BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2026

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Sciences physiques et chimiques en laboratoire

Durée de l'épreuve : **3 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce document comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

Le candidat traite <u>l'ensemble du sujet</u>.

La pêche à la carpe



Originaire d'Asie centrale, la carpe est un poisson qui se trouve dans toute l'Europe occidentale, hormis dans les régions froides comme la Suède, la Norvège, la Russie, etc.

De nombreuses techniques de pêche sont utilisées mais la plus fréquente est sans doute la pêche sur le fond, là où précisément la carpe se nourrit.

La carpe sauvage est le premier poisson qui a été élevé en pisciculture. Maïs, pain, vers, « bouillettes » sont appréciés par ce poisson méfiant.

Le sujet comporte trois parties indépendantes. Le candidat peut les traiter dans l'ordre de son choix.

Partie 1 : synthèse d'un arôme pour « bouillette » (6 points)

Partie 2 : choix du fil de pêche (8,5 points)

Partie 3 : mesure de la concentration en masse en dioxygène dissous dans l'eau et oxygénation d'un bassin (5,5 points)

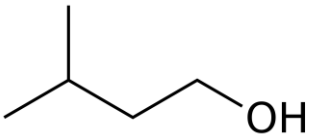
Partie 1 : synthèse d'un arôme pour « bouillette » (6 points)

Le choix des appâts est essentiel pour réussir une partie de pêche. Ces derniers doivent être adaptés au poisson mais aussi à la saison à laquelle on le pêche.

Pour la carpe, des « bouillettes » sont utilisées : il s'agit d'appâts en forme de billes et pouvant avoir différentes odeurs selon la saison, comme celle de la banane. L'éthanoate d'isoamyle en présente l'odeur caractéristique.

La synthèse de cette espèce chimique peut être réalisée à partir de l'acide éthanoïque de formule CH_3CO_2H et de l'alcool isoamylique.

L'alcool isoamylique a pour formule topologique :



Q1. Identifier, dans la nomenclature officielle, le nom de cet alcool parmi les quatre noms suivants :

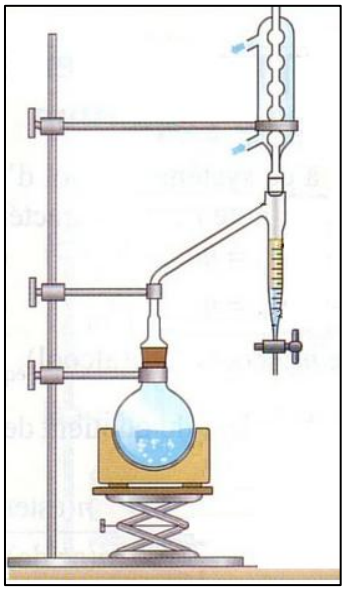
3-éthylbutan-1-ol ; 3-méthylbutan-1-ol ; 3-méthylpropan-1-ol ; 3-méthylbutan-2-ol

Q2. Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction d'estérification ayant lieu entre l'acide éthanoïque et l'alcool isoamylique.

Q3. Entourer le groupe caractéristique présent dans l'éthanoate d'isoamyle en nommant la fonction chimique correspondante.

La synthèse peut être réalisée en utilisant un montage de chauffage à reflux muni d'un appareil de Dean-Stark (schéma ci-dessous) et en suivant le protocole expérimental décrit ci-dessous :

- Dans un ballon, introduire :
  - un volume V_1 d'acide éthanoïque, ce qui correspond à une quantité de matière de 0,28 mol de cet acide ;
  - un volume V_2 de 30,0 mL d'alcool isoamylique ;
  - un volume V_3 de cyclohexane ;
  - environ 1 mL d'acide sulfurique concentré ;
  - quelques grains de pierre ponce.
- Verser du cyclohexane dans l'appareil de Dean-Stark jusqu'à la graduation 10 mL ;
- Placer le ballon dans un chauffe-ballon puis adapter le réfrigérant à eau et l'appareil de Dean-Stark ;



- Chauffer, sous reflux et sous agitation, pendant environ 30 minutes ;

- Arrêter le chauffage lorsque le volume d'eau recueilli dans l'appareil de Dean-Stark atteint une valeur constante d'environ 5,0 mL ;
- Descendre le chauffe-ballon ;
- Laisser refroidir le ballon à l'air quelques minutes en laissant la circulation d'eau ouverte ;
- Récupérer la phase aqueuse du décanteur de l'appareil de Dean-Stark ;
- Récupérer les phases organiques du décanteur de l'appareil de Dean-Stark et du ballon, puis les assembler.

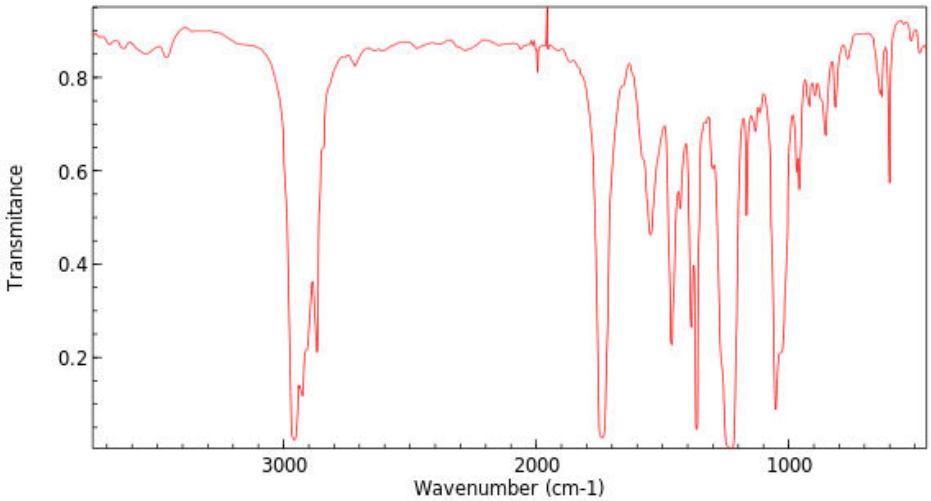
Q4. Indiquer deux actions décrites dans le protocole expérimental permettant d'accélérer la transformation chimique.

La table de données de spectroscopie infrarouge (IR) est fournie ci-dessous :

Liaison	**Nombre d'onde (cm^{-1})**
C – H	2 800 – 3 100
C – C	600 – 1 400
C = C	1 500 – 1 700
C – O	1 000 – 1 300
C = O	1 700 – 1 750
O – H (de l'alcool)	3 300 (large)
O – H (de l'acide carboxylique)	2 500 – 3 200 (assez large)

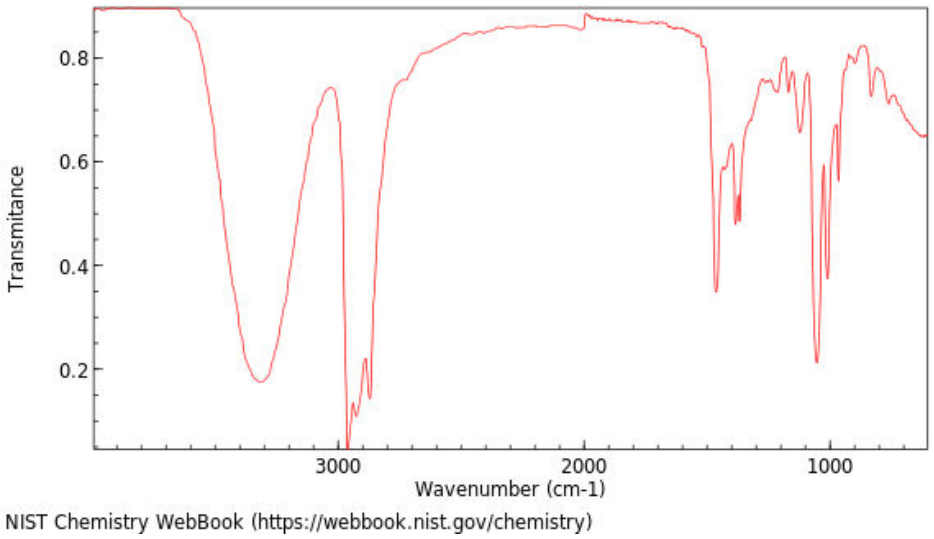
Q5. Identifier, en justifiant, parmi les deux spectres infrarouges n°1 et n°2 donnés ci-après, celui qui correspond à l'éthanoate d'isoamyle.

Spectre n°1



NIST Chemistry WebBook (https://webbook.nist.gov/chemistry)

Spectre n°2



Les propriétés physico-chimiques des espèces chimiques mises en jeu sont données ci-dessous :

Espèce chimique	Masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)	Masse volumique à 25 °C ($g \cdot mL^{-1}$)	Solubilité dans l'eau à 25 °C	Solubilité dans le cyclohexane à 25 °C	Température d'ébullition à pression atmosphérique (°C)
Acide éthanoïque CH_3CO_2H	60	1,05	totale	bonne	118
Alcool isoamylique $C_5H_{11}OH$	88	0,82	faible	forte	131
Éthanoate d'isoamyle $C_7H_{14}O_2$	130	0,87	très faible	très forte	142
Cyclohexane C_6H_{12}	84	0,78	nulle		80

On réalise une distillation fractionnée de la phase organique obtenue en fin de synthèse. On observe un premier palier de température aux alentours de 80 °C puis un second palier vers 140 °C. Les distillats correspondant à chacun de ces paliers sont récupérés séparément.

Q6. Identifier, en justifiant, l'espèce chimique principale présente dans chacun des deux distillats.

Expérimentalement, on récupère après distillation fractionnée une masse d'ester de 33,9 g.

Q7. Montrer que la quantité d'alcool isoamylique introduite est de 0,28 mol.

Q8. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse réalisée.

Le rendement d'une réaction d'estérification avec un montage à reflux simple, lorsque les réactifs sont introduits en quantités équimolaires, varie en général entre 5 % et 70 % en fonction de l'alcool.

Q9. Comparer le rendement obtenu avec un montage à reflux simple et celui obtenu à la question **Q8** avec l'appareil de Dean-Stark, puis justifier la différence.

Partie 2 : choix du fil de pêche (8,5 points)

Le choix d'un fil pour la pêche à la carpe dépend notamment de la masse du poisson que l'on souhaite capturer.

En particulier, le diamètre du fil est important pour que celui-ci ne casse pas lorsque l'on cherche à sortir la carpe de l'eau.

On cherche à déterminer le diamètre de deux fils de pêche différents, notés fil n°1 et fil n°2, pour savoir s'ils peuvent être utilisés pour pêcher une carpe de 10 kg peu active.

A. Détermination du diamètre du fil n°1

Pour déterminer le diamètre du fil n°1, on utilise un faisceau laser. Pour des raisons de sécurité, on utilise un laser de classe 2 dont les caractéristiques sont données dans le document 1 ci-dessous.

Document 1 : Caractéristiques du laser

LASER ROUGE 650 nm

Caractéristiques techniques	
Type	diode laser
Longueur d'onde	650 nm
Alimentation	3 V DC fournie
Diamètre faisceau à 3 m	10 mm
Divergence	0,7 mRad
Faisceau en sortie	3 mm
Polarisation	linéaire



Puissance	Longueur de tige	Référence
1 mW (Classe 2)	70 mm	205152
1 mW (Classe 2)	130 mm	205151
3 mW (Classe 3)*	130 mm	205153

* *Nécessite l'emploi de lunette de sécurité*

https://jeulin.com/media/akeneo_connector/asset_files/P/u/Publication_Ovio_951706_Catalogue_2021_FR_7b26.pdf

La surface S d'un disque de rayon R est donnée par la relation $S = \pi \times R^2$.

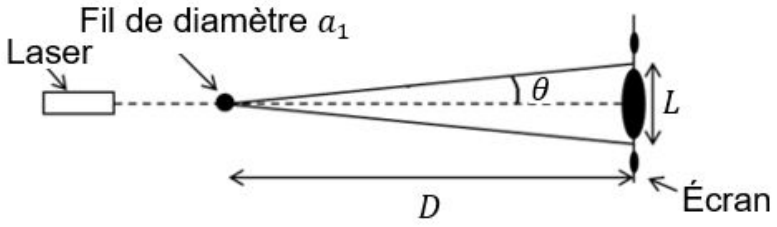
Q10. Relever, dans le document 1, le diamètre du faisceau sur un écran situé à une distance de 3 m du laser puis calculer la surface S de la tache circulaire observée sur ce même écran.

Q11. Exprimer puis calculer en W·m^{-2} l'éclairement énergétique à une distance de 3 m du laser.

Q12. Comparer le résultat de la question **Q11** à l'éclairement énergétique du rayonnement solaire qui est de l'ordre de 1 000 W·m^{-2}.

Un faisceau de lumière parallèle monochromatique produit par une source laser, de longueur d'onde λ = 650 nm, arrive sur le fil n°1, de diamètre a_1, placé verticalement. On observe sur un écran une figure présentant une tâche centrale de largeur L.

On donne ci-dessous la représentation du montage expérimental vu de dessus, ainsi que la figure observée sur l'écran placé à une distance D du fil n°1 de diamètre a_1.



L'angle θ est appelé « écart angulaire ». On le suppose très petit devant 1 radian, de sorte que :

$$tan\,(\theta) = \theta.$$

Q13. Nommer le phénomène physique observé.

Q14. Exprimer, en utilisant la représentation du montage expérimental ci-dessus, l'écart angulaire θ en fonction des grandeurs L et D.

L'écart angulaire θ est lié à la longueur d'onde λ et au diamètre a_1 du fil par la relation suivante :

$$\theta = \frac{\lambda}{a_1}$$

Q15. Préciser les unités respectives des grandeurs physiques intervenant dans cette relation.

Q16. Montrer que le diamètre a_1 du fil s'exprime par la relation :

$$a_1 = \frac{2 \times \lambda \times D}{L}$$

On réalise le montage avec le fil n°1 étudié, de diamètre a_1 inconnu. Pour une distance D = 1,60 m, on mesure la largeur de la tache centrale de diffraction L = 2,05 cm.

Q17. Déterminer, à l'aide de la relation démontrée à la question **Q16**, le diamètre a_1 du fil n°1.

L'incertitude-type sur la distance D est de $\mathrm{u}(D)$ = 0,01 m, celle sur la distance L est de $\mathrm{u}(L)$ = 0,05 cm et celle sur la longueur d'onde est $\mathrm{u}(\lambda)$ = 15 nm.

Q18. Déterminer la valeur de l'incertitude-type $\mathrm{u}(a_1)$ associée à cette mesure sachant que :

$$\mathrm{u}(a_1) = a_1 \times \sqrt{\left(\frac{\mathrm{u}(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{u}(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{u}(L)}{L}\right)^2}$$

Q19. Exprimer, en mètre, la valeur de diamètre du fil n°1 étudié avec son incertitude-type associée.

B. Détermination du diamètre du fil n°2

Une autre méthode physique est mise en œuvre pour déterminer le diamètre du fil n°2.

On utilise le montage présenté ci-dessous en figure 1 : le fil n°2 est fixé à un vibreur situé en un point O à une extrémité, et à une masse marquée de masse m = 100 g à l'autre extrémité.

Le vibreur utilisé est réglé sur une fréquence f = 50 Hz.

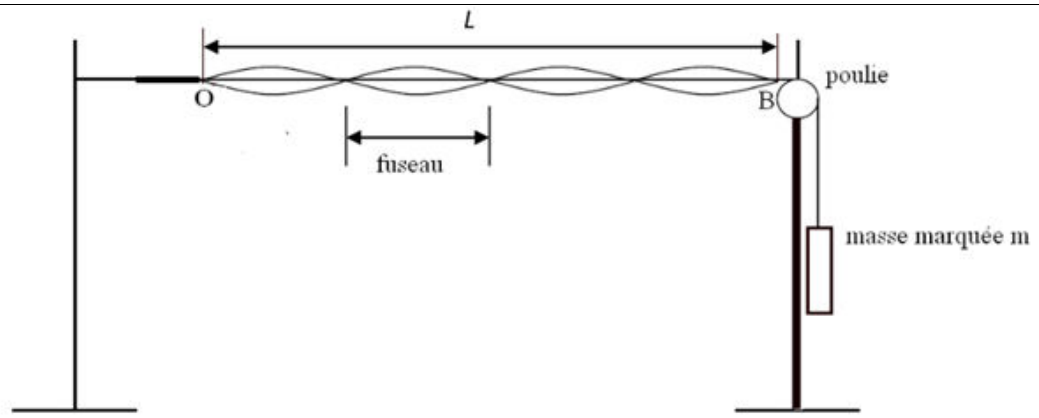


Figure 1 : schéma du montage

Des ondes de longueur d'onde λ se propagent à la célérité c, de gauche à droite, mais aussi de droite à gauche le long du fil (réflexion au niveau de la poulie). Pour une longueur L = 320 cm de fil n°2, on obtient des ondes stationnaires résultant de la superposition des deux ondes décrites ci-dessus. On observe ainsi des fuseaux comme indiqué sur la figure 1.

La relation entre le nombre de fuseaux n, la longueur de la corde L et la longueur d'onde λ est :

$$L = \frac{\lambda \times n}{2}$$

Q20. Déterminer la longueur d'onde λ en utilisant la figure 1 et la relation ci-dessus.

Q21. Montrer que la célérité c des ondes se propageant le long du fil vaut 80 m·s^{-1}.

La célérité c, exprimé m·s^{-1}, des ondes se propageant le long du fil n°2 est reliée à sa tension et à sa masse linéique par la relation :

$$c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T : tension du fil (en N)

μ : masse linéique (en kg·m^{-1})

La tension du fil est égale à la valeur du poids de la masse marquée m accrochée au fil.

Q22. Exprimer la masse linéique μ en fonction de la célérité c et de la tension T du fil puis montrer que sa valeur est de 1,5×10^{-4} kg·m^{-1}. On prendra g, intensité de la pesanteur, égale à 9,81 m·s^{-2}.

Document 2 : Documentation commerciale « Diamètre de fil et résistance »

Diamètre du fil

Il est exprimé en centième de millimètre. Concrètement, un fil Ø 35 est un fil dont le diamètre est de 0,35 millimètre. Plus le diamètre est élevé, plus le fil est résistant à la traction.

Résistance du fil

Cela correspond à la masse nécessaire pour rompre le fil. Ainsi, un poisson de 7 kg peut être pêché avec un fil de Ø 30 s'il est stationnaire ou peu actif. En revanche, ce même poisson nécessitera l'utilisation d'un fil de diamètre supérieur s'il est nerveux.

Diamètre du fil	Ø 10	Ø 20	Ø 30	Ø 35	Ø 40
Résistance (kg)	1,1	3,2	7,1	9,1	11,3
Masse linéique μ (kg·m^{-1})	9,4×10^{-6}	3,7×10^{-5}	8,4×10^{-5}	1,1×10^{-4}	1,5×10^{-4}

d'après decathlon.fr

Q23. En déduire, à l'aide du document 2, le diamètre a_2 du fil n°2.

C. Conclusion : choix du fil

Q24. Indiquer le fil à utiliser, parmi les fils n°1 et 2, pour pêcher une carpe de 10 kg peu active. Justifier.

Partie 3 : mesure de la concentration en masse en dioxygène dissous dans l'eau et oxygénation d'un bassin (5,5 points)

Les carpes ont besoin, pour leur respiration, d'une concentration en masse en dioxygène dissous dans l'eau supérieure à 4,0 mg·L^{-1}. En deçà de cette valeur, les carpes peuvent mourir prématurément.

Afin de vérifier la bonne oxygénation de l'eau d'un bassin d'ornement, des mesures de la concentration en masse en dioxygène dissous sont effectuées.

A. Mesure de la concentration en masse en dioxygène à la surface de l'eau

Un technicien réalise plusieurs mesures, au même endroit et dans les mêmes conditions expérimentales, de la concentration en masse en dioxygène dissous Cm dans un bassin avec un oxymètre. La température du bassin est de 17 °C. La série de mesure est présentée dans le tableau ci-dessous.

N° de la mesure	1	2	3	4	5
Concentration en masse Cm en dioxygène dissous (mg·L^{-1})	9,32	9,42	9,22	9,37	9,40

La valeur moyenne de la série de mesures de la concentration en masse en dioxygène dissous dans l'eau est notée Cm_{exp}.

Q25. Montrer que la valeur moyenne Cm_{exp} est de 9,35 mg·L^{-1}.

Q26. Déterminer l'écart-type σ de cette série de mesures.

L'incertitude-type $\mathrm{u}(Cm_{exp})$ associée à la moyenne Cm_{exp} des mesures est donnée par la relation :

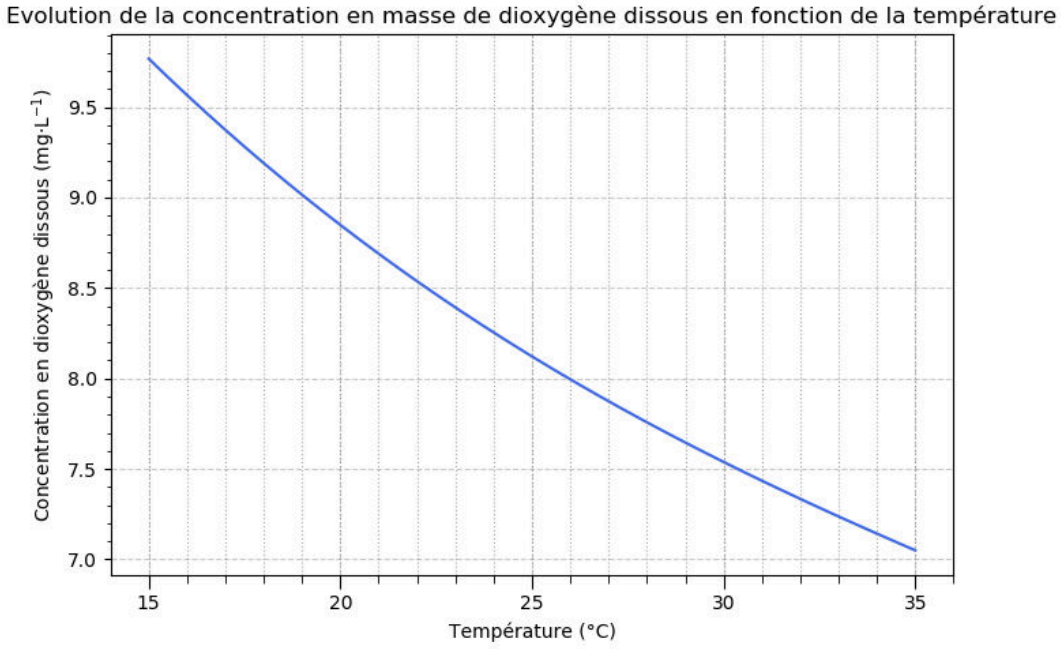
$$\mathrm{u}(Cm_{exp}) = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

où σ est l'écart-type de la série de mesure et N le nombre de mesures de la série.

Q27. Déterminer l'incertitude-type $\mathrm{u}(Cm_{exp})$ associée à la valeur moyenne Cm_{exp}.

Q28. Exprimer, en mg·L^{-1}, la valeur de la concentration en masse en dioxygène dissous avec son incertitude-type associée.

La concentration en masse en dioxygène dissous à la surface du bassin dépend entre autres de la température de l'eau. Elle peut être déterminée à l'aide du graphique suivant :



La concentration lue sur le graphique est considérée comme une concentration de référence, notée Cm_{ref}.

Q29. Déterminer, à partir du graphique, la concentration Cm_{ref} en masse en dioxygène dissous à une température de l'eau de 17 °C.

Q30. Discuter la compatibilité de la valeur trouvée en **Q28** avec la valeur de référence déterminée en **Q29**. On pourra utiliser le rapport suivant pour argumenter :

$$\frac{\left|Cm_{exp} - Cm_{ref}\right|}{\mathrm{u}(Cm_{exp})}$$

Un épisode de fortes chaleurs au cours duquel l'eau atteint une température de 30°C peut provoquer une baisse de concentration en masse en dioxygène dissous.

Q31. Indiquer si un tel épisode provoque une mort prématurée des carpes dans un bassin.

B. Mesure de la concentration en masse en dioxygène en profondeur

Les carpes vivent et se nourrissent principalement dans les profondeurs des lacs ou des bassins. On souhaite donc mesurer la concentration en masse en dioxygène dissous en profondeur grâce à un capteur optique de dioxygène dissous.

Ce capteur utilise un luminophore, matériau qui a la propriété d'émettre une lumière colorée après avoir absorbé l'énergie fournie par une lumière incidente.

Le capteur est constitué (voir figure 2) :

- d'une couche de luminophore déposée sur un matériau transparent ;
- d'une DEL qui émet de la lumière incidente sur la couche de luminophore ;
- d'une photodiode qui reçoit la lumière émise par le luminophore.

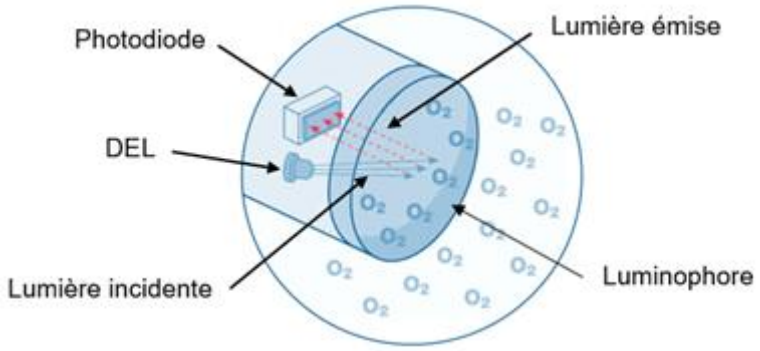
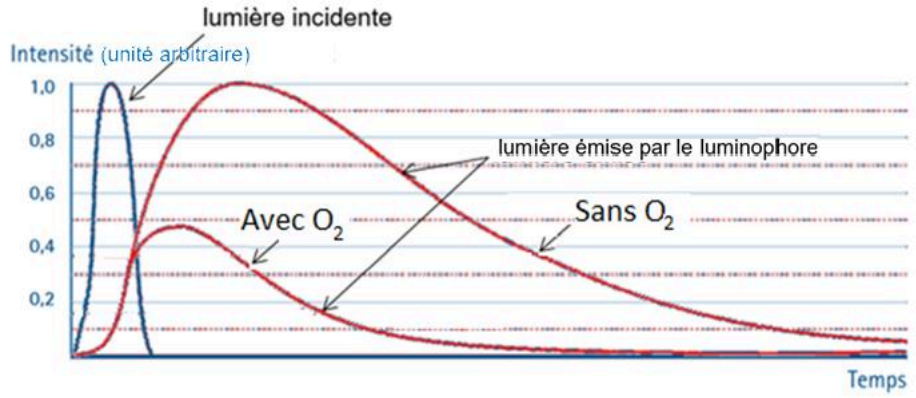


Figure 2 : schéma du capteur

Lorsque la sonde est immergée dans l'eau, les molécules de dioxygène dissoutes dans l'eau sont en contact direct avec le luminophore et influent sur l'intensité lumineuse émise par le luminophore.

Les évolutions temporelles de l'intensité de la lumière incidente et de l'intensité de la lumière émise par le luminophore sont représentées sur la figure 3 ci-après.



D'après : hach.com

Figure 3 : évolutions temporelles des intensités lumineuses

Q32. Indiquer, à l'aide de la figure 3, les deux paramètres de la lumière émise par le luminophore qui sont modifiés par la présence de molécules de dioxygène dans l'eau.

On donne les caractéristiques techniques d'un capteur optique (supposé linéaire) de dioxygène dissous, ci-dessous :

- Entrée : concentration en masse en dioxygène dissous de 0 à 50 $mg \cdot L^{-1}$
- Précision :
  - de 0 à 8 $mg \cdot L^{-1}$: ± 0,1 $mg \cdot L^{-1}$,
  - de 8 à 20 $mg \cdot L^{-1}$: ± 0,2 $mg \cdot L^{-1}$,
  - de 20 à 50 $mg \cdot L^{-1}$: ± 10 % de la mesure.
- Sortie : 4 à 20 mA
- Plage de température de fonctionnement : 0 à 50°C



D'après abb.com

Q33. Indiquer les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur optique de dioxygène dissous.

Q34. Déterminer la sensibilité de ce capteur en précisant son unité.

Le signal de sortie de ce capteur indique une valeur de 5,1 mA.

Q35. Indiquer si la concentration en masse en dioxygène dissous dans le bassin est satisfaisante pour les carpes.