

Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Physique-Chimie				

Et si les conversions n'avaient plus de secrets...

La numération au service de la physique-chimie

Certains élèves de seconde rencontrent des difficultés lorsqu'ils doivent convertir des unités en physique-chimie. En abordant les grandeurs et mesures sous l'angle de la numération, c'est-à-dire en rendant explicite de manière concrète la construction d'un nombre, comme cela est abordé en mathématiques dans la partie « Nombres et calculs », cette ressource a pour objectif d'aider les élèves à surmonter ces difficultés et à favoriser leur réussite.

Scénario pédagogique

En seconde, la détermination de la période T et de la fréquence f d'un signal sonore périodique constitue une situation d'enseignement adaptée pour repérer les difficultés potentielles des élèves relatives aux conversions d'unités, ainsi que pour proposer des pistes de remédiation ou de consolidation autour de cette thématique.

Après une évaluation diagnostique, les lycéens sont répartis en deux groupes, ce qui permet de mettre en place une différenciation pédagogique :

- un premier groupe, constitué d'élèves ayant rencontré des difficultés pour convertir des unités lors de l'évaluation diagnostique, est placé en situation de remédiation avec des activités fondées sur la numération en mathématiques, avec comme objectif de développer des automatismes pour la conversion d'unités en physique-chimie ;
- un second groupe, constitué d'élèves n'ayant pas rencontré de difficultés pour convertir des unités lors de l'évaluation diagnostique, étudie des situations-problèmes dont le thème central est l'acoustique.

Références aux programmes

Référence au programme de Physique-Chimie de Seconde

Ondes et signaux : 1. Émission et perception d'un son

Notions et contenus : Signal sonore périodique, fréquence et période. Relation entre période et fréquence.

Capacités exigibles :

Définir et déterminer la période et la fréquence d'un signal sonore notamment à partir de sa représentation temporelle.

Compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Réaliser : Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.)

Référence au programme de mathématiques du cycle 4**Thème A : Nombres et calculs**

Au cycle 4, les élèves consolident le sens des nombres et confortent la maîtrise des procédures de calcul, sans objectif de virtuosité technique. Ils manipulent des nombres rationnels de signe quelconque. Ils utilisent les différentes écritures d'un même nombre (fractionnaire, décimale, notation scientifique). Les puissances sont introduites pour faciliter l'évaluation d'ordres de grandeurs (notamment en relation avec d'autres disciplines) et la simplification de certaines écritures.

Attendus de fin de cycle 4 : Utiliser les nombres pour comparer, calculer et résoudre des problèmes.

Nombres : Les préfixes de nano à giga.

Compétences associées :

- Utiliser diverses représentations d'un même nombre (écriture décimale ou fractionnaire, notation scientifique, repérage sur une droite graduée).
- Passer d'une représentation d'un nombre à une autre.

Comparaisons de nombres :

- Ordre sur les nombres rationnels en écriture décimale ou fractionnaire.

Compétences associées :

- Comparer, ranger, encadrer des nombres rationnels en écriture décimale, fractionnaire ou scientifique
- Repérer et placer un nombre rationnel sur une droite graduée.
- Associer à des objets des ordres de grandeur (par exemple taille d'un atome, d'une bactérie, d'une alvéole pulmonaire, longueur de l'intestin, capacité de stockage d'un disque dur, vitesses du son et de la lumière, populations française et mondiale, distance Terre-Lune, distance du Soleil à l'étoile la plus proche, etc.).

Pratiquer le calcul exact ou approché, mental, à la main ou instrumenté :

- Notation scientifique.

Compétences associées :

- Calculer avec des nombres relatifs, des fractions, des nombres décimaux.
- Vérifier la vraisemblance d'un résultat, notamment en estimant son ordre de grandeur.
- Effectuer des calculs numériques simples impliquant des puissances, notamment en utilisant la notation scientifique.

Présentation de la séquence

Organisation de la séquence

Cette séquence s'articule en trois temps (évaluation diagnostique, activités différenciées, séance de bilan) et gagne à être proposée en début d'année scolaire, afin de pouvoir mobiliser si besoin, au cours de l'année, les outils didactiques présentés dans cette séquence.

Déroulement de la séquence

Séance 1 (10 minutes) : évaluation diagnostique

Dans un premier temps, à la fin d'une séance consacrée aux notions de période et de fréquence d'un signal sonore périodique, une évaluation diagnostique (cf. annexe 1) d'environ 10 minutes est proposée aux élèves. Ils doivent y effectuer des conversions d'unités en lien avec les signaux sonores. La correction de cette évaluation permet au professeur de constituer deux groupes d'élèves dès le début de la séance suivante.

Séance 2 (50 minutes) : remédiation ou consolidation différenciée

Lors de ce deuxième temps, les élèves n'ayant pas rencontré de difficultés travaillent en autonomie pour résoudre des situations-problèmes (cf. annexe 8) intégrant des conversions d'unités ainsi que des calculs de période et de fréquence de signaux sonores.

Les élèves ayant manifesté des difficultés pour convertir des unités sont regroupés quant à eux pour une séance de remédiation. Ils travaillent sur une série d'activités centrées sur la numération, notamment sur la construction d'un nombre, les multiples et les sous-multiples d'une grandeur, et sur le lien entre conversions d'unités et puissances de 10. Dans ce groupe de remédiation, les élèves réfléchissent aux stratégies à adopter. Le professeur reformule les objectifs et consignes à l'oral, circule dans la classe pour verbaliser avec les élèves leur démarche. Les échanges individualisés autour de la numération sont privilégiés. Les élèves peuvent interagir avec leurs camarades ou leur professeur dès qu'une aide est nécessaire. Chacune des activités (détaillées dans la partie « Supports des activités élève, éléments de correction ») est corrigée avec le professeur avant de passer à la suivante :

- une première activité (cf. annexe 3), d'une durée de 15 minutes, vise à donner du sens à la numération. Il s'agit de comprendre les fondements de la numération en mathématiques pour réussir la conversion des grandeurs en physique-chimie. Les élèves manipulent des morceaux de papier représentant des dixièmes, centièmes et millièmes d'unité, qu'ils découpent et collent, afin de construire une réflexion guidée par le professeur sur la construction d'un nombre. Les lycéens reformulent ensuite les liens entre l'unité, les multiples et sous-multiples, en rappelant que tout nombre se compose d'unités, dizaines, centaines, unités de mille, etc., mais aussi de dixièmes, centièmes, millièmes, etc. ;

- une deuxième activité (cf. annexe 4), d'une durée de 15 minutes environ, a pour objectif de fournir aux élèves des repères permettant d'associer les préfixes (kilo, milli, centi, etc.) à la numération et à leur puissance de 10 correspondante. Pour cela, les conversions sont réexaminées à la lumière des connaissances nouvellement consolidées. Le professeur intervient pour évaluer la compréhension et valider les stratégies utilisées ;
- une troisième activité (cf. annexe 5), d'une durée de 10 minutes environ, consiste à réaliser à nouveau les conversions d'unités présentées lors de l'évaluation diagnostique, cette fois à l'aide des outils de numération travaillés précédemment. Le professeur peut guider les élèves dans l'identification de la puissance de 10 associée à chaque unité du système international. L'activité est corrigée collectivement ;
- une quatrième activité (cf. annexe 6), débutée en classe puis finalisée hors de la classe, clôt cette séance. Les élèves réalisent quasiment les mêmes exercices que ceux réalisés par les élèves n'ayant pas eu de difficulté, mais sous forme de tâches simples plutôt que de tâches complexes.

Séance 3 - (30 minutes) : bilan

Lors de cette séance, c'est-à-dire le dernier temps de cette séquence, un bilan est réalisé. Même si les énoncés diffèrent, la correction des exercices est commune aux deux groupes, avec une attention particulière portée aux conversions d'unités.

Exemples de travaux d'élèves et leur analyse

Les supports d'activité pour les élèves et les corrections sont présentés en annexe.

Contexte

Cette séquence a été testée dans une classe de seconde générale et technologique.

Évaluation diagnostique de début de séquence

Lors de la correction de l'évaluation diagnostique, quatre profils d'élèves ont pu être identifiés :

- **profil n°1** correspondant aux élèves en grande difficulté, qui peinent à répondre et qui laissent de nombreuses cases vides. Ces lycéens (un peu plus de 10 % des élèves testés) ont été placés dans le groupe de remédiation ;
- **profil n°2** correspondant aux élèves pour qui l'utilisation des puissances de 10 s'est révélée problématique. Il s'agit de la majorité des lycéens (environ 60 %) du groupe classe testé. On a pu observer qu'ils mobilisent, souvent de manière approximative, des stratégies telles que le déplacement de la virgule ou l'usage d'un tableau de conversion. Ces élèves ont également été orientés vers le groupe de remédiation ;

Exemple de réponses d'un élève ayant le profil n°2 à l'évaluation diagnostique

	Fréquence f (en hertz)	Période T (en seconde)
Voix parlée	2,5 kHz = 2500 Hz	0,4 ms = 0,004 s
Ronronnement du chat	30 Hz	33 ms = 0,033 s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = 40000 Hz	25 μ s = 0,00025 s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = 150000 Hz	6,7 μ s = 0,00067 s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = 6500 Hz	0,15 ms = 0,0015 s
La 440	440 Hz	2,27 ms = 0,00227 s

Cet élève semble essayer de décaler la virgule pour compenser son problème de numération. Il réussit avec les multiples mais se trompe d'un dixième lors de la conversion des millisecondes en seconde et ne semble plus savoir quoi écrire lors de la conversion des microsecondes en seconde.

- **profil n° 3** correspondant aux élèves (environ 15% du groupe) qui ont réussi les conversions impliquant des millisecondes ou des kilohertz, mais qui ne maîtrisent pas encore les préfixes associés aux microsecondes, ce qui les empêche de résoudre certains cas. Ces lycéens ne rencontrent pas de difficulté pour convertir des unités et sont placés dans le deuxième groupe, dans lequel ils travaillent en autonomie pour résoudre des situations-problèmes ;

Exemple de réponses d'un élève ayant le profil n°3 à l'évaluation diagnostique

	Fréquence f (en hertz)	Période T (en seconde)
Voix parlée	2,5 kHz = 2500 Hz	0,4 ms = 0,0004 s
Ronronnement du chat	30 Hz = 30000 Hz	33 ms = 0,033 s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = 40000 Hz	25 μ s = s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = 150000 Hz	6,7 μ s = s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = 65000 Hz	0,15 ms = 0,00015 s
La 440	440 Hz = 440000 Hz	2,27 ms = 0,00227 s

Cet élève ne connaît manifestement pas le préfixe micro et se trouve en conséquence bloqué mais il réussit bien les autres conversions.

- **profil n° 4** correspondant aux élèves ayant réussi toutes les conversions (15% des élèves) et ceci en utilisant aussi les puissances de 10. Ces lycéens ont été placés dans le deuxième groupe, dans lequel ils travaillent en autonomie pour résoudre des situations-problèmes.

Exemple de réponses d'un élève ayant le profil n°4 à l'évaluation diagnostique

	Fréquence f (en hertz)	Période T (en seconde)
Voix parlée	2,5 kHz = $2,5 \times 10^3$ Hz	0,4 ms = $0,4 \times 10^{-3}$ s
Ronronnement du chat	30 Hz	33 ms = 33×10^{-3} s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = 40×10^3 Hz	25 μ s = 25×10^{-6} s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = 150×10^3 Hz	6,7 μ s = $6,7 \times 10^{-6}$ s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = $6,5 \times 10^3$ Hz	0,15 ms = $0,15 \times 10^{-3}$ s
La 440	440 Hz	2,27 ms = $2,27 \times 10^{-3}$ s

Ainsi, c'est l'étude des résultats des élèves lorsqu'ils convertissent les sous-multiples 0,4 ms, 33 ms, 0,15 ms et 2,27 ms qui permet de repérer des difficultés de numération et d'orienter les élèves dans le groupe de remédiation ou pas.

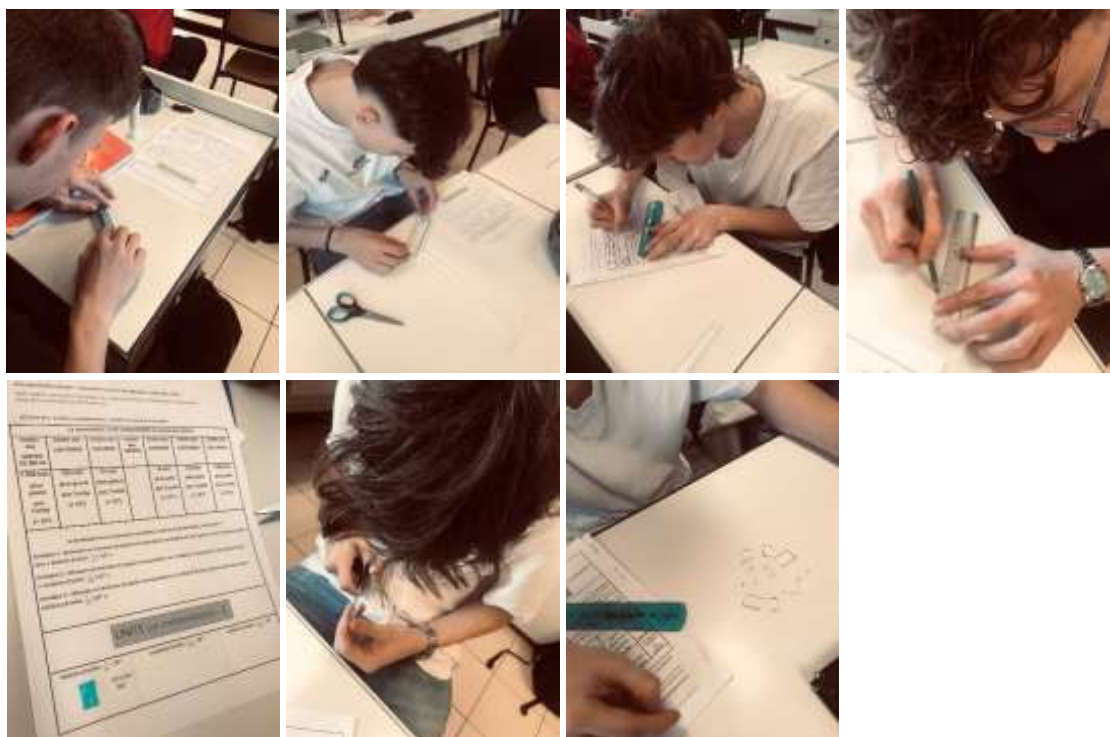
Remarque : de manière générale, il est conseillé de placer un élève dans le groupe de remédiation en cas de doute sur la maîtrise de la notion de numération.

Activités proposées aux élèves chez lesquels ont été repérées des difficultés de conversion d'unités.

Activité n°1 - L'unité en mathématiques : donner du sens à la numération

Cette activité est l'activité centrale permettant de revenir aux bases de numération en mathématiques dans la construction du nombre (dans la partie du programme de mathématiques « Nombres et calculs »).

Photographies d'élèves au travail lors de la première activité



Le fait de devoir couper la bandelette au dixième d'unité a paru évident à la plupart des élèves du groupe de remédiation. Seul un élève a coupé dix morceaux de tailles différentes, ce qui a permis d'engager une discussion avec lui. Le découpage, la mise en couleur et le collage du morceau de papier sous l'unité a permis de faire apparaître visuellement qu'un dixième d'unité est dix fois plus petit qu'une unité, ce qui a facilité la compréhension de l'élève.

Le passage au centième puis au millième d'unité a nécessité davantage de réflexion pour plusieurs élèves. Par exemple, pour le passage au millième, certains élèves ont voulu couper le morceau de papier représentant un centième dans le sens de la longueur mais ils se sont rapidement rendu compte que cela n'était pas possible étant donné la petite largeur (1 mm) de la bandelette représentant un centième. Ils ont ensuite compris qu'il fallait couper la bandelette représentant un centième dans le sens de la hauteur (car la bandelette mesurait 1 cm de hauteur).

Ainsi, l'activité, sous un aspect ludique, a permis aux élèves de visualiser concrètement une unité, un dixième, un centième et un millième, ce qui a donné du sens à la numération.

Activité n°2 - Grandeurs, mesures, multiples, sous multiples : la numération au service de la physique-chimie

L'activité n°2 a été réussie par l'ensemble des élèves, avec éventuellement quelques aides du professeur, ce qui a permis de vérifier que les élèves réussissaient à associer la

reformulation, la numération et la puissance de 10 correspondant à la conversion d'unités demandée.

Exemple de réponses correctes d'un élève

Consigne : Compléter le tableau ci-dessous en vous inspirant des premières lignes déjà remplies.

	Numération, puissance de 10 associée		Écriture dans l'unité du système international en physique chimie
2,5 kHz	2,5 kilohertz	2 unités de kHz, 5 dixièmes de kHz. $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$2,5 \text{ kHz} = 2,5 \times 10^3 \text{ Hz}$
0,4 ms	0,4 milliseconde	0 milliseconde, 4 dixièmes de milliseconde. $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$0,4 \text{ ms} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ s}$
25 μs	25 microsecondes	25 millionnièmes de seconde $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$	$25 \mu\text{s} = 25 \times 10^{-6} \text{ s}$
33 ms	33 millisecondes	33 millièmes de seconde $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$33 \text{ ms} = 33 \times 10^{-3} \text{ s}$
40 kHz	40 kilohertz	40 unités de kHz $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$40 \text{ kHz} = 40 \times 10^3 \text{ Hz}$
6,7 μs	6,7 microsecondes	6 unités de μs , 7 dixièmes de μs $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$	$6,7 \mu\text{s} = 6,7 \times 10^{-6} \text{ s}$
150 kHz	150 kilohertz	150 unités de kHz $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$150 \text{ kHz} = 150 \times 10^3 \text{ Hz}$
6,5 kHz	6,5 kilohertz	6 unités de kHz, 5 dixièmes de kHz $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$6,5 \text{ kHz} = 6,5 \times 10^3 \text{ Hz}$
0,15 ms	0,15 milliseconde	0 milliseconde, 15 centièmes de milliseconde $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$0,15 \text{ ms} = 0,15 \times 10^{-3} \text{ s}$
2,27 ms	2,27 millisecondes	2 millisecondes, 27 centièmes de milliseconde $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$2,27 \text{ ms} = 2,27 \times 10^{-3} \text{ s}$

Activité n°3 - Exercice d'application reprenant l'évaluation diagnostique.

Après avoir réalisé et corrigé les deux premières activités, les élèves ont répondu de façon individuelle et en autonomie à l'activité. Ils ont réussi cette activité qui était la même que celle de l'évaluation diagnostique, ce qui a montré qu'ils avaient maintenant compris comment convertir des unités.

Exemple de réponses correctes d'un élève

	Fréquence f (en hertz)	Période T (en seconde)
Voix parlée	2,5 kHz = $2,5 \times 10^3$ Hz	0,4 ms = $0,4 \times 10^{-3}$ s
Ronronnement du chat	30 Hz	33 ms = 33×10^{-3} s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = 40×10^3 Hz	25 μ s = 25×10^{-6} s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = 150×10^3 Hz	6,7 μ s = $6,7 \times 10^{-6}$ s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = $6,5 \times 10^3$ Hz	0,15 ms = $0,15 \times 10^{-3}$ s
La 440	440 Hz	2,27 ms = $2,27 \times 10^{-3}$ s

Le travail de cet élève est correct même si les résultats ne sont pas donnés sous forme d'écriture scientifique. En effet, l'écriture scientifique n'a pas constitué pas un objectif de cette séquence. Elle peut faire l'objet d'un prolongement ultérieur, une fois les compétences de base acquises et consolidées.

Activité n°4 - Exercices d'application à commencer en classe et à finir pour la prochaine séance.

Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique ont été rappelées lors de la distribution de l'activité. Il a été demandé de structurer le calcul (compétence « Réaliser » de la démarche scientifique) en faisant apparaître la relation entre grandeurs, la prise d'information avec les valeurs, leurs conversions, l'application numérique et la phrase de conclusion.

La plupart des élèves ont bien réussi cette activité, ce qui a confirmé que le travail sur les conversions d'unités avait bien été compris.

Exemple de réponses correctes d'un élève

Activité N°4 : Exercices d'application

Exercice 1:

$f = \frac{1}{T}$

Je sais que :

$T = 0,026 \text{ ms}$
 $\rightarrow 0,026 \times 10^{-3} \text{ s}$

AN:

$f = \frac{1}{0,026 \times 10^{-3}} = 38\,461,5 \text{ Hz}$

Exercice 2:

$f = \frac{1}{T}$ avec $T = 1,4 \text{ ms} \rightarrow 1,4 \times 10^{-3} \text{ s}$
millieme

AN: $f = \frac{1}{1,4 \times 10^{-3}} = 714 \text{ Hz}$

le resultat obtenu est 714 Hz ce qui nous montre que la fréquence est en mHz.

Dans les deux copies, la relation entre grandeurs a été bien identifiée, la prise d'information avec l'analyse des données a été bonne. Il y a eu également une réflexion sur la cohérence des unités et la conversion a été menée sans erreur en utilisant la puissance de 10. L'application numérique a également été écrite, il manque juste une phrase de conclusion dans la première copie.

Activités proposées aux élèves n'ayant pas eu de difficultés pour effectuer les conversions d'unités demandées lors de l'évaluation diagnostique

La grande majorité des élèves de ce groupe a réussi à résoudre les exercices proposés, ce qui a permis de vérifier qu'une bonne réussite à l'évaluation diagnostique signifiait que ces élèves savaient effectivement bien convertir des unités.

Exemple de réponses correctes d'un élève

Exercice n° 2 : Etes-vous en danger ?

$$f = \frac{1}{T}$$

Je sais que : $T = 1,4 \text{ ms} = 1,4 \times 10^{-3} \text{ s}$.

$$\text{Donc : } f = \frac{1}{1,4 \times 10^{-3}} = 714 \text{ Hz}$$

Sachant que seule la femelle pique. La fréquence étant d'émission 700 Hz, le moustique est un mâle donc je n'ai pas à m'inquiéter.

Prolongations possibles

Il est possible de poursuivre les travaux sur les conversions d'unités à partir du document ci-dessous de l'IREM pour les conversions de grandeurs qui ne sont pas en base décimale (conversions d'unités associées au temps, à la vitesse, à l'énergie, etc.).

Références bibliographiques

Groupe G2M, Mathématiques des grandeurs et modélisations, Irem de Paris, Université Paris Cité. (2024). *Mathématiques des grandeurs – Opérations et proportionnalité* : Guide pratique pour les enseignants de mathématiques et de physique-Chimie. Irem de Paris. Disponible sur le [site de l'académie de Créteil](#).

Annexes

Annexe 1 : évaluation diagnostique (document élève)

Évaluation diagnostique : 10 conversions d'unités associées aux signaux sonores

Consigne

La fréquence d'une note de musique chantée par une chanteuse est égale à $f = 2,5$ kHz. La période de cette note est, quant à elle, égale à $T = 0,4$ ms.

Le ronronnement d'un chat a une fréquence $f = 30$ Hz et une période $T = 33$ ms.

Les chauves-souris émettent des signaux ultrasonores de fréquence $f = 40$ kHz, qui correspond à une période $T = 25$ μ s.

La fréquence la plus haute pouvant être entendue par une chauve-souris est égale à $f = 150$ kHz. Cela correspond à une période $T = 6,7$ μ s.

Le bruit de la fraise du dentiste a une fréquence de $f = 6,5$ kHz, et une période $T = 0,15$ ms.

La note appelée « La 440 » permet d'accorder les instruments de musique. La fréquence de cette note de référence est égale à $f = 440$ Hz et sa période est égale à $T = 2,27$ ms.

Convertir les valeurs de fréquence f en hertz (Hz) et de période T en seconde (s) dans le tableau ci-dessous.

	Fréquence f (en Hz)	Période T (en s)
Voix	2,5 kHz = Hz	0,4 ms = s
Ronronnement du chat	30 Hz	33 ms = s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = Hz	25 μ s = s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = Hz	6,7 μ s = s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = Hz	0,15 ms = s
Note « La 440 »	440 Hz	2,27 ms = s

Annexe 2 : évaluation diagnostique (correction)

	Fréquence f (en Hz)	Période T (en s)
Voix	2,5 kHz = $2,5 \times 10^3$ Hz	0,4 ms = 4×10^{-4} s
Ronronnement du chat	30 Hz	33 ms = $3,3 \times 10^{-2}$ s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = $4,0 \times 10^4$ Hz	25 μ s = $2,5 \times 10^{-5}$ s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = $1,50 \times 10^5$ Hz	6,7 μ s = $6,7 \times 10^{-6}$ s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = $6,5 \times 10^3$ Hz	0,15 ms = $1,5 \times 10^{-4}$ s
Note « La 440 »	440 Hz	2,27 ms = $2,27 \times 10^{-3}$ s

Tout résultat correct est accepté, quelle que soit son écriture. L'élève peut écrire son résultat sous forme d'écriture scientifique ou pas, utiliser ou non les puissances de 10, l'objectif étant d'identifier une difficulté de numération.

Annexe 3 : activité n°1 - l'unité en mathématiques : donner du sens à la numération

Consigne

Pour convertir correctement des grandeurs en physique-chimie, il est important de comprendre les bases de la numération en mathématiques.

La numération, outil indispensable en physique-chimie						
Chiffre des UNITÉS DE MILLE	Chiffre des CENTAINES	Chiffre des DIZAINES	Chiffre des UNITÉS	Chiffre des DIXIÈMES	Chiffre des CENTIÈMES	Chiffre des MILLIÈMES
1 000 fois plus grand que l'unité (= 10^3)	100 fois plus grand que l'unité (= 10^2)	10 fois plus grand que l'unité (= 10^1)		10 fois plus petit que l'unité (= 10^{-1})	100 fois plus petit que l'unité (= 10^{-2})	1 000 fois plus petit que l'unité (= 10^{-3})

La bandelette mise à disposition symbolise l'unité en mathématiques, c'est-à-dire 1.

UNITÉ (en mathématiques) : 1

Consigne 1 : Découper la bandelette pour obtenir un morceau de papier correspondant à un dixième d'unité, puis le coller ci-dessous dans la case « dixième d'unité : $\frac{1}{10} = 10^{-1}$ ».

Consigne 2 : Découper un morceau de papier correspondant à un centième d'unité, puis le coller dans la case « centième d'unité : $\frac{1}{100} = 10^{-2}$ ».

Consigne 3 : Découper un morceau de papier correspondant à un millième d'unité, puis le coller dans la case « millième d'unité : $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ ».

dixième d'unité : $\frac{1}{10} = 10^{-1}$	centième d'unité : $\frac{1}{100} = 10^{-2}$	millième d'unité : $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$

Consigne 4 : Compléter les phrases suivantes avec les nombres 1, 10, 100 ou 1 000.

- Un dixième d'unité est fois plus petit qu'une unité.
Dix dixièmes d'unité correspondent à unité.
- Un centième d'unité est fois plus petit qu'un dixième d'unité et est fois plus petit qu'une unité.
Dix centièmes d'unité correspondent à dixième d'unité et cent centièmes d'unité correspondent à unité.
- Un millième d'unité est fois plus petit qu'une unité, est fois plus petit qu'un centième d'unité et est fois plus petit qu'un dixième d'unité.
Dix millièmes d'unité correspondent à centième d'unité.
Cent millièmes d'unité correspondent à dixième d'unité.
Mille millièmes d'unité correspondent à unité.

Bilan de la première activité (à retenir)

Un nombre se décompose en unités, dizaines, centaines, unités de mille, dizaines de mille, etc. ainsi qu'en dixièmes, centièmes, millièmes, dix millièmes, etc.

Exemple 1 : 2 530 Hz soit deux-mille-cinq-cent-trente hertz

Diagram illustrating the decomposition of 2 530 Hz:

- chiffre des unités de mille ($= 10^3$) points to the digit 2
- chiffre des centaines ($= 10^2$) points to the digit 5
- Chiffre des dizaines ($= 10^1$) points to the digit 3
- chiffre des unités points to the digit 0

Le 2 est le chiffre des unités de mille, le 5 le chiffre des centaines, le 3 le chiffre des dizaines et le 0 le chiffre de unités.

Exemple 2 : 0,033 s soit 33 millièmes de seconde

Diagram illustrating the decomposition of 0,033 s:

- chiffre des unités points to the digit 0 before the decimal
- chiffre des dixièmes ($= 10^{-1}$) points to the first digit after the decimal (0)
- chiffre des centièmes ($= 10^{-2}$) points to the second digit after the decimal (3)
- chiffre des millièmes ($= 10^{-3}$) points to the third digit after the decimal (3)

Annexe 4 : activité n°2 - grandeurs, mesures, multiples, sous-multiples : la numération au service de la physique-chimie.

La numération des petits et des grands nombres						
giga	méga	kilo	Préfixes utilisés	milli	micro	nano
G	M	K	Symbole	m	μ	n
1 milliard de fois plus grand (unité de milliard)	1 million de fois plus grand (unité de million)	1 000 fois plus grand (unité de mille)		1 000 fois plus petit (millième)	1 million de fois plus petit (millionième)	1 milliard de fois plus petit (milliardième)
10^9	10^6	10^3	Puissance de 10 associée $10^0 = 1$	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}

Compléter le tableau ci-dessous en s'inspirant des premières lignes déjà remplies.

Mesure	Reformulation	Numération, puissance de 10 associée	Écriture dans l'unité du système international en physique-chimie
2,5 kHz	2,5 kilohertz	2 kilohertz, 5 dixièmes de kilohertz. $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$2,5 \text{ kHz} = 2,5 \times 10^3 \text{ Hz}$
0,4 ms	0,4 milliseconde	0 milliseconde, 4 dixièmes de milliseconde. $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$0,4 \text{ ms} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ s}$
25 μs	25 microsecondes	25 millionnièmes de seconde $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$	$25 \mu\text{s} = 25 \times 10^{-6} \text{ s}$
33 ms			
40 kHz			
6,7 μs			
150 kHz			
6,5 kHz			
0,15 ms			
2,27 ms			

Annexe 5 : activité n°3 - exercice d'application reprenant l'évaluation diagnostique.

Consigne

Convertir les valeurs de fréquence f en hertz (Hz) et de période T en seconde (s) dans le tableau ci-dessous.

	Fréquence f (en Hz)	Période T (en s)
Voix	2,5 kHz = Hz	0,4 ms = s
Ronronnement du chat	30 Hz	33 ms = s
Chauve-souris (communication)	40 kHz = Hz	25 μ s = s
Chauve-souris (écoute)	150 kHz = Hz	6,7 μ s = s
Fraise du dentiste	6,5 kHz = Hz	0,15 ms = s
Note « La 440 »	440 Hz	2,27 ms = s

Annexe 6 : activité n°4 - exercice d'application

Cette activité est à commencer en classe et à finir pour la séance suivante.

Consigne

Exercice 1 - Les chauves-souris de la coupole d'Helfaut.

La coupole d'Helfaut, située à Wizernes, dans le département du Pas-de-Calais, offre un habitat idéal pour les chauves-souris. Leurs cris ont été enregistrés et la période de leurs cris a été mesurée : $T = 0,026$ ms.

Document : fréquence f et période T

Un signal périodique se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps égaux.

La **période T , en seconde (s)**, d'un signal périodique est le plus petit intervalle de temps au bout duquel le signal périodique se répète.

La **fréquence f , en hertz (Hz)**, d'un signal périodique est le nombre de répétitions de ce signal par unité de temps, c'est-à-dire en une seconde. Elle est liée à la période T du signal par la relation :

$$f = \frac{1}{T} \text{ avec } f \text{ en hertz (Hz) et } T \text{ en seconde (s)}$$

Montrer que les chauves-souris présentes dans la coupole d'Helfaut émettent des cris dont la fréquence est égale à 38 kHz.

Exercice 2 - Êtes-vous en danger ?

Bien installé(e) au soleil, vous entendez un bruissement d'ailes proche de votre oreille. Vous décidez d'enregistrer le signal avec votre smartphone. Vous mesurez une période du signal sonore émis par le bruissement d'ailes du moustique égale à : $T = 1,4 \text{ ms}$.

Document : moustique mâle ou femelle ?

Il faut savoir que les ailes du moustique mâle battent à une fréquence d'environ 700 hertz, ce qui donne à son vol un son assez sourd. Quant à la femelle, son bruissement est plus lancinant, avec une fréquence d'environ 300 hertz.

Sachant que seule la femelle moustique pique, devez-vous vous inquiéter si vous êtes sensible aux piqûres de moustiques ?

Annexe 6 : correction de l'activité n°1

Correction manuscrite de l'enseignant des consignes 1, 2 et 3

ACTIVITE N°1 : L'unité en mathématiques : donner du sens à la numération

La numération, outil indispensable en physique-chimie						
Chiffre des UNITES DE MILLE	Chiffre des CENTAINES	Chiffre des DIZAINES	Chiffre des UNITES	Chiffre des DIXIEMES	Chiffre des CENTIEMES	Chiffre des MILLIEMES
1 000 fois plus grand que l'unité (= 10^3)	100 fois plus grand que l'unité (= 10^2)	10 fois plus grand que l'unité (= 10^1)		10 fois plus petit que l'unité (= 10^{-1})	100 fois plus petit que l'unité (= 10^{-2})	1 000 fois plus petit que l'unité (= 10^{-3})
La bandelette mise à disposition symbolise l'unité en mathématiques, c'est-à-dire 1. Consigne 1 : Découper un morceau de papier correspondant à un dixième d'unité, puis le coller ci-dessous dans la case « dixième d'unité : $\frac{1}{10} = 10^{-1}$ ». Consigne 2 : Découper un morceau de papier correspondant à un centième d'unité, puis le coller dans la case « centième d'unité : $\frac{1}{100} = 10^{-2}$ ». Consigne 3 : Découper un morceau de papier correspondant à un millième d'unité, puis le coller dans la case « millième d'unité : $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ ».						
UNITE (en mathématiques) : 1 dixième d'unité : $\frac{1}{10} = 10^{-1}$  1 dixième 10x plus petit qu'une unité. 10^{-1} centième d'unité : $\frac{1}{100} = 10^{-2}$  1 centième 100x plus petit qu'une unité. 10^{-2} millième d'unité : $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$  1 millième 1000x plus petit qu'une unité. 10^{-3}						

Correction de la consigne 4 :

Compléter les phrases suivantes avec les nombres 1, 10, 100 ou 1 000.

- Un dixième d'unité est **10** fois plus petit qu'une unité.
Dix dixièmes d'unité correspondent à **1** unité.
- Un centième d'unité est **10** fois plus petit qu'un dixième d'unité et est **100** fois plus petit qu'une unité.
Dix centièmes d'unité correspondent à **1** dixième d'unité et cent centièmes d'unité correspondent à **1** unité.
- Un millièm d'unité est **1000** fois plus petit qu'une unité, est **10** fois plus petit qu'un centième d'unité et est **100** fois plus petit qu'un dixième d'unité.
Dix millièmes d'unité correspondent à **1** centième d'unité.
Cent millièmes d'unité correspondent à **1** dixième d'unité.
Mille millièmes d'unité correspondent à **1** unité.

Annexe 7 : correction de l'activité n°2

Mesure	Reformulation	Numération, puissance de 10 associée	Écriture dans l'unité du système international en physique-chimie
2,5 kHz	2,5 kilohertz	2 kilohertz, 5 dixièmes de kilohertz. $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$2,5 \text{ kHz} = 2,5 \times 10^3 \text{ Hz}$
0,4 ms	0,4 milliseconde	0 milliseconde, 4 dixièmes de milliseconde. $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$0,4 \text{ ms} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ s}$
25 μs	25 microsecondes	25 millionièmes de seconde $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$	$25 \mu\text{s} = 25 \times 10^{-6} \text{ s}$
33 ms	33 millisecondes	33 millièmes de seconde. $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$33 \text{ ms} = 33 \times 10^{-3} \text{ s}$
40 kHz	40 kilohertz	40 kilohertz $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$40 \text{ kHz} = 40 \times 10^3 \text{ Hz}$
6,7 μs	6,7 microsecondes	6 millionièmes de seconde, 7 dixièmes de millionièmes de seconde. $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$	$6,7 \mu\text{s} = 6,7 \times 10^{-6} \text{ s}$
150 kHz	150 kilohertz	150 kilohertz $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$150 \text{ kHz} = 150 \times 10^3 \text{ Hz}$
6,5 kHz	6,5 kilohertz	6 kilohertz, 5 dixièmes de kilohertz. $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$	$6,5 \text{ kHz} = 6,5 \times 10^3 \text{ Hz}$
0,15 ms	0,15 milliseconde	0 milliseconde 15 centièmes de milliseconde.	$0,15 \text{ ms} = 0,15 \times 10^{-3} \text{ s}$

		$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	
2,27 ms	2,27 millisecondes	2 millisecondes 27 centièmes de milliseconde $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	$2,27 \text{ ms} = 2,27 \times 10^{-3} \text{ s}$

Remarques :

- le fait de ne pas écrire les résultats sous forme d'écriture scientifique dans la correction de l'activité n°2 est volontaire afin que les élèves comprennent mieux le lien entre la numération, la puissance de 10 associée et l'écriture dans l'unité du système international en physique-chimie ;
- l'activité n°3 est la même activité que celle proposée lors de l'évaluation diagnostique. Elle n'est donc pas corrigée ici car elle a déjà été corrigée précédemment dans ce document, lors de la présentation de l'évaluation diagnostique ;
- l'activité n°4 n'est pas non plus corrigée ici. Elle est corrigée ci-après dans ce document, lors de la présentation des activités proposées aux élèves n'ayant pas eu de difficultés pour effectuer les conversions d'unités demandées lors de l'évaluation diagnostique. En effet, la correction de ces activités est identique, même si les énoncés diffèrent (sous forme de tâches simples pour les élèves ayant des difficultés, sous forme de tâches complexes pour les élèves n'ayant pas de difficulté).

Annexe 8 : activités proposées aux élèves n'ayant pas eu de difficultés pour effectuer les conversions d'unités

Les élèves ne rencontrant pas de difficultés pour convertir des unités travaillent en îlot pour résoudre deux situations-problèmes, qui doivent être finalisées avant la prochaine séance.

Ces exercices abordent les mêmes notions que celles de la quatrième activité présentée précédemment, mais elles sont présentées sous forme de tâches complexes, contrairement aux tâches simples proposées aux élèves ayant davantage de difficultés.

Le travail pour ce groupe d'élèves s'effectue en autonomie, sans intervention directe du professeur. Des aides peuvent toutefois être mises à disposition, comme un document définissant des termes spécifiques de l'énoncé, (par exemple une explication de l'hygrométrie qui est un des termes présents dans l'énoncé de l'exercice 1).

Consigne

Exercice 1 - Les chauves-souris de la coupole d'Helfaut.

« Le saviez-vous, les chauves-souris sont les seuls mammifères capables de voler, les scientifiques ont créé un ordre à part pour les répertorier : l'ordre des « chiroptères », ce qui signifie « qui vole avec les mains ».

Pour se déplacer et localiser leurs proies, elles utilisent le système du sonar. Elles émettent des petits cris très brefs inaudibles pour l'Homme, ce sont des ultrasons. Quand les ultrasons rencontrent un obstacle, ils se réfléchissent et leur sont renvoyés aux oreilles. Cette méthode d'identification des objets, des êtres vivants, de leur trajectoire s'appelle l'écholocation.

Selon les périodes de l'année, les différentes espèces de chauves-souris habitent grottes et cavités, arbres creux, greniers ou clochers, toitures ou encore fissures des rochers, des vieux ponts de pierre, des charpentes...

La coupole d'Helfaut, située à Wizernes, dans le département du Pas-de-Calais, offre un habitat idéal (aussi bien en ce qui concerne la température que l'hygrométrie) et une colonie de chiroptère est venue s'y installer.

Un chiroptologue, venu les étudier, a effectué des enregistrements des cris de ces chauves-souris et la période de leurs cris a été mesurée : $T = 0,026$ ms.

Document 1 : fréquence f et période T

Un signal périodique se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps égaux.

La **période T , en seconde (s)**, d'un signal périodique est le plus petit intervalle de temps au bout duquel le signal périodique se répète.

La **fréquence f , en hertz (Hz)**, d'un signal périodique est le nombre de répétitions de ce signal par unité de temps, c'est-à-dire en une seconde. Elle est liée à la période T du signal par la relation :

$$f = \frac{1}{T} \text{ avec } f \text{ en hertz (Hz) et } T \text{ en seconde (s)}$$

Document 2 : Quelques espèces de chauve-souris aperçues en France.

Il existe plusieurs espèces de chauves-souris, appelées Murins, en France :

- les Murins de petite taille (Murin à oreilles échancrées et Murin Alcahoë) dont la fréquence des cris est supérieure à 33 kHz ;
- les Murins de taille moyenne (Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Murin de Bechstein, Murin à moustaches, Murin de Brandt et Murin de Cappaccini) dont la fréquence des cris est comprise entre 25 et 33 kHz ;
- les Murins de grande taille (Grand Murin et Petit Murin) dont la fréquence des cris est inférieure à 25 kHz.

Source : www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/picardie_NordPasdeCalais_PNR_CMO_GT_chauve_souris.pdf

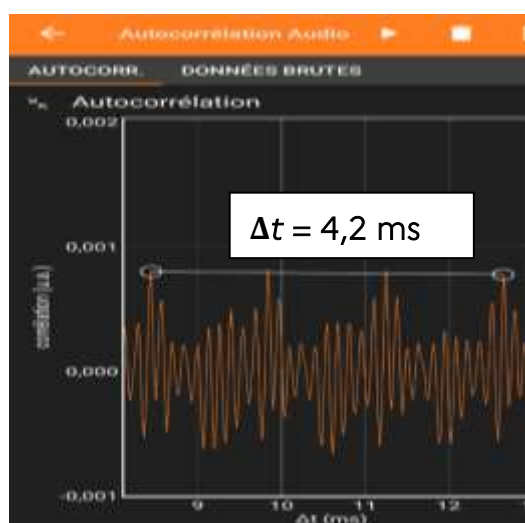
En utilisant les documents, identifier, en justifiant la réponse, la taille des chauves-souris présentes dans la coupole d'Helfaut.

Exercice 2 - Êtes-vous en danger ?

Bien installé(e) au soleil, vous entendez un bruissement d'ailes à votre oreille. S'agirait-il d'un moustique ? Vous décidez d'enregistrer le signal avec votre smartphone afin de savoir s'il y a lieu de vous inquiéter.

Grâce à une application de récupération de signaux des capteurs sur votre téléphone, vous captez le signal sonore émis par le bruissement d'ailes du moustique. Vous mesurez sur la représentation temporelle de ce signal une durée $\Delta t = 4,2 \text{ ms}$.

Document 1 : Copie d'écran de l'application de récupération de signaux des capteurs du smartphone



Document 2 : la douce plainte du moustique mâle.

« Je n'ai pas envie de finir écrasé par une grosse main contre un mur, une cuisse appétissante ou un bras moelleux. C'est pourtant bien ce qui risque d'arriver. Je ne suis qu'un petit moustique mâle qui n'aime pas le sang. Ce sont les femelles qui possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur. Si, si ! C'est cette trompe qui inflige la piqûre que vous redoutez tant. »

Document 3 : moustique mâle ou femelle ?

Il faut savoir que les ailes du moustique mâle battent environ 700 fois par seconde, ce qui donne à son vol un son assez sourd. Quant à la femelle, son vrombissement est plus lancinant, avec 300 battements par seconde.

Si vous êtes sensible aux piqûres de moustiques, devez-vous vous inquiéter ?

Annexe 9 : correction des exercices de l'annexe 8

Correction de l'exercice 1

Dans un premier temps, il est nécessaire de calculer la fréquence f des cris des chauves-souris enregistrés par le chiroptologue : $f = \frac{1}{T}$ avec

$$T = 0,026 \text{ ms} = 0,026 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

$$\text{Application numérique : } f = \frac{1}{0,026 \times 10^{-3}} = 38\,461 \text{ Hz, soit } 38 \times 10^3 \text{ Hz} = 38 \text{ kHz.}$$

La fréquence mesurée par le chiroptologue est de 38 kHz.

En utilisant le document 2, la fréquence mesurée est supérieure à 33 kHz et correspond donc à l'espèce de Murins à petite taille : Murin à oreilles échancrées ou Murin Alcathoe.

Correction de l'exercice 2

D'après le document 1, la durée de 4,2 ms correspond à trois périodes T , soit :

$$T = \frac{4,2}{3} = 1,4 \text{ ms.}$$

La valeur de la période du signal est donc égale à 1,4 ms.

Ainsi, la fréquence des battements d'ailes du moustique vaut : $f = \frac{1}{T}$ avec

$$T = 1,4 \text{ ms} = 1,4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$\text{Application numérique : } f = \frac{1}{1,4 \times 10^{-3}} = 714 \text{ Hz.}$$

La fréquence mesurée par le smartphone est de 714 Hz.

En utilisant le document 4, la fréquence des battements d'ailes mesurée est supérieure à 700 Hz et correspond donc à un moustique mâle.

D'après le document 3, il n'y a que les moustiques femelles qui piquent pour sucer le sang, il n'est pas utile de s'inquiéter, il n'y a aucun danger.