



NIVEAU 2 SUR 3

Standard

Le niveau d'un contrôle de classe : exploiter un document chiffré, calculer l'effet d'un changement d'albédo, rédiger une explication.

Questions guidées, sans banque de mots · 60 minutes · sur 20

Le bilan radiatif terrestre

Corrigé du contrôle **niveau 2 · Standard**, 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

Le cours en situation

🕒 Appliquer le cours

🕒 10 min

4 pts

RAPPEL DE COURS



Le flux moyen vaut le quart du flux incident. L'albédo dépend des surfaces. Bien plus froide que le Soleil, la surface terrestre émet dans l'infrarouge. L'excédent d'énergie s'accumule surtout dans l'océan, de très grande capacité thermique.

- a Une élève annonce que chaque mètre carré de la Terre reçoit en moyenne $1361 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Quelle étape a-t-elle oubliée ? Pourquoi son erreur risque-t-elle de passer inaperçue ? 1 pt

✓ **La division par quatre ; on ne la voit que si l'on connaît l'ordre de grandeur attendu.**

→ **Pourquoi.** L'interception se fait sur un disque et la réémission sur une sphère quatre fois plus grande. Le résultat faux a l'air d'un nombre comme un autre, mais il conduit à une température d'équilibre absurde.

- b Au printemps, la neige qui recouvrait une forêt fond. Cette région absorbe-t-elle alors plus ou moins de rayonnement solaire qu'avant ? Justifie avec l'albédo. 1 pt

✓ **Plus : son albédo baisse.**

→ **Pourquoi.** La neige renvoie beaucoup, la forêt très peu. Moins de rayonnement repart sans être absorbé : la région en absorbe davantage.

- c Une caméra sensible seulement à la lumière visible, pointée vers un désert en pleine nuit, ne capte rien. Pourtant, le sol rayonne. Explique ce paradoxe. 1 pt

✓ **Le sol rayonne dans l'infrarouge, que la caméra ne capte pas.**

→ **Pourquoi.** La surface terrestre, bien plus froide que le Soleil, émet dans l'infrarouge et non dans le visible ; de nuit, elle ne renvoie pas non plus de lumière solaire.

- d Un thermomètre placé dans l'air ne mesure qu'une petite part du réchauffement en cours de la planète. Où passe le reste, et pourquoi ? 1 pt

✓ **Dans l'océan, à cause de sa capacité thermique.**

→ **Pourquoi.** La capacité thermique de l'océan dépasse de loin celle de l'atmosphère : c'est lui qui stocke la plus grande part de l'excédent, pas l'air où se trouve le thermomètre.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Une réponse juste mais non justifiée : 0,5 sur 1.

Barème : 4 points — 1 par question.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Répondre que l'élève « s'est trompée de calcul » sans nommer l'étape oubliée : la division par quatre.
- Dire que la forêt « absorbe la neige » : c'est le rayonnement solaire qui est davantage absorbé.
- Expliquer le silence de la caméra par la nuit seule : le sol émet bien, mais dans l'infrarouge.

2

Exploiter une bande de flux ☆ EXERCICE-PHARE

🕒 16 min

6 pts

RAPPEL DE COURS

- 📖 Le flux moyen reçu se partage entre une part renvoyée directement, fixée par l'albédo, et une part absorbée. À l'équilibre, la planète réémet dans l'infrarouge exactement ce qu'elle a absorbé.

a Quelle valeur, en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, cache le « ? » de la bande ?

1 pt

✓ $340 - 238 = 102 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

→ **Pourquoi.** La bande entière représente le flux moyen reçu ; il se partage entre ce qui est renvoyé et ce qui est absorbé.

b Déduis-en l'albédo par un calcul, puis vérifie ton résultat sur la graduation.

1,5 pt

✓ $102 \div 340 = 0,3$: l'albédo vaut 0,30, soit trois dixièmes de la bande.

→ **Pourquoi.** L'albédo est la fraction renvoyée directement : part renvoyée divisée par flux moyen. La séparation des deux zones tombe bien sur la graduation 3.

c Pour que la température terrestre reste stable, combien de $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ l'infrarouge sortant doit-il emporter ? Justifie.

1 pt

✓ $238 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

→ **Pourquoi.** À l'équilibre, ce qui repart dans l'infrarouge compense exactement ce qui a été absorbé ; la part renvoyée par l'albédo n'a jamais été absorbée.

d Montre par un calcul qu'à l'équilibre, la planète renvoie au total vers l'espace autant de rayonnement qu'elle en reçoit.

1,5 pt

✓ $102 + 238 = 340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$: renvoyé directement plus infrarouge égale le flux moyen reçu.

→ **Pourquoi.** Deux sorties s'ajoutent : la part réfléchie sans absorption et l'infrarouge réémis. Leur somme retrouve le flux reçu, ce qui traduit l'équilibre du bilan complet.

e Supposons que les mesures montrent un infrarouge sortant inférieur d'environ $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ au flux absorbé. Que peut-on en conclure ?

1 pt

✓ La planète gagne de l'énergie : elle n'est pas à l'équilibre.

→ **Pourquoi.** Un écart entre absorbé et réémis signifie que le système accumule de l'énergie : c'est un déséquilibre, et non un nouvel équilibre.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Un albédo calculé sur 238 au lieu de $340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$: la question b vaut 0,5 sur 1,5.

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

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Calculer l'albédo en divisant 102 par 238 : on divise par le flux moyen reçu, $340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.
- Écrire que l'infrarouge vers l'espace vaut $340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$: à l'équilibre, il compense l'absorbé, pas le reçu.
- Parler d'un « nouvel équilibre » quand l'infrarouge sortant reste inférieur à l'absorbé.

RAPPEL DE COURS

- 📖 La part renvoyée est le produit du flux moyen par l'albédo ; ce qui n'est pas renvoyé est absorbé. Tant que l'infrarouge sortant ne compense pas exactement l'absorbé, la planète gagne ou perd de l'énergie.

- a Sans recalculer toute la nouvelle part, de combien de $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ce changement augmente-t-il la lumière réfléchie ? 1,5 pt

✓ $340 \times 0,02 = 6,8$: elle augmente de $6,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

→ **Pourquoi.** L'albédo augmente de 0,02 ; la part renvoyée, produit du flux moyen par l'albédo, augmente de 0,02 fois $340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

- b Juste après ce changement, la planète réémet encore $238 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dans l'infrarouge. Gagne-t-elle ou perd-elle de l'énergie ? Que devient sa température ? 1,5 pt

✓ Elle perd de l'énergie : sa température baisse.

→ **Pourquoi.** Le flux absorbé a diminué de $6,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ alors que l'infrarouge sortant n'a pas changé : la planète réémet plus qu'elle n'absorbe, jusqu'à ce qu'un équilibre soit retrouvé à une température plus basse.

- c Quelle baisse d'albédo produirait, à elle seule, un excédent d'environ $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$? Donne un ordre de grandeur. 1 pt

✓ $1 \div 340 \approx 0,003$: une baisse d'environ 0,003.

→ **Pourquoi.** Une variation d'albédo modifie le flux absorbé de 340 fois sa valeur ; il suffit donc d'une baisse de trois millièmes pour produire $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

- d Revenons à un albédo de 0,30. Montre de deux façons qu'environ 17,5 % du flux incident est absorbé en moyenne. 1 pt

✓ $0,70 \div 4 = 0,175$ et $238 \div 1361 \approx 0,175$.

→ **Pourquoi.** On garde sept dixièmes d'un quart du flux incident ; le rapport des valeurs du cours donne le même résultat. Moins d'un cinquième du flux incident est absorbé par mètre carré en moyenne.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Un calcul juste sans unité ni phrase de conclusion : la moitié des points de la question.

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

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Calculer $0,32 - 0,30$ sans multiplier par le flux moyen : une variation d'albédo n'est pas un flux.
- Conclure que la planète se réchauffe : avec plus de nuages, elle absorbe moins et perd de l'énergie.
- Diviser 238 par 340 au lieu de 1361 pour la question d : la question porte sur le flux incident.

RAPPEL DE COURS



L'atmosphère est largement transparente au rayonnement solaire et absorbante pour l'infrarouge émis par le sol, dont elle renvoie une partie vers la surface. Sans cet effet, la température moyenne serait très inférieure, et l'eau liquide bien plus rare.

CRITÈRE	CE QUI EST ATTENDU	POINTS
Je compare, d'après le document 2, les apports d'énergie du sol dans les deux situations.	Un seul dans le schéma 1 ; deux dans le schéma 2, où s'ajoute une flèche en tirets dirigée vers le bas. → Sans atmosphère, le sol ne reçoit que le solaire absorbé ; avec elle, il reçoit aussi l'infrarouge renvoyé : c'est cette flèche qui fait la différence.	1 pt
Je dis ce que l'air laisse filer et ce qu'il retient.	Il laisse filer la lumière du Soleil ; il absorbe l'infrarouge venu du sol et en renvoie une part vers le bas. → C'est cette différence de traitement entre les deux rayonnements qui produit l'effet de serre.	1 pt
J'en déduis ce que cela change pour la chaleur du sol et pour l'eau.	Mieux alimenté, le sol est plus chaud ; sans atmosphère, il serait bien plus froid et l'eau liquide bien plus rare. → La conséquence se tire de la cause : plus d'énergie reçue par la surface, donc une température d'équilibre plus élevée.	1 pt
Je distingue cet effet naturel du phénomène qui dérègle le bilan actuel.	L'effet naturel est compatible avec l'équilibre ; c'est son renforcement qui crée un léger excédent. → Distinguer équilibre et déséquilibre est la dernière étape de la méthode : l'effet de serre n'est pas en soi une anomalie.	1 pt
Mon paragraphe annonce la réponse, enchaîne les arguments avec des connecteurs et conclut.	Ouverture possible : « La surface est plus chaude parce que l'atmosphère lui renvoie une partie de son infrarouge... » ; une conclusion qui répond à la question. → Un paragraphe se lit d'un seul tenant : il répond d'abord, explique avec le document, puis conclut.	1 pt

UN EXEMPLE DE PARAGRAPHE

La surface d'une planète dotée d'une atmosphère est plus chaude parce qu'elle reçoit deux apports d'énergie au lieu d'un. Le document 2 le montre : sans atmosphère, la surface ne reçoit que le rayonnement solaire absorbé, et son infrarouge part directement vers l'espace. Avec une atmosphère, le rayonnement solaire traverse l'air, car l'atmosphère lui est largement transparente ; en revanche, elle absorbe l'infrarouge émis par le sol et en renvoie une partie vers la surface. Celle-ci reçoit donc, en plus du solaire, cet infrarouge renvoyé : c'est l'effet de serre. C'est pourquoi la température moyenne de la Terre est bien supérieure à ce qu'elle serait sans atmosphère, ce qui rend l'eau liquide abondante. Cet effet naturel n'est pas une anomalie : c'est son renforcement actuel qui crée un léger excédent, donc un déséquilibre.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Une liste d'idées sans phrases reliées : 2,5 sur 5 au plus.
Barème : 5 points — 1 par critère.

Q ERREURS FRÉQUENTES

- Écrire que l'atmosphère « bloque les rayons du Soleil » : elle laisse passer le solaire et retient l'infrarouge.
- Décrire le document sans répondre à la question « pourquoi ».
- Présenter l'effet de serre comme une anomalie : c'est son renforcement qui crée le déséquilibre actuel.



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
Le cours appliqué aux situations	1	4 points — 1 par question	Une réponse juste mais non justifiée : 0,5 sur 1.
Le document exploité : calculs et raisonnement	2	6 points — 1 + 1,5 + 1 + 1,5 + 1	Un albédo calculé sur 238 au lieu de $340 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$: la question b vaut 0,5 sur 1,5.
Les calculs sur le changement d'albédo	3	5 points — 1,5 + 1,5 + 1 + 1	Un calcul juste sans unité ni phrase de conclusion : la moitié des points de la question.
Le paragraphe explicatif	4	5 points — 1 par critère	Une liste d'idées sans phrases reliées : 2,5 sur 5 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 — tu es ici



Niveau 3 · Approfondi



16 à 20

NIVEAU SUPÉRIEUR

C'est le niveau attendu en classe, et tu l'as. Passe au niveau 3 — Approfondi : un brouillon à corriger, une planète imaginaire à étudier et un développement construit sur l'effet de serre.



10 à 15

REFAIRE CE NIVEAU

Repère l'exercice où tu as perdu le plus de points et relis son rappel de cours. Refais les calculs de l'exercice 3 avec un albédo de 0,28 au brouillon, puis refais le niveau 2 dans quelques jours ; vise 16 avant le niveau 3.



moins de 10

NIVEAU INFÉRIEUR

Fais d'abord le niveau 1 — Essentiel : il vérifie le vocabulaire, les calculs de base et le schéma des flux dont ce contrôle a besoin. Reviens ensuite au niveau 2.

✓ 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.