

## Projet personnel - TEECO

Le travail peut être réalisé seul ou en binôme.

### **PARTIE 1 : le mix électrique français en 2019**

Toutes les données nécessaires sont disponibles gratuitement en ligne. Voici quelques sites utiles :

<https://opendata.reseaux-energies.fr/pages/accueil/>

<https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/>

<https://transparency.entsoe.eu/>

Question 1 : Qui fournit les données disponibles sur ces sites ? Pourquoi ?

Question 2 : Pour l'année 2019 uniquement, présenter les indicateurs clés permettant de comprendre le mix électrique français (côté demande et côté offre).

Question 3 : Pour les moyens dispatchables, reconstruire un module simple qui calcule le dispatch heure par heure. Pour cela, on utilisera en entrée les capacités installées de chaque filière et la courbe de demande nette. La demande nette est définie comme la consommation réelle à laquelle on soustrait la production des filières fatales et les imports/exports.

Pour l'année 2019, comparer le résultat obtenu à la production horaire des filières et proposer des éléments d'explication de ces différences.

### **PARTIE 2 : Economie du stockage**

Dans cette partie, on s'intéresse à modéliser le comportement du stockage dans le système électrique, ainsi que sa rentabilité. On se place sous l'hypothèse que le stock évalué n'influence pas les prix de marché qui sont pris comme une entrée de l'évaluation.

Un actif de stockage se caractérise notamment par :

- Une puissance installée en MW :  $P_{max}$
- Une capacité de stock en MWh (quantité d'énergie maximale que l'on peut stocker) :  $E_{max}$
- Un rendement en % qui traduit les pertes qui interviennent lors du stockage/déstockage de l'énergie

Inéluctablement, l'énergie que l'on peut récupérer en sortie d'un moyen de stockage est inférieure à l'énergie consommée en entrée (existence de pertes).

Les prix de marché pour la France sont accessibles librement ici (avec un compte pour le téléchargement) : <https://transparency.entsoe.eu/transmission-domain/r2/dayAheadPrices/show#>  
Le fichier fourni *Day-ahead Prices\_FR\_2020.xlsx* contient les données téléchargées depuis ce site.

Avant de débiter, il est conseillé de se renseigner sur le stockage et son fonctionnement à travers quelques lectures. Voici deux suggestions de lectures :

<https://www.irena.org/publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets>  
<https://atee.fr/system/files/2020-02/peps4-rapport-d-etude-v9.pdf>

Vous pouvez compléter par vos recherches personnelles.

## 2.1 Stockage journalier simplifié

On considère une capacité de stockage de 1MW de puissance, et de stock 1MWh. On suppose que chaque jour la capacité de stockage réalise une charge puis une décharge (dans cet ordre).

Pour simplifier, on considérera ici l'évaluation sur un seul mois : le mois de janvier 2020 (prix France).

Etablir le fonctionnement de ce stockage, et estimer le bénéfice réalisé.

Proposer une évaluation économique (simplifiée) de la rentabilité du stockage.

## 2.2 Complexification de la modélisation du stockage (problème d'optimisation)

L'utilisation du moyen de stockage est définie de façon à optimiser les revenus.

Fonction objective :

$$\max \sum_{h \in \text{heures}} \text{Prix}(h) * (\text{Echarge}(h) + \text{Edecharge}(h))$$

Sous contraintes :

$$0 \leq \text{Echarge}(h) \leq P_{\max} \quad [1]$$

$$-P_{\max} \leq \text{Edecharge}(h) \leq 0 \quad [2]$$

$$\text{SoC}(h+1) = \text{SoC}(h) + \rho \text{Echarge}(h) + \text{Edecharge}(h) \quad [3]$$

$$0 \leq \text{SoC}(h) \leq E_{\max} \quad [4]$$

$$\text{SoC}(0) = 0 \quad [5]$$

Les équations [1] et [2] traduisent le respect de la puissance du stockage. L'équation [3] correspond à au bilan de l'énergie. La contrainte [4] traduit le respect du stock maximal d'énergie que l'on peut stocker. L'équation [5] sert à initialiser le problème, ici en considérant que le moyen de stockage est initialement déchargé.

*NB : Ici, on a fait le choix de modéliser l'efficacité de la batterie via un facteur (inférieur à 1) appliqué sur l'énergie en entrée. Il existe d'autres façons de modéliser les pertes.*