

# La hausse de l'émission de CO2, une cause du réchauffement climatique

Voici le tableau de la répartition des taches :

```
taches = ["Somme-Emission CO2 dans le monde",
          "Moyenne-Emission CO2 dans le monde",
          "Somme-Pays",
          "Moyenne-Pays",
          "Map interactive",
          "Somme-Emission CO2 par secteur",
          "Production generale d'electricite",
          "Emission CO2 Transport-Barre",
          "Brazil Ama"],

          ["Emission CO2 par moyen de transport-Camembert",
          "Projection- Emission CO2 par moyen de transport",
          "Shareforest B&I",
          "Deforestation",
          "Source de prod. d'electricite"]

taches_df = pd.DataFrame(taches, index = ["Audric","Jonathan"])

taches_df
```

	0	1
Audric	Somme-Emission CO2 dans le monde	Moyenne-Emission CO2 dans le monde
Jonathan	Emission CO2 par moyen de transport-Camembert	Projection- Emission CO2 par moyen de tran

Suite à la situation actuelle de la planete, nous nous interesserons au réchauffement climatique dont la principale cause est le gaz à effet de serre du à la hausse du CO2. Nous présenterons

dans ce document quels ont été les différents secteurs ayant eu un impact sur la hausse de l'émission de CO2 ces dernières années. Pour répondre à cette problématique nous étudierons dans un premier temps le CO2 dans le monde et par la suite les principaux secteurs d'émissions de CO2

## I - Le CO2 dans le monde

### 1 - Les continents

Tout d'abord les continents, ci-dessous nous avons deux cartes nous informant de la somme et la moyenne des émissions de CO2 en 2019. Voici la première représentant la somme.

```
#!/pip install geopandas
import geopandas as gp
#!/pip install folium matplotlib mapclassify
import folium
#Importation des differentes librairy tel que numpy,pandas,seaborn,matplotlib,
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import pandas as pd
import seaborn as sns

#lecture et affichage de world provenant de geopandas
world = gp.read_file(gp.datasets.get_path('naturalearth_lowres'))
world.head()

#Lecture et affichage d'un jeu de données, contenant les émisssions de CO2 en KT dans le m
data = pd.read_csv("CO2KT.csv",sep =",",header = 2)
data.head()

#supression des colonnes que je ne compte pas utiliser sur data
#création d'une variable année afin de garder les 30 dernieres année
année = data.drop(["Indicator Name","Indicator Code","1960","1961","1962","1963","1964","1965","1966","1967","1968","1969","1970","1971","1972","1973","1974","1975","1976","1977","1978","1979","1980","1981","1982","1983","1984","1985","1986","1987","1988","1989","1990","1991","1992","1993","1994","1995","1996","1997","1998","1999","2000","2001","2002","2003","2004","2005","2006","2007","2008","2009","2010","2011","2012","2013","2014","2015","2016","2017","2018","2019","2020","2021","2022","2023","2024","2025","2026","2027","2028","2029","2030"])
data.drop(["Indicator Name","Indicator Code","1960","1961","1962","1963","1964","1965","1966","1967","1968","1969","1970","1971","1972","1973","1974","1975","1976","1977","1978","1979","1980","1981","1982","1983","1984","1985","1986","1987","1988","1989","1990","1991","1992","1993","1994","1995","1996","1997","1998","1999","2000","2001","2002","2003","2004","2005","2006","2007","2008","2009","2010","2011","2012","2013","2014","2015","2016","2017","2018","2019","2020","2021","2022","2023","2024","2025","2026","2027","2028","2029","2030"])
data.head()
année.head()

#breve statistique sur data et année
data.describe()
année.describe()
```

```

#affichage des dimensions de nos deux dataframes
année.shape
data.shape

#renommer la colonne iso_a3 car elle correspond a Country code
world.rename(columns = {"iso_a3":"Country Code"}, inplace = True)

#création d'une colonne somme pour avoir la somme des émissions sur les 30 dernières années
année["somme"] = année.sum(axis= 1, numeric_only = True)
#création d'une colonne moyenne pour avoir la somme des émissions sur les 30 dernières années
année["moyenne"] = année.mean(axis = 1, numeric_only = True)
année

#fusion de année et world afin de créer une carte par la suite
année = world.merge(année, how = "inner", on = "Country Code", sort = True)

#Extraction de country, somme et geometry dans une variable représentant la somme par pays
annéesS = année[["Country Name","somme","geometry"]]
annéesS

#Extraction de country, moyenne et geometry dans une variable représentant la moyenne par
annéeM = année[["geometry","moyenne","Country Name"]]
annéeM

#fusion entre world et data pour établir un groupby plus tard
w = world.merge(data, how = "inner", on = "Country Code", sort = True)

#suppression des colonnes qui ne vont pas être utilisées et affichage pour vérifier la fusion
w.drop(["Country Code","gdp_md_est"],axis = 1, inplace = True)
w.head()

#Statistique rapide
w.describe()

#somme d'émission de co2 par continent en 2019
continentsum = w.dissolve('continent',aggfunc = np.sum)
continentsum2019 = continentsum[["geometry","2019"]]
continentsum2019

#création d'une carte représentant les émissions de CO2 par continent en 2019
plt.figure()

```

```

ax1 = continentsum2019.plot(figsize = (20,8),
                           cmap="summer", edgecolor="k",
                           legend = True,
                           scheme = "equal_interval",
                           column = "2019",
                           k = 5,
                           legend_kwds={"loc" : "lower left", 'interval':True, 'fontsize':10})

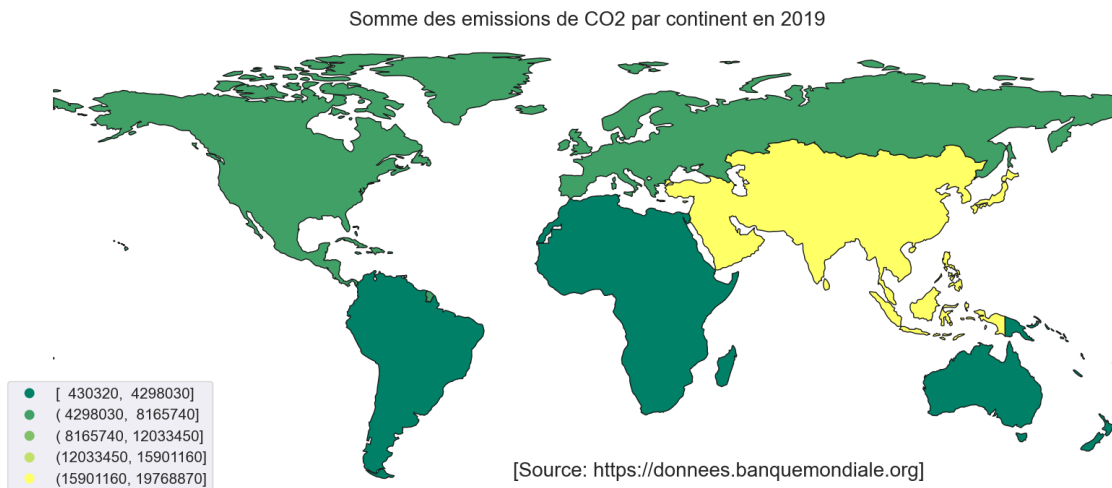
ax1.axis(False)

title = "Somme des emissions de CO2 par continent en 2019"
plt.title(title,fontsize=20)

plt.text(-25,-55,'[Source: https://donnees.banquemondiale.org]', fontsize=20)
plt.savefig("Sommecontinent2019.png")

```

<Figure size 640x480 with 0 Axes>



La seconde, informant sur la moyenne des émissions en 2019 par continent

```

#moyenne d'émission de co2 par continent en 2019
continent = w.dissolve('continent',aggfunc = np.mean)
continent2019 = continent[["geometry","2019"]]
continent2019

```

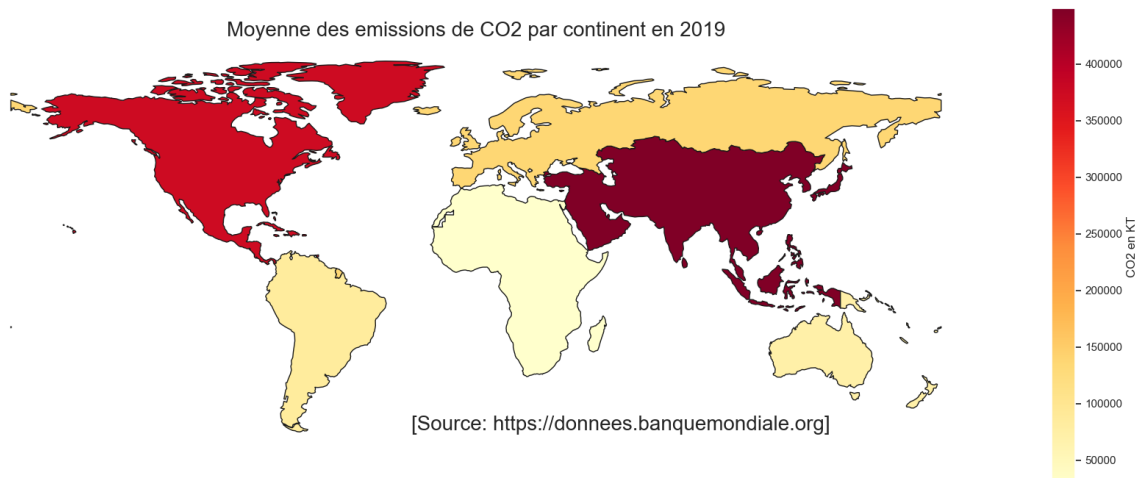
```
#création d'une carte représentant la moyenne des émissions de CO2 par continent en 2019
plt.figure()
ax2 = continent2019.plot(figsize = (20,8),
                        cmap='YlOrRd',edgecolor="k", legend = True,
                        column = "2019",
                        legend_kwds = {'label':'CO2 en KT'})

ax2.axis(False)

title = "Moyenne des emissions de CO2 par continent en 2019"
plt.title(title,fontsize=20)

plt.text(-25,-55,'[Source: https://donnees.banquemondiale.org]', fontsize=20)
plt.savefig("Meancontinent2019.png")
```

<Figure size 640x480 with 0 Axes>



## 2 - Les pays

Nous observerons la somme et la moyenne des émissions de CO2 sur les 30 dernières années par pays, commençons par la somme ci-dessous.

```
plt.figure()
ax3 = annéeS.plot(figsize = (20,8),
                  cmap='crest',edgecolor="k", legend = True,
```

```

        scheme = "equal_interval",
        column = "somme",
        k = 5,
        legend_kwds={"loc" : "lower left",'interval':True,'fontsize':15,'f

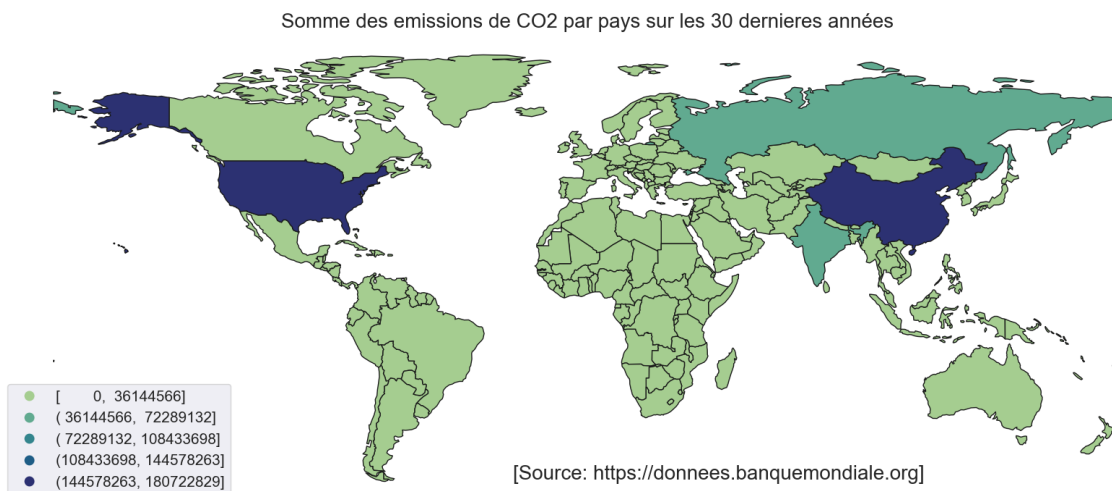
ax3.axis(False)

title = "Somme des emissions de CO2 par pays sur les 30 dernieres années"
plt.title(title,fontsize=20)

plt.text(-25,-55,'[Source: https://donnees.banquemondiale.org]', fontsize=20)
plt.savefig("sommePays.png")

```

<Figure size 640x480 with 0 Axes>



Et maintenant, la moyenne des émissions de CO2 par pays.

```

plt.figure()
ax4 = annéeM.plot(figsize = (20,8),
                  cmap='flare',edgecolor="k", legend = True,
                  column = "moyenne",
                  legend_kwds ={'label':'CO2 en KT'})

ax4.axis(False)

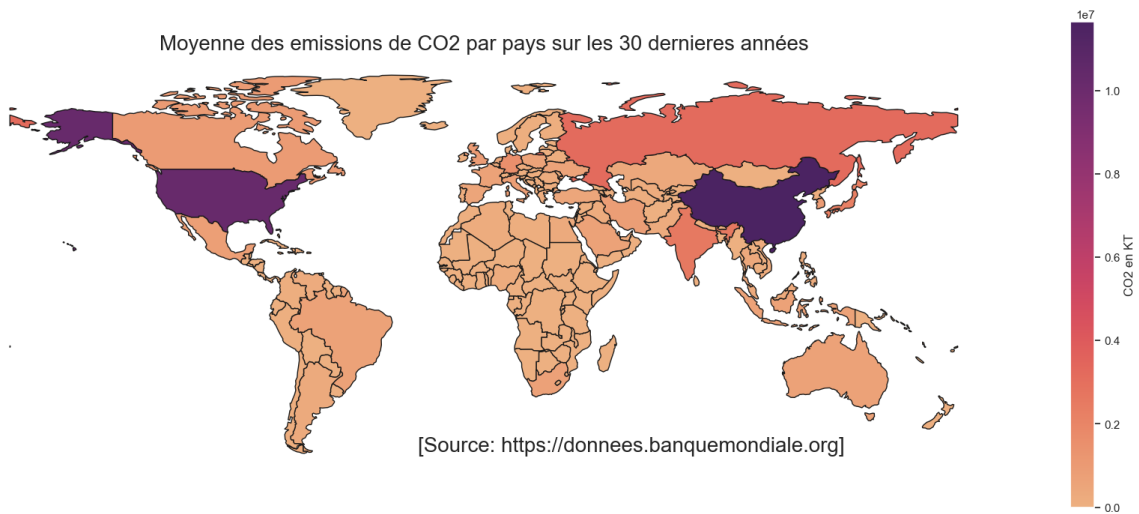
title = "Moyenne des emissions de CO2 par pays sur les 30 dernieres années"

```

```
plt.title(title,fontsize=20)

plt.text(-25,-55,'[Source: https://donnees.banquemondiale.org]', fontsize=20)
plt.savefig("meanPays.png")
```

<Figure size 640x480 with 0 Axes>



### 3 - Map interactive

Ci-dessous une représentation interactive des données collectées permettant leur exploration en fonction des pays ou des continents. Elle permet la visualisation des 4 cartes précédentes en les sélectionnant.

```
#création d'une map interactive avec l'aide de explore

map = continent2019.explore(highlight = True, #surbrillance sur le passage d'une géométrie
tooltip="continent", # montre le continent dans la bulle
popup=True, # montre les données en cliquant
column="2019", # couleur basée sur la colonne "2019"
scheme="naturalbreaks", # utilisation mapclassify's natural breaks scheme
legend=True, # afficher la legende
k=5, #
legend_kwds=dict(colorbar=False), # ne pas utiliser une barre de couleur
name = "moyenne par continent en 2019")
```

```

#l'ajout des somme et moyenne par continent en 2019 et des somme et moyenne par pays sur l
continentsum2019.explore(m=map,column="2019" ,tooltip="continent",popup=True,legend_kwds=d
annéeS.explore(m=map,column="somme" ,tooltip="Country Name",popup=True,legend_kwds=dict(co
annéeM.explore(m=map,column="moyenne" ,tooltip="Country Name",popup=True,legend_kwds=dict(

#l'ajout de 2 tuiles supplémentaires pour l'esthétique et montrer que l'on peut faire pas
folium.TileLayer('Stamen Terrain', control=True).add_to(map) # folium pour différentes tu
folium.TileLayer("Stamen Watercolor",control = True).add_to(map)

#controle de couches
folium.LayerControl().add_to(map)

#affichage de la map interactive
map

```

<folium.folium.Map at 0x1d008e05a00>

A travers les cartes ci-dessus, nous avons remarqué que sur ces dernières années les émissions de CO2 n'ont fait que croître et on se demande bien pour quelles raisons, alors nous avons décidé d'étudier les différents secteurs les plus coûteux en CO2.

## II - Les principaux secteurs d'émissions de CO2

```

#Lecture et affichage d'un jeu de données représentant les émissions de CO2 par secteur d
secteur = pd.read_csv("co-emissions-by-sector.csv")
secteur

#info sur secteur, voir le nombre de valeur manquante
secteur.info

#suppression des valeurs manquantes et affichage de la dimension de secteur
secteur.dropna(inplace = True)
secteur.shape

#création d'une variable entity qui regroupe la somme des émissions par secteurs pour chaq
entity = secteur.groupby(["Entity"]).sum()

#suppression de la colonnes year car on regarde sur l'ensemble des années et affichage de
entity.drop(["Year"],axis = 1, inplace = True)

```



```

entity

#localisation de world
Eworld = entity.iloc[71]

#création d'un dataframe
Eworld = pd.DataFrame(data=Eworld)

#réinitialisation de l'index
Eworld.reset_index(inplace = True)

#renommer l'index pour la clareté et afficher Eworld afin de voir si le résultat convient
Eworld.rename(columns = {"index":"Secteur"}, inplace = True)
Eworld

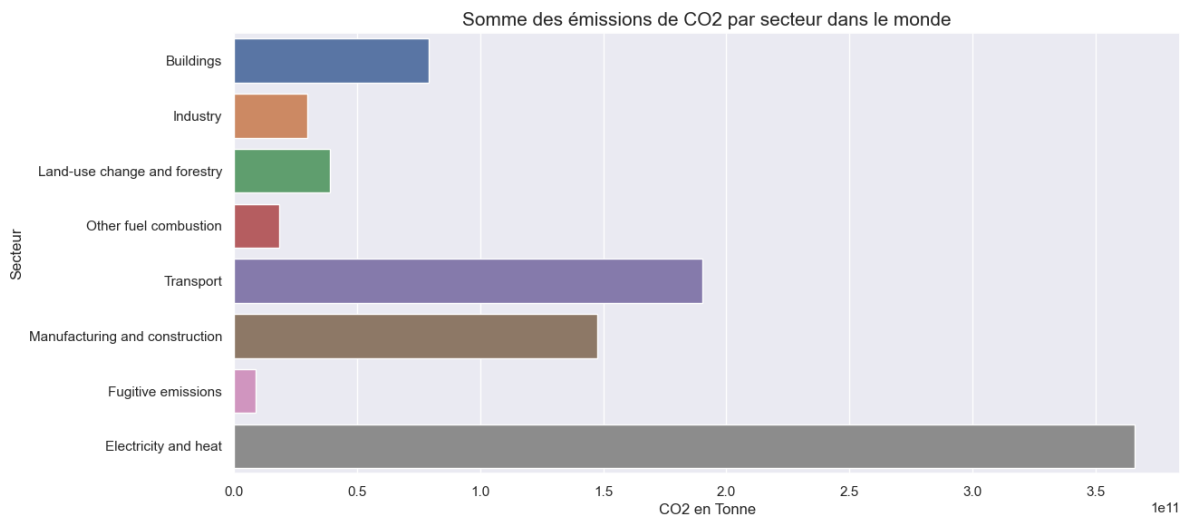
#création et sauvegarde d'un diagramme en barre
plt.figure(figsize = (12,6))
ax = plt.axes()

sns.set_theme(style="darkgrid")

sns.barplot(ax = ax, x = "World" , y = "Secteur", data = Eworld,orient = "h")
ax.set(xlabel = "CO2 en Tonne")

plt.title("Somme des émissions de CO2 par secteur dans le monde",fontsize = 15)
plt.savefig("Worldsector_somme.jpeg")

```



Vue ce graphique on comprend que les principales causes de l'augmentation du CO2 ces 30 dernières années sont du principalement à l'électricité et le transport. Voilà pourquoi nous étudierons ces différents secteurs un par un afin de savoir les raisons pour lesquelles ils émettent autant. Nous observerons aussi la déforestation qui nuit à la régulation du CO2 sur la planète.

## 1- L'électricité

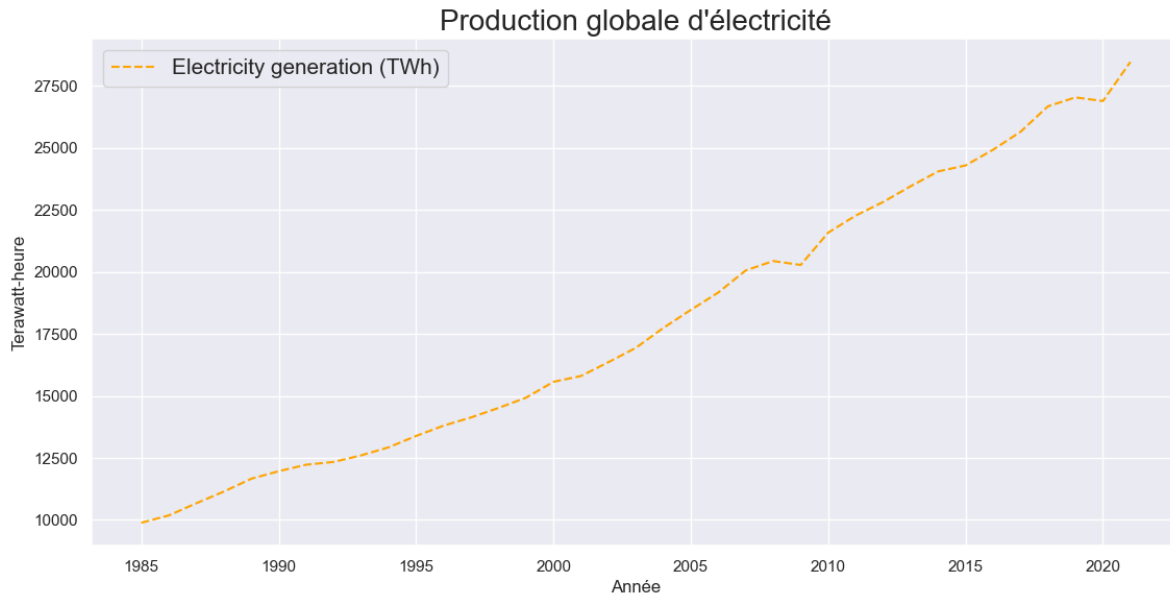
Ci-dessous, le graphique représentant la production globale d'électricité dans le monde ces dernières années.

```
#Lecture et affichage du jeu de donnée
energy = pd.read_csv("energy.csv")
#on veut les données globales dans le monde
energy = energy[energy["Entity"]=="World"]

sns.set_theme(style = "darkgrid")
#création d'un graphique représentant l'évolution de l'électricité dans le monde
plt.figure(figsize= (12,6))
ax = plt.axes()

energy.plot(ax = ax,x = "Year", y = "Electricity generation (TWh)", legend = True, c = "or")
plt.legend(fontsize= 15)
ax.set(xlabel = "Année", ylabel ="Terawatt-heure")

plt.title("Production globale d'électricité",fontsize = 20)
plt.savefig("globaleproducelec.png")
```



Ici nous pouvons constater que malgré la présence des énergies renouvelables et de l'énergie solaire, la principale source d'énergie de production d'électricité est le charbon. Ce dernier est le combustible le plus polluant et emettant le plus de CO2.

```
#Lecture et affichage d'un fichier contenant la production d'électricité par source
#sélectionnant world afin d'avoir la production mondiale sur les dernières années
eclair = pd.read_csv("Electricity_Production_By_Source.csv")
eclair = eclair[eclair["Entity"]=="World"]
eclair

#création d'un graphique sur la production d'électricité par source
plt.figure(figsize = (12,6))
axx = plt.axes()

plt.style.use("fivethirtyeight")

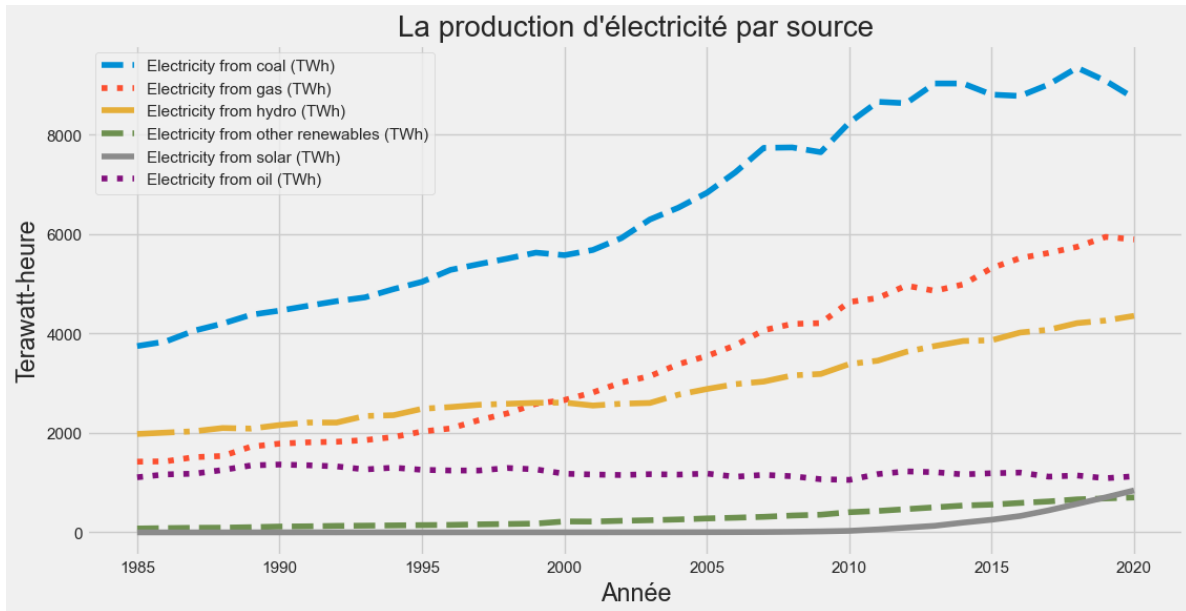
year = "Year"

eclair.plot(x = year, y = "Electricity from coal (TWh)", ax = axx, linestyle = "--")
eclair.plot(x = year, y = "Electricity from gas (TWh)", ax = axx, linestyle = ":")
eclair.plot(x = year, y = "Electricity from hydro (TWh)", ax = axx, linestyle = "-." )
eclair.plot(x = year, y = "Electricity from other renewables (TWh)", ax = axx, linestyle = "d")
```

```
eclair.plot(x = year,y = "Electricity from solar (TWh)",ax = axx, linestyle ="solid" )
eclair.plot(x = year, y = "Electricity from oil (TWh)", ax = axx, linestyle = "dotted")

plt.legend(loc ="upper left")
axx.set(xlabel='Année', ylabel='Terawatt-heure')

plt.title("La production d'électricité par source",fontsize = 20)
plt.savefig("elecbysource.png")
```



## 2 - Le Transport

Le transport qui est omniprésent dans la vie de tous les jours, que ce soit pour aller travailler, voyager. Utiliser pratiquement une fois dans la journée, avec la visualisation suivante nous pouvons voir l'évolution des émissions de CO2 par transport dans le monde, l'Union Européenne et dans la zone Europe

```
#Lecture et affichage d'un jeu de données qui représente les émissions de CO2 via le transport
#on cherche à avoir World et l'union européenne
transport = pd.read_csv("co2-emissions-transport.csv")
transportEu = transport[transport["Entity"]=="European Union (27)"]
transportE = transport[transport["Entity"]=="Europe"]
transportW = transport[transport["Entity"]=="World"]
```

```

#info sur le jeu de données,suppression des valeurs manquantes,affichage de la dimensions
transport.info
transport.dropna(inplace = True)
transport.shape

#statistiques rapide
transport.describe()

#création d'un graphique montrant l'évolution du CO2 émis par le transport dans le monde e
plt.figure(figsize = (12,6))
ax = plt.axes()

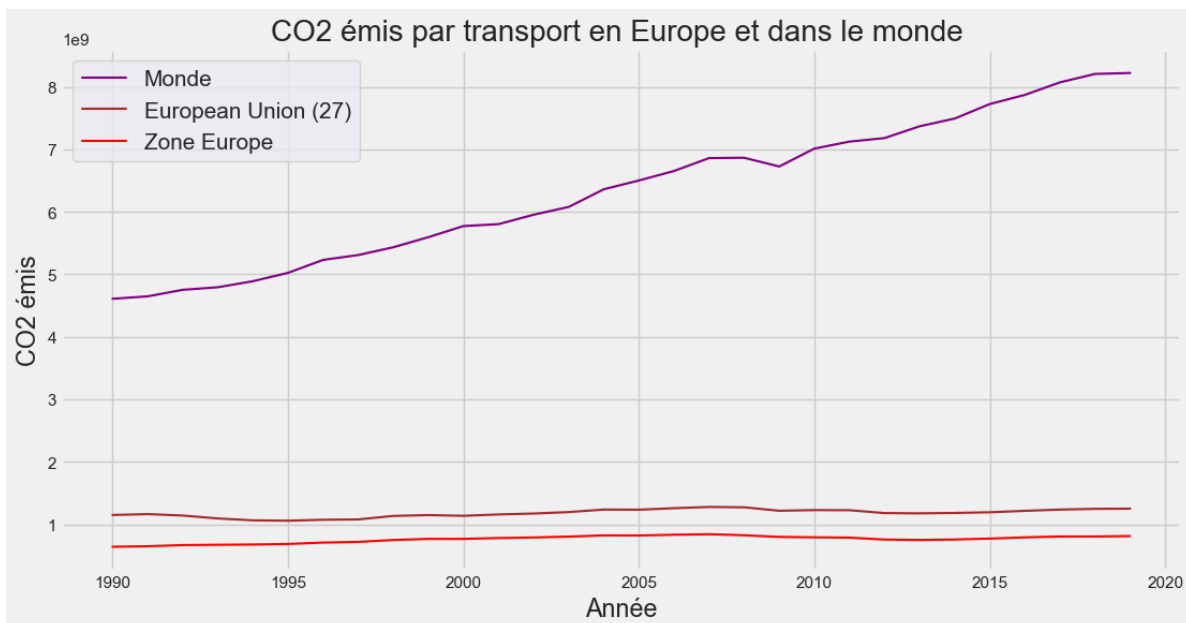
sns.set_theme(style = "darkgrid")

sns.lineplot(data = transportW, ax = ax, x = "Year", y ="Transport",color = "purple", label = "Monde")
sns.lineplot(data = transportE, ax = ax, x = "Year", y ="Transport",color = "brown", label = "European Union (27)")
sns.lineplot(data = transportEu, ax = ax, x = "Year", y ="Transport",color= 'red', label = "Zone Europe")
plt.legend(fontsize =15,loc = "upper left" )

ax = ax.set(xlabel='Année', ylabel='CO2 émis')
plt.title("CO2 émis par transport en Europe et dans le monde ",fontsize = 20)

plt.savefig("linetransportCO2.jpeg")

```



Ce diagramme circulaire représente la proportion des émissions de CO2 par mode de transport dans l'Union Européenne et nous pouvons remarquer que les vols internationaux sont en première position, suivis par le transport maritime et les vols domestiques.

```
#Lecture et affichage d'un jeu de données contenant le CO2 émis par mode de transport et l
route = pd.read_csv("greenhouse-gas-emissions-from-transport-5.csv")
route

#sélection des données actuelles donc on se éparree des prévisions et on supprime les val
now = route[["Year:year","International aviation:number","International maritime transport
now = now.dropna()
now

#groupement par année ensuite on effectue la somme sur les année par mode de transport et
now = now.groupby(["Year:year"]).sum()
now = now.sum(axis = 0)
now

#notre dataframe est passé en série donc on repasse en dataframe et on réinitialise les ind
now = pd.DataFrame(data = now)
now.reset_index(inplace = True)
now

#on renomme la colonne pour une meilleure compréhension et on affiche
now.rename(columns = {0:"somme"},inplace = True)
now.rename(columns = {"index":"mode"},inplace = True)
now

#remplacement et affichage du nom des variables dans la colonne mode, pour une meilleur co
now["mode"].replace(["International aviation:number","International maritime transport:num
                    "Road transport:number","Railways:number","Domestic navigation:number
                    ["International aviation","International maritime transport","Domestic
                    "Domestic navigation"],inplace = True)
now

#création d'une colonne pour avoir le proportion et on affiche
now["CO2 en Pourcentage"] = (now[["somme"]]/sum(now[["somme"]]))*100
now

#suppression des colonnes avec des données sûres afin de garder les prévisions
#suppression des valeurs manquantes et affichage
future = route.drop(["International aviation:number","International maritime transport:num
```

```

        "Road transport:number","Railways:number","Domestic navigation:number",
        "EU-27 projections WAM Domestic Aviation:number","EU-27 projections W
future.dropna(inplace = True)
future

plt.figure(figsize = (10,6))

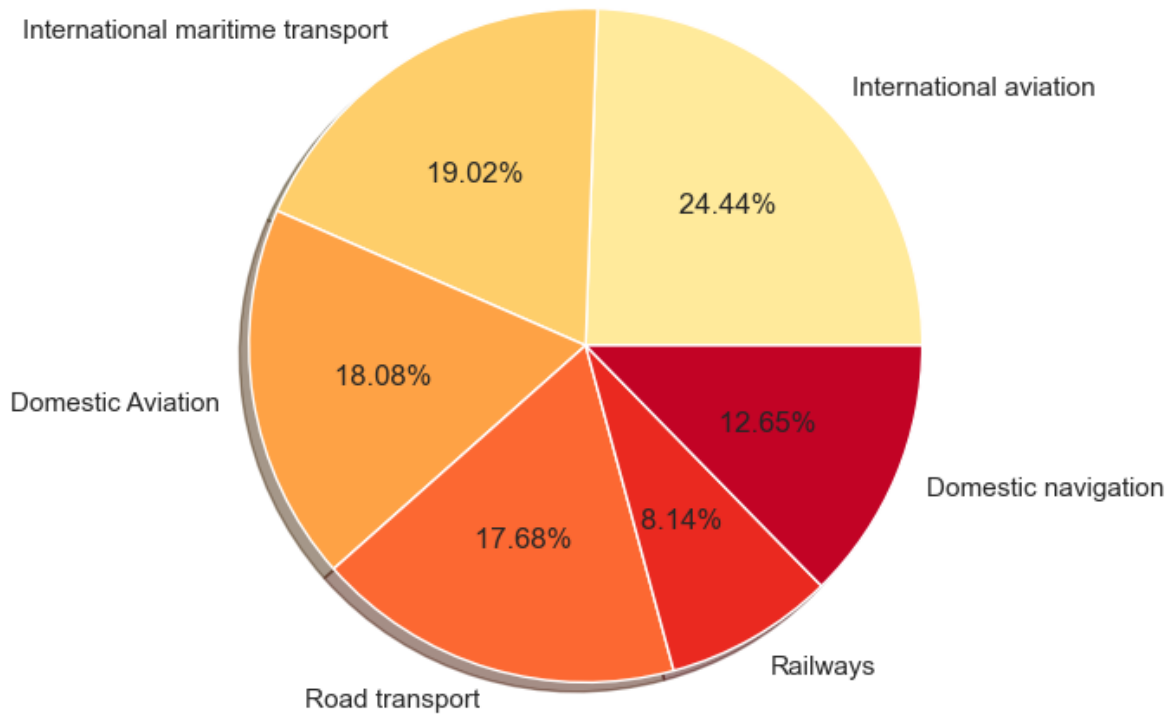
# palette de couleurs Seaborn
colors = sns. color_palette ('YlOrRd')

#creation d'un graphique circulaire
plt.pie (now["CO2 en Pourcentage"], labels = now["mode"], colors = colors, autopct='%.2f%%')

plt.title("Graphique de CO2 émis par mode de transport en UE",fontsize = 15)
plt.savefig("europeTransportPie.jpeg")

```

## Graphique de CO2 émis par mode de transport en UE



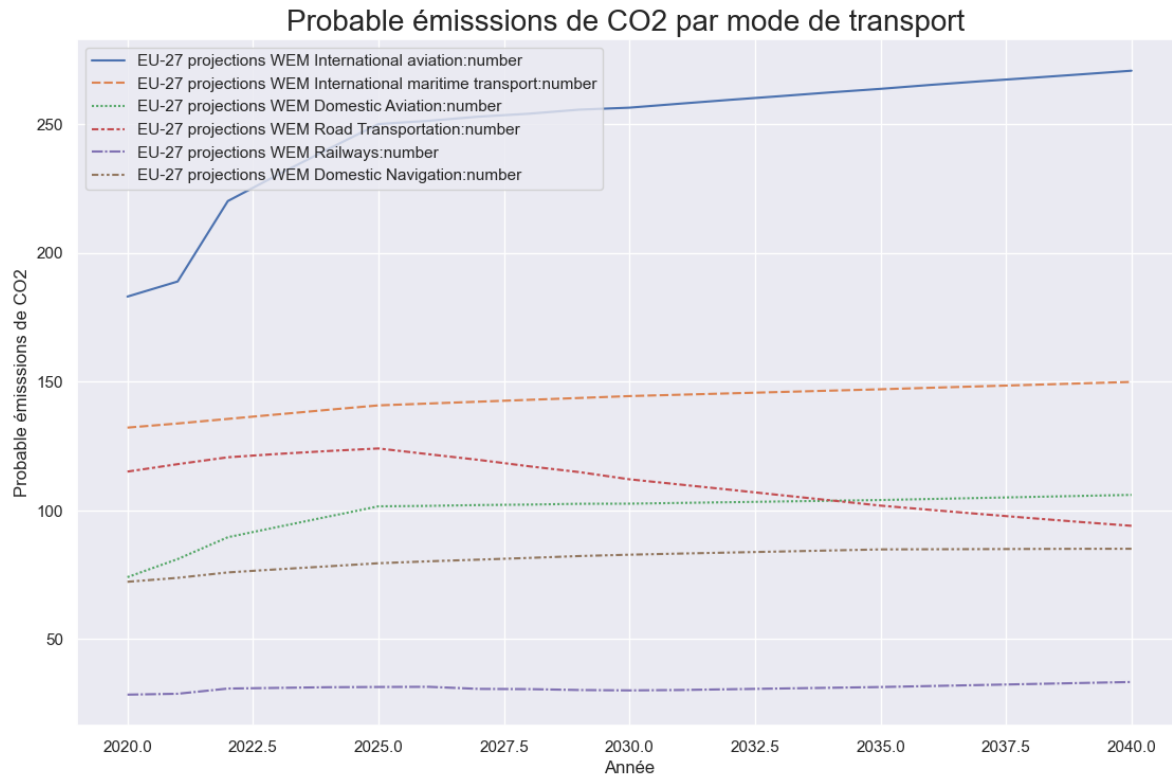
La figure suivante apporte des informations sur les modes de transport qui à l'avenir pourraient être les plus polluants dans l'Union Européenne.

```
plt.figure(figsize =(12,8))
ax = plt.axes()

sns.lineplot(data = future,ax = ax)
ax.set(xlabel = "Année",ylabel = "Probable émisssions de CO2")

plt.title("Probable émisssions de CO2 par mode de transport ",fontsize = 20)
plt.savefig("projections.jpeg")
```





### 3 - La déforestation

Dans cette sous-partie nous allons étudier la déforestation, un phénomène bousculant l'équilibre de la planète. Par le biais de l'évolution des superficies de deux grandes forêts du monde soit celle du Brésil et de l'Indonésie.

```
#Lecture et affichage d'une jeu de données contenant le partage de la superficie forestière
foret = pd.read_csv("share-global-forest.csv")
foret

#dataframe se basant uniquement sur le Brésil
Bforet = foret[foret["Entity"]=="Brazil"]
Bforet

#dataframe se basant uniquement sur l'Indonésie
Iforet = foret[foret["Entity"]=="Indonesia"]
Iforet
```

```

#Création d'un graphique représentant l'évolution de la part de la superficie forestière m
plt.figure(figsize = (15,8))

#utilisation de subplot pour avoir 2 graphique en 1 figure
#Indonésie
ax1 = plt.subplot(1,2,1)

lforet.plot(ax = ax1, x ='Year',y = "Share of global forest area", c = "brown", label = "I
ax1 = ax1.set(xlabel = "Année",ylabel = "Share of global forest area" )

plt.legend(fontsize = 15)
plt.title("Evolution de la superficie forestière mondiale de l'Indonésie", fontsize = 15)

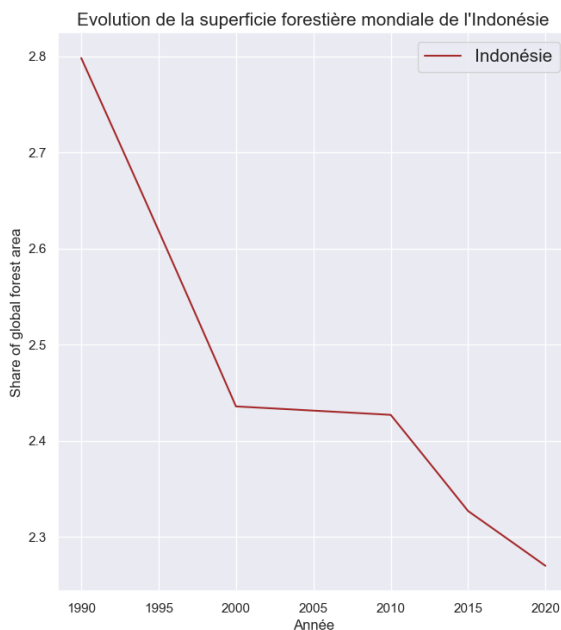
#Brésil
ax2 = plt.subplot(1,2,2)

Bforet.plot(ax = ax2, x = 'Year', y = "Share of global forest area", c = "green", label =
ax2 = ax2.set(xlabel = "Année",ylabel = "Share of global forest area" )

plt.legend(fontsize = 15)
plt.title("Evolution de la superficie forestière mondiale au Brésil", fontsize = 15)

plt.savefig("ShareforestB&I.png")

```



Ce diagramme en barre permet de constater que depuis 2001 les principales causes de déforestation en Indonsie sont la plantation d'huile de palme et la dégradation des prairies.

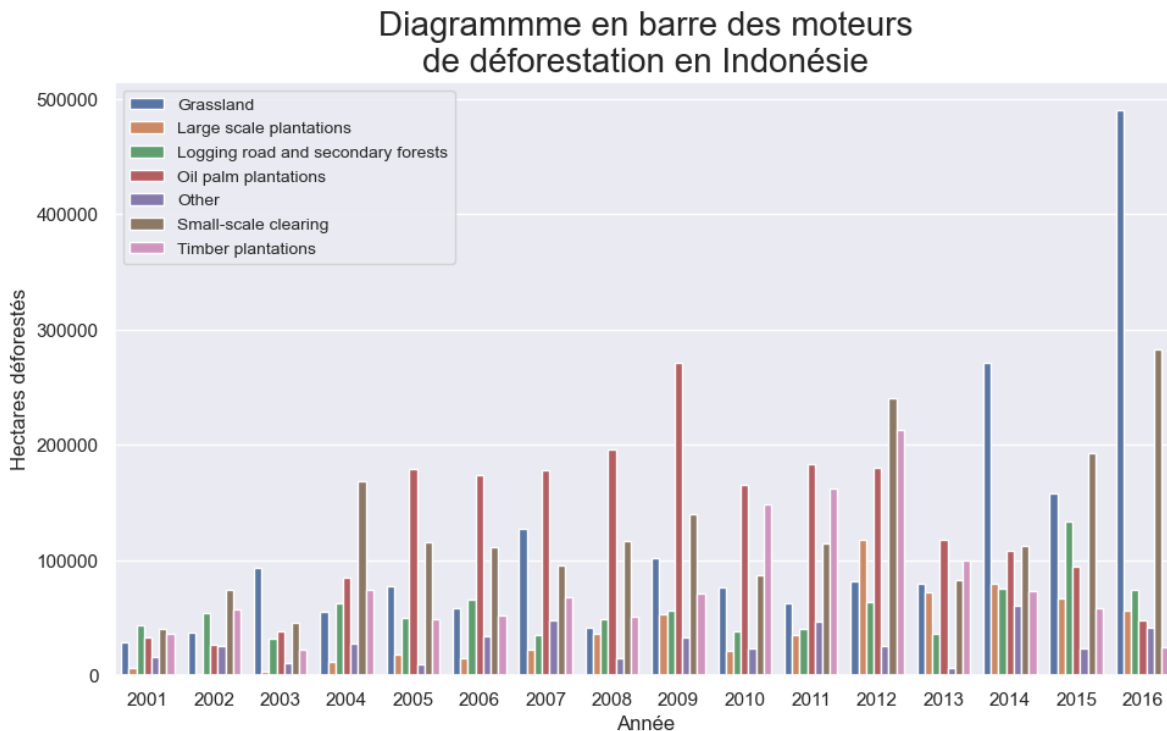
```
#Lecture et affichage d'un jeu de données contenant la déforestation en Indonésie par facteur
defo = pd.read_csv("deforestation-drivers-indonesia.csv")
defo

#création d'un diagramme en barre et sauvegarde
plt.figure(figsize = (10,6))
ax = plt.axes()

sns.set_theme(style="darkgrid")

sns.barplot(data = defo, x = "Year",y = "deforestation_hectares", hue = 'Entity',ax = ax)
ax = ax.set(xlabel='Année', ylabel='Hectares déforestés')
plt.legend(fontsize = 10,loc = "upper left")

plt.title("Diagrammmme en barre des moteurs" + "\n" + "de déforestation en Indonésie",fontsize = 10)
plt.savefig("Defo.png")
```



Au Brésil en Amazonie notamment, la dégradation des prairies est plus que présent parmi les causes de déforestation.

```
#lecture et affichage d'un jeu de donnée contenant les causes de déforestations dans la fo
brésil = pd.read_csv("drivers-forest-loss-brazil-amazon.csv")
brésil

#groupement par année et entité afin de pouvoir faire une moyenne sur les années pour chaq
#affichage de bra par la suite
bra = brésil.groupby(["Entity","Year"]).sum()
bra = bra.mean(axis = 0)
bra

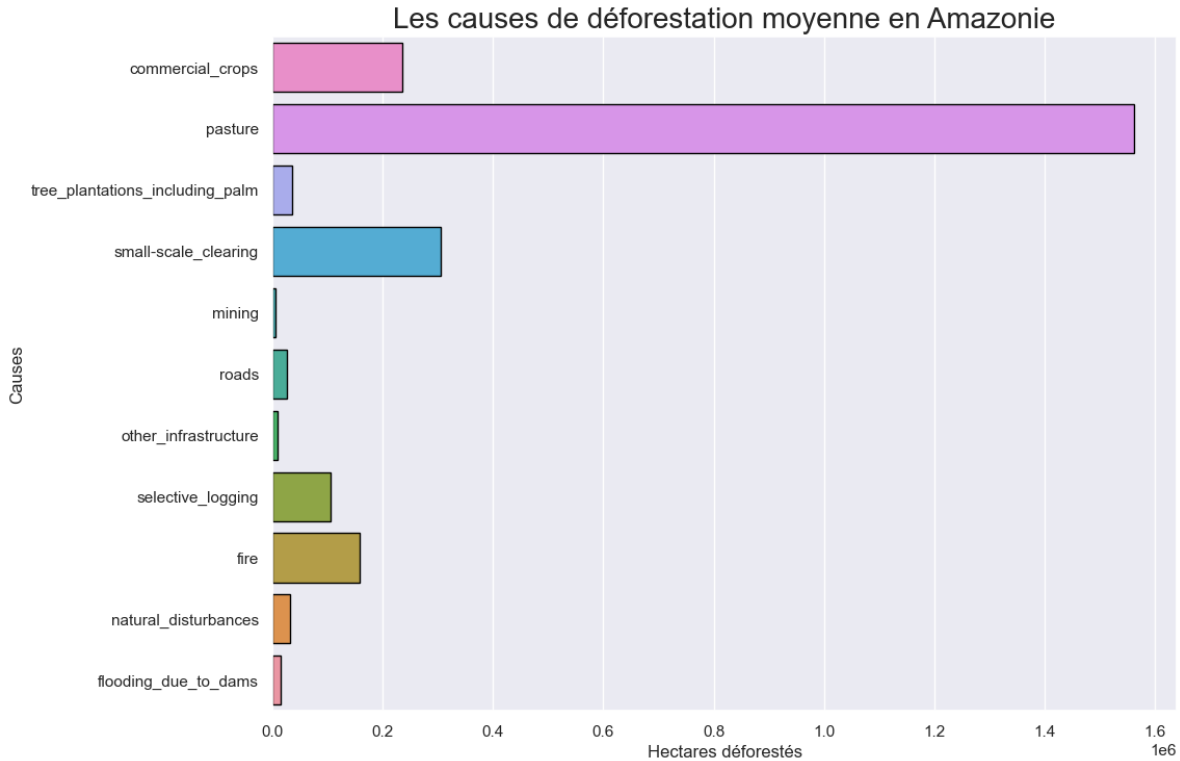
#créationnd'un dataframe pour une meilllleure compréhension et réinitialisation des index
#affichage de bra
bra =pd.DataFrame(data = bra)
bra.reset_index(inplace = True)
bra

#On renomme les deux index afin qu'ils soient cohérents avec nos données
bra.rename(columns = {"index":"Causes"}, inplace = True)
bra.rename(columns = {0:"Hectares déforestés"}, inplace = True)
bra

#création d'un diagramme en barre sur la moyenne d'hectares déforestés de 2001 à 2013 par
plt.figure(figsize =(10,8))
ax = plt.axes()

sns.barplot(ax = ax, data = bra, x ="Hectares déforestés" , y = "Causes",edgecolor = "black",
ax.invert_yaxis()

plt.title("Les causes de déforestation moyenne en Amazonie",fontsize = 20)
plt.savefig("BrazilAma.jpeg")
```



### III - Conclusion

Afin de conclure, nous avons pu observer que durant ces dernières années l'émission de CO<sub>2</sub> n'a fait qu'augmenter et cela est principalement du certains secteurs comme la production d'électricité, à travers le charbon mais aussi le transport car chaque jours le moindre déplacement effectué nous entraîne vers le réchauffement climatique. De plus la nature aidant à réguler le CO<sub>2</sub>, n'a plus autant d'impact à cause de la déforestation. Néanmoins nous remarquons des efforts et du changements dans les comportements avec l'arrivée des énergies renouvelables afin de diminuer l'empreinte carbone.

### Source

Les sources des différents jeux de données utilisées :

- CO<sub>2</sub> kt : [https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EN.ATM.CO2E.KT?end=2015&name\\_desc=false](https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EN.ATM.CO2E.KT?end=2015&name_desc=false)
- co-emissions-by-sector : <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-by-sector>
- energy : <https://ourworldindata.org/energy>

- Electricity\_Production\_By\_Source : <https://www.kaggle.com/datasets/prateekmaj21/electricity-production-by-source-world>
- co2-emissions-transport : <https://ourworldindata.org/transport#co2-emissions-from-transport> ; via la seconde carte
- greenhouse-gas-emissions-from-transport-5 : <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport>
- share-global-forest : <https://ourworldindata.org/forest-area>; dans la partie superficie forestiere totale
- deforestation-drivers-indonesia : <https://ourworldindata.org/palm-oil> ; avant dernier graphique
- drivers-forest-loss-brazil-amazon : <https://ourworldindata.org/drivers-of-deforestation>; vers la partie “La production de soja entraîne-t-elle la déforestation ?”