

République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement Supérieur de la
Recherche Scientifique

Université de Carthage
FACULTÉ DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION DE NABEUL



Thème :
***Analyse du potentiel de l'énergie photovoltaïque en
Tunisie : Opportunités pour la transition énergétique***

Elaboré par :
Mlle : bannouri ameni
Mlle: mabrouk imen

Année universitaire 2025 – 2026

Plan

1. Introduction à l'énergie photovoltaïque

1.1 Aperçu de la technologie photovoltaïque

1.2 Importance de l'énergie renouvelable

1.3 Transition énergétique en Tunisie

1.4 Potentiel de l'énergie solaire en Tunisie

2. Préparation et analyse de Data

2.1 Importation des bibliothèques nécessaires

2.2 Chargement du Dataset

2.3 Nettoyage du Dataset

2.4 Aperçu de la structure du Dataset

2.5 Renommer les colonnes pour plus de clarté

3. Aperçus et indicateurs clés pour la Tunisie

3.1 Analyser le potentiel photovoltaïque de la Tunisie

3.2 Top 10 pays par potentiel photovoltaïque pratique

3.3 Part de la capacité photovoltaïque installée pour les 5 principaux pays

3.4 PIB par habitant et consommation d'énergie pour la Tunisie

3.5 Potentiel photovoltaïque pratique (PVOUT) pour la Tunisie

1.Introduction à l'énergie photovoltaïque

1.1 Aperçu de la technologie photovoltaïque

La technologie photovoltaïque convertit directement la lumière du soleil en électricité à l'aide de cellules solaires. Ces cellules sont fabriquées à partir de matériaux semi-conducteurs qui génèrent de l'électricité en courant continu (CC) lorsqu'elles sont exposées à la lumière, laquelle est ensuite transformée en courant alternatif (CA) pour être utilisée dans les maisons et les entreprises.

1.2 Importance de l'énergie renouvelable

L'énergie renouvelable est cruciale pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et lutter contre le changement climatique. Les systèmes photovoltaïques offrent une alternative durable aux combustibles fossiles en fournissant une énergie propre et inépuisable, particulièrement dans les pays riches en soleil comme la Tunisie, contribuant ainsi à la sécurité et à l'indépendance énergétiques.

1.3Transition énergétique en Tunisie

La Tunisie s'engage dans une transition énergétique pour diversifier son mix énergétique avec des sources renouvelables, visant à atteindre 30 % de son électricité à partir de renouvelables d'ici 2030. Ce changement offre non seulement des avantages environnementaux, mais stimule également la croissance économique grâce à la création d'emplois dans le secteur des énergies renouvelables.

1.4 Potentiel de l'énergie solaire en Tunisie

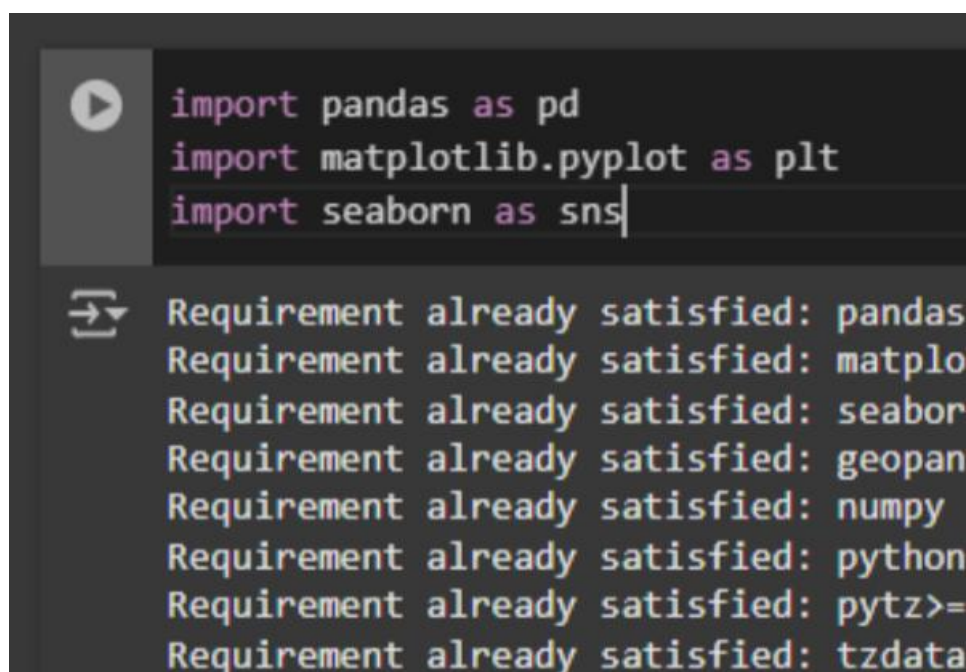
La Tunisie bénéficie d'une moyenne de 300 jour ensoleillée par an, ce qui en fait un emplacement idéal pour le développement de l'énergie solaire. Le pays a exploré divers projets solaires, démontrant un potentiel de croissance significatif des installations photovoltaïques pour répondre à la demande énergétique croissante.

2. Préparation et analyse de Data

2.1 Importation des bibliothèques nécessaires

Cette section importe les bibliothèques nécessaires pour l'analyse et la visualisation des données :

- pandas (pd) : Utilisé pour la manipulation, le nettoyage et l'analyse des données.
- matplotlib.pyplot (plt) : Utilisé pour créer divers graphiques et tracés.
- seaborn (sns) : Une bibliothèque construite sur matplotlib pour créer des graphiques statistiques.



```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

```
Requirement already satisfied: pandas
Requirement already satisfied: matplo
Requirement already satisfied: seabor
Requirement already satisfied: geopan
Requirement already satisfied: numpy
Requirement already satisfied: python
Requirement already satisfied: pytz>=
Requirement already satisfied: tzdata
```

2.2 Chargement du Dataset

Ce code charge le Dataset depuis un fichier Excel situé à '`/content/sample_data/solargis_pvpotential_countryranking_2020_data.xlsx`'. The `pd.read_excel` function from Pandas lit les données dans un objet DataFrame nommé `df` et affiche les premières lignes pour confirmer que les données ont été chargées.

```
import pandas as pd

file_path = '/content/sample_data/solargis_pvpotential_countryranking_2020_data.xlsx'
df = pd.read_excel(file_path)

df = df.dropna()

print(df.head())
```

	Unnamed: 0	Unnamed: 1	Unnamed: 2	Unnamed: 3	\
0	ISO_A3	Country or region	Note	World Bank	\nRegion
7	ARG	Argentina	up to parallel 45°S		LCR
33	CAN	Canada	up to parallel 60°N		Other
35	CHL	Chile	up to parallel 45°S		LCR
138	NOR	Norway	up to parallel 60°N		Other

	Basic indicators	Unnamed: 5	Unnamed: 6	\
0	Total population, 2018	Total area, 2018	Evaluated area	
7	44494502	2736690	2475393	
33	37058856	9093510	5785872	
35	18729160	743532	536574	

2.3 Nettoyage du Dataset

J'ai supprimé les lignes contenant des valeurs manquantes (NaN) du Dataset afin de m'assurer que les données sont complètes et prêtes pour l'analyse.

```
df = df.dropna()
```

2.4. Aperçu de la structure du Dataset

Un aperçu initial du Dataset est effectué en utilisant `df.head()` pour confirmer que les données sont correctement chargées. L'examen de `df.columns` permet de clarifier davantage la structure et les champs de données disponibles.

```
print(df.head())
# Column Names
print("Dataset Overview:")
print(df.head())
print("\nColumn Names:")
print(df.columns)
```

2.5 Renommer les colonnes pour plus de clarté

J'ai renommé les colonnes du Dataset pour plus de clarté et supprimé les colonnes inutiles ("Note" et "Extra_Column") pour nettoyer les données. Ensuite, j'ai affiché les noms des colonnes du Dataset nettoyé.

```
df.columns = [
    "ISO_A3", "Country", "Note", "Region", "Population_2018", "Total_Area",
    "Evaluated_Area", "Level_1_Area_Percentage", "HDI_2017", "GDP_per_Capita_2018",
    "Practical_Potential_PVOUT", "Economic_Potential_LCOE", "Seasonality_Index",
    "PV_Equivalent_Area", "Installed_PV_Capacity_MWp", "Installed_PV_Capacity_per_Capita",
    "Access_to_Electricity_Rural", "Power_Consumption_per_Capita", "Supply_Reliability",
    "Electricity_Tariff", "Extra_Column"
]

df_cleaned = df.drop(columns=["Note", "Extra_Column"], errors="ignore")

# Display cleaned dataset structure
print("Cleaned Dataset Columns:")
print(df_cleaned.columns)
```

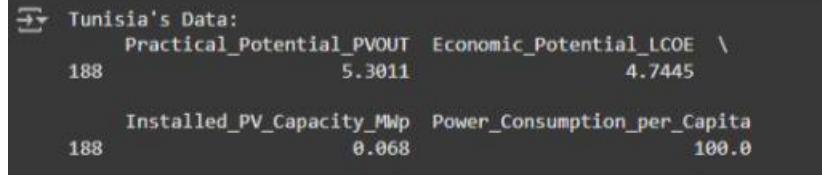
3. Aperçus et indicateurs clés pour la Tunisie

3.1 Analyser le potentiel photovoltaïque de la Tunisie

J'ai sélectionné les lignes où la colonne "Country" est "Tunisia", puis je me suis concentré sur l'affichage de colonnes spécifiques: "Practical_Potential_PVOUT" (solar potential), "Economic_Potential_LCOE" (cost of electricity), "Installed_PV_Capacity_MWp" (installed solar capacity), and "Power_Consumption_per_Capita" (energy consumption per person). Cela m'a aidé à mettre en évidence les indicateurs clés de la situation énergétique de la Tunisie.

```
# Filter data for Tunisia
tunisia_data = df_cleaned[df_cleaned["Country"] == "Tunisia"]

# Display key metrics for Tunisia
print("Tunisia's Data:")
print(tunisia_data[[
    "Practical_Potential_PVOUT", "Economic_Potential_LCOE",
    "Installed_PV_Capacity_MWp", "Power_Consumption_per_Capita"
]])
```

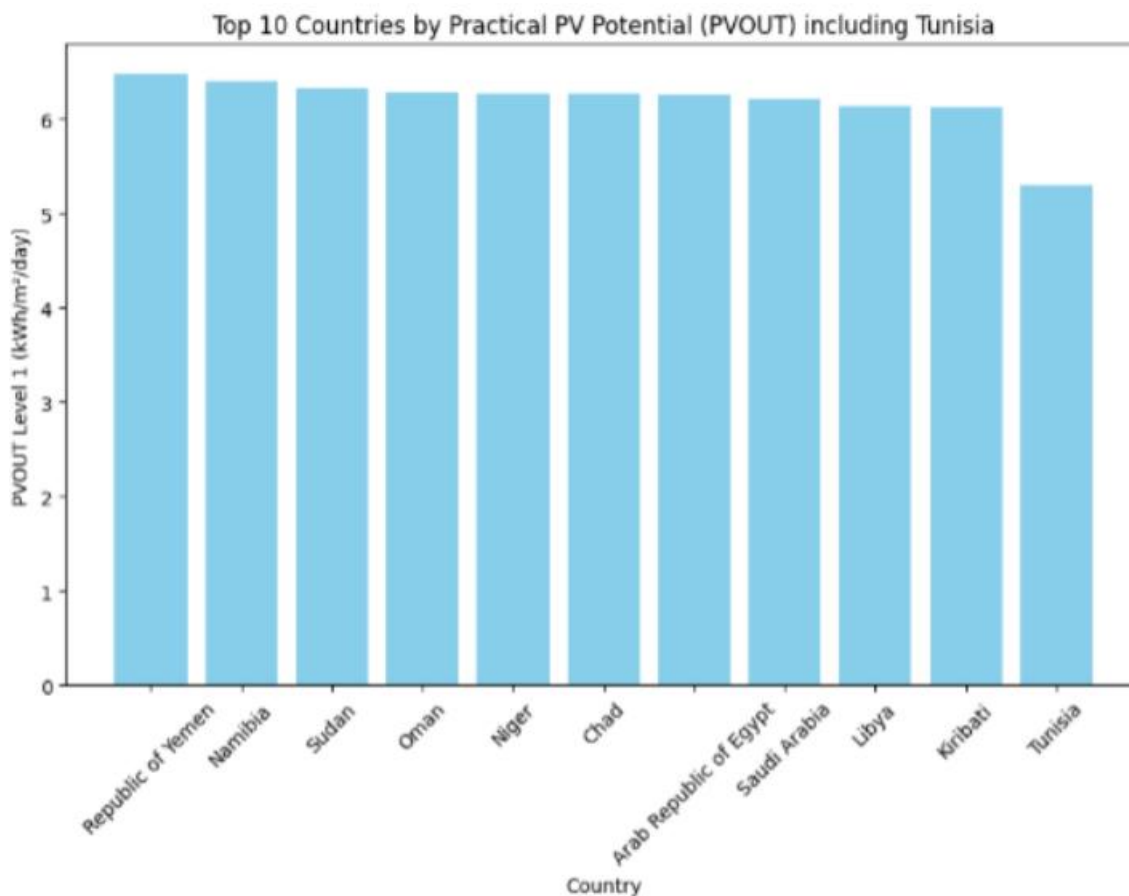


	Practical_Potential_PVOUT	Economic_Potential_LCOE	Installed_PV_Capacity_MWp	Power_Consumption_per_Capita
188	5.3011	4.7445	0.068	100.0

3.2 Top 10 pays par potentiel photovoltaïque pratique

```
# Include Tunisia in the comparison with the top 10 countries by Practical PV Potential (PVOUT)
tunisia_pvout = df_cleaned[df_cleaned["Country"] == "Tunisia"]
top_countries_pvout_with_tunisia = pd.concat([top_countries_pvout, tunisia_pvout])

# Bar chart: Top 10 Countries by Practical PV Potential including Tunisia
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(top_countries_pvout_with_tunisia["Country"], top_countries_pvout_with_tunisia["Practical_Potential_PVOUT"], color="skyblue")
plt.title("Top 10 Countries by Practical PV Potential (PVOUT) including Tunisia")
plt.xlabel("Country")
plt.ylabel("PVOUT Level 1 (kwh/m²/day)")
plt.xticks(rotation=45)
plt.show()
```



3.3 Part de la capacité photovoltaïque installée pour les 5 principaux pays

Le code crée un graphique en secteurs en utilisant les données de capacité solaire installée pour les 5 principaux pays, y compris la Tunisie. Voici une explication de son fonctionnement :

Taille du graphique : ``plt.figure(figsize=(8, 8))`` – Cela définit la taille du graphique à 8x8 pouces.

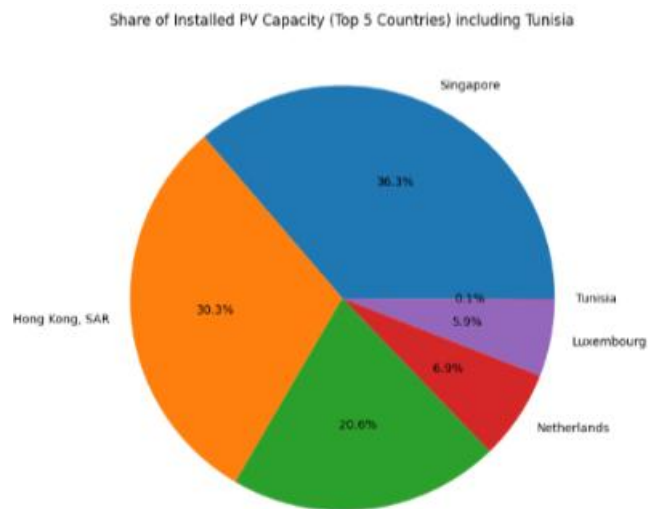
Graphique en secteurs : ``plt.pie(...)`` – Cela crée le graphique en secteurs :

- Il utilise les données de "Installed_PV_Capacity_MWp" pour la taille de chaque portion.
- Il étiquette les portions avec les noms des pays issus de la colonne "Country".
- Il affiche le pourcentage de chaque portion avec ``autopct="%1.1f%%"``.
- Il utilise les couleurs de la palette de couleurs tab10.

Titre : ``plt.title(...)`` – Cela ajoute le titre au graphique.

Affichage : ``plt.show()`` – Cela affiche le graphique en secteurs.


```
# Pie chart: Share of Installed PV Capacity for Top 5 Countries including Tunisia
plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.pie(top_5_installed_with_tunisia["Installed_PV_Capacity_MWp"], labels=top_5_installed_with_tunisia["Country"], autopct="%1.1f%%", colors=plt.cm.tab10.colors)
plt.title("Share of Installed PV Capacity (Top 5 Countries) including Tunisia")
plt.show()
```



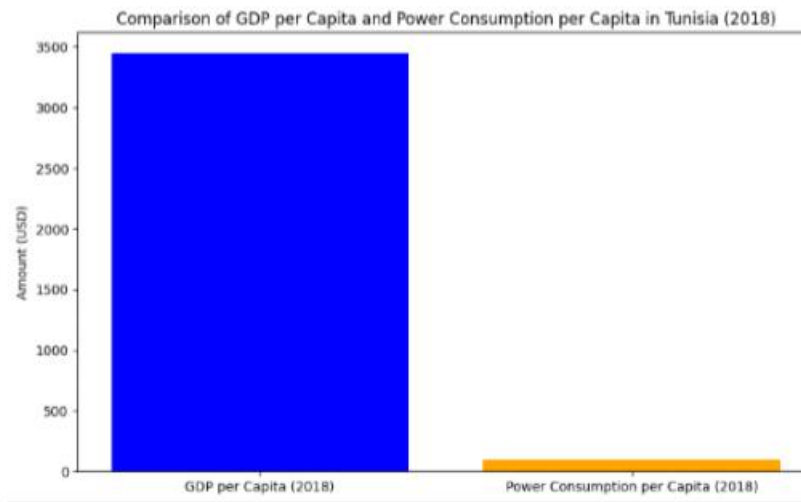
3.4 PIB par habitant et consommation d'énergie pour la Tunisie

Le code commence par définir la taille du graphique à 10x6 pouces avec `plt.figure(figsize=(10, 6))`. Ensuite, il crée un graphique en barres à l'aide de `plt.bar()`, où l'axe des x représente deux catégories : "PIB par habitant (2018)" et "Consommation d'énergie par habitant (2018)". L'axe des y montre les valeurs correspondantes pour le PIB et la consommation d'énergie par habitant en 2018 pour la Tunisie, extraites du jeu de données. Les barres sont codées par couleur, le bleu représentant le PIB et l'orange représentant la consommation d'énergie. Le graphique est intitulé "Comparaison du PIB par habitant et de la consommation d'énergie par habitant en Tunisie (2018)" et l'axe des y est étiqueté "Montant (USD)". Enfin, le graphique est affiché à l'aide de `plt.show()`.

```
# Bar chart: GDP per Capita and Power Consumption for Tunisia
plt.figure(figsize=(10, 6))

# Bar chart for GDP and Power Consumption
plt.bar(["GDP per Capita (2018)", "Power Consumption per Capita (2018)"],
        [tunisia_data["GDP_per_Capita_2018"].values[0], tunisia_data["Power_Consumption_per_Capita"].values[0]],
        color=["blue", "orange"])

plt.title("Comparison of GDP per Capita and Power Consumption per Capita in Tunisia (2018)")
plt.ylabel("Amount (USD)")
plt.show()
```



3.5 Potentiel photovoltaïque pratique (PVOUT) pour la Tunisie

Le code génère un graphique linéaire pour visualiser le potentiel solaire pratique (PVOUT) pour la Tunisie. Il définit la taille du graphique à 10x6 pouces et trace les données de la colonne "Practical_Potential_PVOUT", en marquant chaque point avec un marqueur circulaire et en utilisant une ligne verte. Le graphique est intitulé "Potentiel photovoltaïque pratique (PVOUT) pour la Tunisie", avec l'axe des x étiqueté "Tunisie" et l'axe des y étiqueté "Niveau PVOUT 1 (kWh/m²/jour)". Des lignes de grille sont ajoutées pour une meilleure lisibilité, et le graphique est affiché pour illustrer le potentiel solaire de la Tunisie de manière claire et accessible.

```
# Line chart: Practical PV Potential (PVOUT) for Tunisia
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(tunisia_data["Practical_Potential_PVOUT"], marker='o', color='green')
plt.title("Practical PV Potential (PVOUT) for Tunisia")
plt.xlabel("Tunisia")
plt.ylabel("PVOUT Level 1 (kWh/m²/day)")
plt.grid(True)
plt.show()
```

