LE QG 3E · PHYSIQUE-CHIMIE · SIGNAUX

# Les signaux lumineux et sonores en 3e : cours, exercices et méthode pour le brevet

3e | Difficulté ★★★ | 45 min | Objectif : les signaux lumineux et sonores | Tombe souvent au brevet | Fiche élève

**Prénom :** .....

**Date :** .....

**Compétence visée (programme cycle 4) :** Caractériser un signal lumineux et un signal sonore, et utiliser la vitesse de propagation pour calculer une distance ou une durée.

**Coach Vince te résume l'essentiel**

- Un signal part d'une source, traverse un milieu de propagation et est détecté par un récepteur.
- La lumière se propage bien plus vite que le son : lors d'un éclair, tu vois donc la lumière avant d'entendre le tonnerre.
- Pour calculer une distance ou une durée, utilise la relation $d = v \times \Delta t$ après avoir vérifié les unités.

## AU BREVET, ON TE DEMANDE...

Tu dois identifier le type de signal, préciser son milieu de propagation, le caractériser avec une grandeur adaptée puis calculer et justifier une distance ou une durée avec des unités cohérentes.

| | |
|---|---|
| **Type de question** | Calcul à justifier à partir d'un document, analyse d'une situation d'écho ou d'orage, question de cours sur la propagation, la fréquence ou la couleur d'un signal lumineux. |
| **Exemple type** | Un capteur reçoit l'écho d'un signal sonore 1,2 s après son émission. La vitesse du son dans l'eau est fournie. Calcule la distance entre le capteur et l'obstacle en justifiant ta méthode. |
| **Alerte piège** | Utiliser la vitesse de la lumière à la place de celle du son, oublier une conversion ou oublier que la durée d'un écho comprend deux trajets. |

# LA LEÇON

## Du signal à l'information

Un signal est une variation mesurable qui transporte une information. Un signal lumineux est lié à la lumière ; un signal sonore est lié à une vibration du milieu. Pour décrire une communication, repère toujours trois éléments : la source, le milieu de propagation et le récepteur. La source produit le signal. Une ampoule, une étoile, une flamme ou l'écran d'un téléphone peuvent produire de la lumière. Un haut-parleur, une corde de guitare ou des cordes vocales peuvent produire un son. Le milieu est ce que traverse le signal. Le récepteur capte le signal et permet d'obtenir l'information : ton œil reçoit de la lumière, ton oreille reçoit un son, un microphone reçoit des vibrations sonores et un capteur lumineux reçoit de la lumière. Ne confonds pas la source avec le récepteur : une lampe émet de la lumière, mais un miroir ne crée pas la lumière qu'il renvoie. Le trajet d'un signal lumineux peut être représenté par un rayon. Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en ligne droite. Cette règle est valable dans ce modèle précis : elle ne permet pas de décrire sans précaution un trajet qui change de milieu, par exemple de l'air vers l'eau. Un son provient d'une vibration. Cette vibration met en mouvement les particules du milieu voisin, qui transmettent à leur tour la perturbation. Le signal sonore se propage ainsi de proche en proche. Tu dois distinguer le signal lui-même de l'information transportée. Une sirène peut

transmettre l'information « un véhicule arrive » ; le signal reçu par l'oreille est une vibration de l'air. Premier réflexe de Coach Vince : avant tout calcul, dessine mentalement ou sur ton brouillon la chaîne source → milieu → récepteur.

## Lumière et son : comparaison indispensable

| Propriété | Signal lumineux | Signal sonore |
|---|---|---|
| Origine | Une source lumineuse émet de la lumière. | Une source vibrante met le milieu en vibration. |
| Milieu nécessaire | La lumière peut se propager dans le vide et dans des milieux transparents. | Le son a besoin d'un milieu matériel : gaz, liquide ou solide. |
| Dans le vide | La lumière se propage. | Le son ne se propage pas : il n'y a pas de matière pour transmettre les vibrations. |
| Vitesse dans l'air | Elle est voisine de $3{,}0 \times 10^8$ m/s. | Elle est voisine de 340 m/s. |
| Caractérisation | La couleur peut caractériser la lumière. Elle est liée à sa longueur d'onde ; un spectre permet aussi d'identifier les différentes lumières présentes. | La fréquence, exprimée en Hz, caractérise notamment la hauteur : aigu ou grave. |
| Récepteur possible | Œil, appareil photo, capteur lumineux. | Oreille, microphone, capteur sonore. |
| Conséquence observable | Tu perçois presque immédiatement un éclair lointain. | Tu entends le tonnerre plus tard, car le son est beaucoup plus lent. |

## Caractériser la lumière : couleur, longueur d'onde et spectre

Un signal lumineux peut aussi être caractérisé par sa couleur. Une lumière rouge, verte ou bleue ne correspond pas à la même lumière : elles possèdent des longueurs d'onde différentes. La longueur d'onde, notée $\lambda$, s'exprime en mètre, souvent avec des sous-multiples adaptés comme le nanomètre. Dans le vide, les différentes lumières visibles se propagent toutes à la même vitesse, voisine de $3{,}0 \times 10^8$ m/s : leur couleur ne dépend donc pas de leur vitesse de propagation. La lumière visible par l'œil humain s'étend approximativement du violet au rouge. Le violet correspond à une longueur d'onde plus petite que le rouge. Une lumière blanche peut être décomposée en plusieurs couleurs : on obtient alors un spectre, comme avec un prisme ou un arc-en-ciel. Un spectre continu présente toutes les couleurs du violet au rouge sans interruption. Au niveau 3e, retiens surtout que la couleur, la longueur d'onde et le spectre permettent de mieux décrire un signal lumineux. Attention à ne pas confondre une lumière colorée et un objet coloré : un objet rouge n'émet pas forcément de lumière rouge ; il peut renvoyer principalement la lumière rouge qu'il reçoit. Coach Vince te conseille de préciser la grandeur demandée : pour un son, la fréquence est en Hz ; pour la lumière, on peut parler de couleur, de longueur d'onde ou de spectre.

## Calculer une durée ou une distance sans perdre le fil

- Utilise la relation $d = v \times \Delta t$ uniquement lorsque la vitesse v est constante pendant le trajet étudié. d est une distance, v une vitesse et $\Delta t$ une durée de propagation.
- Choisis des unités cohérentes avant de remplacer par des nombres. Si v est en m/s, d doit être en m et $\Delta t$ en s. Si la durée est donnée en ms, convertis-la en s : 250 ms = 0,250 s. Si la distance est en km, convertis-la en m si la vitesse est en m/s.
- Isole la grandeur cherchée avec soin. Pour une durée : $\Delta t = d \div v$. Pour une vitesse : $v = d \div \Delta t$. Écris d'abord la relation littérale adaptée ; cette ligne montre ton raisonnement.
- Remplace ensuite chaque lettre par sa valeur et son unité. Exemple : un son parcourt 680 m dans l'air à 340 m/s. $\Delta t = d \div v$, donc $\Delta t = 680 \div 340 = 2{,}0$ s.

- Contrôle le résultat. Une distance obtenue avec une vitesse en m/s et une durée en s doit être exprimée en m. Une durée de propagation lumineuse sur quelques kilomètres est très petite ; si tu trouves plusieurs secondes, ton calcul ou tes unités sont à revoir.
- Pour localiser un obstacle avec un écho, le signal fait un aller puis un retour. La durée mesurée correspond aux deux trajets. La distance entre l'émetteur et l'obstacle vaut donc $d = v \times \Delta t \div 2$, à condition que l'écho suive le même trajet au retour et que la vitesse reste la même.

## Éclair et tonnerre : ce que mesure vraiment le retard

Quand tu vois un éclair puis entends le tonnerre, les deux signaux ont été produits presque au même moment. Pour une distance terrestre habituelle, la durée de propagation de la lumière est négligeable devant celle du son. Tu peux donc estimer la distance de l'orage avec $d = v_{son} \times \Delta t$, où $\Delta t$ est le temps entre l'éclair observé et le tonnerre entendu. Cette approximation est valable seulement si tu cherches une estimation et si la distance est assez faible pour que l'éclair soit visible. Exemple : un retard de 4,0 s donne $d = 340 \times 4{,}0 = 1\,360$ m, soit environ 1,4 km. N'écris pas que le son « arrive après » parce qu'il est émis après : il est émis avec la lumière, mais il se propage beaucoup moins vite.

## Fréquence, hauteur et écoute responsable

Un son peut être caractérisé par sa fréquence, notée f et exprimée en hertz, de symbole Hz. La fréquence indique le nombre de vibrations produites en une seconde. Elle est liée à la hauteur du son : à condition de comparer des sons dans des conditions similaires, une fréquence plus grande correspond à un son plus aigu ; une fréquence plus faible correspond à un son plus grave. La hauteur ne doit pas être confondue avec le volume sonore. Le volume perçu dépend notamment de l'amplitude de la vibration et de la sensibilité de l'oreille ; il ne dit pas si le son est aigu ou grave. Deux instruments peuvent jouer une note de même hauteur tout en étant reconnaissables : leur timbre est différent, car leurs vibrations ne présentent pas exactement la même forme. La vitesse de propagation du son n'est pas sa fréquence. Un son aigu et un son grave se propagent dans un même milieu à des vitesses comparables, mais ils n'ont pas la même fréquence. Les risques auditifs sont liés à une exposition sonore trop intense, trop longue ou répétée. Une fatigue auditive, des sifflements ou une gêne après une écoute sont des signaux à prendre au sérieux. Pour préserver ton audition, éloigne-toi d'une source très sonore, baisse le niveau d'écoute et limite le temps passé dans un environnement bruyant. En science, formule précisément : « la fréquence augmente, donc le son devient plus aigu » est correct ; « la vitesse augmente, donc le son devient plus aigu » ne l'est pas. En finale, relis les mots-clés de la question : source, milieu, récepteur, vitesse, durée, distance, fréquence ou hauteur. Chacun désigne une idée différente.

## Exemples résolus

### Estimer la distance d'un orage

**Énoncé.** Tu vois un éclair puis tu entends le tonnerre 5,0 s plus tard. La vitesse du son dans l'air est 340 m/s. Estime la distance de l'orage.

1. La lumière arrive presque instantanément devant le son à cette échelle : la durée mesurée correspond donc à la propagation du son.
2. J'utilise $d = v \times \Delta t$.
3. Je remplace : $d = 340 \times 5{,}0$.
4. Je calcule : $d = 1\,700$ m.
5. Je convertis si nécessaire : 1 700 m = 1,7 km.

**Résultat :** L'orage est situé à environ 1,7 km.

### Mesurer une distance par écho

**Énoncé.** Un signal sonore émis vers une falaise est reçu en écho 0,80 s après son émission. La vitesse du son dans l'air est 340 m/s. Calcule la distance entre l'émetteur et la falaise.

1. La durée de 0,80 s correspond au trajet aller-retour du son.
2. La distance totale parcourue est $d_{total} = v \times \Delta t = 340 \times 0{,}80 = 272$ m.
3. La falaise est à la moitié de cette distance totale.
4. Je calcule : $d = 272 \div 2 = 136$ m.

**Résultat :** La falaise se trouve à 136 m de l'émetteur.

### Trouver une durée de propagation lumineuse

**Énoncé.** Un signal lumineux parcourt 600 km dans le vide. Sa vitesse est $3{,}0 \times 10^8$ m/s. Calcule sa durée de propagation.

1. Je convertis la distance : 600 km = 600 000 m.
2. Je cherche une durée, donc j'utilise $\Delta t = d \div v$.
3. Je remplace : $\Delta t = 600\,000 \div (3{,}0 \times 10^8)$.
4. Je calcule : $\Delta t = 0{,}002$ s.

**Résultat :** Le signal lumineux met 0,002 s, soit 2 ms.

# TA SÉANCE D'ENTRAÎNEMENT

## 1 Repérer les acteurs du signal ★☆☆

*Identifie la source, le milieu de propagation et le récepteur dans chaque situation.*

1. Une personne parle à une autre dans une pièce. .....
2. Une lampe éclaire un capteur solaire. .....

## 2 Choisir l'affirmation juste ★☆☆

*Indique si chaque affirmation est vraie ou fausse et corrige celles qui sont fausses.*

1. La lumière peut se propager dans le vide. .....
2. Le son se propage dans le vide plus lentement que dans l'air. .....
3. Une fréquence plus grande correspond à un son plus aigu. .....

## 3 Préparer les unités ★☆☆

*Convertis chaque valeur dans l'unité demandée.*

1. Convertis 2,5 km en m. .....
2. Convertis 450 ms en s. .....
3. Convertis 0,003 s en ms. .....

## 4 Calculer une distance ★★☆

*Calcule la distance de l'orage et rédige une conclusion.*

1. Le tonnerre est entendu 3,0 s après l'éclair. Prends vson = 340 m/s.

## 5 Trouver une durée lumineuse ★★☆

*Calcule la durée de propagation du signal lumineux.*

1. Un signal lumineux parcourt 1 500 km dans le vide à la vitesse de $3{,}0 \times 10^8$ m/s.

## 6 Analyser un écho ★★☆

*Calcule la distance au mur en justifiant la division par 2.*

Un détecteur émet un son et reçoit l'écho 0,50 s plus tard. La vitesse du son est 340 m/s.

## 7 Relier les grandeurs ★★★

*Associe chaque affirmation à la grandeur ou à l'idée correcte.*

1. « Exprimée en Hz et liée au caractère aigu ou grave » .....
2. « Exprimée en m/s et décrivant la rapidité du trajet » .....
3. « Nécessaire à la propagation d'un son » .....

## 8 Rédiger une analyse complète ★★★

*Analyse la situation et rédige une réponse scientifique complète.*

Un appareil sous l'eau émet un signal sonore vers le fond et reçoit son écho 0,20 s après l'émission. La vitesse du son dans l'eau est 1 500 m/s. Détermine la profondeur si l'appareil est à la surface.

# ÉVALUATION

*Réponds sans aide. Écris les relations de calcul, effectue les conversions nécessaires et rédige les conclusions demandées.*

**Barème : 20 points**

1. Nomme la source, le milieu et le récepteur lorsqu'un haut-parleur envoie un son vers un microphone dans l'air. / 3

2. Indique pourquoi un astronaute ne peut pas entendre directement un son dans le vide spatial. / 3

3. Un éclair est observé et le tonnerre est entendu 6,0 s plus tard. Calcule la distance de l'orage avec vson = 340 m/s. / 3

4. Un écho revient 0,30 s après l'émission d'un son vers une paroi. Calcule la distance à la paroi avec vson = 340 m/s. / 4

5. Compare un son de fréquence 250 Hz et un son de fréquence 500 Hz. / 3

6. Un signal lumineux parcourt 900 km dans le vide à $3{,}0 \times 10^8$ m/s. Calcule sa durée de propagation. / 4

## Les conseils de Coach Vince

**La ligne qui sécurise ton calcul**
Avant de remplacer les valeurs, écris la relation adaptée et nomme la grandeur cherchée. Au brevet, cette justification simple montre que ton calcul n'est pas lancé au hasard.

**Le contrôle final**
Vérifie les unités et le sens physique du résultat avant de conclure. Pour un écho, demande-toi toujours si la durée correspond à un aller simple ou à un aller-retour.

**Pour aller plus loin sur exercices-3eme.fr**

- **Toutes les fiches de Physique-chimie en 3e** · /physique-chimie-3eme/
- **Le domaine « signaux » en 3e** · /physique-chimie-3eme/signaux/
- **Préparer le brevet (dates, épreuves, méthode)** · /brevet/