

Compte-rendu de séances

Groupe “Quokka féal”

SÉANCE 1 (vendredi 31 mai 2024) :	1
2) Idée de premier modèle :	2
3) Calcul pour le modèle 1 :	3
4) Modélisation 1 :	4
5) Prochaine piste :	5
SÉANCE 2 (jeudi 6 juin 2024) :	5
2) Début des recherches sur la prise en compte de l'atmosphère.....	6
3) Recherche de paramètres influençant l'albédo.....	6
4) Tentative Modèle 2:.....	7
SÉANCE 3 (vendredi 7 juin 2024).....	8
2) Modèle 2.....	8
3) Recherches modèle 3 :.....	8
4) Début de modélisation de la température de nuit.....	9
5) Recherches modèle 3 prenant aussi en compte l'effet de serre.....	9
SÉANCE 4 (jeudi 13 juin 2024).....	11
2) recherche modèle 4.....	12
SÉANCE 5 (vendredi 14 juin 2024).....	12
1) Bilan de l'avancement collectif.....	12
2) avancement recherche modèle 4.....	13
SÉANCE 6 (jeudi 20 juin 2024).....	14
1) Organisation potentielle du dossier zip à rendre:.....	14
Bilan du projet :	15

SÉANCE 1 (vendredi 31 mai 2024) :

1) Détails de la séance

Nous avons tous créé un compte sur la plateforme Github afin de réunir les futures informations pour le projet. Ainsi, tout le monde peut voir les modèles en cours, et, éventuellement, y apporter des modifications.

Pour commencer cette première séance, nous avons rassemblé nos idées, afin de trouver une première direction possible pour répondre à la problématique.

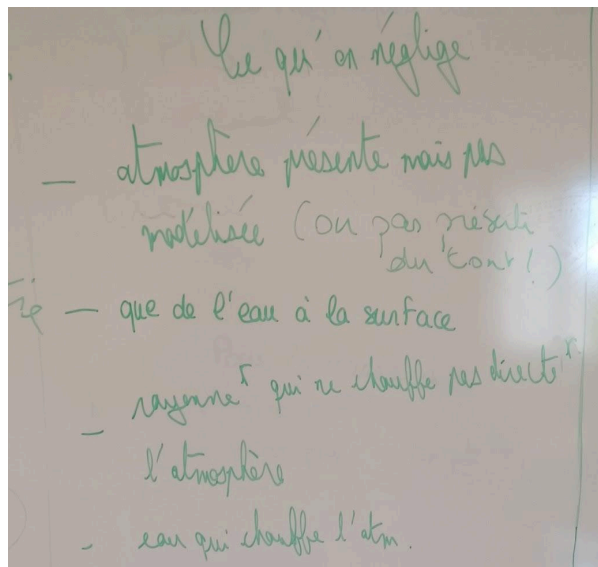
Une fois les idées mises en commun, on énonce les points flous, et les problèmes soulevés.. Chacun recherche des informations sur Internet, puis nous avons débattu ensemble afin de mieux comprendre les enjeux. Afin de mieux débattre, nous avons utilisé les tableaux blancs disponibles dans la salle.

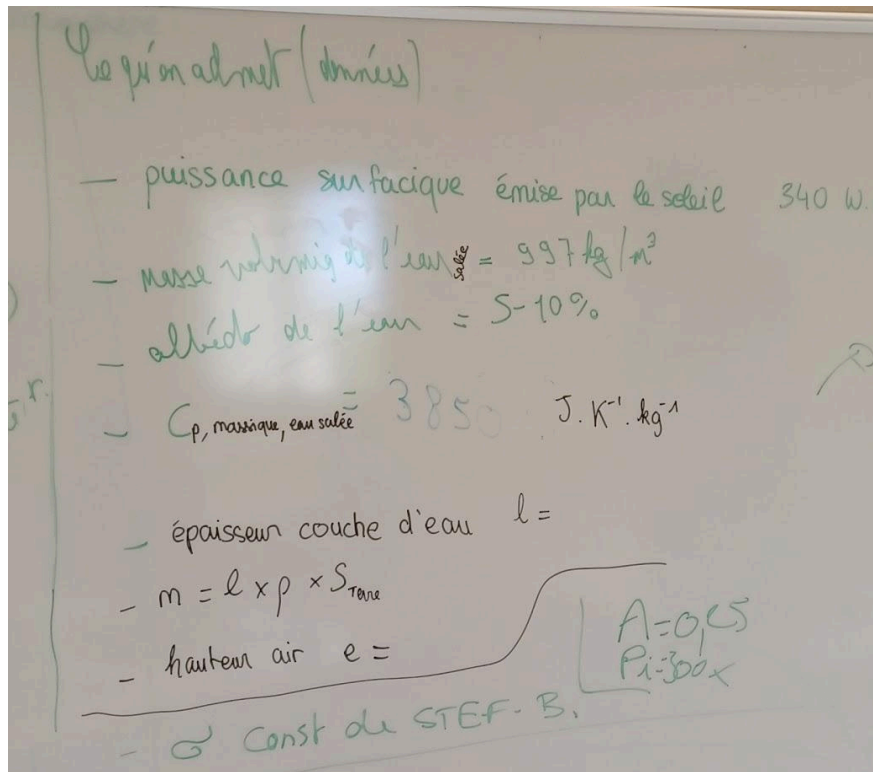
2) Idée de premier modèle :

Pour ce premier modèle, on considère que la Terre est entièrement recouverte d'une couche d'eau (notée I). Nous considérons que l'eau (couche I) (absorbant une partie des rayonnements solaires) chauffe par contact une épaisseur e d'air (taille humaine, par ex dizaine de mètres).

La formule utilisée était : $\Delta T = (P \cdot \Delta t) / (C_p \cdot m)$.

Voilà nos hypothèses (ce qui est négligé, ce qui est admis) :





Cependant, ce modèle ne permet que de trouver une variation de température, nous ne l'avons donc pas retenu.

3) Calcul pour le modèle 1 :

On ne va pas modéliser l'atmosphère et on considère que la terre est une boule composée uniquement d'eau. On considère aussi que les rayons terrestres vont uniquement chauffer la terre (l'eau) et non l'atmosphère directement.

Nous avons cherché à calculer la puissance émise par la terre et la puissance réfléchie.

Point modifié lors de l'élaboration du projet : nous avons commencé par utiliser des puissance surfaciques mais cela était incorrect car il est préférable de raisonner en puissance pure et non en puissance surfacique.

On va prendre le point de vue des rayons solaires, en considérant que ces derniers voient la terre comme un disque. Nous avons donc multiplié la puissance surfacique (calcul ci-dessous) reçue par la terre du soleil par la surface de contact.

Ensuite, l'utilisation de formules de somme de puissance réfléchie reçue et émise égales à 0 a permis d'isoler la température et donc de la calculer.

Pour mieux comprendre :

P_s surfacique émise par le soleil qui arrive sur l'atmosphère

S' disque du diamètre de la terre

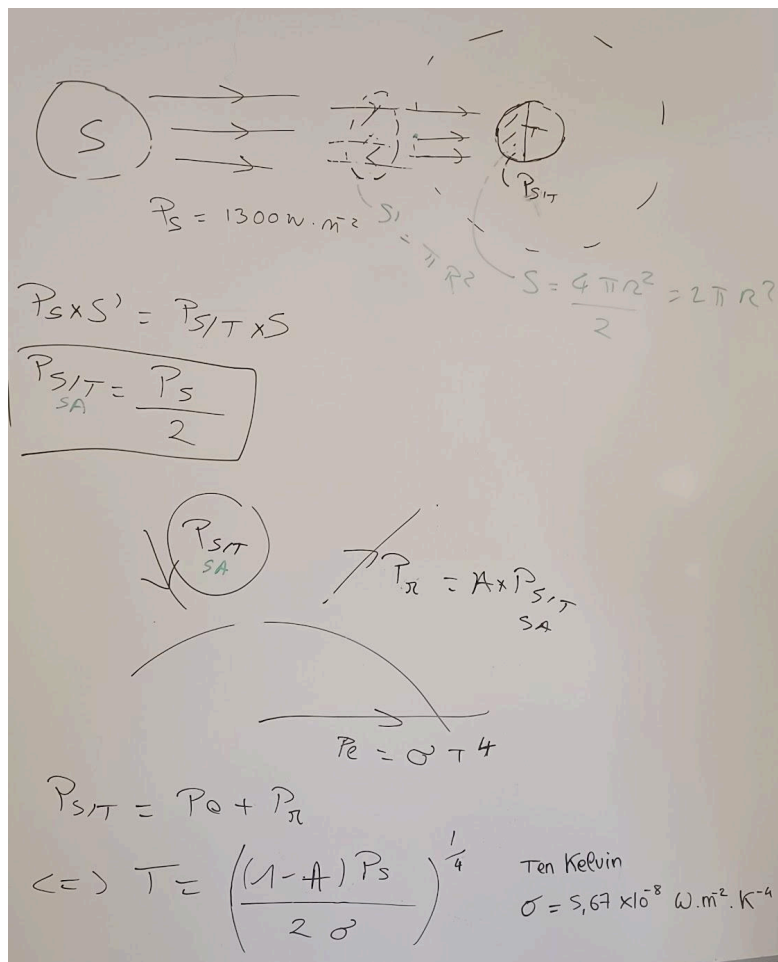
S surface de la moitié de la terre exposée aux rayons

$P_{s/T}$ puissance qui arrive sur la terre (sans albedo)

Puis on tient compte de l'albedo

P_e (puissance émise) avec la loi de Stefan boltzmann

on prend $A = 0,3$ albedo moyen



4) Modélisation 1 :

On a dû modifier le modèle 1 car c'était des puissances surfaciques globales, or les rayons vont dans toutes les directions et non juste sur un disque ou une demi-sphère.

$$\begin{aligned}
 P_{SIT} &= \pi R^2 \cdot P_{S(1)} \\
 P_R &= A \cdot P_{SIT} \\
 P_e &= \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2 \\
 P_{SIT} &= P_R + P_e \\
 P_e &= \left(\pi R^2 P_{S(1)} - A \pi R^2 P_{S(1)} \right) = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2 \\
 &= \left(\frac{(1-A) \cdot P_{S(1)}}{4\sigma} \right)^{1/4} \quad T \text{ en Kelvin}
 \end{aligned}$$

P_r : puissance réfléchie
 P_e : puissance émise

5) Prochaine piste :

Tenir compte des rayons réfléchis par l'atmosphère ainsi que la puissance absorbée par l'atmosphère, en fonction de sa composition et des variations de l'albédo.

SÉANCE 2 (jeudi 6 juin 2024) :

1) Détails de la séance

Tout d'abord, il a été décidé de nous répartir les rôles pour mieux avancer dans le projet, chaque personne sachant ce qu'elle doit faire et ayant un but.

Le modèle précédent, dont la rédaction a été commencée lors de la séance précédente, est fini, corrigé et bien rédigé en latex et se retrouvera sur le Github à la date de ce jour.

De plus, le modèle de la séance précédente a été implémenté en python.

Coder	Compte-rendu à faire	Nouveau modèle
- coder le modèle de la dernière fois. Vic Nabil	- 1 ^{er} modèle ↳ schéma Vic Antoine	- Recherche (Rayons) → mise en compte CO_2, CH_4, \dots → albédo Ori Jeanne Chassim Antoine ↔ Pierre ↔ Elisier
	- Suivi 2 ^e séance /	- Validation

2) Début des recherches sur la prise en compte de l'atmosphère

Dans le premier modèle, nous avons négligé l'impact des gaz à effet de serre, ainsi que celui de l'atmosphère. Ces deux composés absorbent une partie de la puissance émise par la Terre. Il est donc envisagé de considérer cet impact dans le prochain.

Données :

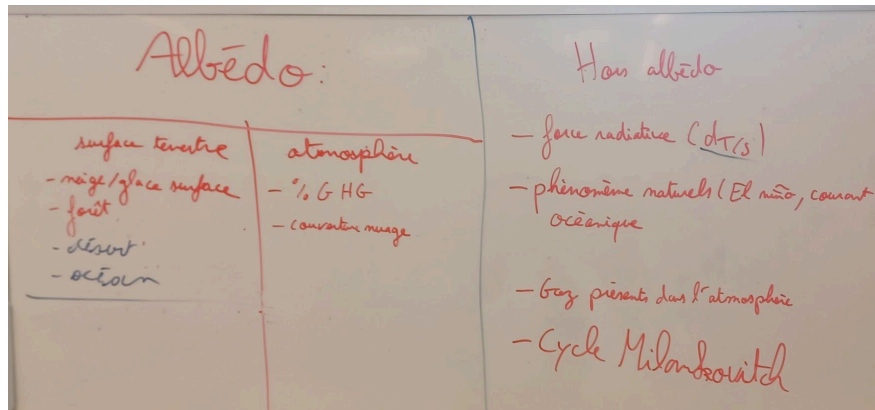
- valeur effet de serre $G=150 \text{ W/m}^2$
- dif entre puissance reçue à la surface de la terre (390 W/m^2) et ce qui réémit réellement vers l'espace qui est de 240 W/m^2

Avec ce modèle, on devrait obtenir 18°C .

3) Recherche de paramètres influençant l'albédo

Un document a été importé sur le github pour comprendre comment le calculer avec le chemin d'accès: C:\Users\(\votre compte)\OneDrive\Documents\GitHub\IPCC . Ce document permet de justifier la valeur d'albédo moyenne (0,3) utilisée dans le modèle 1. Il va donc être rajouté dans le document bilan/explicatif du modèle 1.

Objectif : albédo moyen : modèle plus fin de l'albédo moyen de la Terre en considérant différentes surfaces. Les paramètres évoqués sont notés sur l'image suivante.



Un fichier a été ajouté au github pour obtenir des informations, des preuves mais aussi ne pas oublier les recherches effectuées:

Explications valeur moyenne albédo.docx (le 06/06/2024)

les recherches se concentrent sur deux pôles :

- l'albédo moyen et la méthode de calcul de ce dernier, ce point nécessitant des recherches au préalable
- l'angle d'impact des rayons solaires, qui est plus facile à faire et ne nécessitant pas de recherche. Ce dernier a donc pu être implémenté directement par l'équipe de programmeur en fonction de la longitude et de la latitude.

Le but final étant de créer un modèle combinant les deux informations.

On a donc l'équipe de recherche sur l'albédo qui fait des recherches sur un modèle physique afin de pouvoir l'implémenter en programmation.

Enfin : recherches sur l'évapotranspiration qui est visiblement un critère à prendre en compte plutôt à la fin.

4) Tentative Modèle 2:

On a essayé de prendre en compte la latitude et la longitude. Or, on atteint le 0 absolu par exemple en mettant 50 pour la longitude et latitude en première approche. Une explication possible serait qu'un axe de rotation de la terre n'est pas vertical (ni fixe), et que dans le modèle, la rotation de la terre n'a pas été considérée.

On a donc décidé de considérer la Terre comme statique et fixe sur le méridien de greenwich. Le modèle va être modifié pour pouvoir prendre en compte le temps.

Nous avons cherché une méthode pour transformer les coordonnées longitude-latitude en un repère sphérique plus facile à utiliser.

Idées d'informations supplémentaires à ajouter au modèle de l'albédo terrestre :

- coder modèle simplifié pour avoir l'albédo en subdivisant en des zones très larges
- donc il faut déterminer le découpage
- déterminer l'albédo de chaque zone découpée
- albédo des nuages et la surface qu'il représente

Coder modèle simplifié pour avoir l'albédo en un point du style :

4 zones : - Amérique
- Europe / Asie / Afrique
- Océan
- Pôle Nord / Sud
et peut être Océane



Piste à explorer dans le futur :

- rechercher le spectre d'absorption de l'atmosphère
- d'où vient la valeur de 15 degrés

SÉANCE 3 (vendredi 7 juin 2024)

1) Réunion de début de séance

- finir recherche sur l'albédo qui dépend latitude et longitude
- finir travail sur l'effet de serre
- réflexion sur la manière d'améliorer le modèle 2, en prenant en compte la variation de l'albédo et l'effet de serre.

2) Modèle 2

La Terre suit une trajectoire circulaire.

Le rayonnement du soleil arrivant sur la terre est considéré orthogonal (Terre à l'infini du soleil).

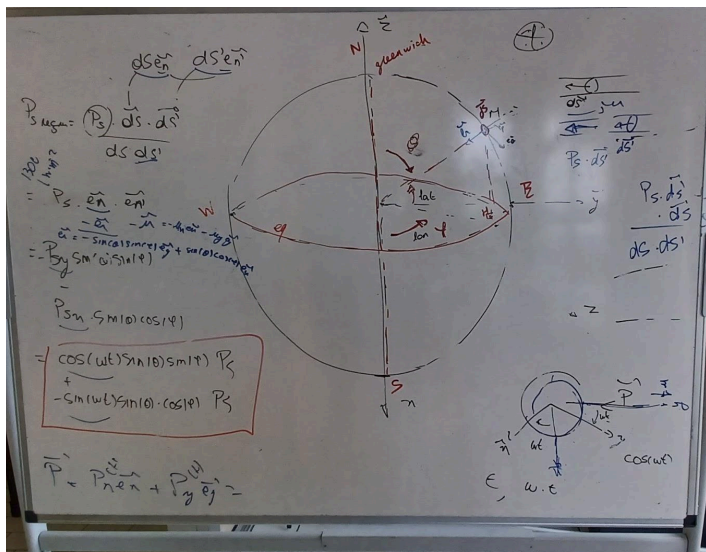
On ne prend toujours pas en compte l'atmosphère.

L'albédo est considéré comme une constante A.

On prend en compte la latitude et la longitude, ainsi que la rotation, et donc le temps (on se cale par rapport à l'heure de Londres (méridien de Greenwich)).

On néglige l'inclinaison de la Terre.

Dès qu'on est la nuit, on peut pas encore réaliser le calcul de la température car il n'y a pas de rayons solaires.



Le code est réalisé à part, et un compte rendu en latex (spécifique à ce modèle, avec les formules) est sur le GitHub.

3) Recherches modèle 3 :

Pour le modèle 3, le but est d'améliorer le modèle 2 en prenant en compte le fait que l'albédo varie selon la position sur la terre (longitude et latitude).

Un code a été réalisé pour calculer l'albédo de façon plus précise en découpant la Terre en 8 grosses zones (Amérique, Europe, Afrique Continentale, Afrique Désertique, Océans, Pole Nord, Pole Sud) ayant chacune une constante. Ainsi en rentrant une latitude et une longitude, on obtient la constante d'albédo correspondante. Le but étant de l'intégrer au modèle final, en affinant au fur et à mesure le quadrillage de l'albédo terrestre.

Un code du modèle 3 a été réalisé en 2D.

Cependant nous avons pour objectif de créer un modèle en 3D pour pouvoir afficher la température à chaque point du globe. Cela nous a paru assez difficile en python avec le système que nous avons utilisé. Nous avons donc privilégié l'utilisation de blender afin de recréer la Terre en format 3D.

4) Début de modélisation de la température de nuit

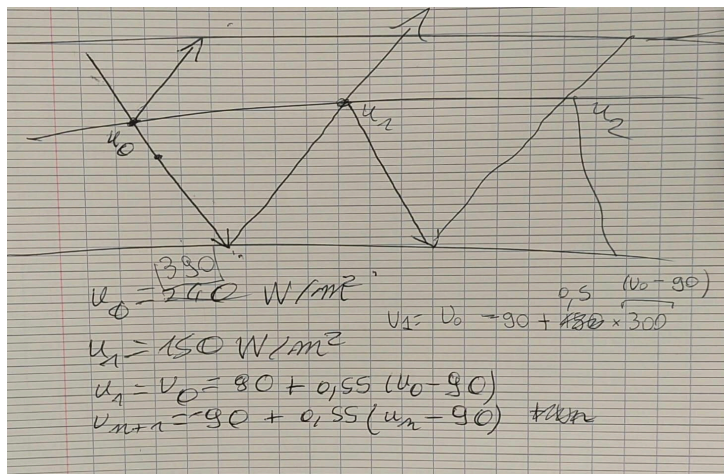
Nous avons réfléchi aux calculs du temps, ainsi qu'à tracer une courbe représentant l'équilibre des températures la nuit. Le modèle consiste à prendre la conduction de la surface terrestre et l'émission de la puissance absorbée au cours de la journée. Le modèle python simple a été implémenté. Des recherches ont débuté afin d'améliorer ce modèle en fonction de la conduction des différentes surfaces terrestres.

5) Recherches modèle 3 prenant aussi en compte l'effet de serre

Pour la modélisation de l'atmosphère et de l'effet de serre, une approche mathématique est envisagée sous la forme d'une suite. Tout commence par des rayons incidents qui subissent une réfraction et qui sont conservés dans l'atmosphère. Cela sera représenté sous la forme de pourcentage de réduction de la puissance des rayons incidents.

On va prendre en compte les rayons qui ne sont pas dans le visible, et utiliser des valeurs disponibles sur Internet pour les rayonnements dans le visible. En effet, ce sont majoritairement eux qui sont à l'origine de l'effet de serre. Des recherches sont donc effectuées pour le spectre d'absorption de l'atmosphère.

On tient compte de l'effet de serre qui bloque certains rayons et les renvoie encore vers la terre. Il est également envisagé de considérer la variation saisonnière pour le calcul de température. Cette information sera intégrée dans ce modèle, ou bien dans le suivant.



On a trouvé une relation de récurrence entre la puissance surfacique d'un rayon frappant la terre lors de sa n-ième réfraction et celui qui frappera la Terre à l'étape suivante :

On choisit $u_0 = 240 \text{ W/m}^2$
(rayon incident arrivant à la surface de la Terre).

$u_1 = 150 \text{ W/m}^2$. (rayon revenant sur Terre suite aux gaz à effet de serre) puis réémis entièrement)

23% de ce rayon réémis traverse l'atmosphère et disparaît dans l'espace.
Sur les 77% restant, seulement la moitié est renvoyée vers la Terre.

Le m^{ème} phénomène se reproduit.

Donc $u_{n+1} = \frac{1}{2} \times 0,77 \cdot u_n$

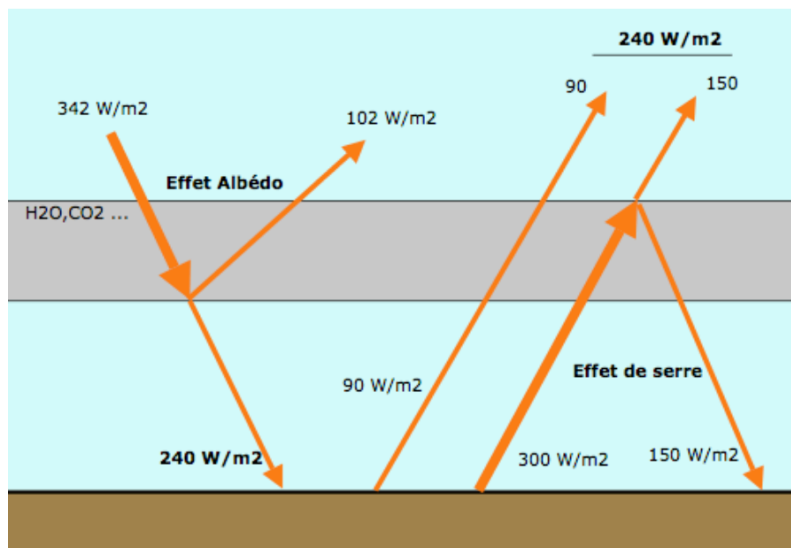
Ainsi : $u_n = u_1 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,77\right)^{n-1}$

On s'intéresse à $\sum u_n$.

$\sum u_n = \sum_{n=1}^{\infty} u_n + u_0$

$\Rightarrow u_1 \times \frac{1}{1 - \left(\frac{1}{2} \times 0,77\right)} + u_0 \xrightarrow{+u_0} 484 \text{ W/m}^2$

9/8



Afin d'établir une relation de récurrence, nous avons considéré un rayon incident, atteignant la surface terrestre, de puissance surfacique égale à 240 W/m^2 . Ce rayon u_0 est supposé entièrement réémis par la Terre. Nous avons calculé que 23% du rayon initial réémis traversera l'atmosphère sans être arrêté par les gaz à effet de serre. Ensuite, sur la proportion restante (77% du rayonnement initial), seulement la moitié est renvoyée vers la Terre. Le même phénomène se reproduit, jusqu'à ce que le rayonnement soit négligeable.

Nous pouvons établir la relation de récurrence suivante :

$U_{n+1} = 0.5 \cdot 0.77 \cdot U_n$ ($n \geq 1$). D'où $U_n = U_1 \cdot (0.5 \cdot 0.77)^{(n-1)}$ avec $U_1 = 150 \text{ W/m}^2$.

Nous nous intéressons à $\sum_{k=0}^n U_k = U_0 + \sum_{k=1}^n (U_k)$.

D'après le cours de mathématiques, la somme précédente tend vers $U_1 / (1 - 0.5 \cdot 0.77) + U_0$. La valeur numérique est de 484 W/m^2 .

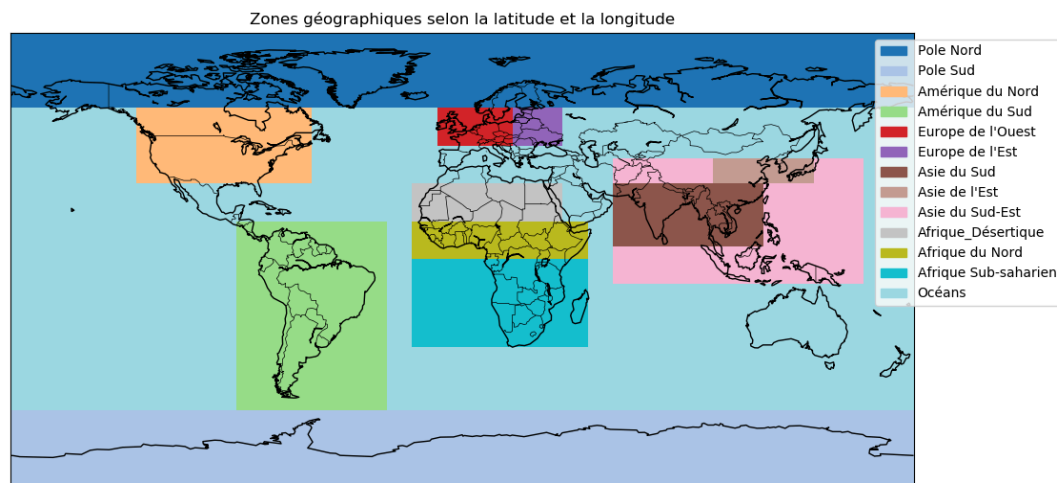
SÉANCE 4 (jeudi 13 juin 2024)

1) Détails séance 4

Le modèle 3, qui prend en compte des zones pour le calcul de l'albédo, a été réalisé (avec un découpage final en 13 zones de la Terre), ainsi que le modèle 3 amélioré (avec la prise en compte de l'atmosphère et des rayons réfléchis par l'atmosphère).

Les codes ont été réalisés et sont sur le Github.

Pour une meilleure compréhension des différents modèles, différentes images ont été produites et seront intégrées au compte rendu scientifique.

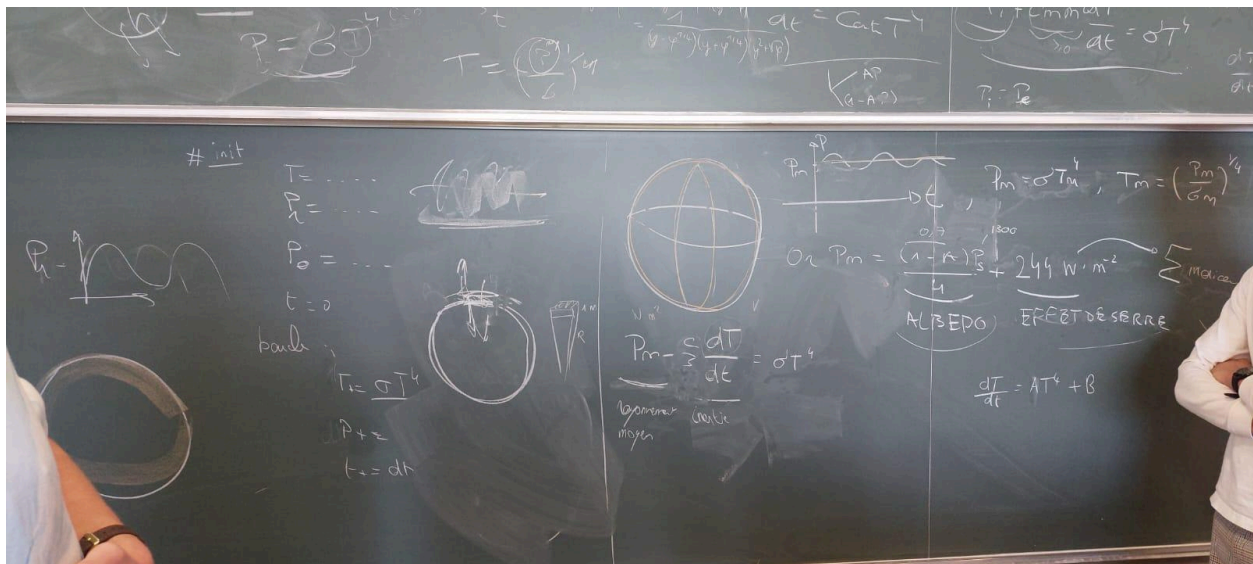
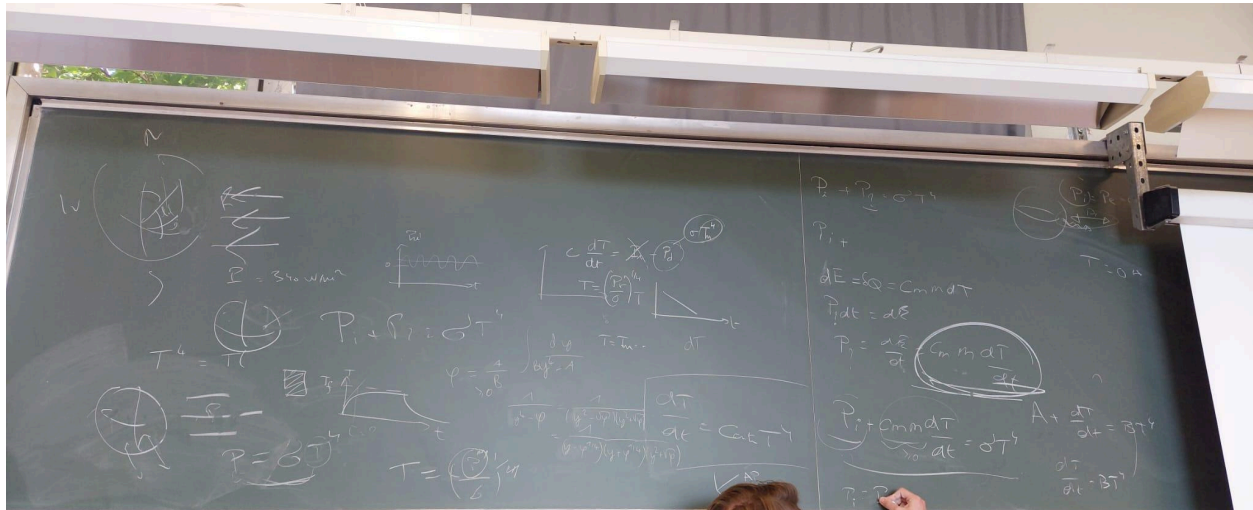


découpage de la Terre en zones pour le modèle 3 et 4

La modélisation de la terre sur blender ne sera finalement pas exécutée à cause d'une difficulté de réalisation et de la complexité de création du lien entre le modèle blender et le programme python. Le modèle sphérique terrestre sera donc entièrement fait sur python.

2) recherche modèle 4

Pour ce nouveau modèle, nous cherchons à résoudre le problème suivant : la non considération de l'inertie de la terre, impliquant une température de 0 K lorsque la Terre ne reçoit plus d'énergie solaire, la nuit. Cependant cette considération implique la résolution d'une équation différentielle très difficilement soluble.



SÉANCE 5 (vendredi 14 juin 2024)

1) Bilan de l'avancement collectif

- Ce qu'il nous reste à écrire (compte rendu spécifique des modèles) et à chercher
- à quel modèle on est à l'instant t
- question de la justification des données utilisées

- division de certaines tâches précises:

Organiser le Github Yuse Jeanne	Réunir les sources + justifications ? des données Florian Kevin
---------------------------------------	--

2) avancement recherche modèle 4

$$P = \sigma T^4$$

$$T = T_m + \frac{dT}{dt} \cdot dt$$

$$P_m - \frac{c}{s} \frac{dT}{dt} = \sigma T^4$$

σ : Boltzmann - STBFAA

T_s : Température soleil

d_{T-s} : Distance Terre - Soleil (moyenne)

R_T : Rayon Terre

$$T = T_m + \frac{dT}{dt} \cdot dt$$

$$P_m - \frac{c}{s} \frac{dT}{dt} = \sigma T^4$$

$$\left(\frac{(1-A)P_s}{4} + 249 \right) - \frac{c}{s} \frac{dT}{dt} = \sigma T^4$$

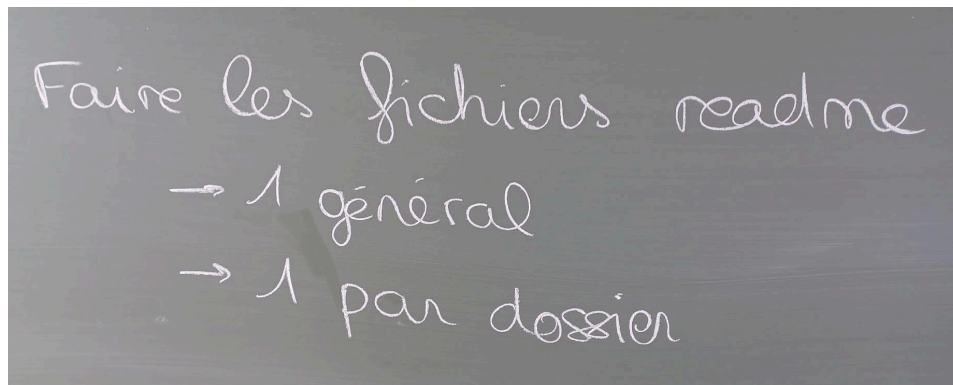
P_m : P calculé dans le modèle 3
et codage du modèle en cours.

Un groupe vérifie la pertinence des données numériques utilisées dans les différents modèles (vérification de leur fiabilité, mettre les sources de côté).

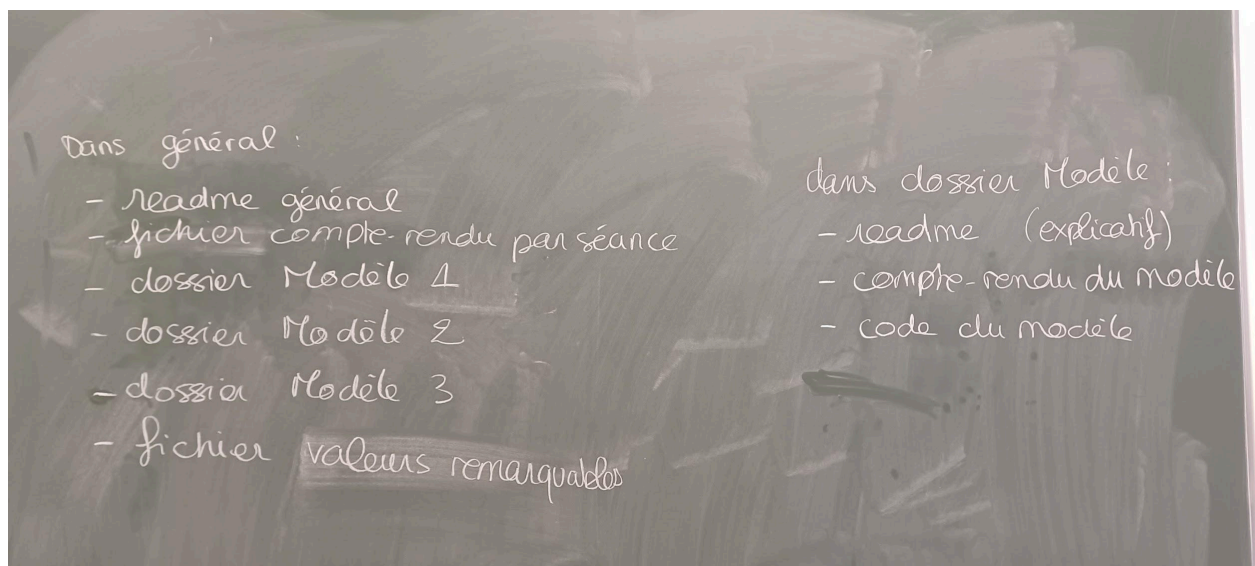
Un document complet en latex va être rédigé au propre et déposé sur le GitHub.

Le dernier modèle n'ayant pas pu aboutir (nous avons choisi de nous concentrer sur les trois premiers modèles), les objectifs le concernant vont donc être rédigés. Cela permettra, l'année prochaine, de finir ce modèle en ayant une idée de nos intentions au début de sa réalisation.

SÉANCE 6 (jeudi 20 juin 2024)



1) Organisation potentielle du dossier zip à rendre:



Pour la dernière séance de projet de l'année 2024, nous allons réunir toutes les informations récoltées, mais également ranger l'ensemble des fichiers liés au modèle.

Le github est donc réorganisé pour l'envoi du projet final.

Bilan du projet :

Nous avons réalisé trois modèles différents, en partant de résultats simplifiés, et en les améliorant au fur et à mesure. Nous avons réussi à nous organiser entre modélisations, code, rédaction du compte-rendu, vérification des données ...

Ce projet nous a permis de travailler en équipe, et d'apprendre à nous organiser à 12.