

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Spécialité Biotechnologies

SESSION 2019

PHYSIQUE - CHIMIE

Durée de l'épreuve : 3 heures - Coefficient : 4

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

**Dès que le sujet est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.**

Le DOCUMENT RÉPONSE page 12/12 est à rendre impérativement avec la copie, même non complété.

*Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront dans l'appréciation des copies.
Toute réponse devra être justifiée.*

ACTIVITES DANS UN PARC AQUATIQUE

Les parcs aquatiques proposent des attractions toujours plus spectaculaires dans des conditions optimales de sécurité.

L'étude proposée comporte trois parties qui peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

PARTIE A : La glissade sur le toboggan

Dans cette première partie, l'étude porte sur le mouvement d'un baigneur lors de son passage par l'attraction du toboggan aquatique.

PARTIE B : L'entretien du bassin et des eaux de baignade

Dans cette deuxième partie, l'objectif est d'aborder le traitement des installations et des eaux de baignade afin de satisfaire aux normes sanitaires.

PARTIE C : Les saunas de l'espace détente

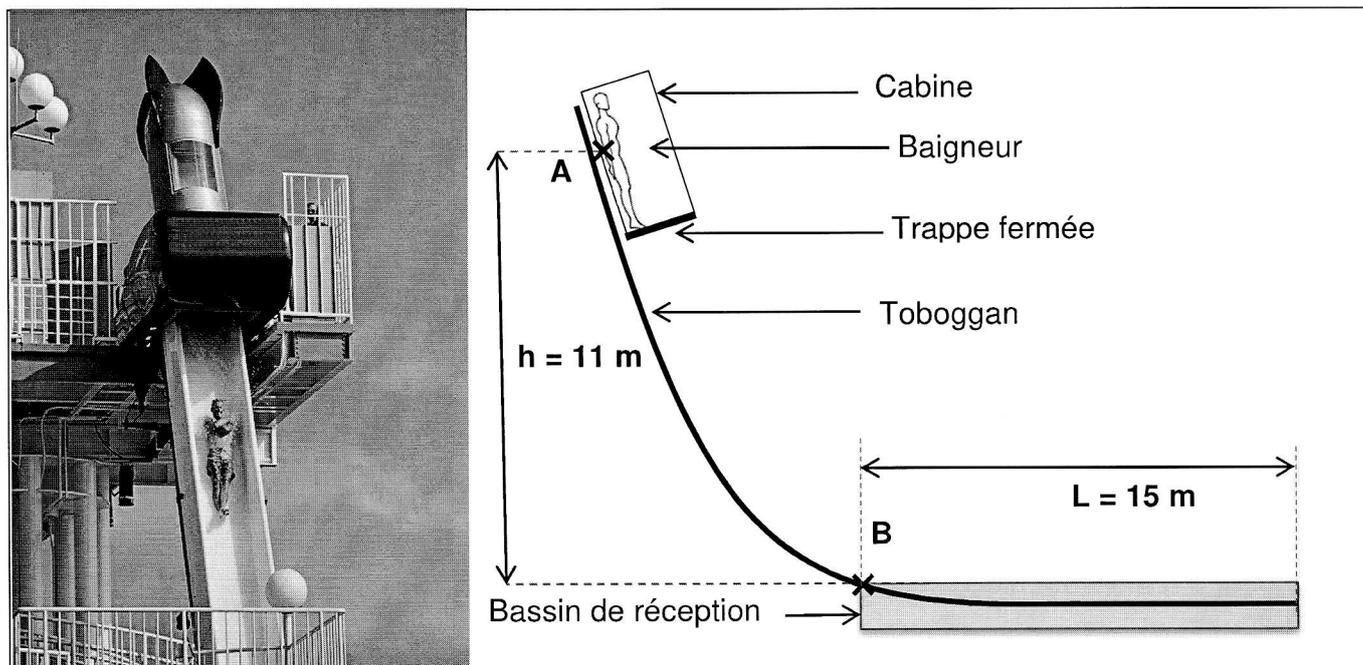
Dans cette dernière partie, l'objectif est d'effectuer une étude énergétique du système de chauffage du sauna de l'espace de détente.

PARTIE A : la glissade sur le toboggan

Depuis quelques années, certains parcs aquatiques sont équipés de toboggans « à trappe », comme photographié, puis schématisé ci-dessous.

Le départ du baigneur a lieu depuis une cabine de plexiglas inclinée d'environ 10° par rapport à la verticale : le baigneur est alors debout sur une trappe. À l'ouverture de celle-ci, le baigneur chute de plusieurs mètres de hauteur tout en glissant sur une fine couche d'eau qui tombe en permanence le long des parois du toboggan.

Le parcours se termine sur une piste horizontale immergée dans un bassin de réception de forme circulaire.



(Source : <http://www.visite-usa.fr/villes/orlando-wetnwild.htm>)

Photographie de face et schématisation de coupe du toboggan « à trappe »

A.1. Étude des forces exercées sur le baigneur dans la cabine

Le système étudié est un baigneur de masse $m = 50 \text{ kg}$ installé dans la cabine au-dessus du toboggan. Ce baigneur sera modélisé dans la suite du problème par un point matériel G.

Donnée:

- intensité de pesanteur $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

A.1.1. Calculer l'intensité du poids P du baigneur.

A.1.2. Représenter, au point G, le poids \vec{P} du baigneur en respectant l'échelle indiquée sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR1 p.12**, à rendre avec la copie.

A.1.3. Expliquer ce que modélise le vecteur \vec{R} , somme des vecteurs forces \vec{R}_1 et \vec{R}_2 représentés sans souci d'échelle sur le schéma du **DOCUMENT RÉPONSE DR1 p.12**.

A.1.4. Que peut-on dire de la somme vectorielle de toutes les forces qui s'exercent sur le baigneur juste avant son départ lorsque celui-ci est immobile dans la cabine ? Justifier.

A.1.5. Donner les caractéristiques (sens, direction et intensité) de l'action modélisée par le vecteur \vec{R} .

A.2. Détermination de la vitesse maximale de chute du baigneur.

La trappe s'ouvre et le baigneur glisse de la position A à la position B comme représenté sur le schéma de coupe du toboggan. Dans cette partie, les forces de frottement s'exerçant sur le baigneur seront négligés.

A.2.1. Nommer les forces qui s'exercent alors sur le baigneur.

A.2.2. Préciser la force dont le travail est nul lors de la glissade. Justifier.

A.2.3. Montrer que le travail du poids $W_{AB}(\vec{P})$ entre les points A et B a pour valeur $W_{AB}(\vec{P}) = 5,4 \text{ kJ}$.

A.2.4. En déduire la variation d'énergie cinétique ΔE_c du baigneur entre les points A et B.

A.2.5. Montrer que la valeur de la vitesse v_B atteinte par le baigneur au point B est voisine de $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

A.2.6. Certains toboggans annoncent une vitesse dont la valeur peut atteindre $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Ce toboggan appartient-il à cette catégorie ?

A.2.7. Le bassin de réception a une longueur de $L = 15 \text{ m}$. Déterminer la valeur de l'accélération moyenne minimale a_{moy} que doit subir le baigneur afin de s'arrêter en moins de 15 m . Comparer cette valeur à une valeur d'accélération qui vous semblera pertinente.

PARTIE B : L'entretien du bassin et des eaux de baignade

À la sortie du toboggan le baigneur arrive dans un bassin de réception peu profond communiquant avec le bassin de natation.

Leurs caractéristiques, ainsi que d'autres informations utiles pour la réponse aux questions de la partie B, sont fournies dans les **DOCUMENTS B1, B2, B3, B4 et B5**.

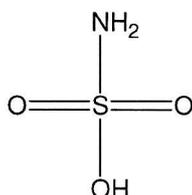
B.1. Le détartrage des filtres

Le détartrage des filtres est recommandé à une fréquence qui dépend de la qualité de l'eau.

B.1.1. Indiquer deux raisons justifiant un détartrage régulier des filtres.

B.1.2. Donner la définition d'un acide selon Brønsted.

B.1.3. L'acide présent dans le détartrant est l'acide sulfamique de formule brute H_3NSO_3 et de formule semi-développée



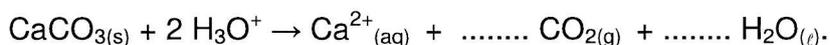
B.1.3.1. Indiquer la formule brute de la base conjuguée de l'acide sulfamique.

B.1.3.2. Ecrire l'équation chimique de la réaction de l'acide sulfamique avec l'eau.

Données : couples acido-basiques de l'eau : $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}_{(l)}$; $\text{H}_2\text{O}_{(l)} / \text{HO}^-_{(aq)}$

B.1.4. Dans la solution d'acide sulfamique, l'espèce chimique qui réagit avec le tartre est l'ion H_3O^+ .

B.1.4.1. Compléter, sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR2 FIGURANT p.12**, à rendre avec la copie, l'équation chimique suivante :



B.1.4.2. Expliquer en quoi cette réaction modélise le détartrage des filtres du bassin de la piscine.

B.1.5. Déterminer le nombre seaux, de produit détartrant Decalcit Filtre® dont la piscine doit disposer pour pouvoir procéder à un détartrage complet des filtres à sable du bassin circulaire de réception.

B.2. La désinfection de l'eau avec le produit « Chloryte »

La désinfection de l'eau d'une piscine a pour objectif de détruire les micro-organismes (algues, bactéries, virus, champignons) pour la rendre propre à la baignade.

Pour éviter les odeurs chlorées parfois désagréables lors d'un traitement à base d'hypochlorite de calcium (appelé traitement au chlore non stabilisé) des règles d'hygiène très strictes doivent être appliquées.

La surveillance de la qualité de l'eau doit être renforcée avec des dispositifs d'enregistrement en continu et de régulation automatique de la teneur en désinfectant, de la température et du pH.

B.2.1. Donner la signification de deux des pictogrammes de sécurité apposés sur l'étiquette du produit désinfectant « Chloryte ». Préciser le numéro correspondant au nom donné figurant sur l'étiquette.

B.2.2. À l'aide des informations fournies, identifier les paramètres physico-chimiques à mesurer avant de réaliser une désinfection de l'eau du bassin avec le produit désinfectant « Chloryte ».

B.2.3. Quel est le volume de solution de « Chloryte » à préparer pour traiter l'eau d'un bassin de 150 m^3 ?

B.3. Le pH de l'eau de la piscine

B.3.1. Calculer le pH d'une eau de piscine dont la concentration en ions oxonium est $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,6 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$.

B.3.2. Cette eau de piscine doit-elle être traitée du point de vue de son pH avant de la désinfecter au « Chloryte » ? Justifier.

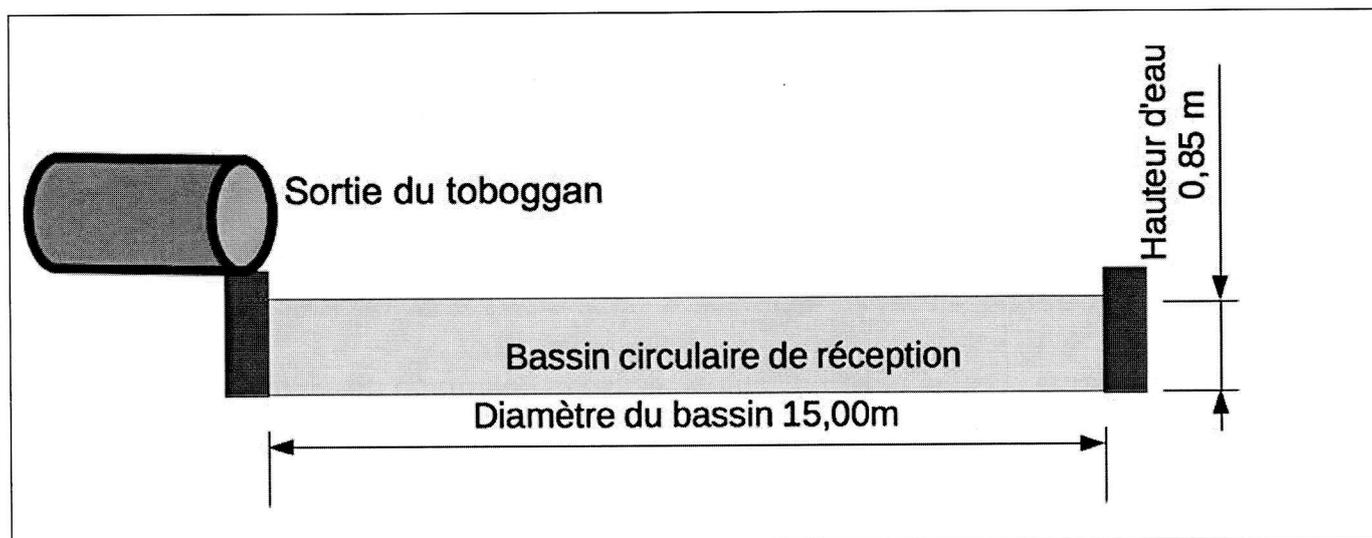
B.3.3. Les fabricants commercialisent des produits pour le traitement des piscines appelés « pH plus » ou « pH moins » qui permettent respectivement d'augmenter ou diminuer le pH d'une eau de piscine si nécessaire.

Citer le type de produit qui doit être utilisé dans le cas de cette eau de piscine. Justifier.

Justifier le caractère acide ou basique de la solution constituant le « produit » commercial utilisé.

DOCUMENTS DE LA PARTIE B

DOCUMENT B1 : Caractéristiques du bassin circulaire de réception



Volume d'un cylindre : $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ avec r : rayon du cylindre et h : hauteur du cylindre

DOCUMENT B2 : Le tartre

Le tartre est un dépôt essentiellement constitué de carbonate de calcium, de formule chimique $\text{CaCO}_{3(s)}$, qui se dépose dans les canalisations d'eau, sur les parois des récipients et des chaudières.

Il prend la forme de dépôts blancs sur les résistances, parois, canalisations, etc. Une eau qui produit de tels dépôts est dite « calcaire ».

L'entartrage d'une canalisation réduit son diamètre utile et, par conséquent, les débits et conduit à un grippage des robinets et des vannes. La présence d'une couche de tartre agit comme isolant thermique et réduit les échanges d'énergie sous forme de transfert thermique. Les dépôts de tartre augmentent aussi le risque de proliférations bactériennes, surtout lorsque les eaux stagnent à une température élevée.

DOCUMENT B3 : Le détartrant de piscine Decalcit Filtre®

Nettoyant acide pour les filtres des piscines, le détartrant Decalcit Filtre® est aussi utilisable pour l'entretien des abords et des lignes d'eau.

Il élimine le calcaire, les dépôts et les sédiments dans le système de filtration pour optimiser la performance du filtre et améliorer l'efficacité des produits de traitement de l'eau. Il est composé de granulés à dissolution rapide qui détartrant rapidement tous types de filtres.

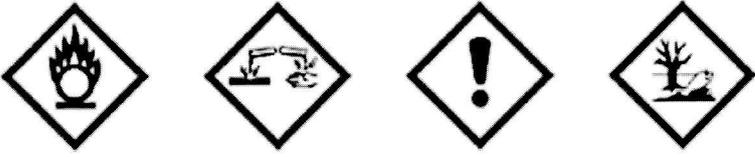
Utiliser 5 kg par 100 m³ d'eau de piscine.

Détartrer avant la vidange du bassin, laisser agir une nuit puis laver le filtre avec une partie de l'eau de piscine, avant de vidanger totalement.

Composant dangereux : 90% en masse d'acide sulfamique de formule H_3NSO_3
Conditionnement : seau de 10 kg



DOCUMENT B4 : L'étiquette du produit désinfectant « Chloryte »

<p>Nom commercial : Chloryte Nom officiel : Hypochlorite de calcium $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ Masse molaire : $142,98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$</p>	 <p>GHS03 GHS05 GHS07 GHS09</p>
<p>Produit désinfectant pour le traitement des eaux de piscine de la catégorie des désinfectants « au chlore non stabilisé » Oxydant et agent de blanchiment.</p> <p>Dosage : 150 g pour 10 m^3 d'eau à traiter. Mode d'emploi : le traitement doit être fait en absence des baigneurs, filtration en fonctionnement, lorsque le pH est compris entre 7,0 et 7,4. Avant introduction dans l'eau à traiter, le « Chloryte » doit être dissous à la concentration de $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.</p>	

DOCUMENT B5 : L'efficacité des désinfectants

S'il est nécessaire d'utiliser des produits désinfectants pour traiter l'eau, différents paramètres vont influencer le pouvoir désinfectant des produits ajoutés. Le surdosage comme le sous-dosage peuvent être néfastes pour la santé. Pour cela, il faut toujours analyser l'eau de piscine avant de procéder à un traitement.

Le pH, défini par l'expression $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$, a un impact direct sur l'efficacité des désinfectants. Il doit être contrôlé et stabilisé avant d'ajouter le produit désinfectant.

L'efficacité du désinfectant à base de chlore est optimale lorsque l'eau a une température comprise entre 18°C et 24°C .

(Adapté de <https://piscineinfoservice.com/traitement-eau/parametres-efficacite-desinfection>)

PARTIE C : Les saunas de l'espace détente

Les clients du parc aquatique disposent d'une zone de détente équipée de saunas. Il existe deux types de saunas dont le principe est décrit dans le **DOCUMENT C1** :

- le sauna traditionnel
- le sauna infrarouge

D'autres informations utiles pour les réponses aux questions de la partie C figurent dans les documents C2 et C3.

C.1. Étude de la source lumineuse du sauna infrarouge

C.1.1. Compléter l'axe des longueurs d'ondes du **DOCUMENT RÉPONSE DR3 p.12**, à rendre avec la copie, en précisant :

- le domaine du visible,
- le domaine de l'infrarouge,
- le domaine de l'ultraviolet,
- les valeurs limites des longueurs d'ondes entre les différents domaines.

C.1.2. Donner un argument justifiant l'utilisation du rayonnement infrarouge dans ce type de sauna.

C.1.3. Température de surface de la source lumineuse

La courbe du **DOCUMENT C2** représente l'intensité lumineuse émise par la lampe en fonction de la longueur d'onde produite.

C.1.3.1. Déterminer la longueur d'onde λ_{max} correspondant au maximum d'émission de la lampe. Cette source lumineuse est-elle adaptée pour un sauna infrarouge ?

C.1.3.2. En déduire la température de surface θ (en degrés Celsius) de la lampe. Commenter.

C.2. Étude énergétique d'un sauna traditionnel

C.2.1. Pour produire de la vapeur dans un sauna traditionnel, on verse de l'eau sur une pierre chauffée à une température $\theta_2 = 100^\circ\text{C}$.

Un utilisateur verse une « louche » d'eau de volume $V = 90 \text{ mL}$ initialement à la température $\theta_1 = 30^\circ\text{C}$.

Vérifier que l'énergie E nécessaire pour vaporiser cette eau est voisine de 27 kJ.

Données :

- enthalpie de vaporisation de l'eau : $\Delta H_{vap} = 2,26 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.
- énergie reçue ou cédée lors d'une variation de température : $E = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i)$

C.2.2. On suppose que l'énergie perdue par la pierre a intégralement servi à vaporiser l'eau. Déterminer la puissance électrique P_e apportée à la pierre chauffée pour qu'elle récupère l'énergie perdue en $\Delta t = 5,0$ secondes.

C.3. Comparaison du coût de fonctionnement des deux saunas

Dans le parc aquatique on estime que le sauna fonctionne 1500 heures par an.

Pour un sauna traditionnel, le coût annuel est de 1350 euros.

Déterminer l'économie annuelle réalisée par un parc s'il remplace un sauna traditionnel par un sauna infrarouge.

Donnée :

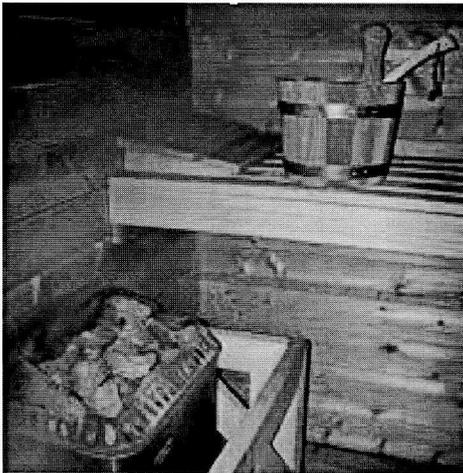
- Le prix d'un kilowattheure est estimé à 15 centimes d'euros.

DOCUMENTS DE LA PARTIE C

DOCUMENT C1 : Descriptions des saunas traditionnels et infrarouges

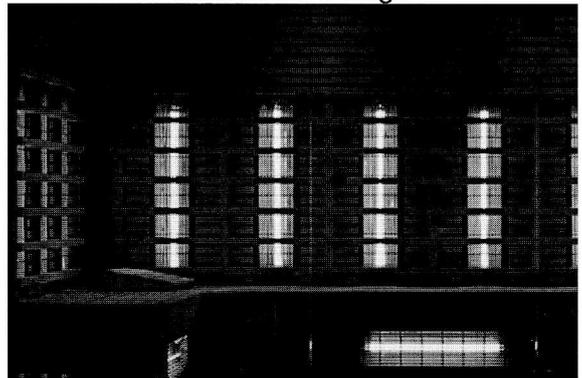
Le sauna Vapeur dit sauna traditionnel fonctionne sur un principe ancestral consistant à chauffer des pierres volcaniques grâce à un poêle aujourd'hui électrique. Dans ce type de sauna, on verse l'eau sur les pierres chaudes, ce qui a pour effet de créer de la vapeur d'eau. Dans le cadre d'un sauna infrarouge, l'énergie rayonnée par des lampes émettant un rayonnement infrarouge provoque un réchauffement de la partie superficielle du corps. L'ordre de grandeur de la puissance électrique consommée par un sauna individuel infrarouge est d'environ 1,5 kW alors qu'elle s'élève à 6,0 kW dans le cas d'un modèle traditionnel.

Sauna traditionnel



(<https://pxhere.com/fr/photo/1153454>)

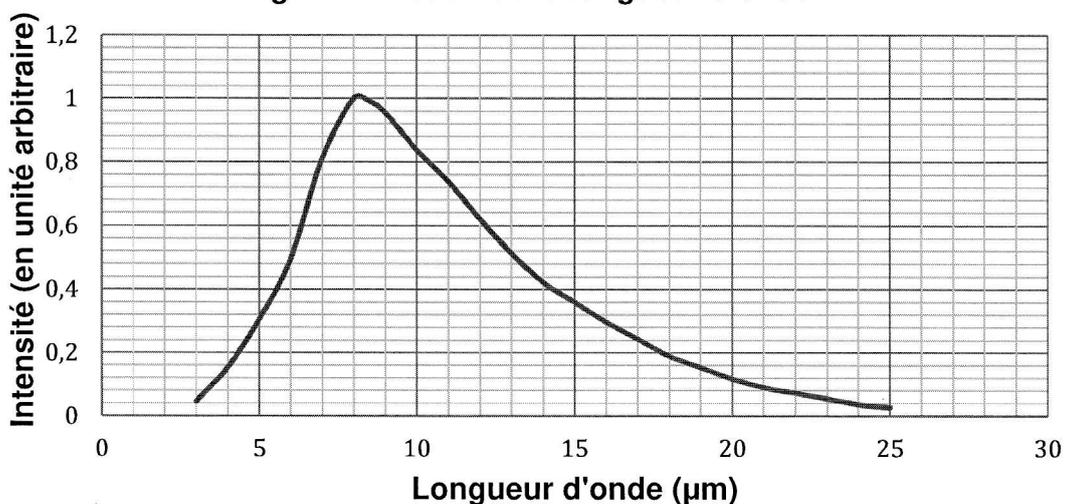
Sauna infrarouge



(<https://pixabay.com/fr/sauna-infrarouge-bien-%C3%AAtre-spa-sant%C3%A9-776994/>)

DOCUMENT C2 : Spectre d'une lampe utilisée dans un sauna infrarouge

Intensité émise par la lampe utilisée dans un sauna infrarouge en fonction de la longueur d'onde



(D'après : <https://www.atrium-concept.fr/sauna-infrarouge-antares-3-red-cedar,fr,4,sc03-cna.cfm>)

DOCUMENT C3 : Loi de Wien

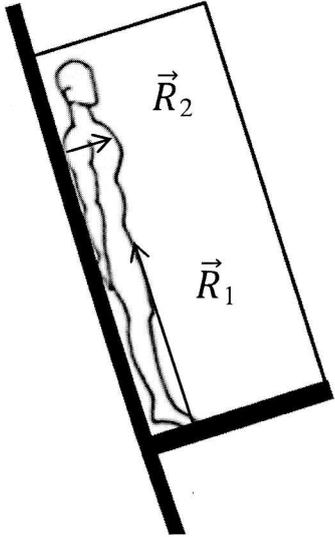
La loi de Wien exprime la valeur λ_{max} (en mètre) de la longueur d'onde la plus intense émise par un corps noir en fonction de sa température de surface T (en Kelvin).

$$\lambda_{max} = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{T}$$

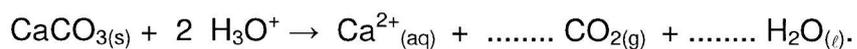
Relation entre les températures exprimées en Kelvin et en degrés Celsius : $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$

**DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE,
MÊME NON COMPLÉTÉ**

DR1 : Représentation des forces s'exerçant sur le baigneur (trappe fermée)

 <p>The diagram shows a person sitting in a bathtub. Two force vectors are shown: \vec{R}_1 acting upwards from the bottom of the bathtub, and \vec{R}_2 acting upwards from the person's back.</p>	<p style="font-size: 2em;">G ×</p> <p>Modélisation du baigneur par le point matériel G Échelle pour la représentation des forces : 200 N \Leftrightarrow 1 cm</p>
--	---

DR2 : Équation chimique de la réaction de détartrage



DR3 : Domaines de longueurs d'onde à compléter

