

Examen critique d'un schéma du GIEC

JC Maurin Août 2025

Depuis 1988, le GIEC/ONU impose une doxa basée sur des [assertions discutables](#) et des schémas *ad hoc*. C'est le cas de [la figure 7.2](#) (AR6 WG1) qui donne **une vision irréaliste des échanges énergétiques** du système Terre /Atmosphère. L'article détaille l'origine de cette figure 'pédagogique' et examine ensuite 2 points problématiques :

- l'usage dans ce schéma du GIEC de puissances moyennes **surfaciqes** (en W/m^2).
 - les flux d'**énergie via photons infrarouges** (IR) qui seraient échangés entre la surface de la Terre (altitude 0) et la basse troposphère. Ces échanges avec 'back-radiation' ont déjà été démontrés incorrects du point de vue physique par SCE ([ici](#) ou [là](#)).
- L'article expose les critiques usuelles et modifie en conséquence la [figure 7.2](#). On obtient alors une représentation un peu moins problématique, tout en conservant l'essentiel du chiffrage initial du GIEC. La version pdf de l'article est disponible [ici](#).



1. Origines et versions du schéma GIEC

1.1 Origines du schéma GIEC

On trouve dès le premier rapport du GIEC = AR1 [1] une version chiffrée d'un budget énergétique (figure 3.2 p. 78 [AR1](#)). Cette 1ère version concerne la TOA (atmosphère vers 100 km d'altitude) : Incident Solar = $340 W/m^2$, Reflected Solar = $100 W/m^2$, Emitted Infrared = $240 W/m^2$. Ce 1er rapport AR1 introduit également «*A Simplified diagram illustrating the greenhouse effect*» (figure 1 page xiv).

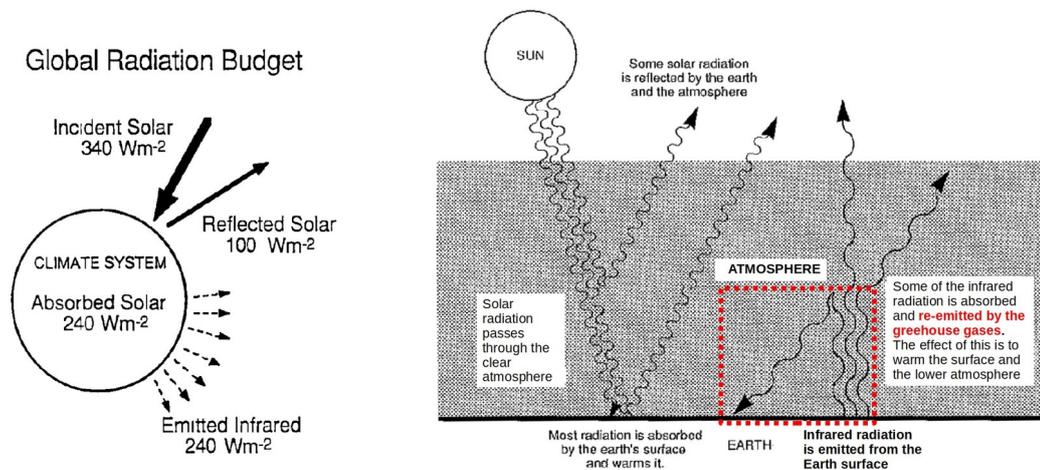


Figure 1 : selon [AR1](#), page 78, figure 3.2 (à gauche) ; selon Policymaker Summary [AR1](#), page xiv, fig 1 (à droite).

- Afin de justifier un effet de serre = 'greenhouse effect', on voit donc apparaître, dès 1990 dans l'AR1, un échange non chiffré de radiations IR entre l'altitude 0 et la troposphère (encadré rouge ci-dessus). Le mécanisme physique invoqué est : « *Some of the infrared radiation is absorbed and re-emitted by the greenhouse gases* ». Le [rapport supplémentaire de 1992](#) utilise en page 8 cette même représentation.

- Le rapport AR2 de 1995 va combiner les 2 schémas [1] ci-dessus en un schéma unique ([AR2](#), Fig. 1.3, page 58). Dans la légende on lit : "« ... l'atmosphère qui, à son tour, **émet un rayonnement vers le haut et vers le bas, produisant un effet de serre** ... ». Le chapitre 1 où apparaît ce schéma 'pédagogique' est supervisé par **K. Trenberth** qui publie simultanément avec J.T. Kiehl cet [article fondateur](#).

1.2 Versions du schéma GIEC

Après son apparition dans l'AR2, ce schéma est maintenu (avec modifications mineures) dans tous les rapports ultérieurs [1]. Sa version la plus récente (utilisant 12 valeurs moyennes surfaciqes en W/m^2) est la [figure 7.2](#) (AR6 WG1). Ce type de schéma est souvent repris ou adapté dans la littérature sur le climat [2].

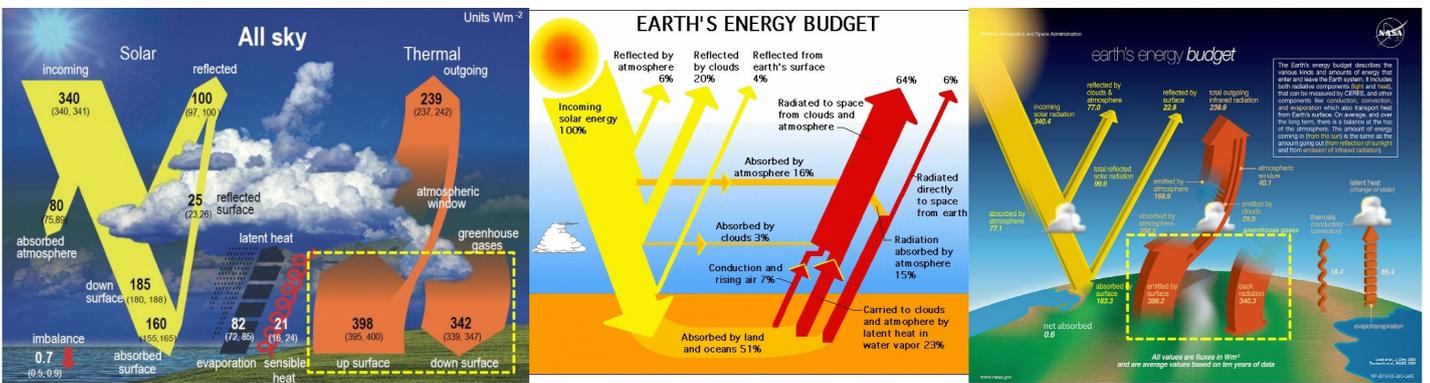


Figure 2a : A gauche : [schéma GIEC](#) (AR6 p.934) ; au centre : [schéma initial NASA](#) sans 'back radiation' ni W/m² ; à droite : le [nouveau schéma NASA](#) se rapproche de celui du GIEC mais s'éloigne de la physique.

• Cette figure 7.2 du GIEC s'inspire de représentations figurant dans des articles dûs à Wild et al. 2015 et 2019 [2]. La version antérieure à la figure 7.2 AR6 du GIEC est la [figure 2.11 AR5](#) qui reprend la figure 1 de [Wild et al. 2013](#). Tous ces articles Wild et al. se réfèrent aux schémas de [Kiehl and Trenberth](#) dont on présente ci-dessous deux versions.

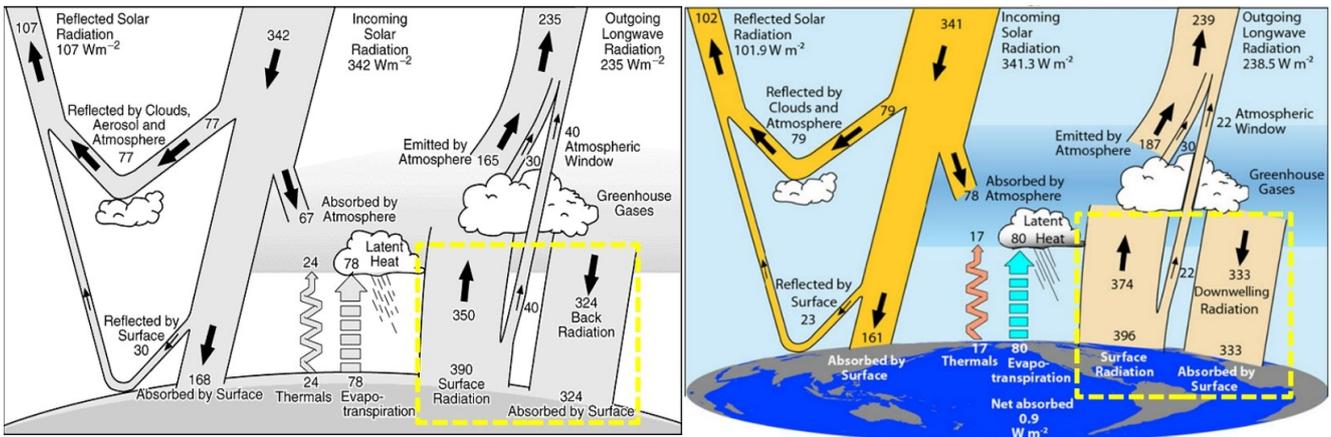


Figure 2b : A gauche : le schéma initial de [Trenberth 1997](#) (figure 1.3 AR2) ; à droite : mise à jour du schéma selon [Trenberth 2009](#).

• Les schémas GIEC, Trenberth 1997 et 2009 sont similaires, mais avec des estimations numériques légèrement différentes pour les divers flux. A noter que le schéma Trenberth 2009 est légendé « **Global Energy Flows W/m²** ». Ils présentent tous des échanges d'**énergie** via **rayonnement infrarouge** (IR) entre l'altitude 0 et la basse troposphère (encadrés jaunes). La suite de l'article montre que ces échanges d'**énergie** sont irréalistes et doivent être modifiés [3].

2. Estimations à partir de la figure 7.2 du GIEC

En exploitant les articles à la base du schéma GIEC, on estime les grandeurs qui correspondraient à ces échanges d'énergie IR.

2.1 Quelques extraits des rapports et articles

- [AR1](#) Policymaker Summary : « Some of the infrared radiation is absorbed and re-emitted by the greenhouse gases ».
- [AR6](#) WG1 § 7.21 : « The radiation components of the surface energy budget are associated with **substantially larger uncertainties** than at the TOA, since they are less directly measured by passive satellite sensors and **require retrieval algorithms and ancillary data for their estimation** ».
- Article [Trenberth et Kiehl 1997](#) sur les « **Global Energy Flows** ».
 - § 2 : « The results from Rossow and Zhang (1995) are based on using satellite data and a radiation model to deduce the surface fluxes. Thus they are not based solely on observations ».
 - § 3 « We use the U.S. Standard Atmosphere, 1976 for vertical profiles of temperature, **water vapor** ».
 - « Note that we are using a **single column model** to represent the average flux conditions of the atmosphere ».
 - 'Back radiation' = 324 W/m² : « This is mainly due to **blackbody emission** from the low cloud base ».
 - 'Surface radiation' = 390 W/m² : « **Emission from the surface is assumed to follow Planck's function, assuming a surface emissivity of 1** ». Voir également la figure 7 et le tableau 2 de Trenberth et Kiehl 1997.
- Article [Wild et al 2015](#), fig. 1 : « The surface thermal upward flux contains both the **surface thermal emission** and a small contribution from the reflected part of the downward **thermal radiation** ». § 3.31 : « The Earth surface emits radiation according to the **Stefan-Boltzman law at $\epsilon\sigma T_{skin}^4$** , with T_{skin} representing the surface skin temperature ».
- Article [Wild et al 2019](#), introduction : « the corresponding fluxes at the Earth's surface are not equally well established, as they cannot be directly measured from space ».

2.2 Estimations correspondantes

- A partir des citations ci-dessus et des figures 7.2 GIEC et Trenberth 1997, on déduit quelques estimations :

	Flux descendant de l'atmosphère		Flux montant depuis l'altitude 0	
	AR6 7.2	Trenberth 1997	AR6 7.2	Trenberth 1997
1 Flux (W/m ²)	342	324	398	390
2 Température (K)	278,7	274,9	289,5	288,0
3 Température (°C)	5,5	1,8	16,3	14,8
4 Altitude d'émission (m)	1700	2000	0	0

Figure 3a : Températures et altitudes d'émissions déduites de Trenberth 1997 et Fig.7.2 AR6 WG1.

Les valeurs des flux de la ligne 1 permettent de calculer la température théorique du corps noir (lignes 2 et 3). On estime l'altitude d'émission (ligne 4) du flux descendant grâce au [gradient de température](#) selon l'[OACI](#) (-6,5°C par km). Pour la figure 7.2 du GIEC, on estime la gamme de longueurs d'ondes pour 99 % du flux montant (up = 398 W/m²) et du flux descendant (down = 342 W/m²). On évalue aussi le nombre de photons (par seconde et par m²) correspondant à 99 % de ces 2 flux (**plusieurs altitudes** pour le flux descendant) → voir Addendum.pdf [4].

	up	down	down	down
Altitude d'émission (m)	0	1700	2000	3000
1 Pression (hPa)	1013	830	796	703
2 Température (°C)	16,3	5,5	3,3	-3,2
3 Température (K)	289,5	278,7	276,5	270,0
4 Plage pour 99 % émission (µm)	2,5 – 80	2,6 – 83	2,6 – 84	2,7- 86
5 λ_{max} (µm)	10,01	10,40	10,48	10,74
6 Nb photons 398 W/m ² (up)	3,6E+22			
7 Nb photons 342 W/m ² (down)		3,2E+22	3,1E+22	2,9E+22

Figure 3b : Longueur d'onde et nombre de photons IR. La plage 0,25 λ_{max} à 8 λ_{max} correspond à ≈ 99% de la puissance émise. Calculatrice corps noir : https://spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php.

- Il existerait donc, selon la [figure 7.2](#) du GIEC, des émissions thermiques de ≈ 3,5 x 10²² photons (par seconde et par m²) transportant 99 % des flux (up surface = 398 W/m² → altitude 0 et down surface = 342 W/m² → altitude ≈ 1,5 km à 3 km). La longueur d'onde de ces photons IR serait comprise entre 2,5 µm et 90 µm (centrée vers λ_{max} ≈ 10,2 µm).

3. Le monde imaginaire de la figure 7.2

Pour vérifier si le schéma GIEC/Trenberth correspond approximativement au monde réel, on examine 4 questions :

- 1) Un échange direct d'énergie via photons IR traversant **sans aucune absorption** la basse troposphère est-il réaliste ?
- 2) Un échange complémentaire d'énergie via un mécanisme (émission-absorption-réémission) est-il possible **dans les conditions physiques** de la basse troposphère ?
- 3) Les **valeurs** 'up surface' = 398 W/m² et 'down surface' = 342 W/m² pour le rayonnement thermique sont-elles réalistes ?
- 4) L'usage de 12 puissances moyennes **surfaciennes** (W/m²) est-il **approprié** pour approximer le monde réel ?

Les réponses à ces 4 interrogations sont développées dans les 4 paragraphes suivants.

3.1 Échange direct par photons IR

- Ces 3,5 x 10²² photons IR (par seconde et par m²) peuvent-ils **tous** traverser directement quelques km de la basse troposphère comme l'indique la fig. 7.2 AR6 ? En réalité, la basse troposphère est largement opaque aux rayonnements IR, et seule une proportion minoritaire des photons IR peut traverser quelques km de la basse troposphère (la longueur d'onde doit être comprise dans les [3 fenêtres atmosphériques](#): 3µm - 4 µm ; 4,5µm - 5,5 µm ; 8µm - 13,5 µm).

- Une estimation, consultable dans [Addendum.pdf](#) [4], montre qu'il subsisterait environ 108 W/m² pour 'up surface' = 398 W/m² et environ 89 W/m² pour 'down surface' = 342 W/m². **Moins d'un tiers** des 3,5 x 10²² photons/s/m² traverserait la basse troposphère : qu'advierait-il alors pour la majorité des photons absorbés dans la basse troposphère ? L'énergie de ces photons serait-elle transportée grâce à l'émission de **nouveaux** photons IR ?

3.2 Échange indirect avec absorption - réémission

- Ce phénomène (rayonnement IR incident → absorption → réémission IR) est-il fréquent **dans les conditions physiques de la basse troposphère** ? Ces conditions sont présentées à la figure 3b (pression de 700 hPa à 1000 hPa et température de -3°C à 16°C). Dans de telles conditions, une molécule qui absorbe l'énergie d'un photon incident (λ = 2,5 µm à 90 µm) perd cette énergie presque exclusivement par choc inélastique (transfert thermique aux molécules voisines) et non par émission d'un **nouveau** photon IR (voir §2 [SCE_2020](#)) et §1 [SCE_2019](#)) [3] .

- Les échanges « up surface » et « down surface » n'existent donc pas **tels qu'ils sont représentés** à la figure 7.2 du GIEC. On propose ci-dessous la 1ère modification du schéma GIEC permettant de se rapprocher du monde réel.

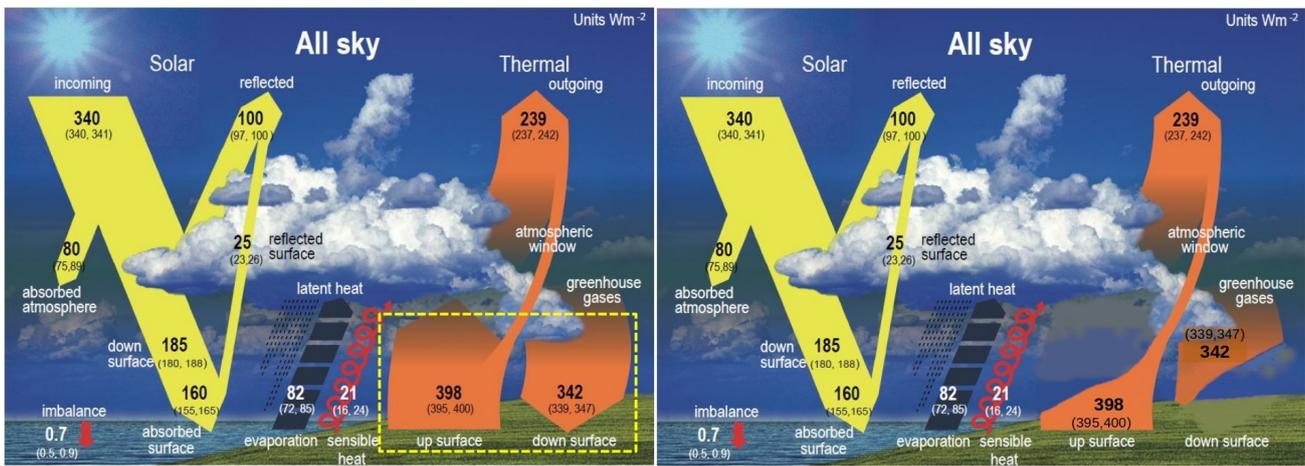


Figure 4a : A gauche schéma original du GIEC (figure 7.2) ; à droite 1ère modification du schéma (la troposphère absorbe les photons IR).

3.3 Émission de rayonnement thermique

La figure 7.2 présente des émissions (up surface = 398 W/m² et down surface = 342 W/m²) : il s'agirait de « **blackbody émission** » (voir § 2,1). Ces émissions de rayonnement thermique 'corps noir' sont-elles une approximation **acceptable** du monde réel et les valeurs 398 W/m² et 342 W/m² sont-elles **plausibles** ?

- Pour calculer un rayonnement thermique, l'usage de la formule de [Stefan-Boltzmann](#) nécessite certaines conditions : la **surface** émettrice doit être à l'**équilibre thermodynamique**, le rayonnement thermique doit être l'**unique** mode d'échange d'énergie, la **surface** doit se comporter comme un **absorbeur idéal** (corps noir) [3]. **Aucune** de ces conditions n'est remplie, ni pour l'altitude 0 (up surface), ni pour la basse troposphère (down surface). L'océan (71% du globe) est moins absorbant qu'un 'corps noir' ([IR moyen/lointain](#)) et donc rayonne moins qu'un corps noir.

- Selon la [figure 7.2](#) du GIEC, la surface terrestre (5,1x10¹⁴ m² à l'altitude 0) reçoit globalement du Soleil ≈ **82 PW** (160 * 5,1x10¹⁴ et 1PW = 10¹⁵ W). Elle ne peut donc pas globalement émettre 'up surface' ≈ **203 PW** (398 * 5,1x10¹⁴). Pour l'émission thermique 'up surface', on doit **au moins** retrancher 'évaporation' = 82 W/m², 'sensible heat' = 21 W/m² et 'imbalance' = 0,7 W/m² → 160 - 82 - 21 - 0,7 ≈ 56. Une émission thermique (mais pas de type corps noir) peut exister depuis l'altitude 0 (et marginalement depuis la basse troposphère à partir de gouttelettes d'eau et de microcristaux de glace). Néanmoins, 'up surface' et 'down surface' sont largement inférieures aux valeurs de la [figure 7.2](#). Par ailleurs, un rayonnement de fluorescence provenant de CO₂ ou H₂O ne peut pas correspondre à 342 W/m². Pour rester compatible avec la figure 7.2, la deuxième modification du schéma conserve la valeur bilan des échanges IR du GIEC (398 - 342 = 56) et montre (par une flèche double) la possibilité théorique d'un échange bidirectionnel.

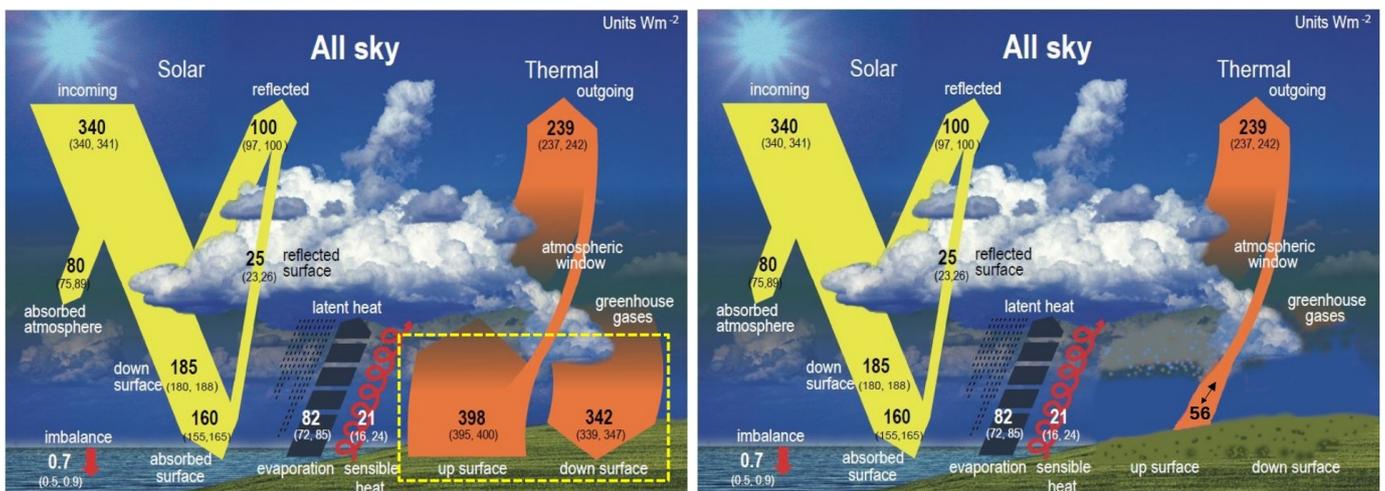


Figure 4b : A gauche schéma d'origine (figure 7.2, p.934, AR6 WG1) ; à droite 2^e modification du schéma. Pour l'altitude 0 (insolation = 160 W/m²) le bilan est (0,7 + 82 + 21 + 56) = 160.

3.4 La figure 7.2 est-elle une simplification acceptable du monde réel ?

Dans les modifications précédentes, on a conservé l'usage de 12 valeurs moyennes **surfiques** (W/m²), mais cet usage par le GIEC de puissances moyennes surfiques est-il approprié ?

- Au-dessus de l'atmosphère, les satellites mesurent la puissance provenant du soleil ≈ 1402 W/m² en janvier et ≈ 1320 W/m² en juillet. La figure 7.2 AR6 du GIEC indique pourtant 340 W/m². Cette valeur correspond à une **double** moyenne : dans le temps → moyenne annuelle ≈ 1361 W/m², puis dans l'espace → moyenne surfique (le flux intercepté par un disque est réparti sur une sphère soit 1361/4 ≈ 340 W/m²). Toutefois, cette double moyenne représente très mal les valeurs réelles au sommet de l'atmosphère → entre 1402 W/m² (jour en janvier) et ≈ 0 W/m² (nuit).

• Cet écart important avec les conditions réelles existe aussi pour les 11 autres valeurs moyennes de la figure 7.2. En effet, elles dépendent d'une surface moyenne (71 % océanique avec température 289 K° à l'altitude 0) et d'une atmosphère globale moyenne (-6,5 °C / km et 25 kg/m² pour H₂O). Si l'on considère 1 million de km² dans la zone intertropicale, pour la péninsule arabique (20°N) comme pour le voisinage de Fidji (18°S), les valeurs de la figure 7.2 sont éloignées des conditions moyennes qui règnent dans ces 2 régions.

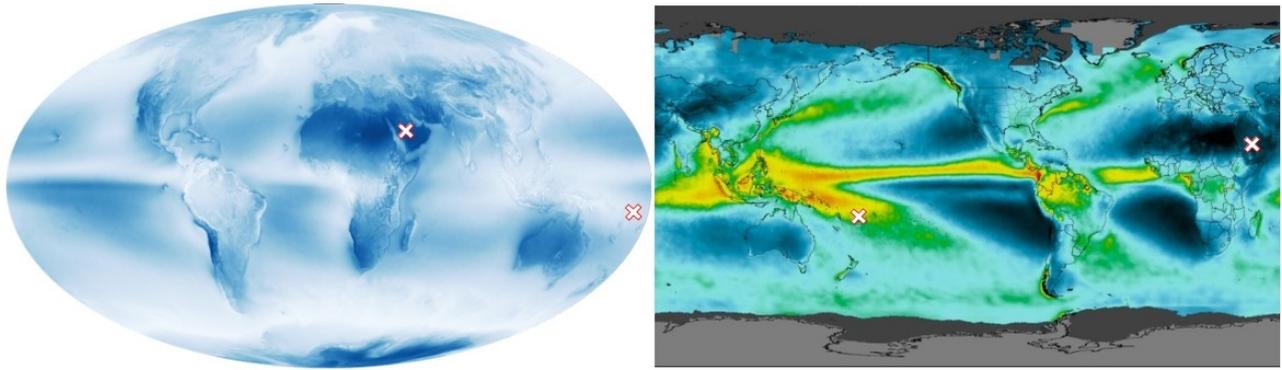


Figure 5 : A gauche : couverture nuageuse / albédo (ici); à droite : précipitations (ici). Les croix signalent la péninsule arabique (nuages et précipitations faibles) et Fidji (nuages et précipitations abondants).

• Une moyenne 'solar reflected' ne peut pas être **simultanément** correcte pour la péninsule arabique **et** pour Fidji. Pour 'évaporation' = 82 W/m², on est majorant pour la péninsule arabique (sans végétation, ni océan) mais largement minorant pour Fidji. L'absorption du rayonnement IR (**qui dépend de l'eau atmosphérique**) est plus faible au-dessus de la péninsule arabique (précipitations ≈ 90 mm/an) qu'au-dessus de Fidji (précipitations ≈ 2600 mm/an). Le **gradient de température** (-6,5 °C/km en moyenne) est plus élevé pour la péninsule arabique et moins élevé pour Fidji. **L'atmosphère réelle ne se comporte pas** comme une atmosphère modélisée avec l'humidité globale (100 % du globe, moyenne ≈ 25 kg/m²), pas plus qu'avec l'humidité intertropicale (40 % du globe, moyenne ≈ 41 kg/m²) → voir § 1 et 4 dans [Addendum.pdf](#) [4].

• Pour une **représentation** plus réaliste, on doit adapter le schéma en utilisant une série de 12 valeurs **spécifiques** à la péninsule arabique (avec réglage 'Tropical', le simulateur [MODTRAN](#) donne des résultats inadaptés à la péninsule arabique). Il faut également régler 'incoming solar' (340 W/m² de la figure 7.2) en fonction de l'heure locale (24 heures) et de la configuration Terre - Soleil (12 mois). Ainsi, pour 1 million de km² de la péninsule arabique ou de Fidji, on s'approche bien mieux des conditions réelles avec 24 x 12 = 288 séries de 12 valeurs. Pour la planète (**510** millions km²), avec ce maillage, il faudrait utiliser **510** x 288 ≈ 150 000 séries de 12 valeurs.

• On doit alors s'interroger : une moyenne des calculs réalisés avec ≈ 150 000 séries de 12 valeurs est-elle **toujours voisine** d'un seul calcul basé sur l'unique série de 12 valeurs moyennes surfaciques de la fig. 7.2 ?

Autrement dit, **le monde 'pédagogique' moyen de la figure 7.2 peut-il représenter le monde réel très hétérogène ?** Le [bureau du GIEC](#) a sélectionné des rédacteurs suffisamment optimistes pour répondre affirmativement et donc proposer une figure 'pédagogique' avec 12 puissances **surfaciques** en W/m². Néanmoins, si une simple moyenne annuelle (W) reste assez peu éloignée des valeurs réelles, ce n'est plus du tout le cas d'une moyenne annuelle **surfacique** (W/m²).

• Des rédacteurs moins optimistes se limiteraient donc aux puissances globales (moyenne annuelle mais pas moyenne surfacique). Cette 3^e modification du schéma (multiplication des 12 valeurs GIEC par la surface du globe = 5,1x10¹⁴ m²) est proposée ci-dessous avec des puissances globales en pétaWatt → 1 PW = 10¹⁵ W.

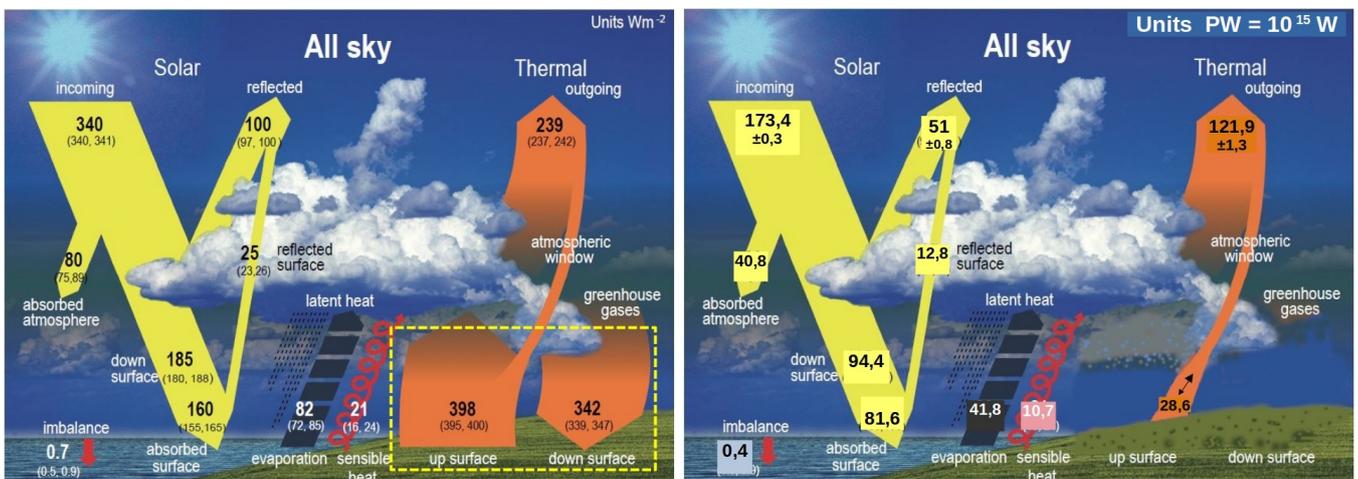


Figure 6 : A gauche schéma 'pédagogique' d'origine (fig. 7.2 p.934 AR6) ; à droite 3^e modification (puissances globales en PW = 10¹⁵ W).

• Cette figure 6 (à droite) rend moins irréaliste la représentation 'pédagogique' (à gauche) tout en conservant la plupart des valeurs alléguées par le GIEC. Le biais principal du schéma 'pédagogique' du GIEC reste la mise en avant d'échanges irréalistes d'énergie via le rayonnement IR dans la basse troposphère (encadré jaune) alors que ce sont les changements d'état de l'eau qui dominent. Dans son schéma 'pédagogique', le GIEC accentue même ce biais en dessinant une planète recouverte d'eau pour **seulement** ≈ 50 %, alors que le globe est en réalité couvert à ≈ 77 % par l'eau (71 % océan + 6 % neige/glace).

4. Conclusions

- Dès son premier rapport AR1, le GIEC imagine un phénomène physique qui se produirait dans la basse atmosphère : « *Some of the infrared radiation is absorbed and re-emitted by the greenhouse gases* ». Dans son 2^e rapport, le chapitre 1 supervisé par K. Trenberth introduit 'The Earth's radiation and energy balance'. Cette représentation 'pédagogique' est reprise dans tous les rapports ultérieurs [1] et la [figure 7.2](#) AR6 WG1 en est la dernière version.

- Malgré l'absence de fondement physique, le GIEC présente à la [figure 7.2](#) des échanges 'blackbody/thermal emission + back radiation' dans la basse troposphère. Pourtant, **celle-ci absorbe l'essentiel des flux IR** 'up surface' et 'down surface' dont les valeurs 'blackbody / thermal emission' sont largement surestimées (**aucune des conditions d'utilisation de Stefan-Boltzmann n'est remplie**).

- Les échanges énergétiques entre la basse troposphère et l'altitude 0, **tels qu'ils sont représentés et chiffrés** à la figure 7.2 AR6 WG1, sont physiquement infondés. Ces échanges énergétiques ne sont pas dominés par des échanges radiatifs IR mais par la convection et les changements d'état de l'eau (évaporation / condensation). Depuis 1995, le GIEC maintient ce schéma problématique qui offre l'avantage de favoriser et justifier le concept de '**forçage radiatif**' (un concept indispensable pour les modélisateurs du GIEC qui l'ont imaginé puis exploité dans la [formule de Myhre](#)).

- Les 12 puissances moyennes **surfaiques** (W/m^2) de la [figure 7.2](#) AR6, constituent une simplification trop optimiste. La prudence incite à se limiter aux puissances moyennes **globales** (W). La figure 6 de l'article présente (à gauche) le schéma 'pédagogique' GIEC et en propose (à droite) une version un peu moins hasardeuse. Des schémas alternatifs sont consultables dans [SCE_12/2020](#) (fig.8) ou dans [SCE_09/2021](#) (fig.3).

- Pour les interactions du rayonnement IR avec l'atmosphère, les rédacteurs de l'AR6 s'affranchissent des bases physiques de la science. En effet, malgré les remarques de physiciens (via la procédure prévue par le GIEC), les rédacteurs oublient **la spectroscopie** dans les 459 figures de l'AR6 WG1. De même, **la thermodynamique** est paradoxalement peu utilisée dans les 2400 pages d'un rapport pourtant intitulé « The Physical Science Basis ».

- Des simplifications excessives*, un usage aberrant de [Stefan-Boltzmann](#), une troposphère fictive (totalement transparente) aboutissent à une [figure 7.2 ne décrivant plus la réalité](#). Cette représentation biaisée et sa physique baroque reflètent plutôt un **autre monde** : celui des modèles GIEC/ONU pour lesquels le forçage politique apparaît plus réel que le 'forçage radiatif'.

* Voir § 1 et 4 dans [Addendum.pdf](#) [4]

Références

1 Schémas du budget énergétique selon le GIEC

AR1: Figure 3.2 page 78 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_i_full_report.pdf
AR2: Figure 1.3 page 58 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf
AR3: Figure 1.2 page 90 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf
AR4 : Figure 1 FAQ 1.1 page 96 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg1-chapter1.pdf>
AR5 figure 1-01 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/Fig1-01-1024x786.jpg>
AR5 figure 2-11 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/Fig2-11-1.jpg>
AR6 figure 7.02 <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/chapter-7/figure-7-2>

2 Autres schémas du budget énergétique

Wild et al 2012 [The global energy balance from a surface perspective](#)
Stephens, Li, Wild 2012 [An update on Earth's energy balance in light of the latest global observations](#)
Wild et al 2013 [A new diagram of the global energy balance](#)
Wild et al 2015 [The energy balance over land and oceans: an assessment based on direct observations and CMIP5 climate models](#)
Wild et al 2019 [The cloud-free global energy balance and inferred cloud radiative effects](#)
Trenberth Kiehl 1997 : [Earth's Annual Global Mean Energy Budget](#)
Trenberth Kiehl 2009 : [Earth's global energie budget](#)
Version initiale NASA sans 'back radiation' ni W/m^2 : [ici](#) ou [là](#)
[The NASA Earth's Energy Budget](#)
[UCAR Earth's Energy Budget](#)

3 Articles connexes

[Loi de Planck](#) → §41–2 Thermal equilibrium of radiation et §41–3 Equipartition and the quantum oscillator
[Le réchauffement climatique d'origine anthropique](#)
[L'effet de serre et le bilan énergétique de la Terre](#)
[Role of greenhouse gases in climate change](#)
[Toward Optimal Closure of the Earth's Top-of-Atmosphere Radiation Budget](#)
[Critical Analysis of Earth's Energy Budgets and a new Earth Energy Budget](#)
[Shortwave and longwave radiative contributions to global warming under increasing CO2](#)
[Greenhouse Gases and Fossil Fuels Climate Science](#) R. Lindzen et W. Happer
Simulateurs : [Spectral/MODTRAN](#) [MODTRAN](#) et [Spectral Calc](#)

4 Téléchargements

[L'article au format pdf](#)
[Addendum.pdf](#)