



NORIA

Energie Data Hack Challenge 4

« Consommer sûr, consommer mieux et consommer moins »

Comment permettre aux ministères des Armées d'intégrer des énergie renouvelable tout en garantissant la résilience du système grâce à l'utilisation optimisée de batteries thermiques ?

L'équipe



Lahlou Benidiri

Apprenti ingénieur en IA

Assistance au
traitement des
données



Ibrahim Al Asmi

Chercheur en optimisation
des réseaux énergétiques

Algorithme
d'optimisation
multi-énergies



Benjamin Saudreau

Ingénieur Commercial

Gestion de
l'application de
Noria au cas d'étude
du hackathon



Yvan Leroux

Data Scientist et Ingénieur
Industriel

Traitement des
données d'entrées
et sorties

Contexte

Noria est un algorithme d'optimisation et de pilotage des réseaux multi-énergies. Nous développons cet outil sur la base des résultats d'une thèse en cours menée par Ibrahim Al Asmi. Nous avons souhaité participer à cet hackathon afin de tester, en situation réelle, le développement déjà effectué. Pour des raisons de propriété Intellectuelle, nous ne fournissons qu'une partie du code. Il correspond au pré et post traitement des données. Afin de comprendre le code source, vous pouvez vous référer au lien de la thèse inséré dans cette slide (réf : 1*).

Choix du périmètre de l'étude

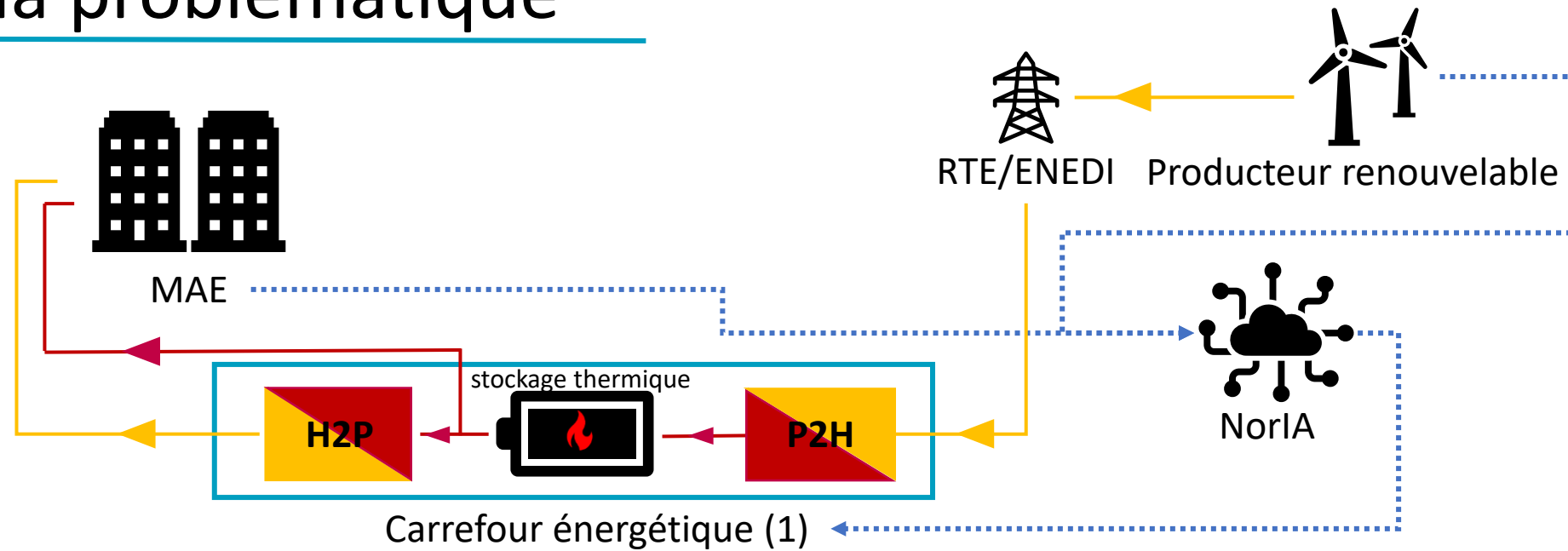
Suite à une analyse des données et dans l'objectif de réduire le temps de calcul, nous avons décidé de limiter notre étude à une seule organisation, le ministère des affaires étrangères, MAE. Voici les raisons de notre choix :

1. Une consommation annuelle importante de l'ordre de 5 GWh thermique et 5 GWh électrique
2. Localisation du bâtiment : à proximité des réseaux de chaleur parisiens
3. Un consommateur type du secteur « tertiaire / habitat »

Notre réponse à la problématique

- H2P : Heat to Power
- P2H : Power to Heat
- NorIA : Algorithme d'optimisation

- Réseau électrique
- Réseau de chaleur
- ... Flux d'information



Afin de répondre à notre problématique, nous proposons :

1. La signature d'un PPA (Power Purchase Agreement) entre le ministère des Armées et un producteur d'énergie renouvelable (dans notre étude : éolien)
2. L'installation d'un carrefour énergétique composé d'un organe de stockage thermique de 10 MWh thermique, d'un P2H de 6 MW et d'un H2P de 0.4 MW_{élec}. Cette installation permettra la synchronisation de la production électrique renouvelable avec les besoins énergétiques du bâtiment MAE au quai d'Orsay en absorbant les pics de la production renouvelable afin de :
 - Stocker le surplus du renouvelable sous forme de chaleur à haute température
 - Transformer cette chaleur en électricité pendant les pics de consommation électrique
 - Alimenter le bâtiment du MAE en chaleur renouvelable pour les besoins en chauffage et eau chaude sanitaires
3. Un algorithme de pilotage optimisera ce carrefour énergétique en récupérant des données de production électriques du producteur renouvelable ainsi que des données de consommation énergétiques du consommateur (MAE)

Les différentes technologies ?

Le stockage thermique c'est quoi ?



C'est un moyen de stockage de chaleur à haute température (de 500 à 1000 °C), composée de matériaux durable et renouvelable tel que la céramique ou la roche volcanique utilisant l'air comme fluide caloporteur.



- Capacité de stockage : De 2MW à 30 MW
- Durée de vie : De 15 à 20 ans
- Cout du stockage de chaleur : 40 €/MWh

Le Heat to Power (H2P) c'est quoi ?



Brique technique qui permet de transformer la chaleur haute température en électricité via un système ORC, avec un résiduel de chaleur basse température injectable sur un réseau de chaleur.

- Puissance : 0,1 à 2 MW électrique
- Durée de vie : De 15 à 20 ans
- Rendement : De 10 à 30 % (en électricité)
- Rendement Global (avec utilisation de la chaleur résiduel) : jusqu'à 70%

Le Power to Heat (P2H) c'est quoi ?

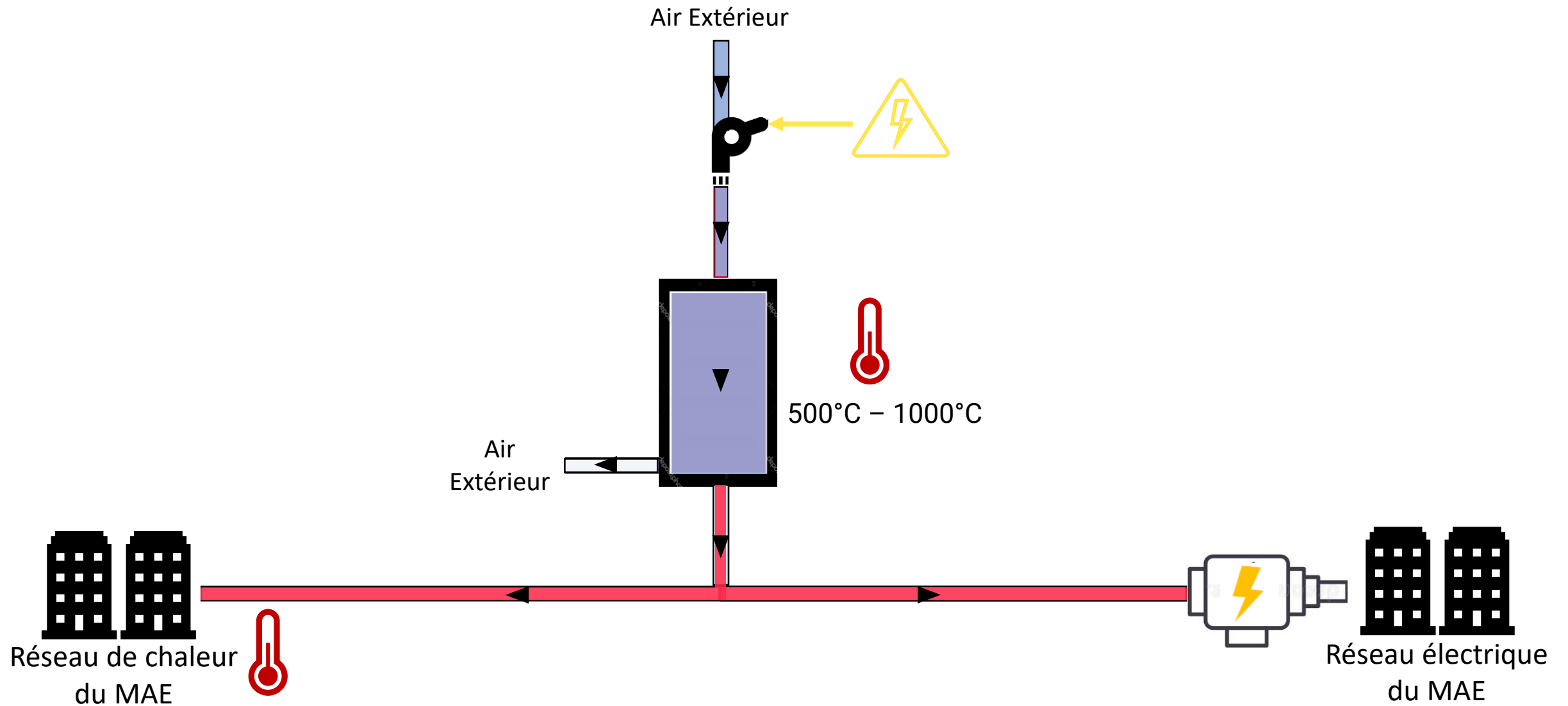


Brique technique qui permet de transformer l'électricité en chaleur haute température via des résistance électrique utilisant l'air comme fluide caloporteur.

- Puissance :
- Durée de vie : De 15 à 20 ans
- Rendement :

Principe du fonctionnement du carrefour énergétique

NORIA



Merci de visualiser le slide en mode présentation

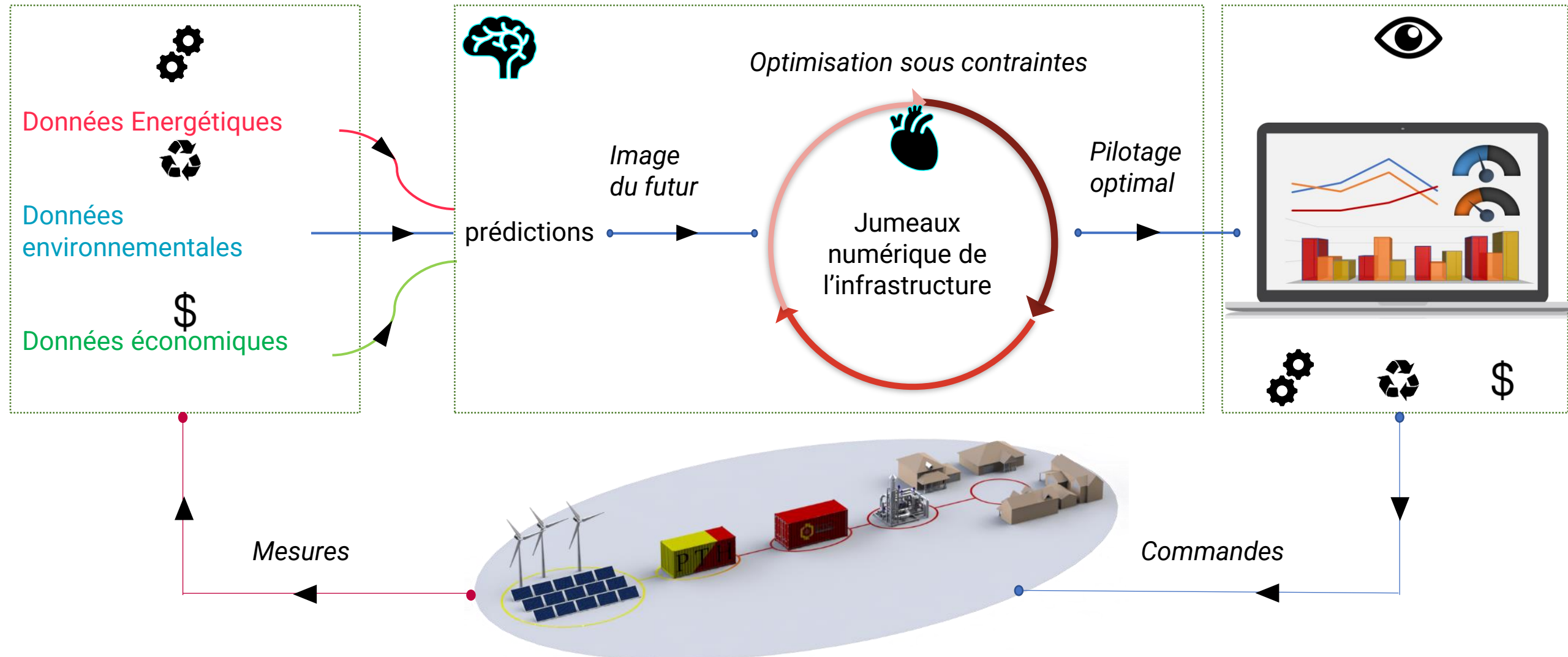
Algorithme du pilotage optimisé

NORIA

Mesures en temps réel

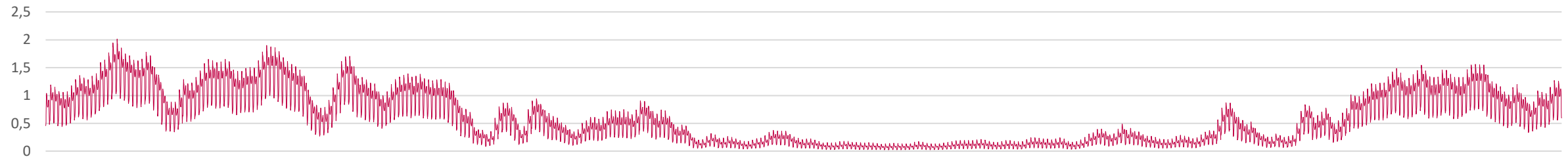
Intelligence artificielle

Interface client

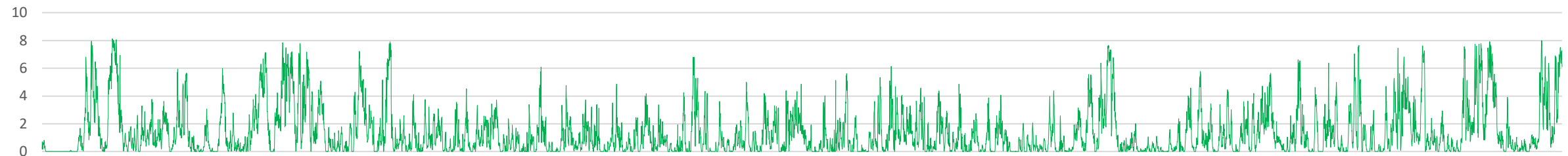


Cas d'étude : Quai d'Orsay

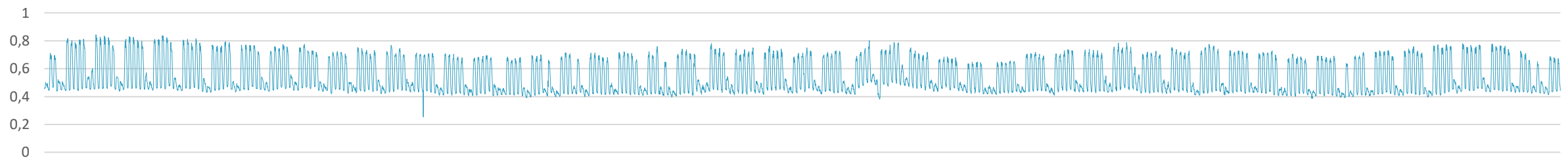
Estimation de la consommation thermique du bâtiment



Production électrique de 4 éolienne de 2 MW



Consommation électrique réelle du bâtiment

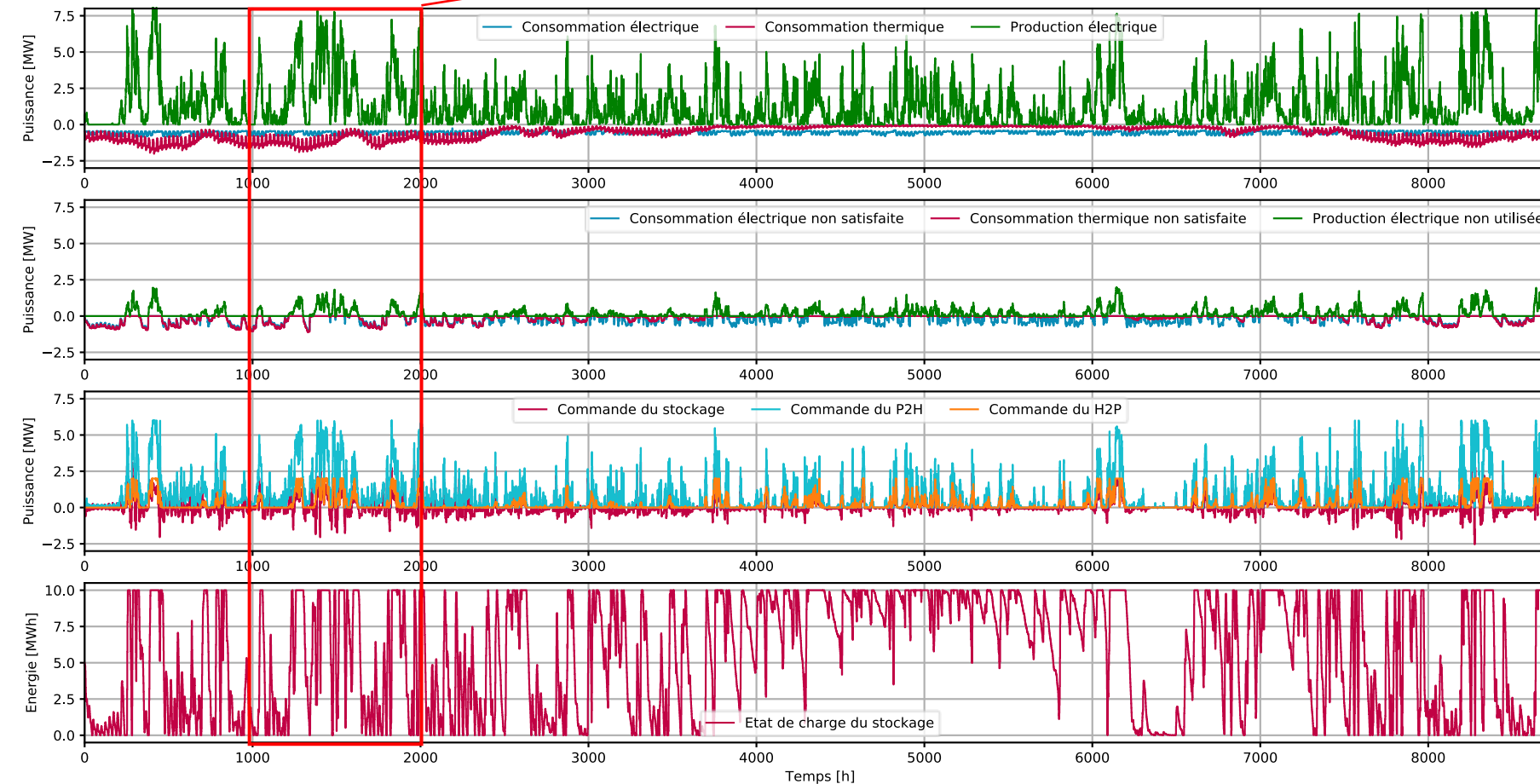


Source :

- Estimation de la consommation thermique du bâtiment basé sur les données [suivantes](#) (revue Nature).
- [Production électrique](#) de la haute borne, parc éolien de 4 éoliennes de 2 MW, 2017 (Open Data Engie).

Cas d'étude : Quai d'Orsay

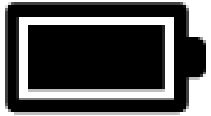
Zoom sur
1000 heures
(annexe 1)



- *Consommations initiales électrique du Quai d'Orsay (courbe bleu) et thermique (courbe rouge).*
- *Production électrique des 4 éoliennes d'Engie en vert*
- *Consommations électrique (en bleu) et thermique (en rouge) non satisfaites après utilisation de la solution NorIA.*
- *La production éolienne non utilisée en vert*
- *Commande horaire du stockage thermique (Rouge) du P2H (Bleu) et du H2P (Orange).*
- *L'état de charge (niveau d'énergie) de la batterie thermique de 10 MWh*

Flux énergétiques optimisés de la solution NorIA sur une année

Chiffres clefs



- 10 MWh du stockage thermique
- 6 MW du P2H
- 0.4 MW_{élec} du H2P



1000 tonnes / an
du Co2
économisées



86 % de
production
renouvelable
absorbés
(4 x 2 MW)



72 % de la consommation
thermique et 59 % de la
consommation
électrique, d'origine
renouvelable



2 M€ d'investissements
36 k€ d'économies de Co2 /
an
10 à 25 ans de TRB

Perspectives

Avec plus de données nous ferons plus, avec plus du temps nous ferons mieux !

En prenant en compte les contraintes de temps, nous proposons une solution de gestion dont le design optimal n'est pas atteint. Ensuite il sera possible de pousser le raisonnement afin d'arriver au plus près des 100% de renouvelable utilisés avec un dimensionnement adapté.

Dans ce cas d'étude, l'énergie renouvelable non absorbée et la consommation non satisfaite pourront être échangées avec le réseau national d'électricité au moindre coût. Ceci sera possible grâce à un algorithme d'optimisation achat/vente d'énergie qui n'a pas encore fait l'objet d'étude pour des raisons de temps et de non disponibilité des données des prix d'achat de l'énergie.

