



NIVEAU 3 SUR 3

Approfondi

Corriger, relier, transférer, construire : le chapitre sans aide.

Sans aucune aide · 60 minutes · sur 20

Le bilan radiatif terrestre

Corrigé du contrôle **niveau 3 · Approfondi**, avec le barème au point près.

📖 RAPPEL

La règle du cours que l'exercice met à l'épreuve, en tête de chaque exercice.

✓ RÉPONSE

Dans le cadre bordé : ce qui rapporte les points.

→ POURQUOI

Sous chaque réponse : la raison, pour comprendre et non recopier.

1

Un brouillon à corriger

⌚ Repérer une erreur et la corriger

⌚ 12 min

5 pts

RAPPEL DE COURS



Interception sur un disque, réémission sur une sphère quatre fois plus grande. L'albédo mesure ce qui repart. Une surface froide émet dans l'infrarouge. L'atmosphère laisse passer le solaire et absorbe l'infrarouge. Un excédent est un déséquilibre.

LA COPIE ANNOTÉE

- 1 Pour établir le bilan radiatif de la Terre, je pars du flux solaire incident, environ $1361 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.
- 2 Seule la moitié de la planète est éclairée : je divise donc ce flux par deux pour obtenir la moyenne.
- 3 Avec un albédo de 0,30, la surface absorbe 30 % de ce flux moyen.
- 4 Elle réémet ensuite l'énergie absorbée sous forme de lumière visible, comme le Soleil.
- 5 L'effet de serre vient de ce que l'atmosphère arrête une bonne partie du rayonnement solaire.
- 6 La Terre reçoit aujourd'hui un peu plus qu'elle ne renvoie : elle a donc atteint un nouvel équilibre, plus chaud.

⚠ erreur 1

⚠ erreur 2

⚠ erreur 3

⚠ erreur 4

⚠ erreur 5

CRITÈRE	CE QUI EST ATTENDU	POINTS
Ligne 2 — une division par deux à la place de la division par quatre.	La moitié éclairée n'est pas la surface qui intercepte le rayonnement : des rayons parallèles sont interceptés sur un disque d'aire πR^2 , et l'énergie se répartit sur toute la sphère d'aire $4\pi R^2$. Il faut diviser par quatre : environ $340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. → Le rapport des deux aires vaut quatre ; diviser par deux double le flux moyen et mène à une température absurde, erreur invisible si l'on ne connaît pas l'ordre de grandeur.	1 pt
Ligne 3 — une fraction lue à l'envers.	L'albédo de 0,30 est la part renvoyée directement : la surface absorbe les 70 % restants. → L'albédo désigne ce qui repart sans avoir chauffé quoi que ce soit ; la part absorbée est son complément à un.	1 pt
Ligne 4 — un domaine d'émission emprunté au Soleil.	La surface réémet dans l'infrarouge, et non dans le visible, parce qu'elle est bien plus froide que le Soleil. → Le domaine du rayonnement émis dépend de la température de l'émetteur : la surface terrestre et le Soleil n'émettent pas dans le même domaine.	1 pt
Ligne 5 — un rôle de l'atmosphère inversé.	L'air ne retient pas la lumière du Soleil, qui le traverse ; il capte l'infrarouge venu du sol et lui en restitue une partie. C'est ce second apport qui fait l'effet de serre. → Si l'atmosphère arrêta le solaire, elle refroidirait la surface au lieu de la réchauffer.	1 pt
Ligne 6 — un excédent présenté comme un équilibre.	Recevoir plus que l'on ne renvoie, c'est être en déséquilibre : l'énergie s'accumule, surtout dans l'océan. Ce n'est pas un nouvel équilibre. → À l'équilibre, absorbé et réémis sont égaux et la température ne change plus ; tant qu'un excédent subsiste, ce n'est pas le cas.	1 pt

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Une erreur repérée mais non corrigée : 0,5 sur 1.
Barème : 5 points — 1 par erreur : 0,5 pour la repérer, 0,5 pour la corriger.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Accepter la division par deux de la ligne 2, qui paraît logique : la moitié éclairée n'est pas la surface d'interception.
- Corriger la ligne 3 en écrivant « 30 % est renvoyé » sans dire ce qui est absorbé.
- Voir dans la ligne 6 un simple « réchauffement » sans relever le mot « équilibre ».

2 Ce qui relie les notions du bilan

© Reasonner et justifier

🕒 10 min

4 pts

RAPPEL DE COURS



Relier deux notions, c'est dire laquelle agit sur l'autre, et par quel intermédiaire, ou ce qui les rapproche et les distingue. L'albédo, la température d'un émetteur, la capacité thermique et l'égalité des flux sont les intermédiaires du chapitre.

a Lien 1 — recul de la neige et des glaces, et flux solaire absorbé.

1 pt

- ✓ **Le recul de surfaces très réfléchissantes abaisse l'albédo : le flux absorbé augmente, ce qui réchauffe et fait encore reculer la glace. C'est une rétroaction positive.**

→ **Pourquoi.** L'intermédiaire est l'albédo ; la chaîne se referme sur sa cause, ce qui la renforce.

b Lien 2 — température de la surface et domaine du rayonnement émis.

1 pt

✓ **Bien plus froide que le Soleil, la surface terrestre émet dans l'infrarouge et non dans le visible.**

→ **Pourquoi.** C'est la température de l'émetteur qui fixe le domaine de son rayonnement ; d'où deux domaines distincts dans le bilan.

c Lien 3 — capacité thermique de l'océan et lieu où s'accumule l'énergie en excès.

1 pt

✓ **Plus un milieu a une grande capacité thermique, plus il peut emmagasiner d'énergie : l'océan, bien supérieur à l'air sur ce point, recueille la plus grande part de l'excédent.**

→ **Pourquoi.** Une grande capacité thermique permet de stocker beaucoup d'énergie ; l'océan est donc le réservoir principal du déséquilibre.

d Lien 4 — équilibre radiatif et déséquilibre actuel : un point commun, une différence.

1 pt

✓ **Point commun : les deux se décrivent en comparant absorbé et réémis. Différence : à l'équilibre ils sont égaux et la température ne change plus ; dans le déséquilibre actuel, un léger excédent s'accumule.**

→ **Pourquoi.** Comparer, c'est donner au moins un point commun et une différence, chacun appuyé sur le cours.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Deux notions définies séparément, sans l'intermédiaire qui les relie : 0,5 sur 1.

Barème : 4 points — 1 par lien.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Pour le lien 1, s'arrêter à « l'albédo baisse » sans boucler la chaîne jusqu'à la rétroaction.
- Pour le lien 4, donner deux différences et aucun point commun.

3 Une planète imaginaire

⌚ Raisonner et justifier · Transférer à une situation nouvelle

🕒 14 min

5 pts

RAPPEL DE COURS



La méthode du bilan ne dépend pas de la planète : diviser le flux incident par quatre, retrancher la part de l'albédo, écrire l'égalité entre absorbé et réémis, ajouter le rôle de l'atmosphère, conclure sur la température de surface.

a Mène les deux premières étapes de la méthode jusqu'au flux absorbé.

1,5 pt

✓ **$80 \div 4 = 20$; $20 \times 0,5 = 10$; $20 - 10 = 10$: $10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ absorbés.**

→ **Pourquoi.** On suit les deux premières étapes de la méthode : moyenne planétaire, puis retrait de la part de l'albédo.

b À l'équilibre, que réémet la surface, dans quel domaine, et vers où ?

1 pt

✓ **$10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, sous forme d'infrarouge qui s'échappe sans obstacle.**

→ **Pourquoi.** Sans atmosphère, rien n'intercepte l'infrarouge : il repart entièrement, et l'équilibre impose qu'il compense exactement l'absorbé.

c On dote la planète d'une atmosphère transparente au rayonnement de l'étoile et absorbante pour l'infrarouge, sans changer son albédo. À l'équilibre, ce qui repart vers l'espace change-t-il ? Et la température de surface ?

1,5 pt

✓ **Ce qui repart reste $10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$; la surface, elle, devient plus chaude.**

→ **Pourquoi.** L'albédo étant inchangé, l'absorbé reste $10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, donc le réémis aussi à l'équilibre. Mais l'atmosphère renvoie une partie de l'infrarouge vers le sol, qui reçoit deux apports : l'effet de serre élève la température de surface sans modifier le total réémis.

- d Cette planète a un rayon deux fois plus petit que celui de la Terre. Faut-il modifier le facteur quatre ? Justifie par un calcul littéral. (1 pt)

✓ **Non** : $4\pi r^2 \div \pi r^2 = 4$, quel que soit le rayon r .

→ **Pourquoi.** Le rayon se simplifie dans le rapport de l'aire de la sphère à celle du disque : le facteur quatre vaut pour toute planète sphérique.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Un résultat juste sans justification : la moitié des points de la question.

Barème : 5 points — 1,5 + 1 + 1,5 + 1.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Appliquer l'albédo au flux incident de $80 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ avant de diviser par quatre.
- Croire que l'atmosphère augmente ce qui repart vers l'espace à l'équilibre : elle réchauffe la surface sans changer le total réémis.
- Modifier le facteur quatre parce que la planète est plus petite.

4

Faut-il souhaiter la fin de l'effet de serre ? ☆ EXERCICE-PHARE

🕒 22 min

6 pts

🎯 Raisonner et justifier · Construire un développement

RAPPEL DE COURS



Sans effet de serre, la température moyenne serait très inférieure et l'eau liquide bien plus rare. Son renforcement crée un léger excédent : un déséquilibre, dont l'énergie s'accumule surtout dans l'océan, et que la fonte des glaces peut amplifier.

CRITÈRE	CE QUI EST ATTENDU	POINTS
Introduction : l'affirmation reformulée, l'effet de serre défini, le plan annoncé.	Exemple : « L'effet de serre est le renvoi vers le sol, par l'atmosphère, d'une partie de l'infrarouge qu'il émet. Faut-il pour autant souhaiter sa disparition ? Nous verrons qu'il est indispensable, puis que c'est son renforcement qui pose problème. » → L'introduction définit le terme discuté et annonce le plan : le correcteur sait où va la copie.	1 pt
Premier paragraphe : le mécanisme et pourquoi l'effet de serre naturel est indispensable.	L'air, transparent au solaire, capte l'infrarouge du sol et lui en rend une partie : le sol est alimenté deux fois. Sans ce mécanisme, la planète serait bien plus froide et l'eau liquide rare. → C'est ce qui rend l'affirmation fausse telle qu'elle est écrite : l'effet de serre n'est pas une anomalie.	1,5 pt
Second paragraphe : le renforcement et le déséquilibre qu'il crée, chiffré.	Le renforcement crée un léger excédent : la Terre reçoit un peu plus qu'elle ne renvoie. Un excédent d'environ $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ne représente que $1 \div 238 \approx 0,0042$ du flux absorbé, mais il s'applique en permanence et partout, et l'énergie s'accumule surtout dans l'océan. → Le calcul montre qu'un écart faible en proportion n'est pas négligeable pour autant ; 0,5 point pour le calcul, 1 point pour le raisonnement.	1,5 pt
Une nuance : déséquilibre et non nouvel équilibre, ou amplification possible par la fonte des glaces.	Tant que l'excédent subsiste, la planète n'est pas dans un nouvel équilibre ; et la fonte des glaces, en abaissant l'albédo, peut renforcer le réchauffement par rétroaction positive. → Une nuance précise la portée de l'argument : elle montre que l'on maîtrise la distinction entre équilibre et déséquilibre.	1 pt
Conclusion et expression : une réponse nette, le vocabulaire du cours, des connecteurs.	Exemple : « Il ne faut donc pas souhaiter la fin de l'effet de serre, qui rend la Terre habitable, mais limiter son renforcement, qui crée le déséquilibre actuel. » → La conclusion répond à la question en distinguant clairement l'effet de serre et son renforcement.	1 pt

UN EXEMPLE DE DÉVELOPPEMENT

On entend souvent dire que l'effet de serre est une menace et qu'il faudrait qu'il disparaisse. L'effet de serre désigne pourtant un mécanisme précis : l'atmosphère renvoie vers le sol une partie de l'infrarouge qu'il émet. Faut-il souhaiter sa disparition ? Nous verrons d'abord pourquoi il est indispensable, puis pourquoi c'est son renforcement qui pose problème.

L'atmosphère est largement transparente au rayonnement solaire, qui atteint la surface et la chauffe. La surface, bien plus froide que le Soleil, réémet dans l'infrarouge ; or l'atmosphère absorbe cet infrarouge et en renvoie une partie vers le sol. La surface reçoit donc deux apports au lieu d'un. Sans cet effet de serre, la température moyenne serait très inférieure à celle que nous observons, et l'eau liquide bien plus rare : il rend la planète habitable.

En revanche, le renforcement de l'effet de serre crée aujourd'hui un léger excédent : la Terre reçoit un peu plus qu'elle ne renvoie. Un excédent d'environ $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ne représente qu'environ 0,42 % du flux absorbé, mais il s'applique en permanence et sur toute la planète. Cette énergie s'accumule, très majoritairement dans l'océan, dont la capacité thermique dépasse de loin celle de l'atmosphère. Ce n'est pas un nouvel équilibre mais un déséquilibre, que la fonte des glaces peut encore amplifier en abaissant l'albédo.

Il ne faut donc pas souhaiter la fin de l'effet de serre, qui rend la Terre habitable, mais limiter son renforcement, qui est à l'origine du déséquilibre actuel.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

L'effet de serre et son renforcement confondus : 3 sur 6 au plus.

Barème : 6 points — 1 + 1,5 + 1,5 + 1 + 1.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Approuver ou rejeter l'affirmation en bloc, sans distinguer l'effet de serre de son renforcement.
- Décrire le mécanisme sans jamais répondre à la question posée.
- Juger l'excédent négligeable parce qu'il est faible en proportion.



Barème de notation

Ce que le correcteur regarde, exercice par exercice.

20 pts

CE QUI EST ATTENDU	EXERCICE	POINTS	CE QUI FAIT PERDRE LE POINT
Les erreurs repérées et corrigées	1	5 points — 1 par erreur : 0,5 pour la repérer, 0,5 pour la corriger	Une erreur repérée mais non corrigée : 0,5 sur 1.
Les liens entre notions expliqués	2	4 points — 1 par lien	Deux notions définies séparément, sans l'intermédiaire qui les relie : 0,5 sur 1.
La méthode transférée à la planète imaginaire	3	5 points — 1,5 + 1 + 1,5 + 1	Un résultat juste sans justification : la moitié des points de la question.
Le développement construit	4	6 points — 1 + 1,5 + 1,5 + 1 + 1	L'effet de serre et son renforcement confondus : 3 sur 6 au plus.
Total		20 points	



Que faire de ta note ?

Le contrôle ne s'arrête pas au chiffre : voici la suite selon ton score.

☆☆☆ Niveau 1 · Essentiel	★★☆ Niveau 2 · Standard	★★★ Niveau 3 · Approfondi — tu es ici
-----------------------------	----------------------------	--



16 à 20

NIVEAU MAÎTRISÉ

C'est le niveau le plus élevé, et tu le maîtrises. Pour aller plus loin, reprends la planète imaginaire avec un autre albédo et explique, en quelques lignes, ce qui change et ce qui ne change pas dans son bilan.



10 à 15

REFAIRE CE NIVEAU

Relis la correction de l'exercice où tu as perdu le plus de points. Réécris ton développement en suivant le plan du corrigé, puis refais le niveau 3 dans une semaine.



moins de 10

NIVEAU INFÉRIEUR

Repasse par le niveau 2 — Standard : il entraîne l'exploitation guidée des flux et le paragraphe explicatif, dont ce niveau a besoin.

✓ COMPARE AVEC TA PRÉVISION

- Reprends la grille « Avant de rendre ta copie » : là où tu avais coché « acquis » et perdu des points, relis le rappel de cours de l'exercice.
- Refaire un contrôle quelques jours plus tard, sans regarder le corrigé, mesure ce que tu as retenu, et non ce dont tu te souviens.
- La fiche de cours du chapitre reprend chaque notion : ProgresSchool · Enseignement scientifique Première · Le bilan radiatif terrestre.