

SAE 105 – Traitement des données

Étude du stockage hydraulique sur le réseau électrique français

Introduction

Le réseau électrique français doit maintenir en permanence un équilibre entre la production et la consommation d'électricité. Or, certaines sources de production, comme l'hydraulique, dépendent fortement des conditions naturelles et présentent d'importantes variations dans le temps.

Afin d'assurer la stabilité du réseau, il est nécessaire de disposer de moyens permettant de stocker l'énergie produite en excès et de la restituer lorsque la production devient insuffisante. Le stockage hydraulique, notamment à travers les stations de transfert d'énergie par pompage, joue un rôle essentiel dans ce fonctionnement.

Ce projet consiste à analyser, à partir de données traitées et représentées graphiquement, l'évolution de la production hydraulique, du stockage hydraulique et du pompage sur une période de 11 ans.

Problématique:

Comment le stockage hydraulique, associé au pompage STEP, permet-il d'assurer l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité sur le réseau électrique français ?

Présentation des données et méthode

Les graphiques étudiés représentent l'évolution mensuelle entre 2014 et 2025 de :

-la production hydraulique,

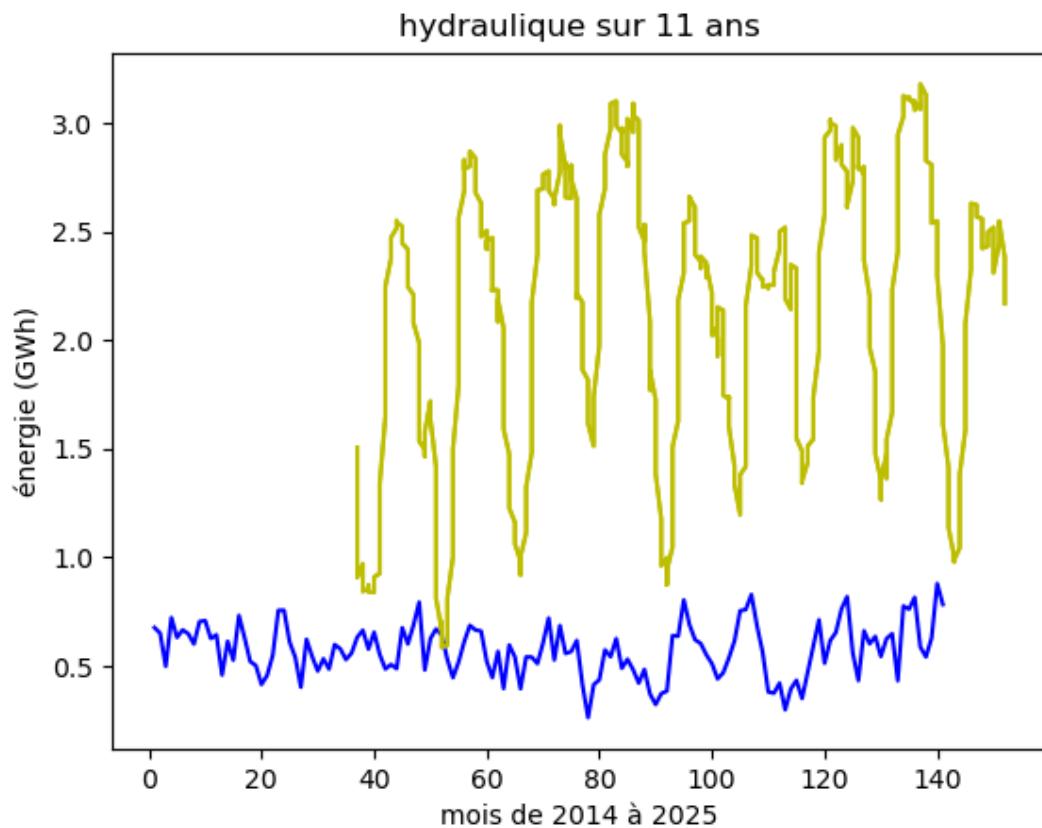
-le stockage hydraulique, (à partir de 2017)

-la consommation électrique liée au pompage STEP.

Les graphiques ont été obtenues à l'aide de scripts en Python, permettant le nettoyage des fichiers CSV, la conversion des valeurs numériques .

Analyse des graphiques

Stockage hydraulique et pompage STEP



Sur ce graphique, deux courbes sont représentées :

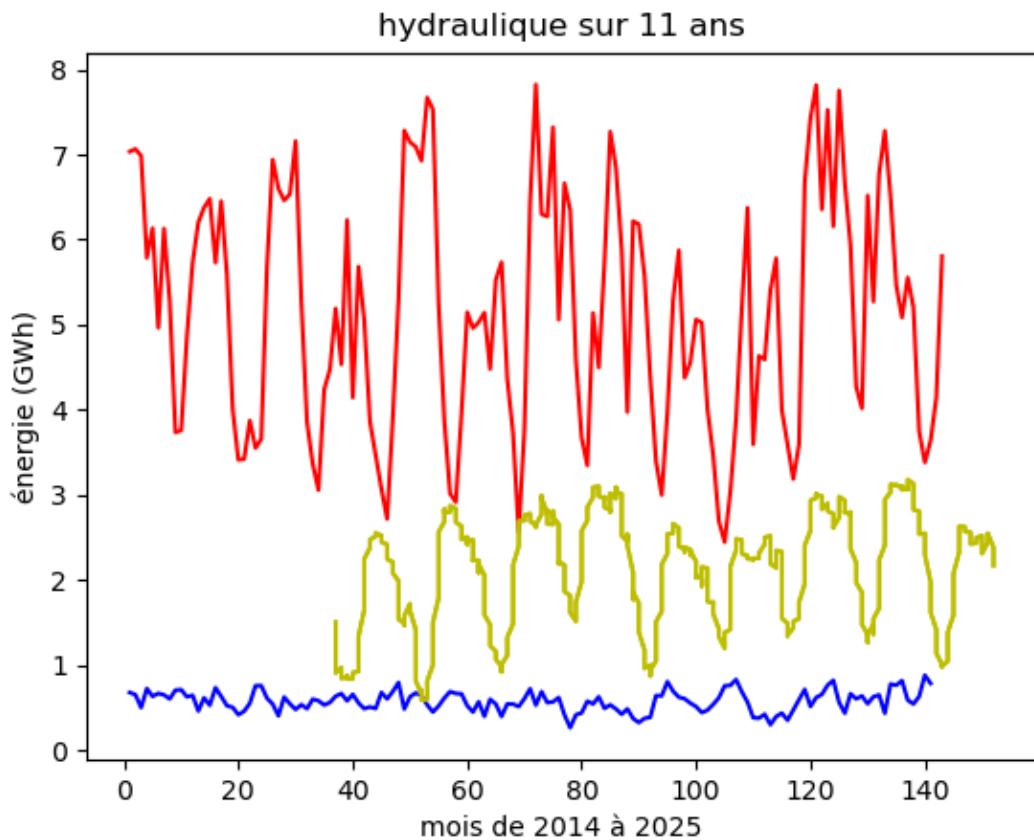
- la courbe jaune, correspondant au stockage hydraulique ;
- la courbe bleue, correspondant à la consommation électrique liée au pompage STEP.

La courbe de stockage hydraulique évolue de manière similaire , avec des phases de montée et de descente. Ces variations montrent que l'énergie est stockée sur certaines périodes, puis restituée ultérieurement.

La courbe de pompage STEP présente une amplitude plus faible mais reste variable. On observe que les périodes où le pompage augmente correspondent généralement aux phases de hausse du stockage.

Cela indique que l'électricité consommée par le pompage est utilisée pour augmenter le niveau des réserves hydrauliques.

Production hydraulique, stockage et pompage



Ce graphique regroupe trois courbes :

rouge : production hydraulique ;

jaune : stockage hydraulique ;

bleue : pompage STEP.

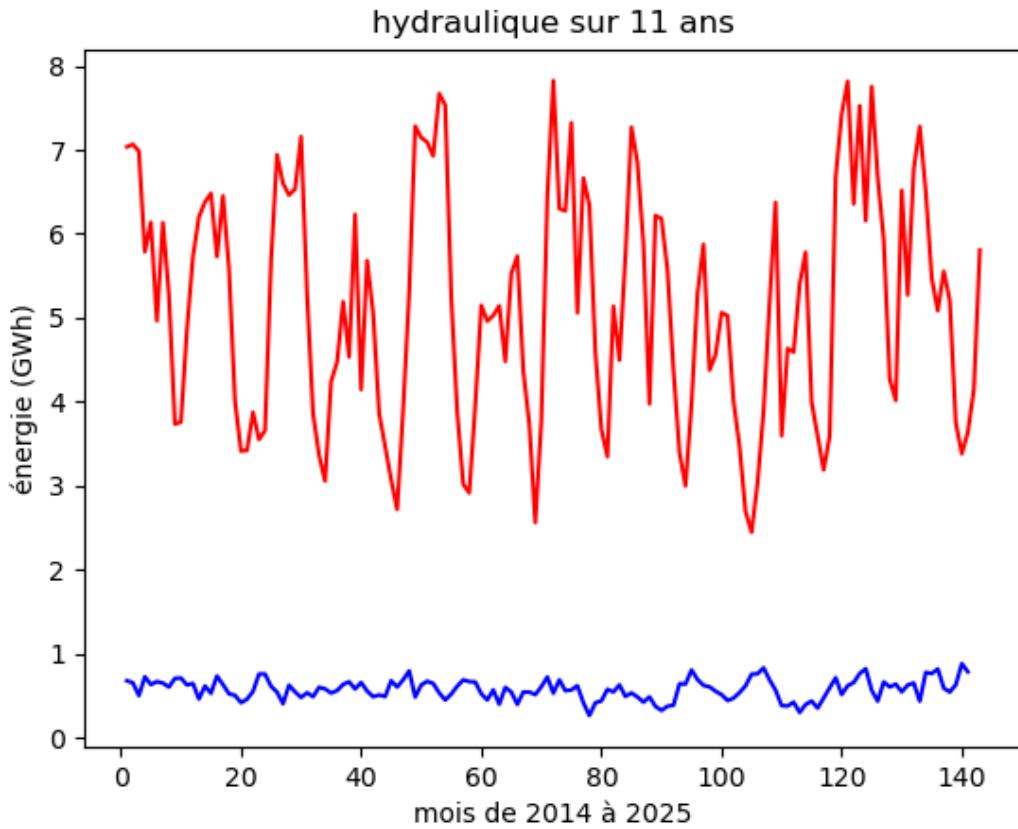
La production hydraulique présente de **fortes variations**, avec des pics et des creux fréquents. Elle n'est donc pas stable dans le temps.

Le stockage hydraulique évolue progressivement et suit des cycles réguliers, ce qui montre son rôle de réserve.

La consommation liée au pompage reste plus faible, mais elle accompagne les phases de remplissage du stockage.

Ce graphique permet de voir la complémentarité entre production, pompage et stockage.

Production hydraulique et pompage STEP



Sur ce graphique, la production hydraulique (courbe rouge) et le pompage STEP (courbe bleue) sont comparés.

La production hydraulique varie fortement d'un mois à l'autre, tandis que le pompage reste plus modéré mais suit une évolution liée aux périodes de disponibilité de l'énergie.

Lorsque la production est élevée, le pompage permet de consommer une partie de cette énergie afin de la stocker.

Cette courbe montre que le pompage STEP dépend directement de la production et sert à exploiter les surplus d'électricité.

Synthèse de la lecture des courbes

La lecture séparée des trois graphiques montre que :

la production hydraulique est variable et dépendante des conditions naturelles ;

le pompage STEP permet d'utiliser les surplus de production ;

Le stockage hydraulique permet de conserver l'énergie et de la restituer lorsque nécessaire.

Ces courbes montrent le rôle central du stockage hydraulique dans l'équilibrage du réseau électrique.

Conclusion

L'analyse des courbes sur une période de 11 ans montre que la production hydraulique est fortement variable et ne peut pas, à elle seule, assurer une alimentation électrique stable.

Le pompage STEP permet d'utiliser les périodes de surplus de production pour stocker de l'énergie, tandis que le stockage hydraulique joue le rôle de réserve en restituant cette énergie lorsque la production diminue.

Ces résultats mettent en évidence que le stockage hydraulique est un élément essentiel de l'équilibre du réseau électrique, en permettant d'adapter une production à une demande continue.

Le stockage hydraulique est un outil indispensable pour garantir la stabilité et la fiabilité du système électrique français.