



ENS SCIENTIFIQUE · 1ÈRE

✓ EXIGIBLE AU BAC

PRIORITÉ P1

L'effet de serre et le rôle des gaz à effet de serre dans le bilan énergétique

🎯 À LA FIN DE CETTE FICHE, TU SAURAS...

- ✓ Expliquer le principe du bilan radiatif terrestre : l'équilibre entre puissance solaire absorbée et puissance infrarouge réémise vers l'espace.
- ✓ Expliquer le mécanisme de l'effet de serre : comment les gaz à effet de serre absorbent puis réémettent le rayonnement infrarouge terrestre.
- ✓ Citer les principaux gaz à effet de serre et distinguer leur contribution respective au bilan énergétique.
- ✓ Justifier, à partir de l'albédo terrestre, pourquoi la température moyenne du sol serait bien plus froide sans effet de serre.

TON PARCOURS DE RÉVISION — coche chaque partie une fois révisée !

- | | |
|---|---|
| ☐ 1 · Les mots à connaître | ☐ 8 · Tips pour t'en souvenir |
| ☐ 2 · Les mécanismes à maîtriser | ☐ 9 · La carte mentale |
| ☐ 3 · Les références et les chiffres | ☐ 10 · Trouve l'erreur |
| ☐ 4 · Méthode A | ☐ 11 · Exercices type Bac |
| ☐ 5 · Méthode B | ☐ 12 · QCM chrono (5 min) |
| ☐ 6 · Exemple type Bac | ☐ 13 · Ta carte « 30 secondes » |
| ☐ 7 · Les pièges à éviter | ☐ ∞ Corrections (pour les parents) |

👤 LE COIN DES PARENTS — pas besoin de connaître le cours, tout est justifié.

1. Consultez avec l'élève le calendrier des devoirs et contrôles pour caler la révision de cette fiche.
2. Proposez un planning de révision espacée (J+1, J+3, J+7, J+14), sans intervenir sur le contenu scientifique si vous ne maîtrisez pas la physique du climat.
3. Repérez les signes de fatigue ou de stress liés aux échéances du contrôle continu et encouragez l'élève à en parler au professeur d'enseignement scientifique.

1

Les mots à connaître *surligne ceux que tu confonds !*

Bilan radiatif (bilan énergétique) — l'équilibre entre la puissance reçue par la Terre sous forme de rayonnement solaire et la puissance qu'elle réémet sous forme de rayonnement infrarouge vers l'espace ; dans cette fiche, « bilan énergétique » est employé comme synonyme de bilan radiatif.

Effet de serre — le phénomène par lequel une partie du rayonnement infrarouge émis par le sol est absorbée puis réémise vers le sol par les gaz à effet de serre, ce qui réchauffe la surface terrestre.

Gaz à effet de serre (GES) — un gaz atmosphérique qui absorbe et réémet le rayonnement infrarouge terrestre ; les principaux sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et le méthane.

Albédo — la fraction du rayonnement solaire incident qui est réfléchi par la Terre (nuages, glaces, océans, sols) sans être absorbée.

Rayonnement solaire — l'énergie émise par le Soleil, reçue par la Terre principalement sous forme de lumière visible.

Rayonnement infrarouge — le rayonnement émis par un corps chauffé, comme le sol ou l'atmosphère terrestre ; invisible à l'œil nu, il est absorbé par les gaz à effet de serre.

Puissance — la quantité d'énergie reçue, absorbée ou émise par unité de temps, exprimée en watt (W) ou en watt par mètre carré (W/m^2) lorsqu'elle est rapportée à une surface.

Équilibre dynamique — un état stable maintenu alors que des échanges d'énergie se poursuivent en permanence : la température moyenne du sol reste constante quand la puissance reçue égale la puissance émise.

Dioxyde de carbone (CO₂) — le gaz à effet de serre dont la concentration atmosphérique a le plus augmenté depuis l'ère industrielle, principal responsable du renforcement actuel de l'effet de serre.

Vapeur d'eau — le gaz à effet de serre naturellement le plus abondant dans l'atmosphère ; elle amplifie un réchauffement déjà amorcé, sans en être la cause déclenchante.

Méthane — un gaz à effet de serre présent en bien plus faible quantité que le dioxyde de carbone dans l'atmosphère, mais dont chaque molécule absorbe et réémet fortement le rayonnement infrarouge.

Partie par million (ppm) — une unité de concentration : une partie par million signifie une molécule du gaz considéré pour un million de molécules d'air ; elle sert ici à mesurer la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone.

2

Les mécanismes à maîtriser *chacun avec son exemple*

- 1 **Le bilan radiatif terrestre compare la puissance solaire absorbée par la Terre et la puissance infrarouge qu'elle réémet vers l'espace ; à l'équilibre, ces deux puissances sont égales.**

exemple → Si le Soleil chauffait davantage sans aucun autre changement, la Terre réémettrait plus de rayonnement infrarouge, jusqu'à un nouvel équilibre à une température plus élevée.

- 2 **L'albédo terrestre, autour de 30 %, mesure la fraction du rayonnement solaire incident renvoyée directement vers l'espace sans être absorbée.**

exemple → Une surface très réfléchissante, comme la banquise, renvoie une grande partie du rayonnement solaire reçu et réchauffe donc moins qu'un sol sombre absorbant davantage d'énergie.

3 Les gaz à effet de serre absorbent le rayonnement infrarouge émis par le sol, puis en réémettent une partie vers la surface, qui reçoit ainsi une puissance supplémentaire.

exemple → Une nuit sans nuages est souvent plus froide qu'une nuit nuageuse, car les nuages jouent un rôle proche des gaz à effet de serre en renvoyant du rayonnement infrarouge vers le sol.

4 Sans effet de serre, la température moyenne de la surface terrestre serait d'environ -18 °C ; avec l'effet de serre actuel, elle est d'environ +15 °C.

exemple → Cet écart d'une trentaine de degrés montre que l'effet de serre naturel est indispensable à la présence d'eau liquide sur Terre.

5 Les principaux gaz à effet de serre ne contribuent pas tous de la même façon : la vapeur d'eau assure la plus grande part de l'effet de serre naturel, tandis que le dioxyde de carbone domine son renforcement récent.

exemple → La concentration de dioxyde de carbone est passée d'environ 280 parties par million avant l'ère industrielle à plus de 420 parties par million aujourd'hui, alors que la vapeur d'eau répond surtout aux variations de température.

6 Le bilan énergétique terrestre reste en équilibre dynamique : la température moyenne du sol se stabilise quand la puissance totale reçue égale la puissance totale émise, même si des échanges d'énergie se poursuivent en permanence.

exemple → Une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre déplace cet équilibre vers une température moyenne plus élevée, avant qu'un nouvel équilibre ne s'établisse.

3 Les références et les chiffres — pour étoffer tes arguments

1 GIEC, rapports d'évaluation — quantifie le renforcement de l'effet de serre depuis l'ère industrielle et son lien avec la hausse des concentrations de gaz à effet de serre d'origine humaine.

2 Observatoire de Mauna Loa (NOAA, agence américaine d'observation océanique et atmosphérique) — mesure en continu depuis 1958 la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone, passée d'environ 280 parties par million avant l'ère industrielle à plus de 420 parties par million aujourd'hui.

3 Programme officiel enseignement scientifique — établit qu'un albédo terrestre moyen d'environ 30 % et l'effet de serre naturel expliquent l'écart entre la température théorique sans atmosphère, environ -18 °C, et la température moyenne observée, environ +15 °C.

4 Contribution respective des gaz à effet de serre — la vapeur d'eau assure la plus grande part de l'effet de serre naturel sans déclencher le réchauffement récent, tandis que le dioxyde de carbone en est le principal moteur depuis l'ère industrielle.

4 Méthode A — Analyser un bilan radiatif simplifié

Exemple suivi : un schéma présentant la puissance solaire incidente, la fraction réfléchie par l'albédo et la puissance infrarouge réémise par la Terre.

- Étape 1** Repérer la puissance solaire incidente reçue en haut de l'atmosphère.
- Étape 2** Identifier la fraction réfléchie par l'albédo terrestre, qui repart directement vers l'espace sans réchauffer le sol.
- Étape 3** En déduire la puissance solaire réellement absorbée par la Terre, c'est-à-dire la puissance incidente diminuée de la part réfléchie.
- Étape 4** Comparer cette puissance absorbée à la puissance infrarouge réémise par la Terre : à l'équilibre, les deux puissances sont égales.

5 Méthode B — Expliquer le rôle des gaz à effet de serre dans un raisonnement rédigé

Exemple suivi : une question du type : pourquoi la présence de gaz à effet de serre modifie-t-elle la température du sol ?

- Étape 1** Rappeler que le sol émet un rayonnement infrarouge parce qu'il est chauffé par le rayonnement solaire absorbé.
- Étape 2** Expliquer que les gaz à effet de serre absorbent une partie de ce rayonnement infrarouge au lieu de le laisser s'échapper directement vers l'espace.
- Étape 3** Préciser que ces gaz réémettent ensuite une partie de l'énergie absorbée vers le sol, qui reçoit alors une puissance supplémentaire.
- ✓ **Conclure que cette puissance supplémentaire élève la température d'équilibre de la surface, comparée à une Terre sans atmosphère absorbante.**

6 Exemple type Bac — rédigé pas à pas

Deux planètes reçoivent la même puissance solaire par mètre carré. La planète A n'a pas d'atmosphère ; la planète B possède une atmosphère riche en gaz à effet de serre. Expliquer pourquoi la température moyenne de surface de la planète B est plus élevée que celle de la planète A.

Étape 1 — Rappeler que la seule puissance solaire absorbée fixerait la même température d'équilibre pour les deux planètes, en l'absence de tout autre effet.

Étape 2 — Sur la planète A, sans atmosphère, le rayonnement infrarouge émis par le sol repart directement et intégralement vers l'espace.

Étape 3 — Sur la planète B, les gaz à effet de serre absorbent une partie de ce rayonnement infrarouge puis en réémettent une partie vers le sol, qui reçoit ainsi une puissance supplémentaire.

Étape 4 — Cette puissance supplémentaire élève la température d'équilibre du sol de la planète B au-delà de celle de la planète A, qui ne bénéficie d'aucun effet de serre.

Conclusion : La planète B est plus chaude que la planète A parce que son atmosphère riche en gaz à effet de serre lui renvoie une partie du rayonnement infrarouge qu'elle émet, une puissance supplémentaire absente sur une planète sans atmosphère absorbante.

7 Les pièges à éviter *les erreurs classiques en DS...*

X Confondre l'effet de serre avec un « emprisonnement » total de la chaleur, alors qu'il s'agit d'une réémission partielle du rayonnement infrarouge, l'équilibre restant dynamique.

X Croire que l'albédo terrestre mesure l'énergie absorbée par la Terre, alors qu'il mesure au contraire la fraction réfléchie, donc non absorbée.

X Penser que tous les gaz à effet de serre contribuent à parts égales au réchauffement actuel, alors que la vapeur d'eau domine l'effet naturel et le dioxyde de carbone domine son renforcement récent.

X Oublier que la température moyenne du sol reste stable seulement parce que la puissance reçue égale la puissance émise en moyenne, et non parce qu'aucun échange d'énergie n'a lieu.

8 Tips — pour t'en souvenir

Bilan radiatif en équilibre : la puissance reçue égale la puissance émise en moyenne, jamais une absence totale d'échange.

Sans effet de serre : -18°C . Avec effet de serre actuel : $+15^{\circ}\text{C}$. Retiens l'écart d'une trentaine de degrés, pas un ordre de grandeur inventé.

Vapeur d'eau : championne de l'effet de serre naturel. Dioxyde de carbone : moteur du renforcement récent. Ce sont deux rôles différents, pas un concurrent unique.

9 La carte mentale *dessiner, c'est mémoriser !*

« BILAN ÉNERGÉTIQUE ET EFFET DE SERRE » au centre, 4 branches colorées. BILAN RADIATIF : puissance solaire absorbée et puissance infrarouge réémise à l'équilibre. ALBÉDO : fraction du rayonnement solaire réfléchie, environ 30 %. GAZ À EFFET DE SERRE : absorbent et réémettent le rayonnement infrarouge vers le sol. ÉQUILIBRE DYNAMIQUE : température stable quand puissance reçue et puissance émise se compensent. Un exemple par branche. Redessine-la de mémoire après avoir lu la fiche.



ta carte mentale, de mémoire...

10 À toi de jouer — trouve l'erreur

Un élève écrit : « Sans les gaz à effet de serre, il ferait beaucoup plus froid sur Terre, autour de -50°C au lieu de $+15^{\circ}\text{C}$. »

→ cherche l'erreur avant de lire la réponse !

L'erreur : L'élève surestime largement l'écart : sans effet de serre, la température moyenne serait d'environ -18°C , pas -50°C — un écart d'une trentaine de degrés, pas d'une soixantaine. La valeur de référence du bilan radiatif terrestre est une température d'équilibre théorique d'environ -18°C sans effet de serre, contre environ $+15^{\circ}\text{C}$ observés aujourd'hui. Réflexe : retenir l'écart d'environ 33°C entre ces deux valeurs, pas un ordre de grandeur inventé.

11 Exercices type Bac *corrections en fin de fiche ✂*

Exercice 1. Deux billes identiques sont placées au Soleil : l'une est peinte en blanc très réfléchissant, l'autre en noir mat. Laquelle atteint la température d'équilibre la plus élevée ? Justifie ta réponse à partir de la notion d'albédo.

Exercice 2. Explique en deux phrases pourquoi une nuit sans nuages est en général plus froide qu'une nuit nuageuse, à température de jour identique, en utilisant le principe de l'effet de serre.

12 QCM — 10 questions

⌚ 5 MIN MAX • OBJECTIF 8/10

Une seule bonne réponse par question, sans calculatrice — entraînement épreuve d'automatismes du Bac 2026.

1. Le bilan radiatif terrestre compare :

- ☐ A la température du jour et la température de la nuit
- ☐ B la puissance solaire absorbée par la Terre et la puissance infrarouge qu'elle réémet vers l'espace
- ☐ C la taille de la Terre et la taille du Soleil

2. L'albédo terrestre mesure :

- ☐ A la fraction du rayonnement infrarouge émise par le sol
- ☐ B la température moyenne de la surface terrestre
- ☐ C la fraction du rayonnement solaire incident réfléchi sans être absorbée

3. Sans effet de serre, la température moyenne de la surface terrestre serait environ de :

- ☐ A -18 °C
- ☐ B +15 °C, comme aujourd'hui
- ☐ C +50 °C

4. Les gaz à effet de serre réchauffent la surface terrestre car ils :

- ☐ A absorbent le rayonnement infrarouge émis par le sol et en réémettent une partie vers la surface
- ☐ B bloquent totalement le rayonnement solaire avant qu'il n'atteigne le sol
- ☐ C réfléchissent le rayonnement solaire vers l'espace, comme l'albédo

5. Parmi les gaz à effet de serre, celui qui assure la plus grande part de l'effet de serre naturel est :

- ☐ A le dioxyde de carbone
- ☐ B le méthane
- ☐ C la vapeur d'eau

6. Le principal gaz à effet de serre responsable du renforcement de l'effet de serre depuis l'ère industrielle est :

- ☐ A le dioxyde de carbone
- ☐ B la vapeur d'eau
- ☐ C l'azote

7. Quand le bilan énergétique terrestre est en équilibre dynamique, cela signifie que :

- ☐ A aucun échange d'énergie n'a lieu entre la Terre et l'espace
- ☐ B la température de la Terre ne varie plus jamais, quelles que soient les circonstances
- ☐ C la puissance reçue égale en moyenne la puissance émise, alors que des échanges d'énergie se poursuivent en permanence

8. Une surface très réfléchissante, comme la banquise, a :

- ☐ A un albédo faible et absorbe beaucoup de rayonnement solaire
- ☐ B un albédo élevé et absorbe peu de rayonnement solaire
- ☐ C aucun albédo, car la glace ne réfléchit jamais la lumière

9. Pourquoi une nuit sans nuages est-elle en général plus froide qu'une nuit nuageuse, à température de jour identique ?

- ☐ A parce que les nuages absorbent et réémettent vers le sol une partie du rayonnement infrarouge, ce qui limite son refroidissement
- ☐ B parce que les nuages empêchent totalement le rayonnement infrarouge du sol de s'échapper
- ☐ C parce que le Soleil continue de chauffer le sol pendant la nuit à travers les nuages

10. Deux planètes reçoivent la même puissance solaire par mètre carré. La planète A n'a pas d'atmosphère, la planète B a une atmosphère riche en gaz à effet de serre. La planète B est, en moyenne :

- ☐ A plus froide que la planète A, car son atmosphère bloque une partie du rayonnement solaire entrant
- ☐ B plus chaude que la planète A, car son atmosphère lui renvoie une partie du rayonnement infrarouge qu'elle émet
- ☐ C à la même température que la planète A, car elles reçoivent la même puissance solaire

**13**

En 30 secondes — ta carte de dernière révision

découpe-la et garde-la dans ta trousse — révision de veille de contrôle !

- Le bilan radiatif terrestre compare la puissance solaire absorbée et la puissance infrarouge réémise. L'albédo terrestre, environ 30 %, renvoie une partie du rayonnement solaire sans l'absorber.
- Les gaz à effet de serre absorbent le rayonnement infrarouge du sol et en réémettent une partie vers la surface. Cela explique l'écart entre -18 °C sans effet de serre et +15 °C avec l'effet de serre actuel.
- La vapeur d'eau domine l'effet de serre naturel, le dioxyde de carbone domine son renforcement récent depuis l'ère industrielle.

PLAN DE RÉVISION ESPACÉE — relis la carte et refais le QCM : ☐ J+1 ☐ J+3 ☐ J+7 ☐ J+14



QCM en ligne

VA PLUS LOIN — TESTE-TOI SUR CETTE NOTION

 Scanne le QR code (ou clique dessus) : le QCM chronométré de cette notion, note immédiate, chaque erreur expliquée. Gratuit, sans inscription.

 Pour t'entraîner — QCM en nombre, évaluations, explications détaillées, analyse de tes points faibles — l'abonnement Réussito (sans engagement) : via le QR code ou sur reussito.fr/abo

 Débloque toutes les fiches de 1ère : via le QR code ou sur reussito.fr/premiere



L'élève travaille sans les solutions sous les yeux ; vous corrigez ensemble avec ces pages. Chaque réponse est justifiée : pas besoin de connaître le cours.

Correction des exercices

Exercice 1. La bille noire atteint la température d'équilibre la plus élevée : sa surface sombre a un albédo plus faible, elle absorbe donc davantage de rayonnement solaire que la bille blanche, dont l'albédo plus élevé renvoie une plus grande part de l'énergie reçue.

Exercice 2. Les nuages absorbent une partie du rayonnement infrarouge émis par le sol la nuit et en réémettent une partie vers la surface, comme les gaz à effet de serre. Le sol reçoit alors une puissance supplémentaire qui limite son refroidissement.

Réponses du QCM — expliquées une par une

- 1 → B** Le bilan radiatif est la comparaison entre l'énergie reçue (rayonnement solaire absorbé) et l'énergie réémise (rayonnement infrarouge) par la Terre. *Piège : A confond bilan radiatif et simple variation jour/nuit ; C n'a aucun rapport avec un bilan de puissance énergétique.*
- 2 → C** L'albédo est la part du rayonnement solaire reçu qui repart directement vers l'espace, réfléchi par les nuages, la glace, les océans ou les sols. *Piège : A décrit le rayonnement infrarouge émis par le sol, pas l'albédo ; B confond l'albédo, une fraction réfléchie, avec une température.*
- 3 → A** La valeur de référence sans effet de serre est d'environ -18°C , contre environ $+15^{\circ}\text{C}$ avec l'effet de serre actuel, soit un écart d'une trentaine de degrés. *Piège : B confond avec la température actuelle, qui inclut déjà l'effet de serre ; C inverse le sens de l'écart, la Terre serait plus froide, pas plus chaude, sans effet de serre.*
- 4 → A** Les gaz à effet de serre absorbent le rayonnement infrarouge terrestre puis en réémettent une partie vers le sol, qui reçoit ainsi une puissance supplémentaire. *Piège : B décrit un blocage du rayonnement solaire entrant, pas le mécanisme réel qui porte sur le rayonnement infrarouge sortant ; C décrit le rôle de l'albédo, un phénomène distinct.*
- 5 → C** La vapeur d'eau est le gaz à effet de serre naturellement le plus abondant et assure la plus grande part de l'effet de serre naturel, même si elle amplifie surtout un réchauffement déjà amorcé. *Piège : Le dioxyde de carbone est le principal responsable du renforcement récent de l'effet de serre, pas de sa part naturelle dominante ; le méthane, bien plus rare, a un rôle plus limité en quantité absolue.*
- 6 → A** La concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère a fortement augmenté depuis l'ère industrielle, en raison de la combustion de charbon, de pétrole et de gaz naturel, ce qui en fait le principal responsable du renforcement récent de l'effet de serre. *Piège : La vapeur d'eau amplifie le réchauffement sans en être la cause déclenchante ; l'azote, très abondant dans l'atmosphère, n'est pas un gaz à effet de serre.*
- 7 → C** Un équilibre dynamique maintient une grandeur stable, ici la température moyenne, alors que des échanges d'énergie se poursuivent en continu. *Piège : A décrit à tort une absence d'échange, alors que les échanges se poursuivent en permanence ; B exagère la stabilité, une hausse des gaz à effet de serre peut déplacer ce point d'équilibre vers une température plus élevée.*
- 8 → B** Une surface très réfléchissante renvoie une grande partie du rayonnement solaire reçu vers l'espace : elle a donc un albédo élevé et absorbe peu d'énergie. *Piège : A inverse la relation entre albédo élevé et faible absorption ; C nie à tort que la glace réfléchisse la lumière, alors que c'est justement pour cela que son albédo est élevé.*

9 → A

Les nuages jouent un rôle proche des gaz à effet de serre : ils absorbent une partie du rayonnement infrarouge émis par le sol et en réémettent une partie vers la surface. *Piège : B exagère l'effet en un blocage total, alors que la réémission n'est que partielle ; C est physiquement faux, le Soleil ne rayonne pas la nuit du côté non éclairé de la Terre.*

10 → B

L'effet de serre de la planète B ajoute une puissance supplémentaire, le rayonnement infrarouge réémis vers le sol, à celle reçue du Soleil, ce qui élève sa température d'équilibre. *Piège : A décrit à tort un blocage du rayonnement solaire entrant, alors que l'effet de serre agit sur le rayonnement infrarouge sortant ; C ignore l'effet de serre en supposant que seule la puissance solaire reçue détermine la température.*