Rapport écrit

ARE DYNAMIC

2018-2019

Projet : Est-il possible de respecter les conditions imposées par la COP21, afin de réduire les émissions de CO2 ?

Tahar AMAIRI

Cyrielle CLASTRES

Thanh Liem TA

Catherine YONG

Est-il possible de respecter les conditions imposées par la COP 21, afin de réduire les émissions de CO2 ?

Nous avons pour but de déterminer s’il est  possible de diviser les émissions de CO2 par 3 d’ici 2050, pour ne pas dépasser les +2°C.

Pour cela, il faut modéliser 4 paramètres : la population, le Produit Intérieur Brut, les émissions et absorptions de CO2, et Tonne Equivalent Pétrole (TEP). Plusieurs situations ont été créées, afin de décider de la meilleure situation envisageable. Nous souhaitons visualiser chaque phénomène dans les continents suivants : l’Europe, l’Amérique du Nord, l’Asie, l’Afrique, l’Amérique du Sud et l’Océanie.

Les résultats obtenus :

**\*A FAIRE \***

**Introduction**

Lors de la COP21, les Etats se sont réunis afin de trouver une solution contre le réchauffement climatique. Ils en ont convenus qu’il était nécessaire de réduire les émissions de CO2, afin de limiter le réchauffement de la planète à +2°C. Cependant, nous pouvons nous demander : Est-il possible de limiter le réchauffement de la planète à +2°C, c'est-à-dire est-il possible de diviser les émissions de CO2 par 3 d’ici 2050? Notre équipe de développement est composée de Catherine YONG, Thanh Liem TA, Cyrielle CLASTRES, Tahar AMAIRI. Pour répondre à notre problème, nous nous sommes partagés les paramètres à modéliser : Cyrielle prend en charge le PIB, Catherine la population, Tahar le CO2 et Thanh le TEP. Nous souhaitons voir la situation dans chaque continent, en réalisant un graphique avec Python 3.6. Pour répondre à ce problème, il faut multiplier chaque terme de l’équation par un coefficient afin de pouvoir diviser les émissions de CO2 par 3.

**Présentation de la thématique**

Notre travail repose sur l’équation de Kaya, qui est la suivante :

\*INSERER PHOTO\*

Qui se traduit par

**Emissions de CO2 = Population \* PIB par habitant \* Intensité énergétique du PIB \* Contenu en CO2 de l’énergie**

Intensité énergétique du PIB : Quantité d’énergie qu’il faut utiliser pour produire un euro de biens ou services.

Contenu en CO2 de l’énergie : Quantité de CO2 qu’il faut émettre pour disposer d’une quantité d’énergie donnée.

Limiter le réchauffement climatique est l’enjeu de notre époque. C’est pourquoi il est important de comprendre quels sont les paramètres qui entrent en compte, et si les changements nécessaires pour respecter les conditions sont réalisables.

Les continents que nous avons choisi sont l’Europe, l’Amérique du Nord, l’Asie, l’Afrique, l’Amérique du Sud et l’Océanie. Nous avons différencié l’Amérique du Nord de l’Amérique du Sud, car ces deux régions ont des caractéristiques différentes concernant la population et le PIB.

Un modèle simplifie la réalité pour la rendre plus facile à étudier. Ainsi, tout modèle présente des limites. Dans notre cas, seuls 4 paramètres sont pris en compte. Il est important de noter que d’autres facteurs jouent aussi un rôle, comme le précise le GIEC (Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat), et que les prévisions ne sont pas forcément les plus fiables. En effet, l’activité humaine et son impact sur l’environnement ne sont pas pris en compte n’est pas pris en compte, car celle-ci est instable. De plus, les paramètres dépendent les uns des autres, donc les imprécisions peuvent s’accumuler.

Dans l’équation de Kaya, étant donné qu’on multiplie chaque rapport par un coefficient différent, les valeurs ne se simplifient pas comme dans une multiplication, ce qui diminue la dépendance mutuelle des paramètres.

**Détail de chaque partie**

**I) Population**

Pour la population, Catherine s’est basée sur l’évolution exponentielle, étant le modèle le plus réaliste. On la définit de la manière suivante : N(t)=N0\*exp(k\*t), où N(t) est la population à l’année t, N0 la population de départ et k le solde naturel. On considère par ailleurs que la population de départ est celle à l’année 2017.

Le taux de croissance est la différence entre le taux de natalité et le taux de mortalité. Le taux de natalité est le rapport entre le nombre de naissances et la population totale à l’année t, et le taux de mortalité est le rapport entre le nombre de décès et la population totale à l’année t.

Plusieurs situations ont été mises en place, afin de modifier la situation selon le solde naturel et si on décide de s’éloigner de la valeur fixe du solde naturel.

Le code réalisé peut être résumé avec le schéma suivant :

Situation de départ

Problème

Pas de problème

Positif

Négatif

K fixe

K fixe

K non fixe

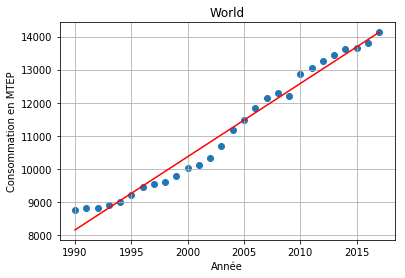
K non fixe

**III) Energie**

Pour cette partie, nous allons prendre en compte toute l'énergie consommée sans faire distinction entre les différentes énergies existantes ce qui simplifie grandement la recherche et l’acquisition de données.

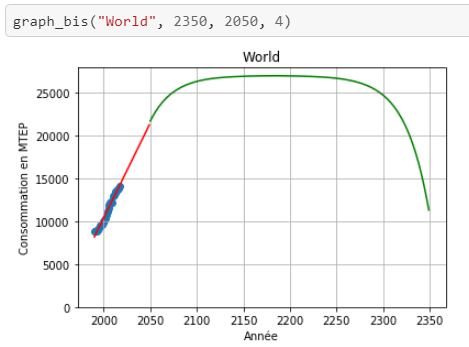
Pour répondre à cette partie, nous avons fait deux choix de modélisation. La première étant une régression linéaire sur les données de la consommation d’énergie sur différente région du monde et la seconde étant la combinaison entre un modèle de régression linéaire sur la consommation d’énergie par personne dans les différentes régions du coup et le modèle d’évolution de population de Catherine.

1) Régression linéaire de données existantes

Nous avons récupéré les données sur 27 années pour différentes régions du monde pour notre régression linéaire. Le nombre de données étaient important car le nombre de données est important pour juger de la fiabilité de ce modèle.

Sur notre premier modèle de régression linéaire, j’ai choisi de laisser les données sur le graphique en plus de notre régression linéaire afin que l’on puisse juger à l’œil de la fiabilité de notre régression.

On peut maintenant prédire la valeur de n’importe quelle région du monde.



Pour allons plus loin dans ce modèle, j’ai choisi de rajouter trois paramètre supplémentaires :

\_ Une année où se fini notre graphique (2350 dans l’exemple)

\_ Une année où le taux de croissance de la consommation d’énergie varie (2050 dans l’exemple)

\_ Un certain pourcentage qui diminue la pente de notre fonction

On peut alors apercevoir la courbe ci-contre : sachant que notre prise de donnée commence à partir de 1990 si nous réduisons notre consommation d’électricité de 4% chaque année par rapport à l’année précédente à partir de 2050, nous arrivons à notre consommation d’énergie actuelle 300 ans après.

Ce graphique montre qu’il faut agir vite si nous voulons réduire nos consommations d’énergies même minimes.

## 2) Modélisation selon le nombre d’habitant

Nous nous intéressons cette fois-ci à la combinaison de deux modèles. Notre modèle devait alors s’adapter selon le modèle de Catherine. Nous avons tout d’abord fait une régression linéaire comme dans notre premier modèle et également crée une fonction permettant de prédire la valeur de la consommation d’énergie par personne pour une année et une région voulu.

## Nous devions également coordonner nos régions avec les régions du modèle de population.

## Ainsi avec les données que nous avions, nous nous sommes restreints à quatre régions : l’Europe, l’Amérique du Nord, l’Afrique et l’Asie.

## Sans titre 1.jpg

## En manipulant les paramètres possibles, on peut obtenir un graphique comme ci-contre qui représente la consommation de la région au fil des années.

## 

## 

**Conclusion**

**Résumé en anglais**

Is it possible to respect what was decided at the COP21 to limit global warming ?

Our goal is to determine if we can divide CO2 emissions by 3 until 2050 in order to respect +2°C. To do so, we have to represent 4 different parameters, which are the population, the GDP (Gross Domestic Product), CO2 emissions and Tonne of oil equivalent (TOE). Several situations were modelled, we will then choose which one has to be made. We want to visualize each phenomenon in different continents : Europe, North America, Asia, Africa, South Africa and Oceania.

**Références**

- **Population :**

Taux de natalité : https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1766

Taux de mortalité : https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1695

Solde naturel : https://www.ined.fr/fr/lexique/solde-naturel/

Taux de croissance : https://www.ined.fr/fr/tout-savoir-population/chiffres/tous-les-pays-du-monde/

Evolution exponentielle de la population :  
http://www.sciences.ch/htmlfr/mathssociales/mathssdynapop01.php

-**CO2:**

http://apps.webofknowledge.com/full\_record.do?product=WOS&search\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=E3m6ScnkktQgYKG4BIL&page=1&doc=3

https://www.theguardian.com/environment/datablog/2017/jan/19/carbon-countdown-clock-how-much-of-the-worlds-carbon-budget-have-we-spent

https://e360.yale.edu/features/what\_is\_the\_carbon\_limit\_that\_depends\_who\_you\_ask

https://www.nature.com/articles/nclimate2384

http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim1/rechfran/4theme/retroactions.html

http://cycleducarbone.ipsl.jussieu.fr/images/cyclecarbone/enseignants/premiermodele.pdf

https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/18/data.htm

https://www.icos-cp.eu/GCP/2018

http://www.cotebleue.org/carbone.html

https://www.climatechange.ie/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/

https://www.carbonbrief.org/what-global-co2-emissions-2016-mean-climate-change

https://insideclimatenews.org/content/infographic-co2-emissions-still-rising-temperature

http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions

**-PIB :**

Site de l'Insee pour les données françaises:

https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832656?sommaire=2832834

https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832670?sommaire=2832834

https://r.search.yahoo.com/\_ylt=AwrEeSSJnq1c.1YAhdcPxQt.;\_ylu=X3oDMTByOHZyb21tBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNlYwNzcg--/RV=2/RE=1554910985/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.insee.fr%2ffr%2fstatistiques%2ffichier%2f2383325%2fbdf06\_b5.xls/RK=2/RS=ubINi2Ut6ptstzi71.4bM7HmmTE-

https://www.cnle.gouv.fr/IMG/pdf/fiche\_de\_synthese-Rapport\_ONPES.pdf

Site de la banque mondiale pour trouver le PIB, le FBCF, le VS:

https://donnees.banquemondiale.org/indicator/NE.GDI.TOTL.KD?end=2017&name\_desc=false&start=2016

https://donnees.banquemondiale.org/indicator/NE.CON.PRVT.PC.KD

https://donnees.banquemondiale.org/indicator/NE.GDI.STKB.CD?end=2017&start=2002

https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.MKTP.CD?end=2017&start=1960&view=chart

Site de Perspective Monde pour trouver les données 2016 manquantes sur le site de la banque mondiale:

http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/stats/0/2017/fr/2/carte/NE.GDI.FTOT.CD/x.html

http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?codeTheme=2&codeStat=NE.GDI.STKB.CD&codePays=JPN&optionsPeriodes=Aucune&codeTheme2=2&codeStat2=x&codePays2=JPN&optionsDetPeriodes=avecNomP&langue=fr

http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?codeTheme=2&codeStat=NE.GDI.STKB.CD&codePays=NZL&optionsPeriodes=Aucune&codeTheme2=2&codeStat2=x&codePays2=JPN&optionsDetPeriodes=avecNomP&langue=fr

http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BilanEssai?codetheme=7&codeStat=NE.EXP.GNFS.CD&grandesRegions=0&anneeStat1=2016&codeStat2=x&mode=carte&afficheNom=aucun&langue=fr

http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BilanEssai?codetheme=7&codeStat=NE.IMP.GNFS.CD&anneeStat1=2016&optionGraphique1=sans&logsUni=sansLogUni&codetheme2=2&codeStat2=x&couleurGraphique=Vert&taillePolices=11px&langue=fr&noStat=10

Population de chaque pays en 2017:

Exemple: https://www.populationpyramid.net/fr/am%C3%A9rique-latine-et-caraibes/2017/

Généralement : https://www.populationpyramid.net/fr/PAYS/2017/

**Energie :**

Consommation d’énergie par région :

<https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>

Consommation d’énergie par personne par région : <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EG.USE.ELEC.KH.PC>

**Objectif** : http://files.gandi.ws/gandi75570/image/tableau\_kaya\_co2\_hausse\_2c\_2036\_v2\_1.png

https://jancovici.com/changement-climatique/economie/quest-ce-que-lequation-de-kaya/

**Approximation :** https://scikit-learn.org/stable/

**Régression linéaire** https://mrmint.fr/regression-lineaire-python-pratique#comments

**Modèle :** https://support.office.com/fr-fr/article/choisir-la-meilleure-courbe-de-tendance-pour-vos-donn%C3%A9es-1bb3c9e7-0280-45b5-9ab0-d0c93161daa8

|  |
| --- |
|  |

**Annexes**