

L'effet de serre

L'atmosphère terrestre et les autres composantes du système climatique (voir le feuillet *ad hoc*) déterminent des conditions qui rendent possible la vie sur Terre.

L'effet de serre naturel fait régner à la surface de la Terre une température moyenne annuelle de 15°C environ. Sans atmosphère et donc sans effet de serre naturel, la température moyenne annuelle globale serait de -18°C; dans de telles conditions, l'eau ne pourrait pas exister sous la forme liquide¹.

La vapeur d'eau et d'autres gaz à effet de serre (par exemple le dioxyde de carbone, le méthane, etc.) sont à l'origine de l'effet de serre naturel.

Mécanisme de l'effet de serre naturel

L'énergie émise par le Soleil atteint l'atmosphère terrestre et la surface du globe sous la forme d'un rayonnement à ondes courtes. Une partie de ce rayonnement incident est réfléchi, le reste est absorbé et converti en un rayonnement thermique à ondes longues. C'est ainsi que la lumière et la chaleur sont renvoyées dans l'atmosphère et dans l'espace². Une partie du rayonnement thermique émis par la Terre en direction de l'espace est retenue par les gaz à effet de serre qui sont présents naturellement dans l'atmosphère (absorption) et renvoyés en direction de la surface (ré-émission, rayonnement en retour). Cela conduit à réchauffer les couches inférieures de l'atmosphère. C'est ce phénomène qui est appelé effet de serre naturel. Les processus sont présentés ci-après de manière plus détaillée, sur la base de la fig. 2.

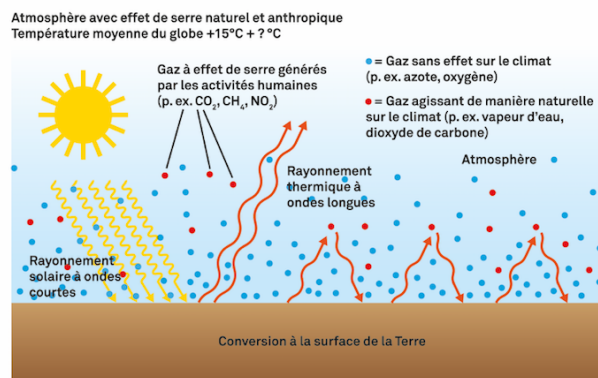
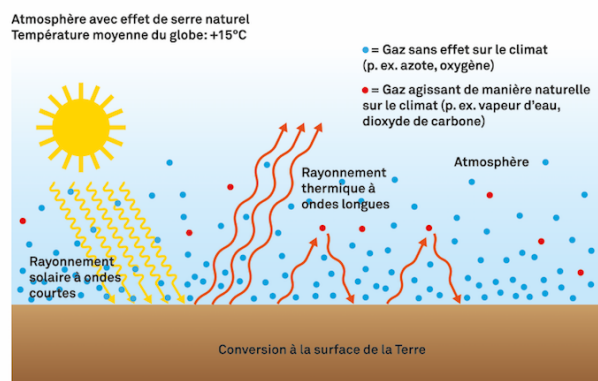
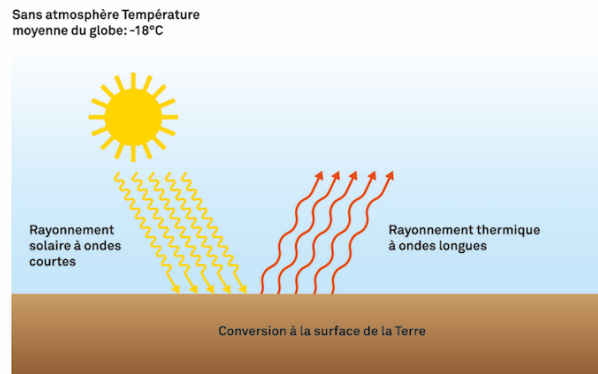


Fig. 1. Schémas illustrant trois situations (de haut en bas): absence d'atmosphère et d'effet de serre; atmosphère avec effet de serre naturel; atmosphère avec conjonction de l'effet de serre naturel et d'origine anthropique (Schéma: projet CCESO, d'après un document élaboré par Allianz Umweltstiftung).

¹ Delmas *et al.* (2007), p. 12; Trompette (2004), p. 172.

² Brönnimann (2018), p. 67; Delmas *et al.* (2007), pp. 18 et suivantes.

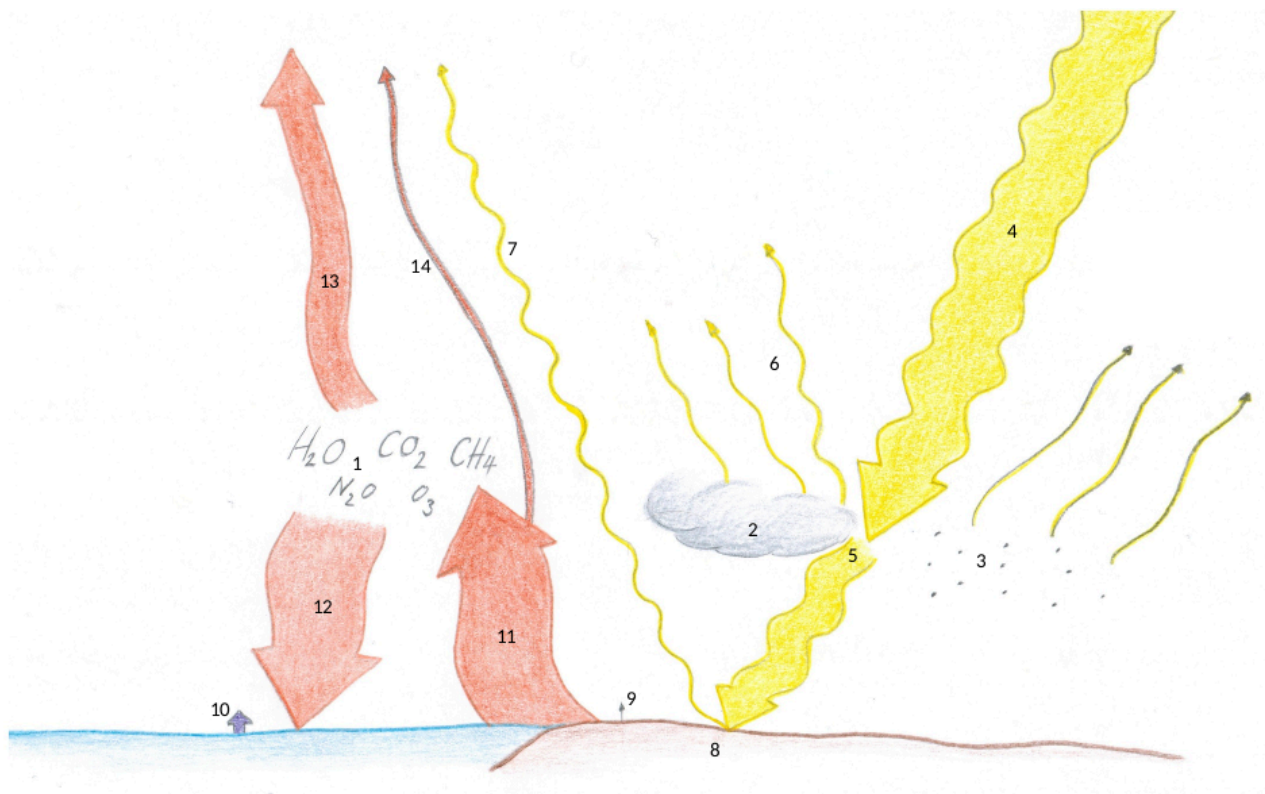


Fig. 2. Bilan radiatif de la Terre (schéma original projet CCES0 II. Dessin: Michelle Walz).

Bilan radiatif

1. Gaz à effet de serre
2. Nuages
3. Aérosols
4. Rayonnement solaire incident
5. Absorption par les gaz à effet de serre, les gouttelettes des nuages, les aérosols
6. Dispersion (diffusion) par les nuages
7. Rayonnement à ondes courtes réfléchi par le sol
8. Absorption par le sol
9. Chaleur sensible
10. Chaleur latente (vapeur d'eau)
11. Rayonnement thermique émis par la surface de la Terre (rayonnement infrarouge, ondes longues)
12. Rayonnement thermique en retour (rayonnement infrarouge, ondes longues, ré-émission par les gaz à effet de serre, les gouttelettes des nuages, les aérosols)
13. Rayonnement thermique (infrarouge, ondes longues) émis par l'atmosphère en direction de l'espace
14. «Fenêtre atmosphérique» (rayonnement thermique à ondes longues traversant l'atmosphère et émis directement vers l'espace)

Le rayonnement solaire qui atteint l'atmosphère terrestre et la Terre est un rayonnement à ondes courtes très énergétique (4). Une partie de ce rayonnement est absorbée (5) dans l'atmosphère par les gaz à effet de serre (1), les nuages (2) et des aérosols (3). Une autre partie de ce rayonnement est dispersée ou diffusée (6) par les nuages et les aérosols (3). Cette fraction du rayonnement solaire n'atteint pas la surface de la Terre, mais retourne dans l'espace. La moitié environ du rayonnement solaire incident atteint la surface du globe, car les gaz à effet de serre sont largement perméables à ce rayonnement à ondes courtes et le laissent donc passer. Une petite fraction du rayonnement solaire atteignant le sol est réfléchi (7) par les surfaces claires (neige, zones englacées). La majeure partie du rayonnement solaire à ondes courtes qui arrive à la surface est absorbée par l'eau (océans, mers, lacs, etc.), les zones rocheuses, les sols, le couvert végétal, les surfaces asphaltées, etc. (8), convertie en rayonnement thermique infrarouge (à ondes longues) et renvoyée dans l'atmosphère (11).

C'est là que prend place l'**effet de serre naturel**: les gaz à effet de serre (1) présents dans l'atmosphère gênent ou empêchent l'émission de ce rayonnement thermique en direction de l'espace. Ils l'absorbent, le diffusent ou le ré-émettent, de sorte qu'une bonne partie de ce rayonnement thermique revient vers la Terre et les basses couches de l'atmosphère (12). L'analogie avec une serre n'est que partiellement pertinente, car les gaz à effet de serre ne forment pas une couche mince et bien identifiable comme le toit en verre d'une serre: ils sont en réalité disséminés parmi les autres molécules gazeuses constituant l'atmosphère (voir les deuxième et troisième schémas de la fig. 1). Ce rayonnement thermique «en retour» a pour effet un apport d'énergie et donc de chaleur à la surface de la Terre et dans les couches d'air proches de la surface, qui s'ajoute à la chaleur apportée par le rayonnement solaire et modifie ainsi l'équilibre énergétique dans ces zones (interface sol – basses couches de l'atmosphère). Une partie de ce rayonnement thermique «en retour» est absorbée par les océans, les mers et les lacs, ce qui entraîne leur réchauffement. Cette accumulation de chaleur au sol et dans la basse atmosphère (ou, plus précisément, ce bilan thermique ou bilan radiatif positif dans l'infrarouge) a pour conséquence une température qui est plus élevée de 33 °C que ce que serait la température d'équilibre sans l'atmosphère (- 18°C)³. D'où la température moyenne annuelle de 15 °C mentionnée dans le deuxième paragraphe du présent feuillet d'information.

L'**effet de serre d'origine anthropique** (ou effet de serre additionnel) n'est en fait qu'une intensification de l'effet de serre naturel. La combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz extraits de la lithosphère), la déforestation à large échelle, ou encore le méthane produit par l'élevage ont pour conséquence l'augmentation de la quantité et de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et en particulier du gaz carbonique (dioxyde de carbone, CO₂) (voir le feuillet d'information sur les causes des changements climatiques). Le rayonnement thermique ré-émis en direction de la Terre augmente donc, et avec lui la chaleur au sol et dans les basses couches de l'atmosphère. La température est de ce fait plus élevée qu'avec l'effet de serre naturel⁴.

Références

Allianz Umweltstiftung (2016). Wissen – Informationen zum Thema „Klima“: Grundlagen, Geschichte, Projektionen (4. Auflage). Berlin: Allianz.

<https://umweltstiftung.allianz.de/media/publikationen/wissen.html>

Brönnimann, S. (2018). *Klimatologie*. Berne: Haupt Verlag.

Delmas, R., Chauzy, S., Verstraete, J.-M. & Ferré, H. (2007). *Atmosphère, océan et climat*. Paris: Belin.

Jancovici, J.-M. (2003). Qu'est-ce que l'effet de serre? En ligne sur le site de l'auteur:

<https://jancovici.com/changement-climatique/aspects-physiques/quest-ce-que-leffet-de-serre/>

Jancovici, J.-M. (2007). Quels sont les gaz à effet de serre? En ligne sur le site de l'auteur:

<https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/quels-sont-les-gaz-a-effet-de-serre-quels-sont-leurs-contribution-a-leffet-de-serre/>

Trompette, R. (2004). *La Terre. Une planète singulière*. Paris: Belin.

³ Delmas *et al.* (2007), p. 19.

⁴ Delmas *et al.* (2007), pp. 18-19. Trompette (2004), pp. 171-174. Voir aussi le site de J.-M. Jancovici.