

Version professeur

Physique-chimie – Terminale Bac Pro — ERA / MA (groupement 3)

Cours

Chapitre 3

Rayonnement thermique et effet de serre

Édition : 1 — 6 octobre 2026 – Naïm Azzouz

Rappel de cours — Avant de commencer

Identifier température, énergie et transfert ; lire une légende et comparer des mesures.

Repères et ordre de travail

Les codes désignent les capacités du chapitre, pas des codes officiels.

Capacité et intitulé complet	Partie du cours	Page
P1 — Montrer expérimentalement qu'un objet peut se réchauffer sous l'effet d'un rayonnement	Partie 1	2 él. 2
P2 — Exploiter des images de caméra thermique	Partie 2	4 él. 4
P3 — Illustrer l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux	Partie 3	6 él. 6
P4 — Expliquer le principe de l'effet de serre à partir d'une ressource documentaire	Partie 4	8 él. 8

« él. » : page du cours élève de cette même édition.

Méthode — Mode d'emploi

Lire la notion et l'exemple résolu, puis chercher l'application avant de passer à la notion suivante. Le travail peut être accompagné en classe ou repris seul. Les corrections suivent les applications dans cette version. Les repères P1, P2, etc. sont propres à ces PDF et suivent le programme ; les activités expérimentales se réalisent en classe.

Méthode — Fil conducteur

Comprendre les échanges radiatifs d'un bâtiment et de son environnement.

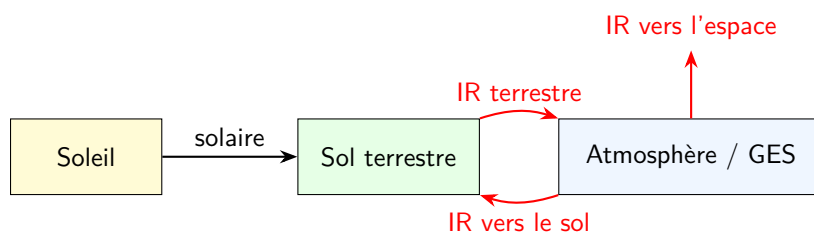


Schéma de principe des échanges ; flèches non proportionnelles aux flux.

P1 — Montrer expérimentalement qu'un objet peut se réchauffer sous l'effet d'un rayonnement

Définition — Notion

Tout objet à température non nulle en kelvins émet un rayonnement thermique. Aux températures usuelles, l'essentiel de cette émission se situe dans l'infrarouge, invisible à l'œil. Un objet peut absorber un rayonnement reçu et se réchauffer sans toucher la source. Sa température résulte de tous ses échanges : un rayonnement reçu ne garantit pas à lui seul une hausse de température.

Méthode — Méthode

Comparer un objet exposé et un témoin ; relever les températures au cours du temps ; contrôler les autres paramètres avant de conclure.

Erreur fréquente — Point de vigilance

Distinguer rayonnement, conduction par contact et convection. Une lampe chaude peut aussi chauffer l'air.

Exemple — Exemple résolu — Une plaque exposée à une lampe

Données pédagogiques, non issues d'une manipulation : après trois minutes, une plaque exposée passe de 18°C à 24°C ; la plaque témoin, protégée par un écran opaque, passe de 18°C à 19°C . Les sondes ne touchent pas la lampe.

- a) Quelle observation appuie l'hypothèse d'un réchauffement par rayonnement ?
- b) Proposer deux paramètres à maintenir identiques pour comparer les plaques.

Résolution :

- a) L'élévation plus grande de la plaque exposée est compatible avec une énergie reçue par rayonnement.
- b) Même matériau, dimensions, température initiale, durée, ventilation et emplacement des sondes ; seule l'exposition varie.

P1 — Application

Une plaque exposée à une lampe

Données pédagogiques, non issues d'une manipulation : après trois minutes, une plaque exposée passe de 19°C à 26°C ; la plaque témoin, protégée par un écran opaque, passe de 19°C à 20°C . Les sondes ne touchent pas la lampe.

- a) Calculer l'élévation de température de chaque plaque.
- b) Quelle observation appuie l'hypothèse d'un réchauffement par rayonnement ?
- c) Proposer deux paramètres à maintenir identiques pour comparer les plaques.
- d) Le seul relevé final suffit-il à éliminer toutes les autres causes ? Justifier.

Correction — Application P1

- a) Plaque exposée : 7°C ; témoin : 1°C (écarts de température).
- b) L'élévation plus grande de la plaque exposée est compatible avec une énergie reçue par rayonnement.
- c) Même matériau, dimensions, température initiale, durée, ventilation et emplacement des sondes ; seule l'exposition varie.
- d) Non. La convection, l'écran et les incertitudes doivent être contrôlés. Répéter et observer l'évolution au cours du temps.

À retenir

Je sais montrer expérimentalement qu'un objet peut se réchauffer sous l'effet d'un rayonnement. Je peux expliquer ma démarche et préciser les limites du résultat.

P2 — Exploiter des images de caméra thermique

Définition — Notion

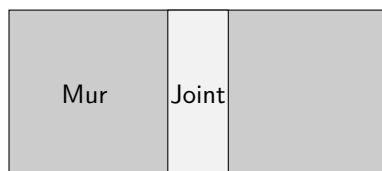
Une caméra thermique détecte des infrarouges et les traduit en une image en fausses couleurs. La palette choisie associe des couleurs à des températures apparentes. Il faut lire la légende, connaître le côté d'observation et les conditions. Une image n'est pas une photographie de la température de l'air ni une preuve suffisante de défaut d'isolation.

Méthode — Méthode

Lire l'échelle, repérer les zones, comparer les températures, puis interpréter en précisant intérieur ou extérieur et les conditions.

Erreur fréquente — Point de vigilance

Surfaces brillantes, soleil, humidité, émissivité et reflets peuvent perturber l'interprétation ; aucune couleur n'est universellement « chaude ».



Légende fictive :
gris moyen : 7 °C
gris clair : 11 °C

Thermogramme schématique fictif, vue extérieure en hiver ; surfaces supposées de même émissivité.

Exemple — Exemple résolu — Lire une image thermique

Schéma de thermogramme à valeurs fictives : observation depuis l'extérieur en hiver, bâtiment chauffé. La légende associe les tons clairs aux températures apparentes les plus élevées. Mur : 7 °C ; joint : 11 °C. Surfaces mates de même émissivité supposée, sans soleil ni reflet.

- Calculer l'écart entre le mur et le joint.
- Interpréter l'anomalie en tenant compte du côté d'observation.

Résolution :

- L'écart vaut 4 °C.
- Vu de l'extérieur, un joint plus chaud peut signaler une fuite thermique vers l'extérieur.

P2 — Application

Lire une image thermique

Schéma de thermogramme à valeurs fictives : observation depuis l'intérieur en hiver, bâtiment chauffé. La légende associe les tons clairs aux températures apparentes les plus élevées. Mur : 21 °C; joint : 17 °C. Surfaces mates de même émissivité supposée, sans soleil ni reflet.

- Quelle zone a la température apparente la plus élevée ?
- Calculer l'écart entre le mur et le joint.
- Interpréter l'anomalie en tenant compte du côté d'observation.
- Pourquoi une surface métallique brillante demande-t-elle de la prudence ?

Correction — Application P2

- Le mur.
- L'écart vaut 4 °C.
- Vu de l'intérieur, un joint plus froid peut signaler une déperdition vers l'extérieur.
- L'émissivité et les rayonnements réfléchis influencent l'image ; une caméra fournit une température apparente, pas un diagnostic certain à elle seule.

À retenir

Je sais exploiter des images de caméra thermique. Je peux expliquer ma démarche et préciser les limites du résultat.

P3 — Illustrer l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux

Définition — Notion

Un rayonnement incident peut être absorbé, réfléchi ou transmis. L'absorption transforme une partie de l'énergie reçue en énergie interne. L'absorption dans l'IR dépend du matériau, de son état de surface et des longueurs d'onde. Une surface visible noire n'est pas automatiquement la meilleure absorbante à toutes les longueurs d'onde IR.

Méthode — Méthode

Ne changer qu'un facteur ; mesurer l'évolution de température ou le rayonnement transmis ; comparer dans des conditions identiques.

Erreur fréquente — Point de vigilance

Une hausse de température ne mesure pas directement un coefficient d'absorption si masses, capacités thermiques ou autres échanges diffèrent.

Exemple — Exemple résolu — Comparer deux surfaces sous infrarouges

Essai fictif : deux plaques de même matériau et de même masse, avec des états de surface différents, reçoivent le même rayonnement pendant la même durée. Hausse de température de A : 12 °C ; de B : 4 °C. Les autres échanges sont supposés comparables.

- a) Quelle hypothèse peut-on faire sur l'énergie absorbée ?
- b) Pourquoi doit-on utiliser des plaques de même masse et de même matériau ?

Résolution :

- a) Dans les conditions du modèle, la plaque qui se réchauffe davantage a absorbé plus d'énergie.
- b) La variation de température dépend aussi de la masse et de la capacité thermique ; les maintenir identiques isole l'effet de l'état de surface.

P3 — Application

Comparer deux surfaces sous infrarouges

Essai fictif : deux plaques de même matériau et de même masse, avec des états de surface différents, reçoivent le même rayonnement pendant la même durée. Hausse de température de A : 5 °C ; de B : 13 °C. Les autres échanges sont supposés comparables.

- a) Quelle plaque se réchauffe le plus ?
- b) Quelle hypothèse peut-on faire sur l'énergie absorbée ?
- c) Pourquoi doit-on utiliser des plaques de même masse et de même matériau ?
- d) La couleur visible suffit-elle à prévoir le comportement sous tout rayonnement IR ?

Correction — Application P3

- a) B.
- b) Dans les conditions du modèle, la plaque qui se réchauffe davantage a absorbé plus d'énergie.
- c) La variation de température dépend aussi de la masse et de la capacité thermique ; les maintenir identiques isole l'effet de l'état de surface.
- d) Non. Le comportement dépend notamment de la longueur d'onde et de l'état de surface. Il faut mesurer, plutôt que généraliser depuis la couleur visible.

À retenir

Je sais illustrer l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux. Je peux expliquer ma démarche et préciser les limites du résultat.

P4 — Expliquer le principe de l'effet de serre à partir d'une ressource documentaire

Définition — Notion

Le sol reçoit et absorbe une partie du rayonnement solaire, puis émet de l'IR. Certains gaz atmosphériques absorbent une partie de cet IR dans leurs bandes d'absorption. L'atmosphère émet aussi de l'IR vers le sol et vers l'espace. L'effet de serre naturel contribue à la température terrestre. Vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote sont des GES.

Méthode — Méthode

Suivre les échanges Soleil–sol–atmosphère–espace ; distinguer visible incident et infrarouge terrestre ; expliquer l'effet d'une hausse des GES.

Erreur fréquente — Point de vigilance

Il n'y a ni couvercle parfaitement étanche ni énergie créée : le bilan se réorganise. L'amplification humaine ne doit pas être confondue avec l'existence de l'effet naturel.

Exemple — Exemple résolu — Un échange radiatif avec l'atmosphère

Document pédagogique : le Soleil fournit principalement un rayonnement de courtes longueurs d'onde, dont du visible. Le sol réchauffé émet de l'infrarouge. Une hausse de la concentration de CO_2 augmente l'absorption dans certaines bandes de cet infrarouge.

- a) Expliquer ce que devient une partie de l'IR absorbé par l'atmosphère.
- b) Pourquoi une hausse de ce gaz peut-elle favoriser un réchauffement du sol ?

Résolution :

- a) L'atmosphère absorbe et émet elle-même de l'IR dans plusieurs directions, notamment vers le sol et vers l'espace.
- b) À température initialement inchangée, le rayonnement sortant peut diminuer ; le système se réchauffe jusqu'à un nouvel équilibre des échanges.

P4 — Application

Un échange radiatif avec l'atmosphère

Document pédagogique : le Soleil fournit principalement un rayonnement de courtes longueurs d'onde, dont du visible. Le sol réchauffé émet de l'infrarouge. Une hausse de la concentration de CH_4 augmente l'absorption dans certaines bandes de cet infrarouge.

- a) Dans quel domaine le sol à température usuelle émet-il principalement ?
- b) Expliquer ce que devient une partie de l'IR absorbé par l'atmosphère.
- c) Pourquoi une hausse de ce gaz peut-elle favoriser un réchauffement du sol ?
- d) Citer un autre gaz à effet de serre et distinguer effet naturel et amplification humaine.

Correction — Application P4

- a) Dans l'infrarouge.
- b) L'atmosphère absorbe et émet elle-même de l'IR dans plusieurs directions, notamment vers le sol et vers l'espace.
- c) À température initialement inchangée, le rayonnement sortant peut diminuer ; le système se réchauffe jusqu'à un nouvel équilibre des échanges.
- d) Vapeur d'eau, CO_2 , CH_4 ou N_2O , différent de celui du document. L'effet naturel existe sans activité humaine ; les rejets humains de certains GES l'amplifient.

À retenir

Je sais expliquer le principe de l'effet de serre à partir d'une ressource documentaire. Je peux expliquer ma démarche et préciser les limites du résultat.

Bilan – Je sais faire

- a) P1 — Montrer expérimentalement qu'un objet peut se réchauffer sous l'effet d'un rayonnement.
- b) P2 — Exploiter des images de caméra thermique.
- c) P3 — Illustrer l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux.
- d) P4 — Expliquer le principe de l'effet de serre à partir d'une ressource documentaire.

Références et suite du travail

Programme officiel : physique-chimie, Terminale Bac Pro, groupement 3, arrêté du 3 février 2020. Les activités du pack précédent ou accompagnent le cours ; le cahier poursuit les applications. Les valeurs d'exercice sont fictives et ne constituent pas des mesures.

- a) https://science.nasa.gov/ems/13_radiationbudget/