

# Cahier de suivi Takumi HENRY-VIEL

Les choses soulignées sont des choses sur lesquelles il faudra forcément revenir !

The global-mean radiative forcing (  $\Delta F$  ) can be simply related to the equilibrium global-mean surface temperature change (  $\Delta T$  ) by the simple formula  $\Delta T = \lambda \Delta F$  , where  $\lambda$  is the climate sensitivity parameter

- Participation à l'attribution des différentes tâches au sein du groupe.
- Participation au dressage d'un plan, mind map du sujet
- Première approximation, d'une relation linéaire :

$\Delta T = \lambda \Delta F$  avec

$\Delta T$  la différence de température moyenne en surface terrestre sur une période donnée

$\Delta F$  la différence de forçage radiatif sur la même période donnée

$\lambda$  coefficient de proportionnalité appelé climat feedback parameter. Approximation linéaire de cette dernière par rapport aux  $\Delta T$  et  $\Delta F$  historiques observées sur la période 1850 – 2019.

Puis estimation en fonction des données des futures émissions (autre équipe) de la température future de la terre, estimant que ce coefficient restera constant = la terre va réagir toujours de manière proportionnelle à une certaine variation de forçage radiatif.

Données en ppm, conversion en mol, puis en masse, puis en eq co2, puis en concentration, pour calculer delta F pour estimer lambda. → trop long et delta F déjà disponible directement sur IPCC. Mais méthode à retenir pour la suite.

<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/radiative-forcing#:~:text=The%20global%2Dmean%20radiative%20forcing,is%20the%20climate%20sensitivity%20parameter.>

<https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/19/1/jcli3611.1.xml>

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/figures/figure-2-1>

[https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report\\_2023](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023)

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-06.pdf>

- Détermination d'une méthode pour relier les émissions par an de CO2 ou équivalent CO2, avec la concentration à une année donnée en équivalent CO2.  $A_n$  et  $B_n$  avec  $B_{n+1} = B_n + A_{n+1} - B_n - 100$ .  $A_n$  émit en l'année  $n$ ,  $B_n$  total dans l'atm en l'année  $n$ . Permet de calculer un futur  $\Delta F$  en fonction des concentrations. Formule :  $0.35 \ln(c/c_0)$  c les concentrations en Co2.

2<sup>e</sup> semaine + weekend

Redéfinition des objectifs du projet : modélisation d'une terre comme système énergétique  
Reprise depuis le début de la trajectoire du projet : écriture d'un code python avec la terre comme un disque : puissance radiative captée de manière homogène par la terre. → Température calculée avec la loi de Stephan Boltzmann. Trop haut !

On modélise une sphère, découpée en 1800 parcelles : on calcule l'angle d'incidence des rayons, et en prenant le cosinus de cet angle d'incidence, on récupère la puissance surfacique récupérée dans chaque parcelle.

On prend en compte un albedo de 0.3, lisse sur toute la terre.

Affichage d'une animation sur 24h, dans le repère terrestre. On fait tourner, grâce à une matrice de rotation (cfr cours de maths) le vecteur rayon solaire supposé toujours parallèle à l'équateur.

On trouve un API de la NASA qui nous permet, pour chaque parcelle, de demander l'albedo moyen par année. On pourra donc particulariser la part de rayonnement renvoyée et qui se sera donc pas absorbé.

Constat = on a des températures cohérentes, quelques dizaines de degrés, mais lorsque c'est la nuit, on rechute à 0K. on a aucune inertie thermique.

On modélise un tau, un temps de réponse de la terre, qui est constant partout. On met à jour la température en prenant la différence entre la température imposée et celle à l'équilibre, multipliée par dt sur tau. Résultat, on a une température plus lisse sur la surface de la terre.

Redéfinition de ce qu'il reste à faire : point avec le reste du groupe sur ce qu'il reste de gros à modéliser. L'effet de serre, l'inclinaison de la terre en fonction des saisons, amélioration de système de temps de réponse, certainement en particulierisant par parcelle cette quantité de chaleur dégagée par rayonnement infrarouge par unité de temps. Présentation du code et de la modélisation actuelle au reste du groupe + point sur le rôle de chaque groupe parmi les membres + éclaircissement collectif de ce qu'est le bilan radiatif du système terre + atmosphère.

Problème détecté : le tau ne fonctionne que si on défile les heures les unes à la suite des autres. Le calcul fait que si l'on saute des heures, ou si on revient en arrière on casse tout ! ça ne va pas. Le modèle ne semble pas forcément être améliorable, gardons l'ancienne version sans le tau, sans inertie thermique, et il faut trouver la modélisation plus tard qui nous permettra de trouver un truc plus cohérent pour éviter qu'il fasse 300K d'un côté et 0K de l'autre de la terre.

Implémentation de l'inclinaison de la terre  $\pm 23^\circ$  en été et hiver, puis angle incident droit pour les équinoxes. Ajout des saisons dans la modélisation, pour pouvoir sélectionner au préalable l'inclinaison du soleil par rapport à la terre. Pour cela, création d'une matrice de rotation d'angle défini par la saison d'axe x pour faire rotater le vecteur soleil initial par rapport à l'axe de la terre.

Amélioration de cette fonctionnalité en le faisant pour chaque mois de l'année. Fonction par Mathieu qui lie l'angle d'inclinaison de la terre au numéro du mois → on peut maintenant choisir un des 12 mois de la terre. A faire : changer le système de boutons en un autre système car 12 boutons sur l'écran output c'est trop ! pas très pratique. Je pense à un curseur par exemple.

Albedo = attente de la base de données construite par Arthur, pour implémenter les valeurs moyennes locales grâce à des appels API au site de la NASA. -> limite : on va attraper l'albedo moyen aux coordonnées GPS du centre des parcelles de surface de la terre découpée, mais ce point peut ne pas représenter correctement l'albedo de cette région (ex : on tombe sur une base

scientifique dont le toit est noir en plein milieu de l'arctique...). Incertitude peut être à régler plus tard, mais le nombre d'appels API est déjà conséquent, et prélèvement des données sur 1800 points donc erreur statistiquement noyée. – dès qu'on a la base de données, essayer de print la terre juste avec l'albedo sur chaque face pour vérifier la cohérence.

Modélisation de l'atmosphère, visuellement = à la demande d'ambre. Suite : ce système atmosphère sera aussi un corps noir, donc un système thermodynamique. Il faudra peut-être le découper par altitude et par parcelles : à aviser selon les calculs qu'on aura besoin de faire dessus.

Manque de clarté sur les coordonnées de la terre. Constat : ça serai bien qu'on affiche la map monde sur notre sphère.

- Solution numéro 1 : coller une image dessus : problème, si on veut une bonne résolution, il faut couper l'image en bcp, donc les parcelles ne sont plus au nombre de 1800 mais encore 1000 fois plus = impossible pour tous les autres calculs, et modélisation pas fluide car trop lourde.
- Solution numéro 2 : la même chose, mais avec une résolution globale de 1800 pixels sur toute la terre. Ça marche, c'est cool, mais la couleur de la case est donc définie pour dessiner les continents et on ne peut plus se servir de la couleur pour la puissance absorbée/ la température donc c'est nul. On essaie donc de ne pas colorer la case elle-même selon l'image collée de base, mais juste le contour en noir plus ou moins foncé : ça aura été une bonne idée, mais ça n'a pas marché.
- Solution numéro 3 : téléchargement d'une base de données avec les points coastlines. On divise par 10 ou 100 le nombre de points que ce ne soit pas trop lourd, et on les plots en 3d en noir par-dessus notre modélisation de la terre. On a la forme des continents par-dessus les parcelles colorées : je pense la meilleure option : petit souci, la terre est transparente, on voit un peu les continents de l'autre côté de la terre. Pas très grave. On a maintenant 3 plots superposés : la terre, l'atmo, et le contour des continents.