergétique sur notre tableau de bord



Objectif

- ▶ Afficher un rendu du mix énergétique sur notre tableau de bord



Utilisation de l'API *OpenDataSoft*

Permet de récupérer les données de RTE pour le mix énergétique national et régional

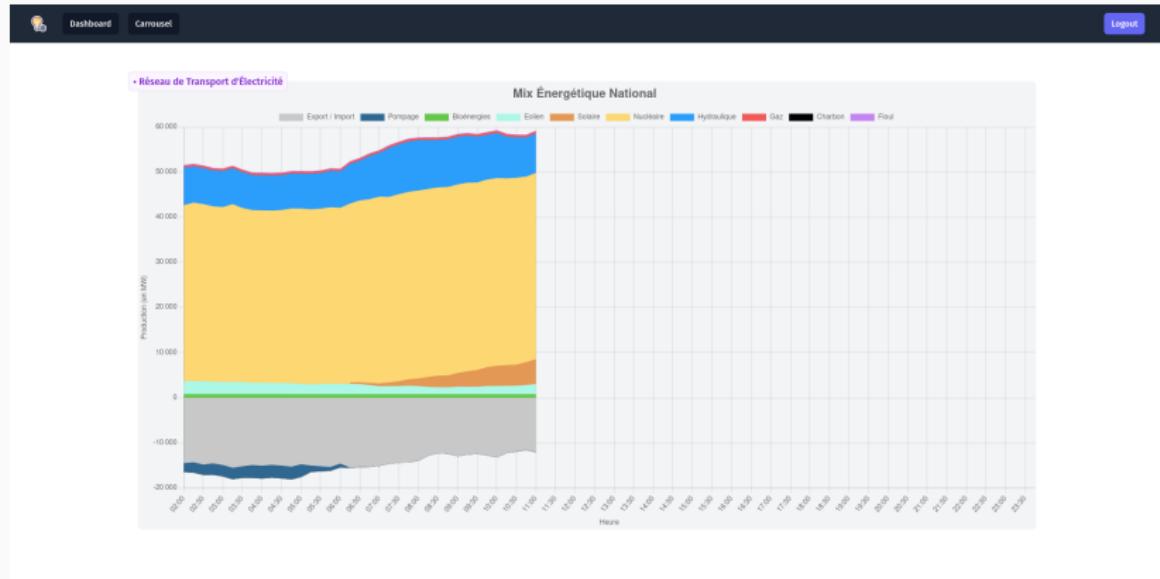


Figure 11 : Rendu du mix énergétique sur le tableau de bord

Données fournies par l'UL

Consommation électriques des différentes parties du bâtiment, état de la ventilation, puissance/énergie active totale, ...

Données fournies par l'UL

Consommation électriques des différentes parties du bâtiment, état de la ventilation, puissance/énergie active totale, ...



Figure 12 : Interface de l'UL

Données fournies par l'UL

Consommation électriques des différentes parties du bâtiment, état de la ventilation, puissance/énergie active totale, ...



► *Pas de scraping possible*

Figure 12 : Interface de l'UL

Données fournies par l'UL

Consommation électriques des différentes parties du bâtiment, état de la ventilation, puissance/énergie active totale, ...



- ▶ Pas de scraping possible
- ▶ Analyse du trafic réseau non concluante

Figure 12 : Interface de l'UL

Données fournies par l'UL

Consommation électriques des différentes parties du bâtiment, état de la ventilation, puissance/énergie active totale, ...



Figure 12 : Interface de l'UL

- ▶ Pas de scraping possible
- ▶ Analyse du trafic réseau non concluante
- ▶ ↵ Insertion de données « statiques » pour la pédagogie

AFFICHAGES DU TABLEAU DE BORD (1/2)

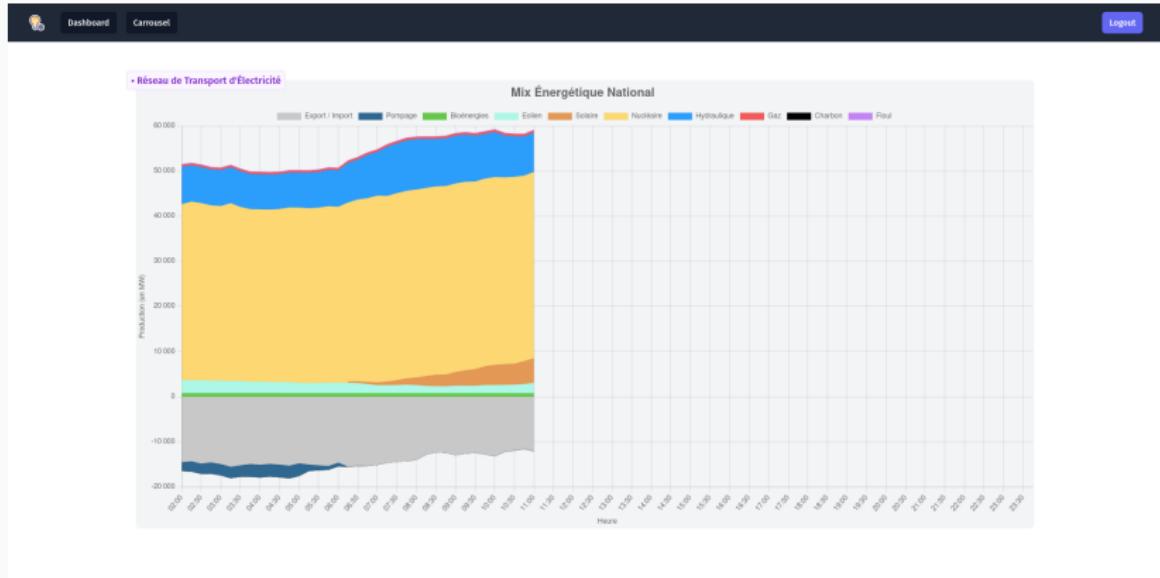


Figure 13 : Tableau de bord version carrousel

AFFICHAGES DU TABLEAU DE BORD (2/2)



Figure 14 : Tableau de bord complet

Objectifs

- ▶ Déploiement automatique
- ▶ Possibilité d'ajouter des composants pour les administrateurs côté ENSEM

Objectifs

- ▶ Déploiement automatique
- ▶ Possibilité d'ajouter des composants pour les administrateurs côté ENSEM

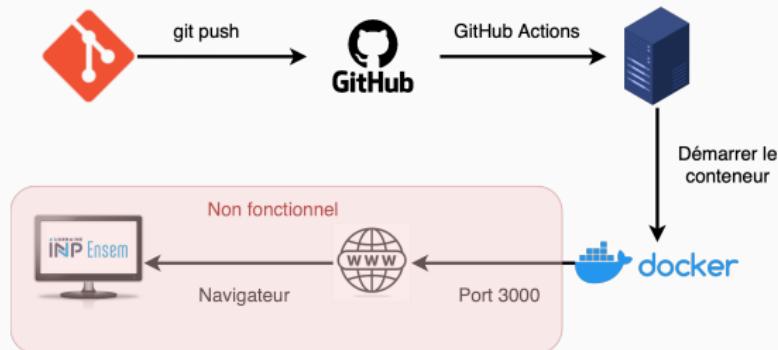


Figure 15 : Chronologie du déploiement

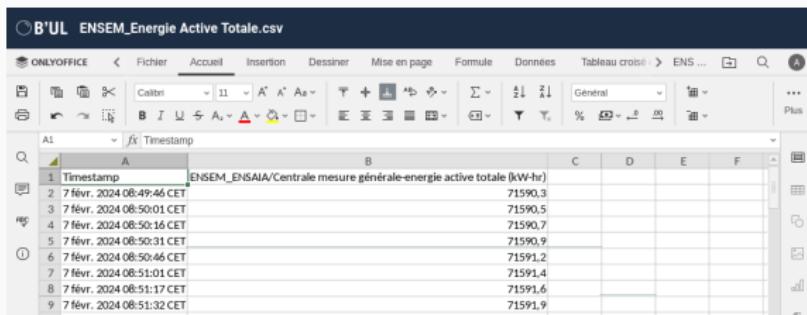
BILAN

Manque de données

- ▶ Données de l'Université de Lorraine
- ▶ Données renvoyées par *OpenDataSoft*

Manque de données

- ▶ Données de l'Université de Lorraine
- ▶ Données renvoyées par *OpenDataSoft*



The screenshot shows a CSV file titled "B'UL_ENSEM_Energie Active Totale.csv" open in a spreadsheet application. The data consists of two columns: "Timestamp" and "ENSEM_ENSAIA/Centrale mesure générale-énergie active totale (kW-hr)". The timestamp column shows dates from February 7, 2024, at 08:49:46 CET to 08:51:32 CET. The energy consumption values range from 71590.3 to 71591.9 kW-hr.

	A	B	C	D	E	F
1	Timestamp					
2	7 févr. 2024 08:49:46 CET	71590.3				
3	7 févr. 2024 08:50:01 CET	71590.5				
4	7 févr. 2024 08:50:16 CET	71590.7				
5	7 févr. 2024 08:50:31 CET	71590.9				
6	7 févr. 2024 08:50:46 CET	71591.2				
7	7 févr. 2024 08:51:01 CET	71591.4				
8	7 févr. 2024 08:51:17 CET	71591.6				
9	7 févr. 2024 08:51:32 CET	71591.9				

Figure 16 : Données en CSV

Objectif secondaire

L'outil doit être conçu pour être déployable dans d'autres établissements.

Objectif secondaire

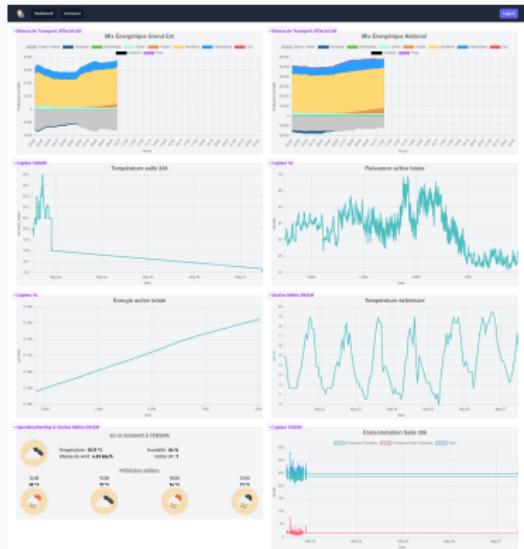
L'outil doit être conçu pour être déployable dans d'autres établissements.

Problèmes soulevés

- ▶ Norme pour l'émission des données
- ▶ Interface pour ajouter de nouvelles sources

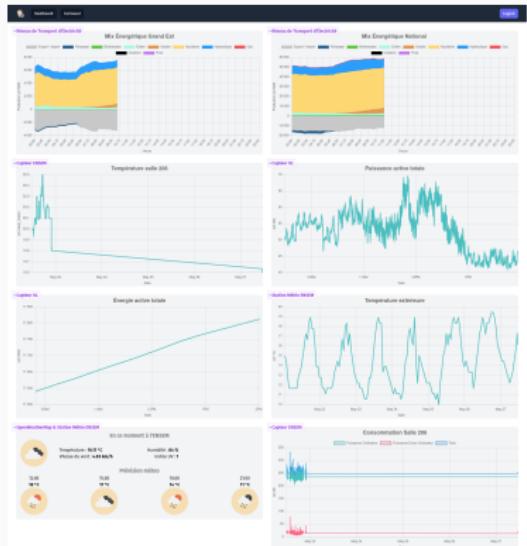
CONCLUSION

CONCLUSION



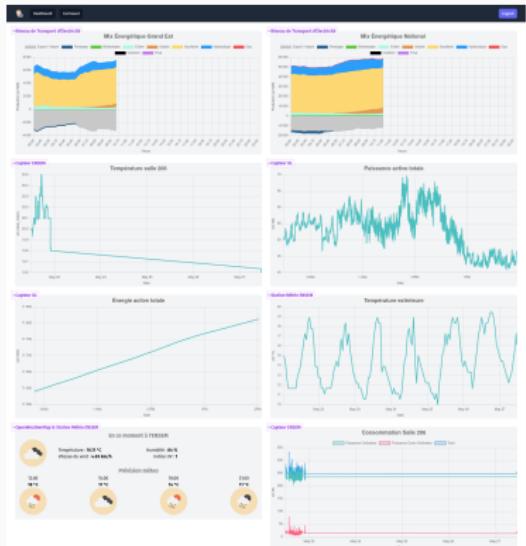
- ▶ Réalisation d'un outil de supervision de consommation énergétique;

CONCLUSION



- ▶ Réalisation d'un outil de supervision de consommation énergétique;
- ▶ Outil modulaire et évolutif MAIS non-normalisation outils I.O.T. impose des normes arbitraires

CONCLUSION



- ▶ Réalisation d'un outil de supervision de consommation énergétique;
- ▶ Outil modulaire et évolutif **MAIS** non-normalisation outils I.O.T. impose des normes arbitraires
- ▶ Pertinence accrue avec le nombre de données

MERCI POUR VOTRE ATTENTION!
AVEZ-VOUS DES QUESTIONS?