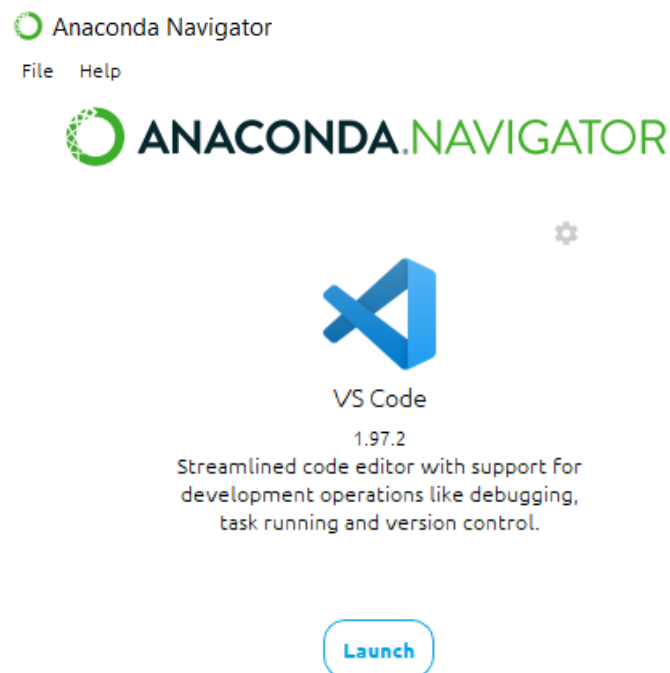


I. Generation d'un dataset avec jupyter:

I.1. Utilisation d'anaconda et jupyter :

Pour utiliser Jupyter, il est nécessaire d'installer le navigateur Anaconda et de configurer l'extension VS Code.



Anaconda est une distribution open-source de Python conçue pour la science des données et le machine learning, incluant des bibliothèques comme NumPy, Pandas et scikit-learn. Il gère les environnements via *conda*, facilitant l'installation et l'isolation des dépendances. Jupyter, quant à lui, est une application web interactive permettant de créer et partager des notebooks (.ipynb), où l'on peut exécuter du code et visualiser des résultats en temps réel. Il supporte plusieurs langages comme Python. Dans VS Code, l'extension *Jupyter* permet d'ouvrir, modifier et exécuter ces notebooks directement dans l'éditeur, offrant une expérience interactive similaire à Jupyter Notebook avec des cellules de code exécutables et des visualisations intégrées.

I.2. Explication de notre code qui génère le dataset :

I.2.1. Import des bibliothèques nécessaires :

```
# Importer les bibliothèques nécessaires
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

Dans cette partie, nous importons les bibliothèques nécessaires pour exécuter le code. Nous utilisons pandas pour manipuler les données et créer des tableaux, numpy pour générer des données aléatoires et effectuer des calculs, et matplotlib.pyplot pour créer des graphiques et visualiser les données.

I.2.2. les données d'irradiation solaire :

```
# Données fournies dans masen
GHI = 1979 # Global Horizontal Irradiance en kWh/m²
GTI = 2231 # Global Tilted Irradiance en kWh/m²

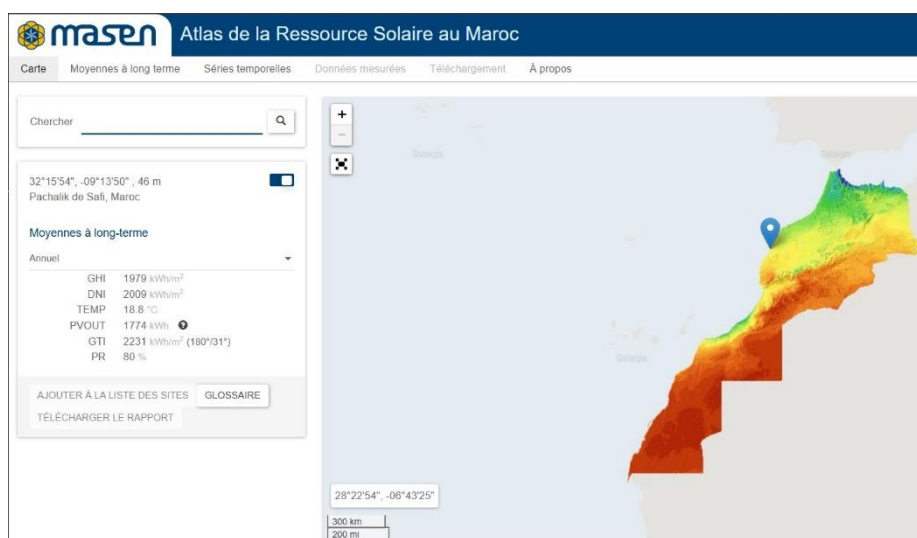
# Conversion de GTI en W/m² (intensité solaire)
intensite_solaire_gti = (GTI * 1000) / 8760 # Conversion de kWh/m² à W/m²
```

Ici, nous convertissons les données d'irradiation solaire de kWh/m² à W/m². Nous utilisons la valeur GTI (irradiation solaire sur une surface inclinée) car elle est plus adaptée aux applications automobiles. La conversion se fait à l'aide de la formule suivante :

$$\text{intensite_solaire_gti} = \frac{GTI \times 1000}{8760}$$

où 8760 est le nombre d'heures dans une année.

Cette data est donnée par (atlas de la ressource solaire au Maroc).



32°15'54", -09°13'50", 46 m
Pachalik de Safi, Maroc

Moyennes à long-terme

Annuel

GHI	1979 kWh/m ²
DNI	2009 kWh/m ²
TEMP	18.8 °C
PVOUT	1774 kWh 
GTI	2231 kWh/m ² (180°/31°)
PR	80 %

AJOUTER À LA LISTE DES SITES
GLOSSAIRE

TÉLÉCHARGER LE RAPPORT

I.2.3. Création d'un ensemble de données (200 échantillons) :

Dans cette partie, nous créons un ensemble de données contenant 200 lignes (échantillons) de données aléatoires. Chaque colonne est générée à l'aide de numpy pour produire des valeurs aléatoires dans des plages spécifiques. Par exemple :

- **debit d'air** : Débit d'air (valeurs entre 200 et 600 m³/h).
- **temperature intern** : Température interne (valeurs entre 6 et 35 °C).
- **intensite solaire** : Intensité solaire (valeurs autour de intensite_solaire_gti avec de légères variations).

Toutes les valeurs sont arrondies à 2 décimales à l'aide de **np.round(2)**.

```
# Créer un dataset pour simuler la consommation d'énergie d'une Toyota C-HR
num_rows = 200 # Nombre de lignes dans le dataset

# Générer des données aléatoires pour chaque colonne
data = {
    'debit d\'air': np.round(np.random.uniform(200, 600, num_rows), 2), # Débit d'air en m³/h
    'temperature intern': np.round(np.random.uniform(6, 35, num_rows), 2), # Température interne en °C
    'nombre de pasagere': np.random.randint(1, 6, num_rows), # Nombre de passagers (1 à 5)
    'temperature consigne': np.round(np.random.uniform(18, 25, num_rows), 2), # Température de consigne en °C
    'intensite solaire': np.round(np.random.normal(intensite_solaire_gti, 50, num_rows), 2), # Intensité solaire en W/m²
    'puissance d\'equipement': np.round(np.random.uniform(500, 2000, num_rows), 2), # Puissance des équipements en W
    'mass d\'air': np.round(np.random.uniform(1, 5, num_rows), 2), # Masse d'air en kg
    'vitesse de voiture': np.round(np.random.uniform(0, 180, num_rows), 2), # Vitesse de la voiture en km/h
    'temperature externe': np.round(np.random.uniform(6, 35, num_rows), 2) # Température externe en °C (plage ajustée)
}
```

- **Température externe :** Pour la température externe, nous utilisons les données pour la ville de Safi de l'année 2024 [1].

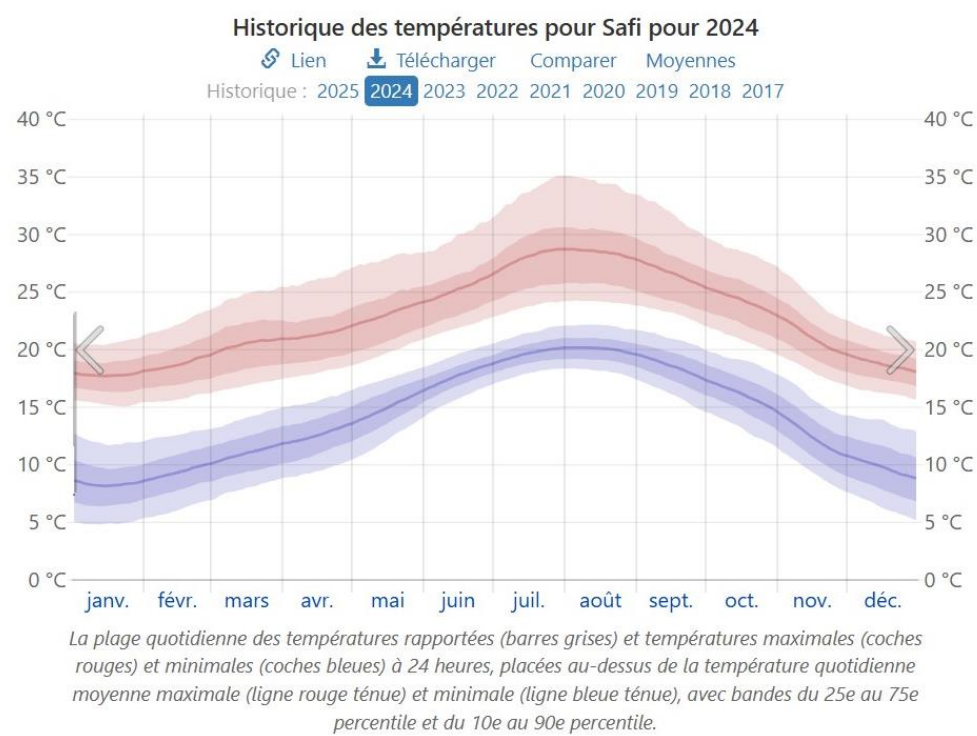


Figure 1: entre 6 et 35.

- **vitesse de voiture :**

5. Toyota C-HR hybride rechargeable (2024) - La fiche technique

Toyota C-hr 2 II 2.0 HYBRIDE RECHARGEABLE 225 COLLECTION PREMIERE	
Vitesse maximum	180 km/h
Accélération de 0 à 100 km/h	7.4 s
Volume du réservoir	43 L
Emissions de CO2	19 g/km (wltp)

28 autres lignes • 15 mar. 2024

I.2.4. Conversion en dataframe et la différence de température et humidite :

```
# Convertir les données en DataFrame
df = pd.DataFrame(data)

# Ajouter une colonne pour l'humidité relative (en %)
df['humidite'] = np.round(np.random.uniform(30, 70, num_rows), 2) # Humidité entre 30% et 70%

# Ajouter une colonne pour la différence de température
df['différence_temperature'] = abs(df['température intern'] - df['température externe']).round(2)
```

Après avoir créé les données, nous les convertissons en `DataFrame` à l'aide de `pandas`. Ensuite, nous calculons la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur (`difference_temperature`) en utilisant la valeur absolue (`abs`). Le résultat est arrondi à 2 décimales. Ensuite Nous ajoutons une colonne pour l'humidité relative, qui varie entre 30% et 70%.

I.2.5. Calcul de la consommation d'énergie :

```
# Constantes pour les calculs
efficacite_climatisation = 0.8 # Efficacité du système de climatisation (80%)
facteur_utilisation = 0.9 # Facteur d'utilisation des équipements (90%)
coefficient_aerodynamique = 0.3 # Coefficient aérodynamique de la voiture
facteur_absorption = 0.7 # Facteur d'absorption de l'énergie solaire
capacite_thermique_air = 1.006 # Capacité thermique de l'air en kJ/kg·K

# Paramètres pour le calcul de la charge thermique
surface_vitree = 5 # Surface vitrée en m²
facteur_solaire = 0.6 # Facteur solaire du verre
surface_parois = 10 # Surface des parois exposées en m²
coefficient_transmission = 2.5 # Coefficient de transmission thermique en W/m²·K
chaleur_passager = 100 # Chaleur produite par passager en W
capacite_thermique_massique_air = 1005 # Capacité thermique massique de l'air en J/kg·K
```

- **Efficacité du système de climatisation** (`efficacite_climatisation = 0.8`) :

L'efficacité d'un système de climatisation dépend de la technologie utilisée. Une efficacité de 80% signifie que 80% de l'énergie électrique est convertie en refroidissement, tandis que 20% est perdue sous forme de chaleur ou d'autres pertes. Cette valeur est réaliste pour un système de climatisation moderne dans un véhicule.

- **Facteur d'utilisation des équipements** (`facteur_utilisation = 0.9`) :

Ce facteur représente la proportion de temps pendant laquelle les équipements électriques (comme la radio, les écrans, etc.) sont utilisés. Une valeur de 90% signifie que les équipements fonctionnent à 90% de leur capacité maximale en moyenne.

- **Coefficient aérodynamique** (`coefficient_aerodynamique = 0.3`) :

Le coefficient aérodynamique représente la résistance de l'air sur le véhicule. Une valeur de 0.3 est typique pour une voiture moderne avec une bonne conception aérodynamique. Plus ce coefficient est faible, moins la voiture est affectée par la résistance de l'air.

- **Facteur d'absorption de l'énergie solaire ($\text{facteur_absorption} = 0.7$) :**

Ce facteur représente la proportion de l'énergie solaire absorbée par la carrosserie et les vitres du véhicule. une valeur de 70% signifie que 70% de l'énergie solaire est absorbée, tandis que 30% est réfléchi ou dissipée.

- **Capacité thermique de l'air ($\text{capacite_thermique_air} = 1.006 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$) :**

La capacité thermique de l'air est une propriété physique qui représente la quantité d'énergie nécessaire pour élever la température de 1 kg d'air de 1°C. Cette valeur est une constante physique bien connue pour l'air sec à pression atmosphérique normale.

- **Surface vitrée ($\text{surface_vitree} = 5 \text{ m}^2$) :**

La Toyota C-HR 2024 est un SUV compact avec une conception moderne et des vitres relativement grandes, notamment :

- Un pare-brise large.
- Des vitres latérales généreuses.
- Une lunette arrière inclinée et spacieuse.

En tenant compte de ces éléments, la surface vitrée totale est estimée à environ **5 m²**.

- **Facteur solaire du verre ($\text{facteur_solaire} = 0.6$) :**

Le facteur solaire représente la proportion de l'énergie solaire qui traverse les vitres, Une valeur de 60% signifie que 60% de l'énergie solaire est transmise à l'intérieur du véhicule, tandis que 40% est réfléchi ou absorbée par le verre.

- **Surface des parois exposées ($\text{surface_parois} = 10 \text{ m}^2$) :**

La Toyota C-HR 2024 a une carrosserie plus large et plus volumineuse que les voitures compactes classiques, en raison de son design SUV.

Les parois incluent :

- Les portes avant et arrière.

- Le toit.
- Le hayon arrière.

En tenant compte de ces éléments, la surface des parois exposées est estimée à environ **10 m²**, Cette valeur reflète la taille et la forme du véhicule, qui est plus grande que celle d'une voiture standard.

- **Coefficient de transmission thermique des parois (coefficient_transmission = 2.5 W/m²·K) :**

Ce coefficient représente la facilité avec laquelle la chaleur traverse les parois du véhicule, Une valeur de 2.5 W/m²·K est typique pour une voiture avec une isolation thermique moyenne.

- **Chaleur produite par passager (chaleur_passager = 100 W) :**

Un passager produit environ 100 W de chaleur en raison de son métabolisme (respiration , transpiration, etc.), Cette valeur est couramment utilisée dans les calculs de charge thermique.

- **Capacité thermique massique de l'air (capacite_thermique_massique_air = 1005 J/kg·K) :**

Cette valeur représente la quantité d'énergie nécessaire pour élever la température de 1 kg d'air de 1°C, C'est une constante physique bien connue pour l'air sec à pression atmosphérique normale.

```
# Calculer la charge thermique totale et la puissance de climatisation
df['Qsolaire'] = surface_vitree * facteur_solaire * df['intensite_solaire']
df['Qparois'] = surface_parois * coefficient_transmission * df['difference_temperature']
df['Qinterne'] = df['nombre de pasagere'] * chaleur_passager + df['puissance d\equipement']
df['Qair'] = (df['debit d\'air'] / 3600) * capacite_thermique_massique_air * df['difference_temperature']
df['Qtotale'] = df['Qsolaire'] + df['Qparois'] + df['Qinterne'] + df['Qair']
df['puissance_climatisation'] = df['Qtotale'] * 1.10 # Ajouter 10% de marge
```

I.2.6. Charge thermique due au rayonnement solaire (Qsolaire) :

$$Q_{\text{solaire}} = A_{\text{vitre}} \times S \times G$$

- **Avitre** : Surface vitrée exposée au soleil (en m²).

- **S** : Facteur solaire du verre (proportion de l'énergie solaire transmise à travers les vitres).
- **G** : Intensité de l'énergie solaire (en W/m²).

I.2.7. Charge thermique due aux parois (Q_{parois}) :

$$Q_{\text{parois}} = A_{\text{parois}} \times U \times \Delta T$$

A_{parois} : Surface des parois exposées à l'extérieur (en m²).

U : Coefficient de transmission thermique des parois (en W/m²·K).

ΔT: Différence de température entre l'extérieur et l'intérieur (en °C).

I.2.8. Charge thermique interne (Q_{interne}) :

$$Q_{\text{interne}} = N \times Q_{\text{passager}} + P_{\text{eqp}}$$

N: Nombre de passagers dans le véhicule.

Q_{passager} : Chaleur produite par passager (en W).

P_{eqp}: Puissance des équipements électriques en fonctionnement (en W).

I.2.9. Charge thermique due au renouvellement d'air (Q_{air}) :

$$Q_{\text{air}} = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

M' : Débit d'air renouvelé (en kg/s).

C_p : Capacité thermique massique de l'air (en J/kg·K).

ΔT : Différence de température entre l'extérieur et l'intérieur (en °C).

I.2.10. Charge thermique totale (Q_{totale}) :

$$Q_{\text{totale}} = Q_{\text{solaire}} + Q_{\text{parois}} + Q_{\text{interne}} + Q_{\text{air}}$$

La charge thermique totale est la somme de toutes les charges thermiques individuelles.

I.2.11. Puissance de climatisation (puissance_climatisation) :

$$P_{\text{climatisation}} = Q_{\text{totale}} \times 1.10$$

La puissance de climatisation est calculée en ajoutant une marge de 10% à la charge thermique totale pour garantir que le système de climatisation est suffisamment puissant.

Résumé :

Dans cette partie du code, nous avons ajouté des calculs pour déterminer la charge thermique totale et la puissance de climatisation nécessaire dans un véhicule. La charge thermique totale est composée de quatre éléments principaux :

1. **La charge due au rayonnement solaire (Q_{solaire}) :** Elle est calculée en multipliant la surface vitrée exposée au soleil par le facteur solaire du verre et l'intensité de l'énergie solaire.
2. **La charge due aux parois (Q_{parois}) :** Elle est déterminée en fonction de la surface des parois exposées, du coefficient de transmission thermique des parois, et de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.
3. **La charge interne (Q_{interne}) :** Elle inclut la chaleur produite par les passagers (environ 100 W par personne) et la puissance des équipements électriques en fonctionnement.
4. **La charge due au renouvellement d'air (Q_{air}) :** Elle est calculée en fonction du débit d'air renouvelé, de la capacité thermique massique de l'air, et de la différence de température.

Une fois ces charges individuelles calculées, la charge thermique totale (**Q_{totale}**) est obtenue en les additionnant. Enfin, la puissance de climatisation est déterminée en ajoutant une marge de 10% à la charge thermique totale pour garantir que le système de climatisation est

suffisamment puissant. Ces calculs permettent de simuler avec précision les besoins en climatisation du véhicule en fonction des conditions environnementales et des paramètres internes.

I.2.12. Sauvegarde les données dans un fichier CSV :

```
# Sauvegarder le dataset dans un fichier CSV
df.to_csv('toyota_chr_energy_consumption.csv', index=False)

# Charger le dataset depuis le fichier CSV (pour démonstration)
df = pd.read_csv('toyota_chr_energy_consumption.csv')
```

Nous sauvegardons les données dans un fichier CSV à l'aide de la fonction `to_csv()`. Cela nous permet de conserver les données pour une utilisation ultérieure ou de les partager avec d'autres. Ensuite Nous chargeons les données à partir du fichier CSV pour nous assurer qu'elles ont été sauvegardées correctement.

I.2.13. Visualisation des données :

Nous créons des graphiques pour visualiser la distribution de chaque variable en utilisant matplotlib. Nous utilisons `scatter` pour tracer la relation entre l'index et les valeurs de chaque variable. Des titres, des étiquettes d'axes et une grille sont ajoutés pour faciliter la lecture des graphiques.

```
# Afficher les premières lignes du dataset
print("Aperçu du dataset avec la charge thermique et la puissance de climatisation :")
print(df.head())

# Visualisation des données avec matplotlib

# 1. Charge thermique totale en fonction de la température externe
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.scatter(df['temperature_externe'], df['Qtotale'], color='blue', alpha=0.7, label='Charge thermique totale')
plt.title('Charge thermique totale en fonction de la température externe', fontsize=14, fontweight='bold')
plt.xlabel('Température externe (°C)', fontsize=12)
plt.ylabel('Charge thermique totale (W)', fontsize=12)
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.6)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

# 2. Puissance de climatisation en fonction de l'humidité
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.scatter(df['humidite'], df['puissance_climatisation'], color='green', alpha=0.7, label='Puissance de climatisation')
plt.title('Puissance de climatisation en fonction de l\'humidité', fontsize=14, fontweight='bold')
plt.xlabel('Humidité relative (%)', fontsize=12)
plt.ylabel('Puissance de climatisation (W)', fontsize=12)
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.6)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Nous répétons le même processus pour visualiser la distribution des autres variables, telles que la température interne, l'intensité solaire, la puissance des équipements, la vitesse de la voiture et la température externe.

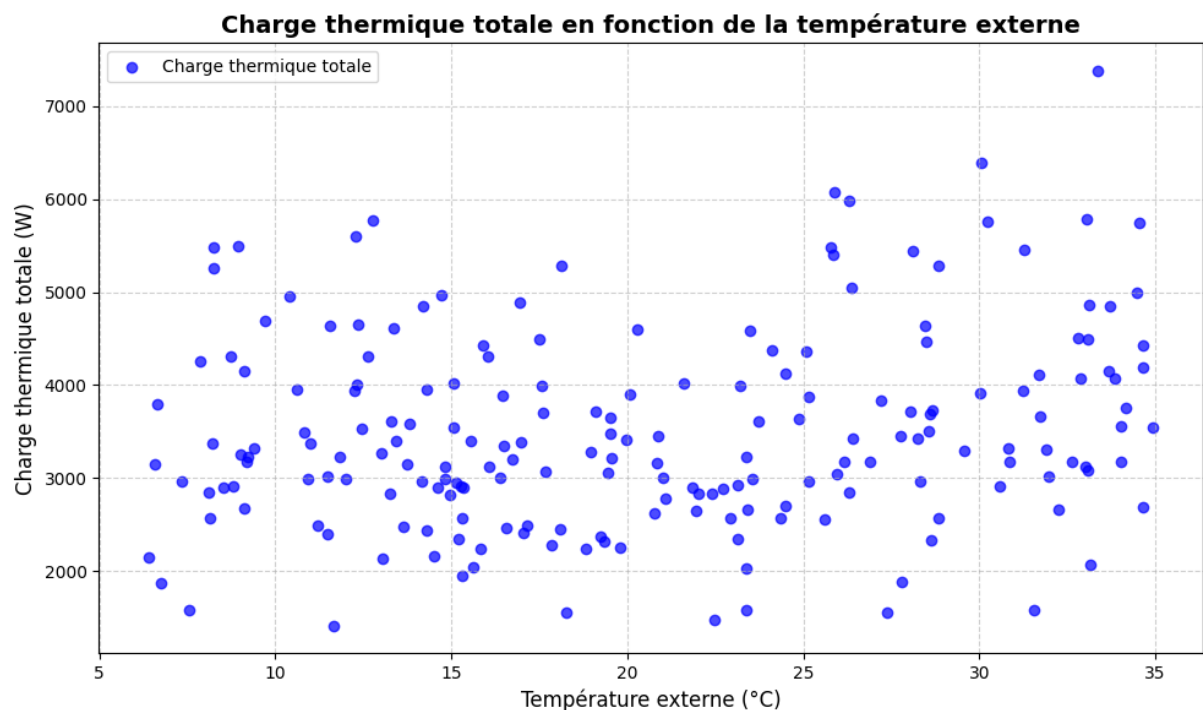
Aperçu du dataset avec la charge thermique et la puissance de climatisation :

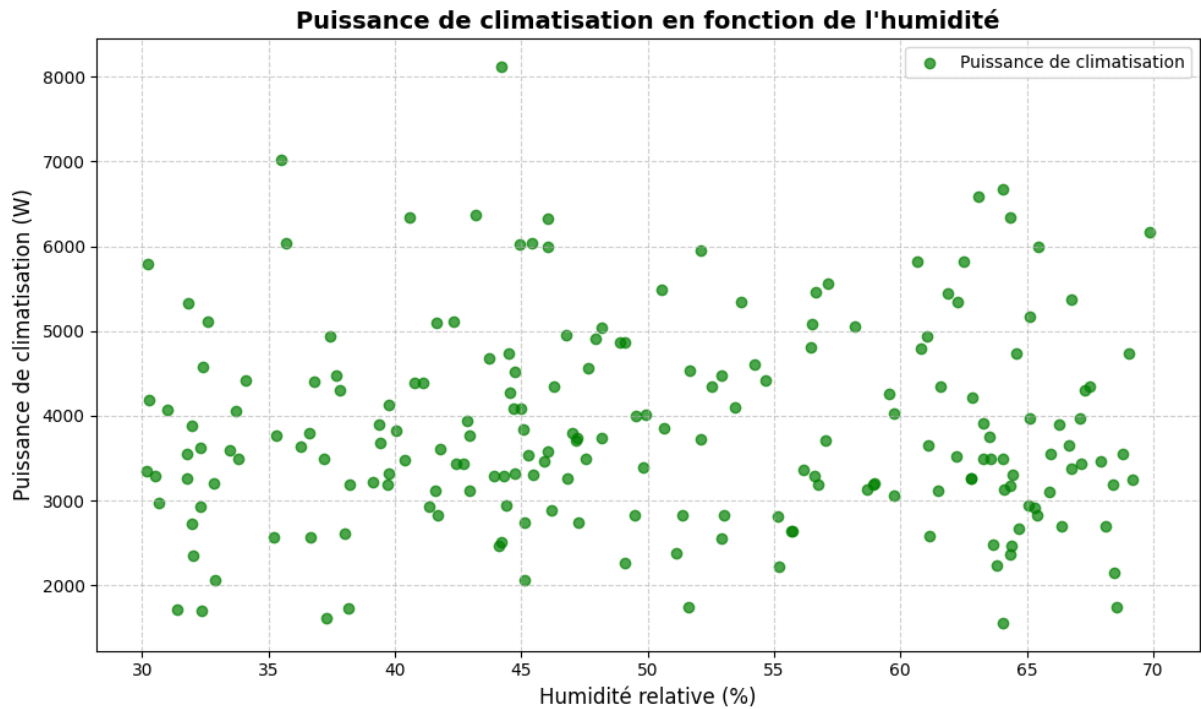
	debit d'air	temperature intern	nombre de pasagere	temperature consigne	\
0	460.72	15.60	2	18.19	
1	427.82	28.35	3	21.14	
2	588.65	28.33	2	19.44	
3	305.55	18.23	4	23.59	
4	586.29	29.55	4	21.26	

	intensite solaire	puissance d'equipement	mass d'air	vitesse de voiture	\
0	256.82	1962.70	3.67	35.46	
1	249.34	1525.14	3.75	68.69	
2	158.47	692.48	3.48	23.44	
3	327.68	502.87	4.93	64.09	
4	269.64	856.58	3.85	104.84	

	temperature externe	humidite	difference_temperature	Qsolaire	Qparois	\
0	25.37	84.42	9.77	616.368	195.4	
1	7.77	83.94	20.58	598.416	411.6	
2	23.37	60.55	4.96	380.328	99.2	
3	19.47	87.23	1.24	786.432	24.8	
4	34.02	45.60	4.47	647.136	89.4	

	Qinterne	Qair	Qtotale	puissance_climatisation
0	2162.70	1256.594603	4231.062603	4654.168864
1	1825.14	2457.932855	5293.088855	5822.397741
2	892.48	815.084033	2187.092033	2405.801237
3	902.87	105.771225	1819.873225	2001.860547
4	1256.58	731.616634	2724.732634	2997.205897





I.3. Conclusion :

Ce code permet de générer un ensemble de données pour simuler la consommation d'énergie d'une Toyota C-HR en utilisant des données aléatoires créées avec la bibliothèque ``numpy``, toutes arrondies à deux décimales pour garantir la précision. La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est calculée et ajoutée comme nouvelle colonne dans le dataset. Ensuite, la distribution des variables telles que le débit d'air, la température interne, l'intensité solaire, la puissance des équipements, la vitesse de la voiture et la température externe est visualisée à l'aide de ``matplotlib``. Nous avons également intégré des calculs pour déterminer la charge thermique totale et la puissance de climatisation nécessaire. La charge thermique totale inclut la chaleur due au rayonnement solaire, aux parois, aux passagers et aux équipements, ainsi qu'au renouvellement d'air. Ces charges sont additionnées pour obtenir la charge thermique totale, à laquelle une marge de 10% est ajoutée pour calculer la puissance de climatisation requise. Ces ajouts permettent une analyse approfondie des relations entre les variables et une estimation précise des besoins en énergie pour le confort thermique du véhicule.

[1] : <https://fr.weatherspark.com/h/y/147661/2024/M%C3%A9t%C3%A9o-historique-en-2024-%C3%A0-Safi-Maroc#Figures-Temperature>