

SAÉ105 :
traitement des données

Introduction

La transition énergétique engagée en France s'appuie largement sur l'essor des énergies renouvelables, qui constituent aujourd'hui un levier incontournable pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et diversifier les sources d'approvisionnement électrique. Parmi ces énergies, le solaire photovoltaïque occupe une place de plus en plus stratégique. Grâce à sa capacité à produire de l'électricité à partir d'une ressource abondante et inépuisable, il s'impose progressivement comme l'un des piliers majeurs du nouveau paysage énergétique français.

Dans ce contexte, le projet n°18 a pour objectif d'examiner en détail le rôle et l'importance de la production d'électricité d'origine solaire au sein du mix énergétique national. L'étude s'appuie sur une analyse approfondie des données publiées par RTE (Réseau de Transport d'Électricité), ce qui permet d'observer avec précision l'évolution de la filière photovoltaïque au fil des années. Le rapport met ainsi en évidence non seulement la croissance continue de la production solaire, mais également la manière dont cette énergie contribue à la production totale d'électricité en France.

L'analyse s'intéresse également à la capacité du solaire à couvrir les besoins du réseau électrique, en évaluant sa disponibilité, sa variabilité et son intégration dans le système. Enfin, le projet propose une comparaison détaillée entre la production photovoltaïque et celle d'autres sources majeures, notamment le nucléaire, qui demeure aujourd'hui la composante dominante du mix électrique français. Cette mise en perspective permet de mieux comprendre les forces, les limites et les enjeux liés au développement du solaire dans une stratégie énergétique nationale en pleine transformation.

Problématique :

Comment la production solaire a-t-elle évolué en France et quel rôle joue-t-elle aujourd'hui dans le mix énergétique?

Méthodologie

Les données que nous avons utilisées proviennent du portail RTE (<https://analysesetdonnees.rte-france.com/>), notamment les fichiers de production mensuelle par filière. Un script Python a été développé pour :

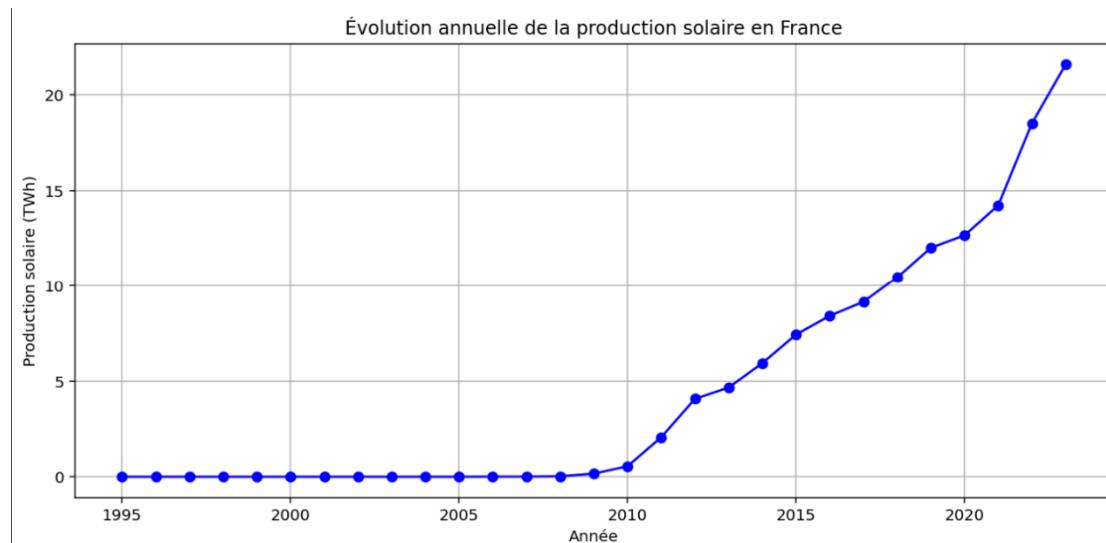
- Nettoyer les données (conversion des formats)
- Regrouper les productions mensuelles par année
- Calculer les taux de croissance annuels
- Générer des graphiques illustrant les tendances et comparaisons

De plus certain fichier csv on directement été modifier en bash pour n'avoir que les donner utile comme « resultat_prod_elec_solaire »

Résultats :

1. Évolution annuelle de la production solaire

Depuis 2006, la production solaire en France a connu une croissance exponentielle. Elle est passée de 0.006 TWh en 2006 à plus de 21.5 TWh en 2023. Le taux de croissance moyen annuel dépasse les 30 %, avec des pics de développement entre 2010 et 2015, puis une accélération notable après 2020 ce qui risque sûrement de continuer ainsi comme ici le graphique nous montre :



Script utilisé :

```

import csv
import matplotlib.pyplot as plt
from datetime import datetime

x_date = []
y_valeurs = []

with open("resultat_prod_elec_solaire.csv", newline="", encoding="utf-8") as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=";")
    next(reader)

    for row in reader:
        if len(row) >= 3 and "solaire" in row[1].lower():
            # Convertir la date en objet datetime
            date_obj = datetime.strptime(row[0], "%Y-%m")

            # Convertir la valeur en float
            valeur_str = row[2].strip()
            if valeur_str:
                valeur = float(valeur_str.replace(", ", "."))
            else:
                valeur = 0.0

            x_date.append(date_obj)
            y_valeurs.append(valeur)

# --- NOUVEAU : calcul de la production annuelle ---
production_annuelle = {}
for date, valeur in zip(x_date, y_valeurs):
    annee = date.year
    if annee not in production_annuelle:
        production_annuelle[annee] = 0
    production_annuelle[annee] += valeur

# Transformer en listes triées
annees = sorted(production_annuelle.keys())
valeurs_annuelles = [production_annuelle[a] for a in annees]

# --- Tracer la courbe annuelle ---
plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(annees, valeurs_annuelles, marker="o", color="blue")

plt.xlabel("Année")
plt.ylabel("Production solaire (TWh)")
plt.title("Évolution annuelle de la production solaire en France")

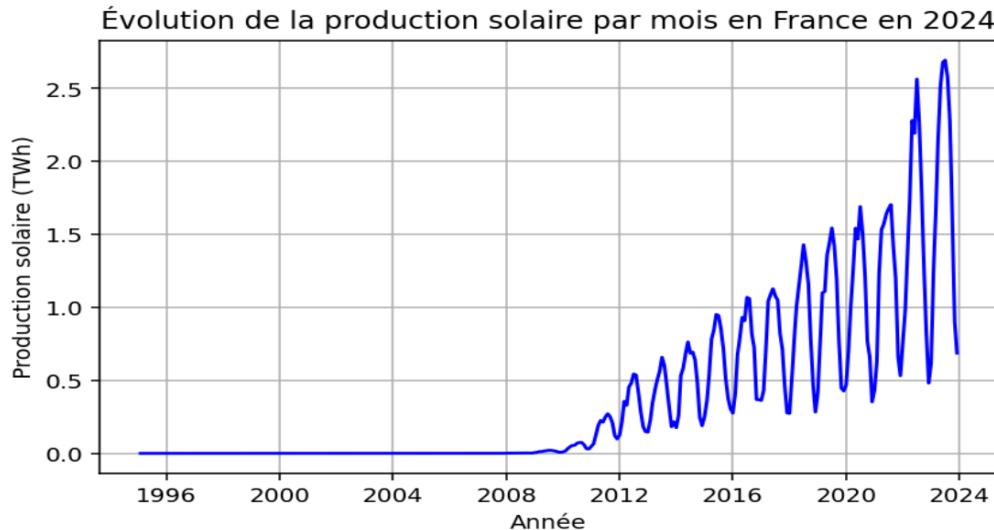
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

2. Saisonnalité et intermittence

L'analyse mensuelle révèle une forte variabilité saisonnière. La production est maximale entre mai et août, avec des creux marqués en hiver. Cette intermittence souligne la dépendance du solaire aux conditions météorologiques et à l'ensoleillement.

Graphique ce-dessous



Script utilisé :

```

import csv
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.dates as mdates
from datetime import datetime

x_date = []
y_valeurs = []

with open("resultat_prod_elec_solaire.csv", newline="", encoding="utf-8") as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=";")
    next(reader)

    for row in reader:
        if len(row) >= 3 and "solaire" in row[1].lower():
            # Convertir la date en objet datetime
            date_obj = datetime.strptime(row[0], "%Y-%m")
            x_date.append(date_obj)

            # Convertir la valeur en float (remplacer virgule par point)
            valeur_str = row[2].strip()
            if valeur_str:
                valeur = float(valeur_str.replace(",","."))
            else:
                valeur = 0.0
            y_valeurs.append(valeur)

# Tracer la courbe
plt.plot(x_date, y_valeurs, color="blue")
plt.xlabel("Année")
plt.ylabel("Production solaire (TWh)")
plt.title("Évolution de la production solaire par mois en France en 2024")

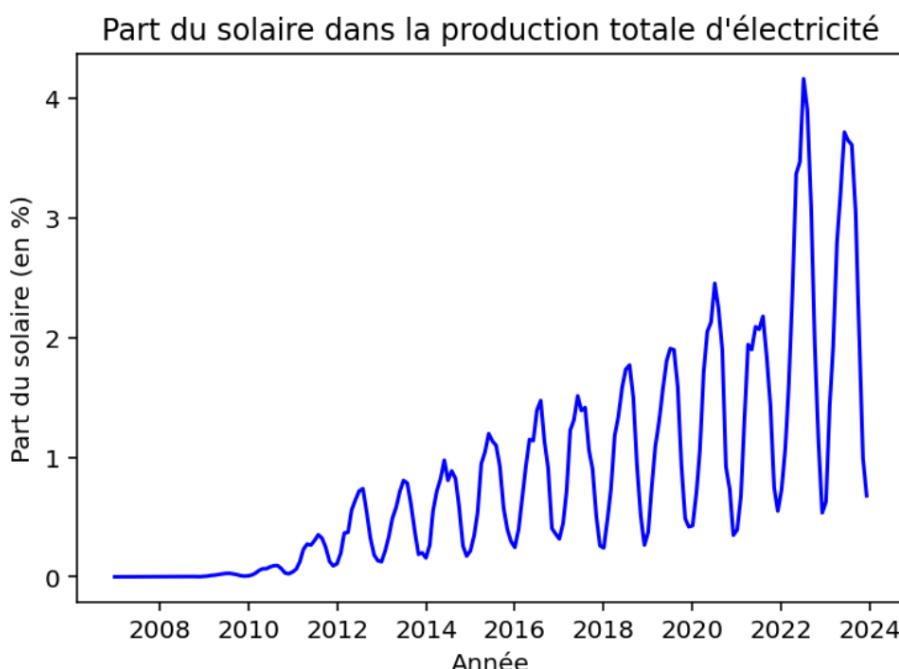
# Format de l'axe X : années uniquement tous les 4 ans pour ne pas avoir beaucoup de répétition
plt.gca().xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter("%Y"))
plt.gca().xaxis.set_major_locator(mdates.YearLocator(4))

plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

3. Part du solaire dans la production totale

La part du solaire dans la production totale d'électricité est passée de moins de 0.1 % en 2007 à plus de 4 % en 2022. Ce chiffre, bien qu'encore modeste, montre une intégration croissante du solaire dans le mix énergétique.



Script utilisé:

```

import csv
from datetime import datetime
import matplotlib.pyplot as plt

solaire = {}
totale = {}

# Production solaire
with open("%C3%89volution_de_la_production_solaire_photovolta%C3%AFque_en_France_2024-07-16_13-45.csv", "r") as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=";")
    next(reader)
    for row in reader:
        date_str, filiere, valeur_str = row[0], row[1], row[2]
        if filiere == "Production solaire" and valeur_str != "":
            solaire[date_str] = float(valeur_str.replace(",", "."))

# Production totale (on somme toutes les filières pour chaque mois)
with open("%C3%89volution_de_la_production_d%C3%A9l%C3%A9ctricit%C3%A9_en_France_2024-07-16_13-55.csv", "r") as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=";")
    next(reader)
    for row in reader:
        date_str, filiere, valeur_str = row[0], row[1], row[2]
        if valeur_str != "":
            valeur = float(valeur_str.replace(",", "."))
            totale[date_str] = totale.get(date_str, 0) + valeur

dates = []
parts = []

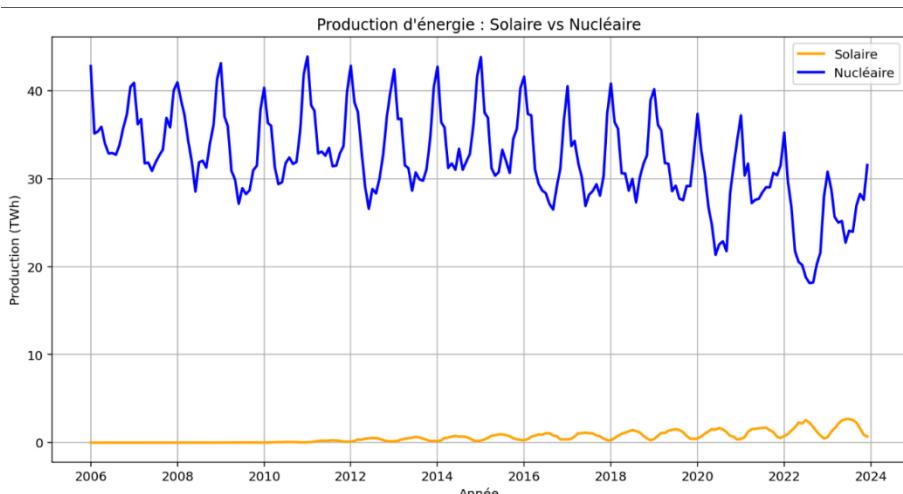
for date_str in sorted(solaire.keys()):
    if date_str in totale and totale[date_str] > 0:
        date = datetime.strptime(date_str, "%Y-%m")
        part = 100 * solaire[date_str] / totale[date_str]
        dates.append(date)
        parts.append(part)

plt.plot(dates, parts, color="blue")
plt.title("Part du solaire dans la production totale d'électricité")
plt.xlabel("Année")
plt.ylabel("Part du solaire (en %)")
plt.show()

```

4. Comparaison solaire vs nucléaire

Le nucléaire reste dominant avec une production oscillante entre 20 et 45 TWh mensuels. Le solaire, bien que croissant, reste inférieur à 5 TWh mensuels. Cette comparaison met en évidence le rôle complémentaire du solaire, mais aussi les défis liés à sa montée en puissance comme nous pouvons le voir ci-dessous :



Nous pouvons ainsi supposer que d'ici quelque années il y aura un changement de puissance entre le solaire et le nucléaire.

Script utilisé :

```

import csv
from datetime import datetime
import matplotlib.pyplot as plt

dates = []
solaire = []
nucleaire = []

with open("%C3%A9volution_de_la_production_d%C3%A9lectricit%C3%A9_en_France_2024-07-16_13-55.csv", "r") as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=";")
    next(reader)

    data = {}

    for row in reader:
        if row[2] == "" or len(row[0]) != 7:
            continue

        date = datetime.strptime(row[0], "%Y-%m")
        filiere = row[1]
        valeur = float(row[2].replace(",", "."))

        if date not in data:
            data[date] = {}

        data[date][filiere] = valeur

    # On trie les dates et on remplit les listes synchronisées
    for date in sorted(data.keys()):
        if "Solaire" in data[date] and "Nucléaire" in data[date]:
            dates.append(date)
            solaire.append(data[date]["Solaire"])
            nucleaire.append(data[date]["Nucléaire"])

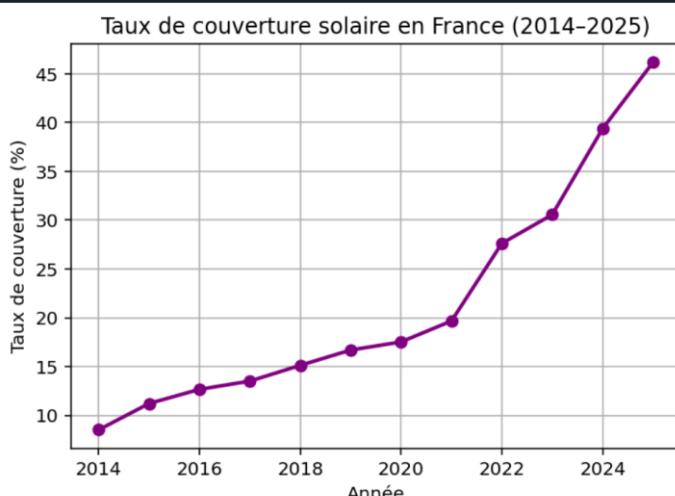
plt.figure(figsize=(12, 6))

plt.plot(dates, solaire, label="Solaire", color="orange")
plt.plot(dates, nucleaire, label="Nucléaire", color="blue")
plt.title("Production d'énergie : Solaire vs Nucléaire")
plt.xlabel("Année")
plt.ylabel("Production (TWh)")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

5. Taux de couverture solaire

Le taux de couverture solaire, défini comme la part de la consommation couverte par le solaire, est passé de 10 % en 2014 à près de 45 % en 2025. Cette progression témoigne de l'impact réel du solaire sur le réseau français.



Script :

```

import csv
from datetime import datetime
import matplotlib.pyplot as plt

dates_max = []
valeurs_max = []

dates_moy = []
valeurs_moy = []

with open("Taux_de_couverture_solaire_2014-2025.csv", encoding="utf-8") as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=";")
    next(reader)

    for row in reader:
        date_str, filiere, valeur_str = row[0], row[1], row[2]
        valeur = float(valeur_str.replace(",","."))

        if "max" in filiere:
            dates_max.append(datetime.strptime(date_str, "%Y"))
            valeurs_max.append(valeur)

        elif "moyen" in filiere:
            dates_moy.append(datetime.strptime(date_str, "%Y-%m"))
            valeurs_moy.append(valeur)

# Courbe pour le taux max annuel
plt.plot(dates_max, valeurs_max, color="purple", marker="o", )

plt.title("Taux de couverture solaire en France (2014-2025)")
plt.xlabel("Année")
plt.ylabel("Taux de couverture (%)")
plt.grid(True)
plt.show()

```

Conclusion :

La production d'électricité d'origine solaire connaît en France une progression particulièrement marquée, aussi bien en termes de volume produit qu'en proportion au sein du mix énergétique national. Cette croissance témoigne de l'essor rapide du photovoltaïque, qui s'impose progressivement comme un acteur incontournable de la transition énergétique. Malgré cette dynamique encourageante, le potentiel solaire demeure encore largement sous-exploité, que ce soit en matière d'installations, d'innovation technologique ou d'intégration territoriale.

À mesure que la part du solaire augmente, son rôle dans l'équilibre et la diversification du système électrique français devient de plus en plus déterminant. Pour accompagner et amplifier cette évolution, plusieurs leviers doivent être mobilisés. Il est notamment indispensable de poursuivre et d'intensifier les investissements dans les infrastructures photovoltaïques, afin d'accroître la capacité installée et d'améliorer la performance des équipements. Le développement de solutions de stockage efficaces constitue également un enjeu majeur, car il permettrait de mieux gérer l'intermittence de la production solaire et de renforcer la stabilité du réseau.

Enfin, l'intégration du solaire doit s'inscrire dans une stratégie globale et cohérente de transition énergétique, articulée avec les autres sources renouvelables, les besoins du réseau, et les objectifs nationaux de décarbonation. Une telle approche permettrait de valoriser pleinement le potentiel du photovoltaïque et d'en faire un pilier solide et durable du futur système énergétique français.