

Bilan énergétique de la planète

Réflexions à propos d'un schéma

Denys Pierrehumbert ing. dipl. EPFL

4 mars 2016

Un schéma singulier hante les discussions sur l'effet de serre. Nous en présentons une version provenant de Trenberth et al. 2009 (Earth's global energy budget).

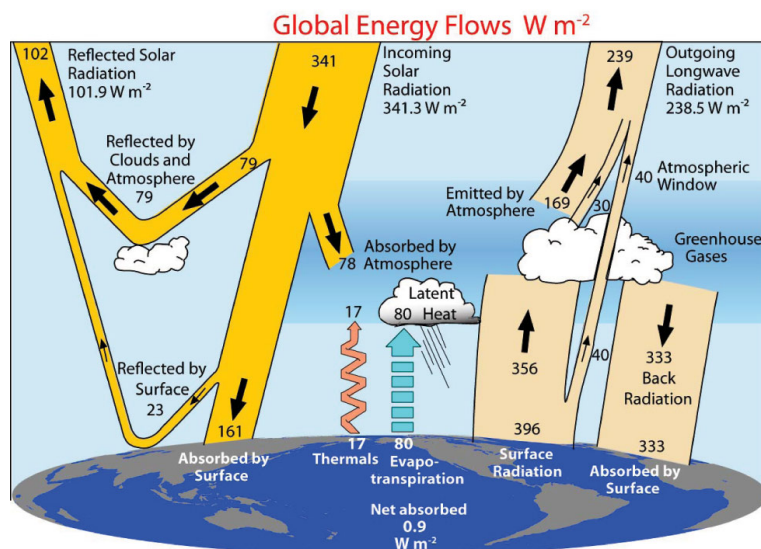


Fig. 1. Schéma original tiré de Trenberth et al. 2009.

Ce schéma est d'une conception assez surprenante. Le refroidissement radiatif de la surface y est décomposé en deux flux opposés, l'un montant et l'autre descendant. Que représentent ces flèches ? Le titre du graphique laisse penser qu'il s'agit de flux énergétiques et cela pose plusieurs questions :

- Le flux noté Back Radiation percute la surface et y disparaît. Que devient-il ? Ce flux, si c'en est vraiment un, représente des infra-rouges issus de l'atmosphère plus froide que la surface. Sous quelle forme, ces infra-rouges sont-ils assimilés par la terre ? cela ne peut pas être sous forme de chaleur car la thermodynamique l'interdit strictement.

- Pourquoi l'auteur du schéma a-t-il représenté des back radiations et pas des back conductions, des back convections ou encore des back flux de chaleur latente ?
- Ce schéma intitulé flux énergétiques globaux ne boucle pas les flèches à l'intérieur du système, pourquoi ?
- La convention adoptée semble être conforme à celle d'un schéma de flux de chaleurs mais les flux représentés ne sont pas des objets reconnus par la thermodynamique.

Ce schéma est donc gravement inconséquent et trompeur. Il porte pourtant une mine d'informations intéressantes. Nous allons proposer dans la suite trois schémas inspirés par l'original pour tenter de débrouiller la situation :

- Le premier cherchera à respecter la logique de la thermodynamique et les conventions appropriées aux flux de chaleur.
- Le second se situera dans la logique des flux énergétiques tout en restant compatible avec la thermodynamique.
- Le troisième, traduira scrupuleusement le schéma de Trenberth dans les conventions des flux énergétiques.

Correction thermodynamique

La distinction de deux flux électromagnétiques antagoniques étant une hérésie thermodynamique, nous avons corrigé le schéma de Trenberth et al. de la manière suivante:

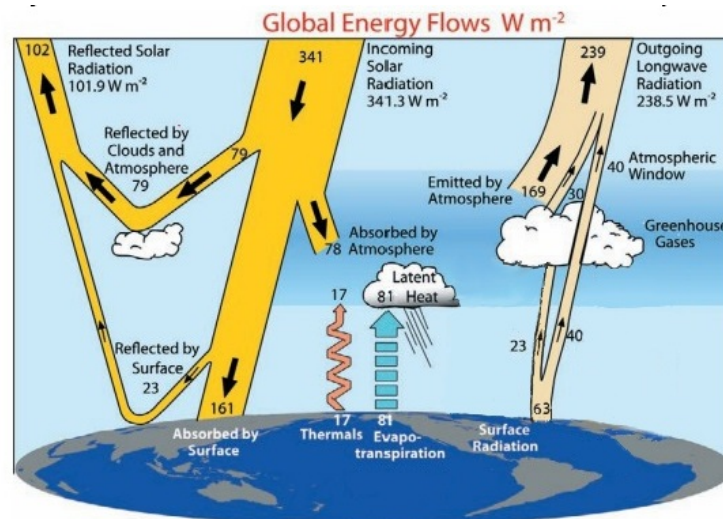


Fig. 2. Schéma corrigé.

On remarquera que l'importance des infra-rouges dans les échanges entre atmosphère et surface sont singulièrement réduits en importance.

Nous avons également procédé à une petite modification en négligeant les $0.9 W/m^2$ d'énergie stockée par la terre et en augmentant d'autant le flux convectif. Nous n'exposerons pas la justification de cette correction ici.

Flux énergétiques

En reprenant les corrections effectuées, nous pouvons esquisser un schéma (figure 3.) respectant les conventions de flux énergétiques (sans le flux solaire réfléchi).

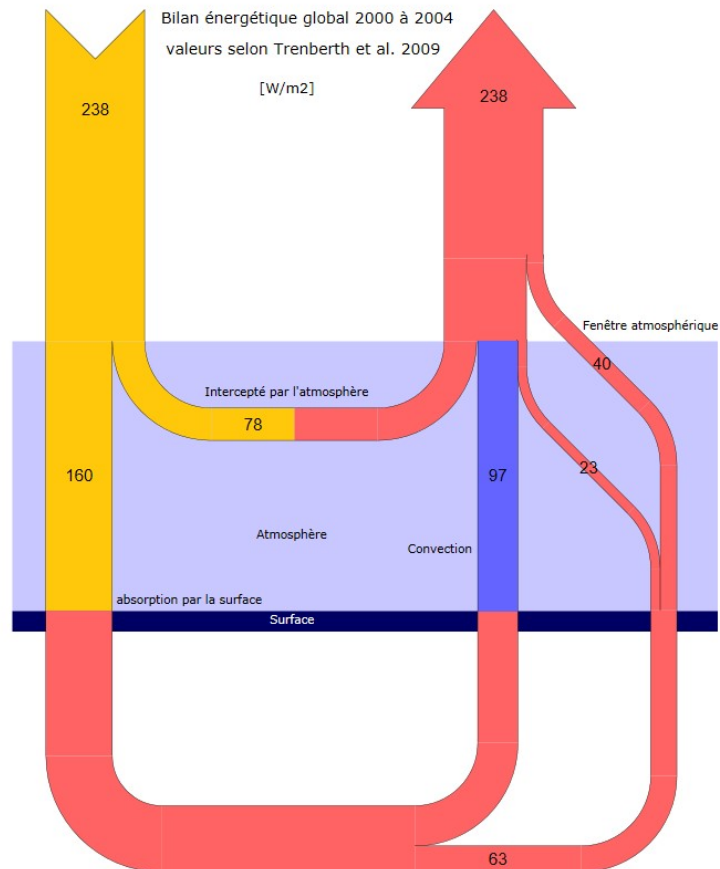


Fig. 3. Schéma des flux énergétiques.

Ce schéma est sans doute simpliste mais il montre clairement les flux. L'effet de serre n'apparaît pas spécifiquement mais représente la résistance que l'atmosphère offre au passage du flux de chaleur montant et transitant par l'atmosphère ($97 \text{ W/m}^2 + 23 \text{ W/m}^2 = 120 \text{ W/m}^2$).

Flux énergétiques selon Trenberth et al. 2009

Si nous reprenons la logique des flux énergétiques du schéma précédent mais en adoptant la distinction des flux IR antagoniques du schéma original, nous obtenons cette curiosité :

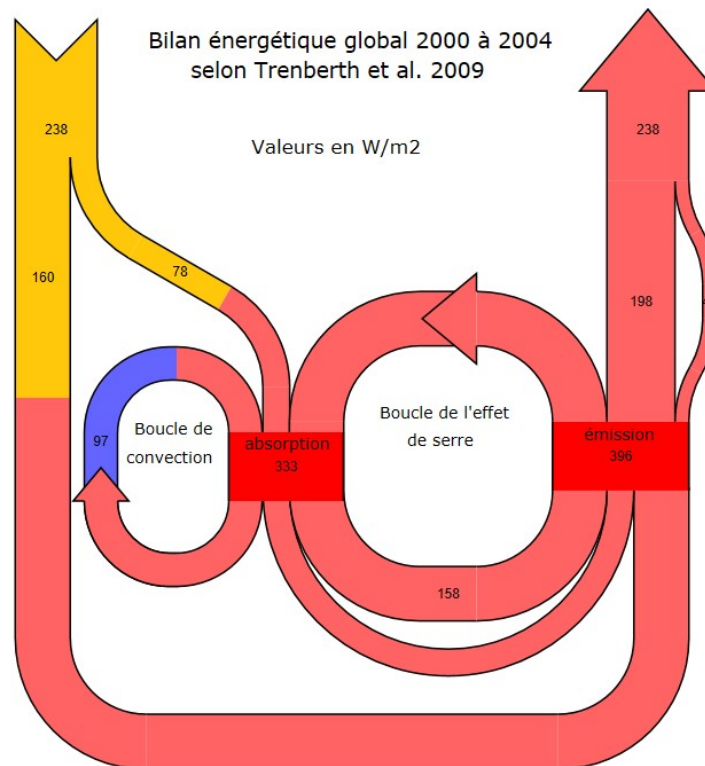


Fig. 4. Flux énergétiques tirés de Trenberth et al. 2009

Deux boucles singulières apparaissent et le flux de réchauffement direct de l'atmosphère est forcé de passer par l'étape surface.

Les deux boucles ne participent pas au transport, elles ont chacune un rôle bien défini.

La fonction de la boucle de l'effet de serre est celle d'un radiateur chauffant le système climatique.

Plus surprenant, la boucle de convection tourne pour maintenir un gradient à peu près fixe et totalement indépendant de la structure radiative de l'atmosphère.

Ces mécanismes étranges sont évidemment incompatibles avec les lois de la thermodynamique.