

Version professeur

Physique-chimie – Première Bac Pro ERA–MA (groupement 3)**Cours et applications****Chapitre 9****Ondes électromagnétiques**

Édition : 27 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Rappel de cours — Avant de commencer

Grandeurs périodiques et fréquences ; puissances de dix ; lumière et couleur ; lecture d'un tableau.

Repères et ordre de travail

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

Capacité et intitulé complet	Partie du cours	Page
C1 — Situer une radiation dans le spectre électromagnétique	1. Une même famille d'ondes	2 él. 2
C2 — Relier fréquence, longueur d'onde et célérité dans le vide	2. Mesurer une période spatiale	2 él. 2
C2 — Relier fréquence, longueur d'onde et célérité dans le vide	3. Retrouver la fréquence d'une radiation	3 él. 3
C3 — Associer sources, détecteurs et usages des ondes	4. Source, propagation, détecteur	3 él. 3
Pour aller plus loin (hors programme) : C4 — Observer et interpréter un spectre lumineux	5. Observer un spectre	4 él. 4

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

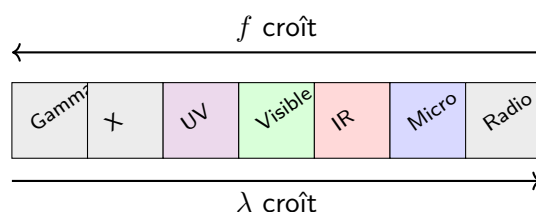
Méthode — Mode d'emploi

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 limites chiffrées des domaines autres que le visible sont fournies dans les exercices. Les longueurs d'onde sont calculées dans le vide sauf précision contraire.

1 Une même famille d'ondes

C1 — Situer une radiation dans le spectre électromagnétique

Une onde électromagnétique peut se propager dans le vide. Elle transporte de l'énergie et peut transmettre de l'information. À la différence du son, elle n'exige pas un milieu matériel. Les domaines du spectre sont rangés ici par longueur d'onde croissante : gamma, rayons X, UV, visible, infrarouge, micro-ondes, radio. Les frontières entre domaines sont des conventions approximatives. Le visible va environ de 400 nm (violet) à 800 nm (rouge) dans la convention du cours. Les autres limites numériques sont données quand on en a besoin.



Exemple — Exemple résolu

Une radiation à 530 nm est visible. Une radiation à 900 nm, juste au-delà du rouge de cette convention, est infrarouge. Aucune de ces valeurs ne décrit seule un danger.

Application 1 – À vous de jouer

Placer UV, visible et IR dans l'ordre croissant des longueurs d'onde. Indiquer comment varie la fréquence.

Correction

Application 1. UV, visible, IR ; la fréquence diminue quand la longueur d'onde augmente.

2 Mesurer une période spatiale

C2 — Relier fréquence, longueur d'onde et célérité dans le vide

La longueur d'onde λ est la distance parcourue pendant une période du signal dans le milieu considéré. La fréquence f est le nombre de périodes par seconde. Dans le vide, toutes les ondes électromagnétiques ont la célérité $c = 3,00 \times 10^8$ m/s ; $\lambda = c/f$. À fréquence fixée, la longueur d'onde peut changer dans un matériau car la célérité y change. Une couleur donnée dans l'air n'autorise donc pas l'emploi aveugle de c pour une longueur d'onde à l'intérieur d'un verre.

Exemple — Exemple résolu

Une onde de 100 MHz dans le vide a $f = 1,00 \times 10^8$ Hz et $\lambda = 3,00$ m.

Application 2 – À vous de jouer

Une borne Wi-Fi émet à 2,4 GHz. Calculer la longueur d'onde dans le vide, en m et en cm.

Correction

Application 2. $f = 2,4 \times 10^9$ Hz ; $\lambda = 3,00 \times 10^8 / (2,4 \times 10^9) = 0,125$ m = 12,5 cm.

3 Retrouver la fréquence d'une radiation

C2 — Relier fréquence, longueur d'onde et célérité dans le vide

On peut écrire $f = c/\lambda$. Pour obtenir f en Hz, convertir λ en mètres. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$. Une fréquence plus grande correspond à une longueur d'onde plus courte dans le vide. Avant de calculer, estimer l'ordre de grandeur : une radiation visible autour de 500 nm est de l'ordre de 10^{14} Hz . Un résultat de quelques hertz signifierait une erreur de conversion.

Exemple — Exemple résolu

Pour 600 nm : $\lambda = 6,00 \times 10^{-7} \text{ m}$; $f = 3,00 \times 10^8 / (6,00 \times 10^{-7}) = 5,00 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

Application 3 – À vous de jouer

Calculer la fréquence dans le vide d'une radiation à 750 nm.

Correction

Application 3. $\lambda = 7,50 \times 10^{-7} \text{ m}$; $f = 4,00 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

4 Source, propagation, détecteur

C3 — Associer sources, détecteurs et usages des ondes

Une source émet un rayonnement ; un détecteur convertit une partie du rayonnement reçu en signal exploitable. Une LED visible et l'œil ou une caméra forment un couple possible. Une télécommande IR et son récepteur en forment un autre. Une antenne émet et une antenne adaptée reçoit les ondes radio. Un détecteur doit répondre au domaine concerné ; l'œil ne révèle pas à lui seul les UV ou les IR. Un capteur PIR détecte des variations spatiales et temporelles du rayonnement infrarouge reçu ; il ne mesure pas directement une température exacte. Pour transporter de l'information, l'émetteur fait varier un paramètre du signal selon un code, puis le récepteur le décode. La fréquence porteuse seule ne contient pas le message.

Ondes de la vie courante. Le Wi-Fi, le téléphone mobile et la RFID (badges, étiquettes de suivi) transmettent des informations par des ondes électromagnétiques. Ordres de grandeur à connaître, dans le vide :

Usage	Fréquence	Longueur d'onde	Domaine
Wi-Fi	2,4 GHz ou 5 GHz	12,5 cm ou 6 cm	micro-ondes
Téléphone mobile	de 700 MHz à 3,5 GHz	de 43 cm à 9 cm	ondes radio et micro-ondes
RFID	125 kHz, 13,56 MHz ou 868 MHz	2,4 km, 22 m ou 35 cm	ondes radio

La frontière entre micro-ondes et ondes radio est prise ici à 30 cm.

Exemple — Exemple résolu

Une télécommande IR change la suite d'impulsions lumineuses selon la touche. Le récepteur produit un signal électrique puis le circuit interprète le code.

Application 4 – À vous de jouer

Une LED infrarouge clignote pour commander un store. Expliquer pourquoi l'absence de lumière visible ne prouve pas une panne et comment tester la transmission.

Correction

Application 4. L'œil ne voit pas l'IR. Utiliser un détecteur IR adapté ou le dispositif récepteur selon une procédure validée ; vérifier aussi alimentation et code.

Remarque

On n'observe jamais directement une source UV ou laser non protégée. Les expériences du livret emploient seulement des sources lumineuses pédagogiques validées.

5 Pour aller plus loin : observer un spectre (hors programme)

C4 — Observer et interpréter un spectre lumineux

Cette partie dépasse le programme du groupement 3. Elle n'est pas évaluée en interrogation.

Un spectroscopie disperse la lumière selon la longueur d'onde. Une source thermique idéale donne un spectre continu, avec une intensité qui varie. Certaines lampes à décharge présentent des raies lumineuses séparées. Une LED réelle a une bande d'émission, souvent assez étroite ; ce n'est pas nécessairement une seule raie. On décrit ce que l'on voit : couleurs ou raies, étendue et luminosité relative. La comparaison exige le même réglage, la même distance et un capteur non saturé. La forme observée dépend de l'appareil ; un spectre photographié ne donne pas automatiquement la puissance émise.

Exemple — Exemple résolu

Avec le même spectroscopie, une lampe donne une bande colorée continue ; une lampe à décharge montre trois raies séparées. On peut distinguer leurs spectres sans prétendre connaître leur composition exacte.

Application 5 – À vous de jouer

Un groupe observe deux bandes très différentes, mais change l'exposition entre les photos. Peut-il comparer directement leur intensité ? Donner une correction.

Correction

Application 5. Non : le réglage d'exposition change l'apparence. Garder même exposition, distance et géométrie, sans saturer, puis comparer les mesures ou images.

Bilan – Je sais faire

- C1 : du gamma vers la radio, la longueur d'onde augmente et la fréquence diminue. Visible : environ 400 à 800 nm dans la convention de ce chapitre.
- C2 : dans le vide, $\lambda = c/f$; vérifier les unités avant de calculer.
- C3 : chaque usage exige une source, un détecteur approprié et, pour transmettre une information, une variation codée du signal. Wi-Fi : micro-ondes, environ 12 cm ou 6 cm ; téléphone mobile : de 9 cm à 43 cm environ ; RFID : ondes radio, de 35 cm à plusieurs kilomètres selon la fréquence.
- Pour aller plus loin, C4 : un spectre continu et un spectre de raies se reconnaissent par observation ; l'intensité apparente dépend aussi de l'instrument.