

TD 2 : Effet de serre et changement climatique

A. Apports de connaissances

1. Définitions

Aérosol

Les aérosols désignent des particules en suspension dans l'air qui présentent une vitesse de chute négligeable. Elles peuvent être solides (poussières) ou liquides (embruns), de nature organique (suie) ou minérales (roche érodée) et plus ou moins grosses (de quelques dixièmes de nanomètre à une centaine de micromètres). La grande majorité d'entre elles sont d'origine naturelle, bien que les activités anthropiques en libèrent en grandes quantités.

Albédo

Selon ses caractéristiques, en particulier sa couleur, une surface réfléchit plus ou moins l'énergie du rayonnement solaire. L'albédo est le rapport entre l'énergie solaire réfléchie et l'énergie reçue (incidente), il varie entre 0 et 1. Si tous les rayonnements sont réfléchis, alors l'albédo est de 1. À l'opposé, plus une surface est sombre et plus elle absorbe de rayonnement et donc moins elle réfléchit. L'albédo d'une surface sera donc d'autant plus faible que celle-ci est foncée. C'est ce qui explique que par une chaude journée d'été ensoleillée, vous puissiez vous brûler la main en touchant le capot d'une voiture noire, mais pas en touchant celui d'une voiture blanche !

CFC : ChloroFluroCarbures

Gaz à effet de serre, uniquement d'origine anthropique, utilisés pour la réfrigération, la climatisation, les propulseurs aérosols. Ces composés fluorés contribuent au réchauffement climatique troposphérique ainsi qu'à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique. Ils ont été interdits par le protocole de Montréal qui a pour but de réglementer la production et la consommation de substances appauvrissant la couche d'ozone.

GES : Gaz à effet de serre

Gaz naturels ou artificiels présents dans l'atmosphère, qui absorbent et réémettent le rayonnement infrarouge qui permet de maintenir la chaleur sur terre. Les principaux sont le CO₂, le CH₄, l'O₃, les gaz fluorés (HCFC, HFC, CFC, PFC, SF₆), le N₂O et l'H₂O.

ODP

Le potentiel de déplétion ozonique (PDO, ou ODP, de l'anglais Ozone Depletion Potential), critère caractérisant le degré de nocivité d'un gaz sur la couche d'ozone.

PRG : pouvoir de réchauffement global

Les gaz à effet de serre ne contribuent pas tous de la même façon à l'effet de serre. Leur contribution relative peut être estimée grâce à un indice appelé « pouvoir de réchauffement global » (PRG). Il définit la capacité d'un gaz à absorber les rayons infrarouges émis par la Terre, sur une durée de 100 ans. Le PRG d'un gaz se mesure par rapport à celui du dioxyde de carbone, gaz de référence : combien

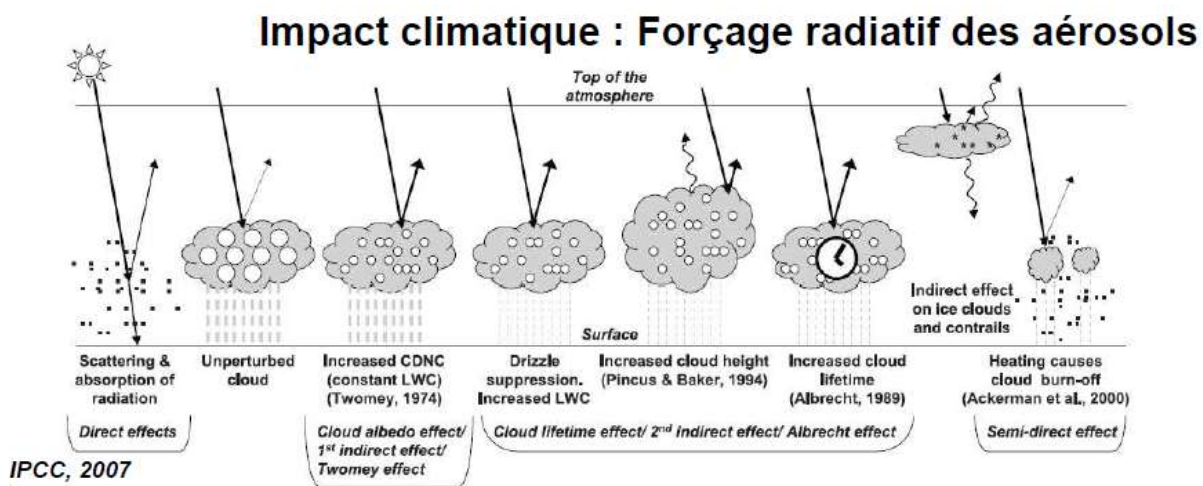
de fois plus, ou combien de fois moins, un gaz « fait » d'effet de serre sur 100 ans, par rapport à la même quantité de dioxyde de carbone émise au même moment.

UV

Le rayonnement solaire est majoritairement composé de longueurs d'onde visible, infrarouge (IR) et ultraviolet (UV). Parmi les UV, les UVB et les UVC sont les plus dangereux.

2. Aérosols et changement climatiques

Le réchauffement climatique est désormais une réalité et l'impact des gaz à effet de serre (GES) est avéré. Mais ils ne sont pas les seuls acteurs de cette machine climatique complexe.



Impact direct : absorption et diffusion des rayonnements solaires

Impact indirect : Modification de la micro-physique des nuages (Taille des gouttelettes, pouvoir réfléchissant, durée de vie des nuages etc..)



L'impact direct (première illustration à gauche) consiste en la diffusion et dans une moindre mesure à l'absorption du rayonnement solaire. L'énergie solaire absorbée et/ou rétro diffusée est autant d'énergie qui ne réchauffe pas la terre. Cet effet engendre donc un refroidissement. Cet impact direct est également appelé effet parasol.

L'impact indirect (toutes les autres illustrations) est relatif au rôle des particules dans la structure (microphysique) du nuage. Il est important de comprendre que sans particules solides dans l'atmosphère aucune gouttelette d'eau et donc aucun nuage ne pourrait se former. Une particule sert en réalité de noyau autour duquel la vapeur d'eau peut condenser. D'un point de vue climatique l'impact principal des nuages est de réfléchir le rayonnement solaire incident. Ils agissent comme un miroir. Depuis 1750 les activités humaines ont injecté et injectent chaque jour un grand nombre de particules

dans l'atmosphère. Ainsi nous pouvons considérer que le nombre de particules moyen dans l'atmosphère a considérablement augmenté depuis la période préindustrielle. Or à quantité de vapeur d'eau constante (hypothèse réaliste) plus le nombre de particules est important plus la taille des gouttelettes formées sera faible (simple question de bilan de matière). Cette diminution de la taille moyenne des gouttelettes de nuages constitue le point de départ principal de l'impact indirect des particules sur le climat. En effet un nuage composé de gouttelettes fines a un pouvoir réfléchissant plus important qu'un nuage composé de grosses gouttelettes (illustration du bas). Cette diminution de taille des gouttelettes engendre également un temps de vie plus long pour les nuages (moins de précipitation). Les nuages sont donc globalement plus réfléchissants et ont un temps de vie dans l'atmosphère plus long.

B. Travail à faire (A rendre le 26/01/2021)

B.1. Répondez aux questions suivantes

1. Ordonner les événements en fonction de leur chronologie :

Diminution du territoire de l'ours polaire ; production d'électricité ; fonte de la calotte polaire ; rejet de gaz à effet de serre.

2. Lequel de ces gaz n'est pas un gaz à effet de serre ?

- a. protoxyde d'azote
- b. dioxygène
- c. méthane
- d. dioxyde de carbone

3. Classer les gaz atmosphériques en fonction de leur participation ou non à l'effet de serre :

Dioxygène, diazote, vapeur d'eau, méthane, dioxyde de carbone, ozone, diazote, gaz fluorés, protoxyde d'azote

Participe l'effet de serre	Ne participe pas à l'effet de serre

4. Quel indice témoigne d'un climat chaud ?

- a. beaucoup de dioxyde de carbone
- b. la présence de moraines
- c. la présence de fossiles de mammouths
- d. peu de dioxyde de carbone

5. Les êtres vivants interviennent dans le cycle du carbone

- a. Vrai
- b. Faux

6. Combien d'années le dioxyde de carbone reste-t-il dans l'atmosphère ?

- a. 1 an
 - b. 10 ans
 - c. 100 ans
 - d. 1000 ans
7. Il existe des échanges naturels de carbone entre l'atmosphère et les océans.
- a. Faux
 - b. Vrai
8. Quelle est l'origine du carbone ajouté dans l'atmosphère par les activités humaines ?
- a. la photosynthèse
 - b. la déforestation
 - c. l'exploitation des réserves d'énergie fossile
 - d. la respiration
9. Ordonner les étapes de l'effet de serre :
- a. Le rayonnement infrarouge est absorbé par les gaz à effet de serre ;
 - b. Hausse de la température globale de la planète ;
 - c. Réchauffement de la surface de la terre ;
 - d. La surface de la terre émet un rayonnement infrarouge.
10. Le réchauffement climatique actuel serait provoqué par :
- a. l'augmentation du niveau des océans
 - b. les activités humaines
 - c. l'expansion des glaciers
 - d. la libération dans l'atmosphère de gaz à effet de serre
11. Ordonner les événements en fonction de leur chronologie
- a. Exode des populations côtières ;
 - b. Fonte des glaciers et de la calotte polaire ;
 - c. Réchauffement climatique ;
 - d. Montée du niveau des océans.
12. Ordonner ces gaz à effet de serre en fonction du temps qu'ils passent dans l'atmosphère du plus court au plus long :
- a. Dioxyde de carbone
 - b. Gaz fluorés
 - c. Méthane
13. Classer ces activités en fonction de la nature du gaz à effet de serre émis :

Industries pétrolières et gazières ; élimination des déchets par combustion ; stockages des déchets en décharge ; élevage ; transport ; production d'électricité ; chauffage ; culture du riz

Dioxyde de carbone	Méthane

14. Les constructions humaines, particulièrement les surfaces recouvertes de goudron, absorbent davantage d'énergie solaire :

- a. Vrai
- b. Faux

B.2. Répondez aux questions suivantes

a. A l'aide des deux tableaux ci-dessous, construit deux graphiques (1er sur l'évolution de la température moyenne sur terre depuis l'an 1000 ; 2nd sur la concentration de CO2 dans l'atmosphère depuis l'an 1000).

Température moyenne sur Terre de 1000 à 2100	
Année	Température en °C
1000	14,8
1100	14,8
1200	14,7
1300	14,7
1400	14,8
1500	14,7
1600	14,7
1700	14,7
1800	14,7
1850	14,7
1900	14,7
1950	14,8
2000	15,0
2020	15,7
2040	16,3
2060	16,9
2080	17,4
2100	17,8

Concentration en CO2 de 1000 à 2100	
Année	CO2 (ppm)
1000	277
1100	280
1200	279
1300	284
1400	282
1500	283
1600	280
1700	278
1800	282
1850	287
1900	296
1950	313
2000	358
2020	410
2040	470
2060	570
2080	650
2100	720

- b. Commenter et expliquer les changements observés.
- c. Quelles sont les causes de ces changements ?
- d. Proposer des mesures pour atténuer ces changements ?