Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac ST2S, veuillez visiter :
bacst2s.fr/annales-sujets-et-corriges

Sciences et technologies de la santé et du social - Chimie, biologie et physiopathologie humaines

Session 2023 • Code sujet : **23-2SCBPHLR1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **16**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Acide lactique et acidose** (7 questions) — **Page 3**
2. **Pathologies cardiaques et scintigraphie** (10 questions) — **Page 8**
3. **Maladies mitochondriales et hérédité** (11 questions) — **Page 11**
4. **Métabolisme énergétique et atteintes cardiaques** (5 questions) — **Page 15**
5. **Maladies mitochondriales et procréation** (9 questions) — **Page 18**
6. **Synthèse sur les causes et les conséquences des pathologies mitochondriales** (1 question) — **Page 22**
7. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 23**

Sujet officiel (PDF) : https://bacst2s.fr/assets/annales/bac-st2s/Chimie - Biologie et physiopathologie humaines/2023/Bac ST2S - Chimie - Biologie et physiopathologie humaines - Session 2023 - 1-Sujet.pdf

1. Acide lactique et acidose

L'exercice étudie la structure et les propriétés chimiques de l'acide lactique, associé à l'acidose pouvant résulter de certaines pathologies mitochondriales. La concentration sanguine mesurée chez un patient est comparée aux valeurs normales, puis les propriétés acido-basiques et rédox de la molécule sont examinées.

Question 1. Écrire la formule brute de l'acide lactique à partir de sa formule semi-développée, puis calculer sa masse molaire en utilisant les masses molaires atomiques fournies.

La formule semi-développée est $CH_3–CH(OH)–COOH$. En comptant les atomes, on obtient trois atomes de carbone, six d'hydrogène et trois d'oxygène, soit la formule brute $C_3H_6O_3$. La masse molaire se calcule en additionnant les masses atomiques de chaque atome, pondérées par leur nombre dans la molécule. Le tableau récapitule ce décompte et le calcul donne $M_a = 3 \times 12 + 6 \times 1,0 + 3 \times 16 = 90\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.

Décompte des atomes de l'acide lactique

Atome	Nombre dans la molécule	Masse molaire atomique (g·mol⁻¹)
C	3	12
H	6	1,0
O	3	16

Données du calcul de la masse molaire.

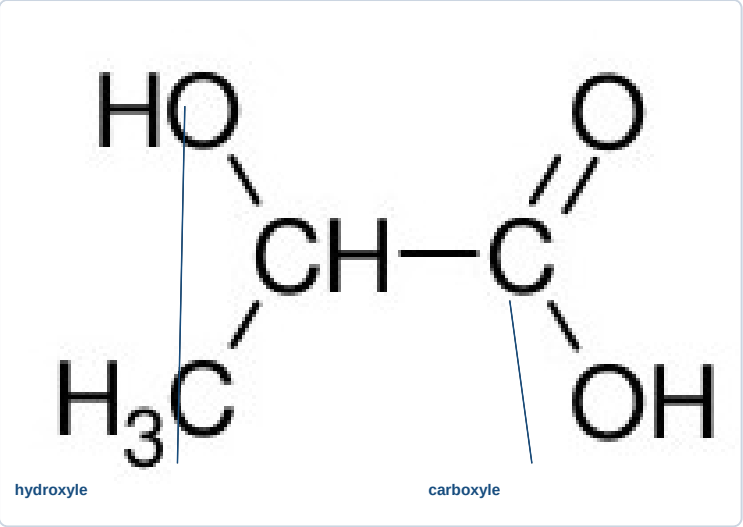
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$C_3H_6O_3$; $M_a = 90\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.

Question 2. Recopier la formule semi-développée de l'acide lactique, entourer les groupes fonctionnels présents dans la molécule et les nommer.

Recopier la formule semi-développée $CH_3–CH(OH)–COOH$. Entourer le groupe –OH lié au carbone central : c'est le groupe hydroxyle, caractéristique de la fonction alcool. Entourer aussi le groupe terminal –COOH, qui est le groupe carboxyle caractéristique de la fonction acide carboxylique. Il faut distinguer le hydroxyle de la fonction alcool du –OH qui fait partie du groupe carboxyle. La molécule possède donc deux groupes fonctionnels correspondant à deux fonctions chimiques différentes.

Groupes fonctionnels de l’acide lactique



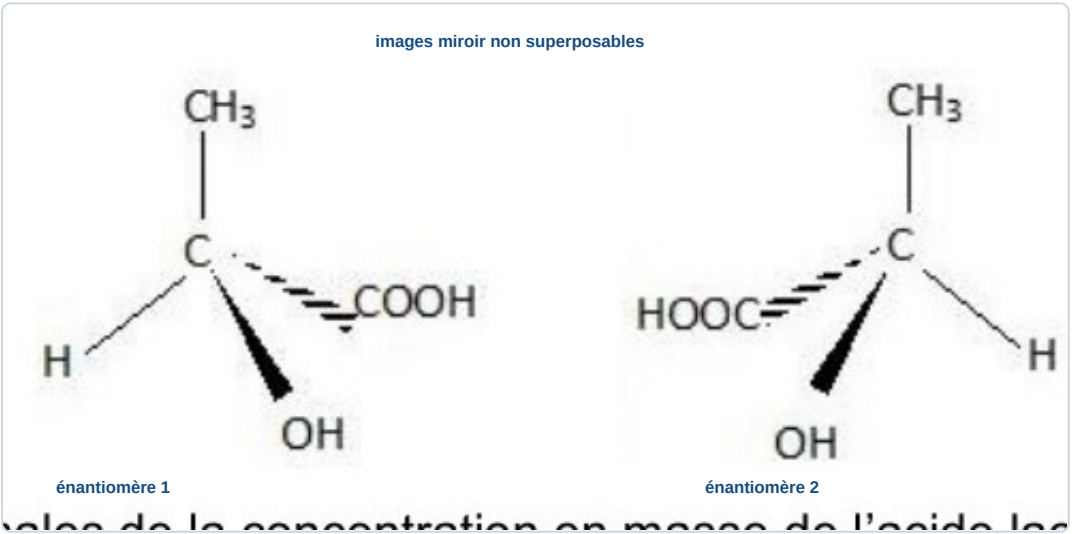
✓ RÉPONSE À RETENIR

Groupes à entourer : hydroxyle, fonction alcool ; carboxyle, fonction acide carboxylique.

Question 3. Indiquer, en justifiant, si les deux représentations fournies correspondent à la même molécule. Préciser le nom donné à un couple de molécules possédant cette propriété.

Les deux représentations ont le même enchaînement d’atomes, mais une disposition spatiale différente autour du carbone central. Ce carbone est lié à quatre groupes distincts : CH_3, H, OH et COOH. Les dessins représentent des configurations opposées, images l’une de l’autre dans un miroir et non superposables. Ils ne correspondent donc pas à la même molécule. Un tel couple de molécules est appelé un couple d’énantiomères. Les formules planes seules ne suffisent pas à rendre compte de cette différence : il faut tenir compte des liaisons en perspective indiquées sur les dessins.

Représentations des deux énantiomères

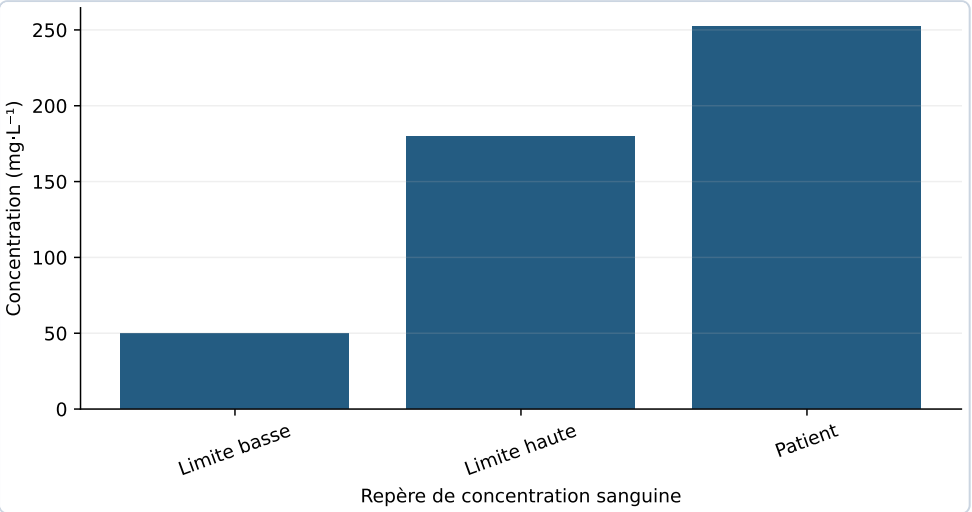


✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : ce sont deux énantiomères, images miroir non superposables.

Question 4. À partir de la concentration mesurée chez le patient, égale à 2,8 mmol·L⁻¹, et des valeurs normales de concentration massique sanguine fournies, déterminer si le patient souffre d'une surproduction d'acide lactique.

La concentration mesurée est $2,8\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1} = 2,8 \times 10^{-3}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Pour obtenir la concentration massique, on multiplie la concentration molaire par la masse molaire calculée à la question 1 : $C_m = C \times M_a$. Ainsi, $C_m = 2,8 \times 90 = 252\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, en tenant compte de la conversion de mmol en mol et de g en mg. Cette valeur dépasse la limite supérieure de l'intervalle normal, qui est de 180 mg·L⁻¹.



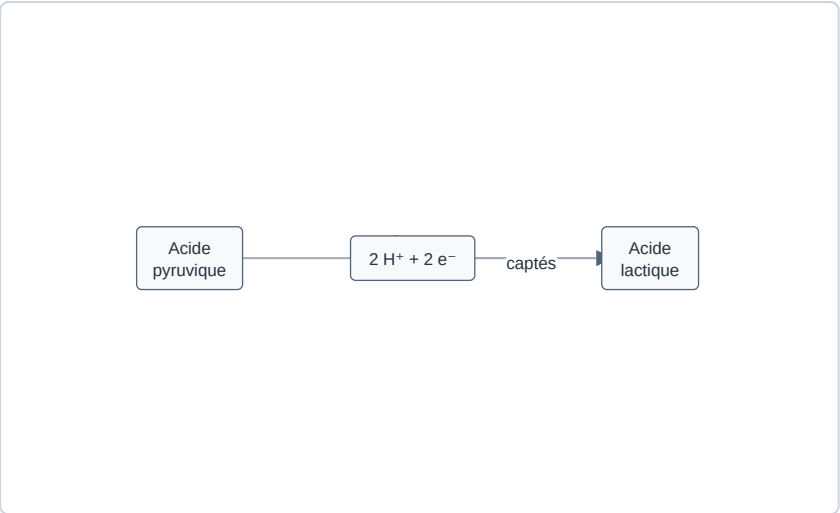
✓ RÉPONSE À RETENIR

$252\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1} > 180\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$: surproduction d'acide lactique.

Question 5. À partir de la demi-équation électronique fournie entre l'acide pyruvique et l'acide lactique, préciser si l'acide lactique est un oxydant ou un réducteur et justifier.

Dans la demi-équation, l'acide pyruvique capte les électrons et se transforme en acide lactique : il est réduit. L'acide lactique est donc la forme réduite du couple acide pyruvique/acide lactique. La forme réduite peut céder des électrons dans le sens inverse de la réaction ; une espèce capable de céder des électrons est un réducteur. L'acide lactique est ainsi le réducteur du couple, même s'il est formé par réduction dans le sens de la demi-équation donnée.

Demi-équation de réduction



Les électrons sont captés lors de la formation de l'acide lactique.

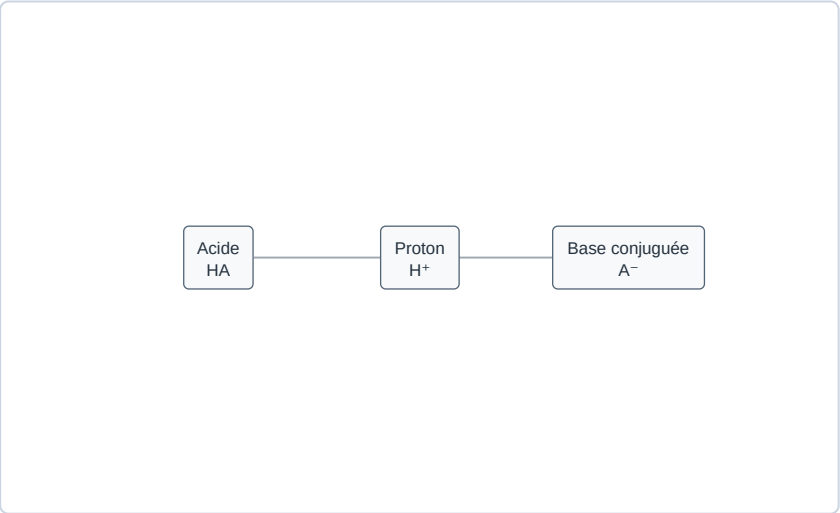
✓ RÉPONSE À RETENIR

L'acide lactique est le réducteur du couple : c'est sa forme réduite.

Question 6. L'acide lactique est aussi un acide selon Brönsted. Définir cette propriété.

Selon Brönsted, un acide est une espèce chimique capable de céder un proton H^+ à une autre espèce. Après cette cession, l'acide devient sa base conjuguée. Dans la notation utilisée à la question suivante, l'acide lactique est noté HA : lorsqu'il cède un proton, il devient donc A^-. Le caractère acide se définit ainsi par le transfert d'un proton, et non par la présence obligatoire d'un atome d'oxygène dans la molécule.

Cession d'un proton par un acide de Brönsted



La cession du proton transforme HA en sa base conjuguée A^-.

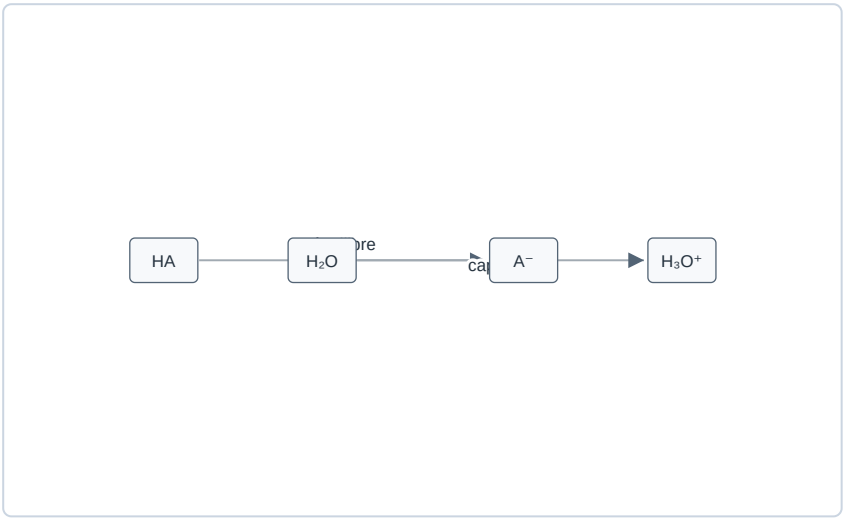
✓ RÉPONSE À RETENIR

Un acide de Brönsted est une espèce capable de céder un proton H^+.

Question 7. Écrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide lactique noté HA et l'eau, en utilisant le couple acide/base de l'eau fourni.

L'acide lactique noté HA cède un proton à l'eau. L'eau capte ce proton et devient l'ion oxonium $\mathrm{H_3O^+}$; HA, après perte du proton, devient sa base conjuguée $\mathrm{A^-}$. On écrit donc les deux réactifs à gauche et les deux produits à droite. La double flèche indique que la réaction acido-basique est un équilibre en solution aqueuse. Les atomes et les charges sont équilibrés dans l'équation.

Transfert de proton entre HA et l'eau



HA cède un proton à H_2O.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$\mathrm{HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+}$$

2. Pathologies cardiaques et scintigraphie

L'exercice présente la scintigraphie myocardique et l'utilisation du technétium-99m comme traceur radioactif produit à partir du molybdène-99. Les documents sur les domaines de fréquences électromagnétiques et la décroissance radioactive permettent d'étudier la désintégration, le rayonnement et la demi-vie du traceur.

Question 1. Donner la composition d'un noyau de molybdène-99, de symbole $^{99}_{42}$Mo.

Dans la notation nucléaire $^{99}_{42}\mathrm{Mo}$, 99 est le nombre total de nucléons et 42 le nombre de protons. Le nombre de neutrons est donc $99 - 42 = 57$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 42 protons et 57 neutrons.

Question 2. À partir de l'équation de désintégration du molybdène-99 fournie, identifier le type de désintégration que subit ce noyau.

1. Le noyau émet un électron $^{0}_{-1}\mathrm{e}$: c'est une particule bêta moins.
2. Le nombre de masse reste 99 et le numéro atomique passe de 42 à 43.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Désintégration bêta moins (β^-).

Question 3. Rappeler la définition de noyaux isotopes, puis indiquer si le molybdène-99 et le technétium-99m donnés dans le sujet sont des isotopes d'un même élément.

> Des noyaux isotopes ont le même nombre de protons, mais des nombres de neutrons différents.

Le molybdène a 42 protons et le technétium 43. Ils n'appartiennent donc pas au même élément, même si leurs nombres de masse sont égaux.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ce ne sont pas des isotopes d'un même élément.

Question 4. En précisant la relation utilisée, montrer que la fréquence du rayonnement de longueur d'onde 8,9 × 10⁻¹² m est de l'ordre de 3 × 10¹³ MHz. Utiliser la vitesse de la lumière et la conversion en MHz fournies.

La relation est $c = \lambda f$, donc $f = c/\lambda$. Ainsi, $f = (3,00 \times 10^{8})/(8,9 \times 10^{-12}) \approx 3,37 \times 10^{19}$ Hz. En divisant par 10^{6} pour convertir les hertz en mégahertz, on obtient $3,37 \times 10^{13}$ MHz.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$f \approx 3,4 \times 10^{13}$ MHz, soit de l'ordre de 3×10^{13} MHz.

Question 5. À l'aide du document 3, indiquer à quel domaine du spectre des ondes électromagnétiques appartient le rayonnement émis par le technétium-99m.

La fréquence obtenue, environ $3,4 \times 10^{19}$ Hz, se place dans le domaine des rayons X sur le document 3.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rayons X.

Question 6. Préciser ce que représente l'activité d'un échantillon radioactif.

L'activité mesure le nombre de désintégrations nucléaires par unité de temps. Elle s'exprime en becquerels : 1 Bq correspond à une désintégration par seconde.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Nombre de désintégrations par seconde, en becquerels (Bq).

Question 7. Définir la période, ou demi-vie radioactive, d'un radioélément.

> La demi-vie radioactive est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initiaux se sont désintégrés. L'activité est alors réduite de moitié.

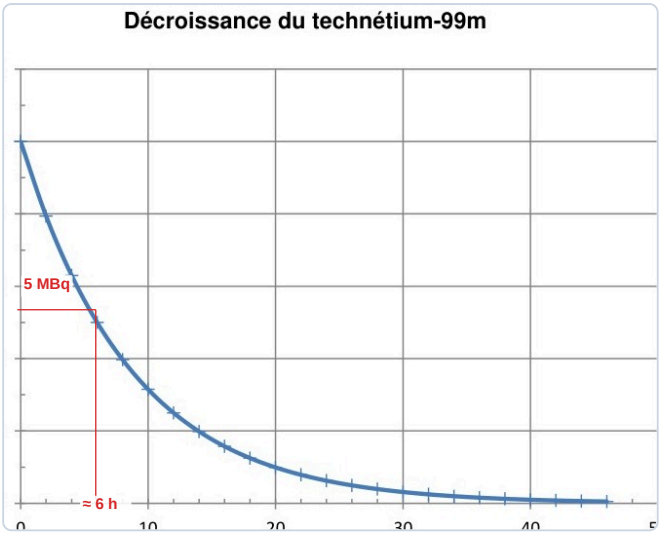
✓ RÉPONSE À RETENIR

Durée nécessaire pour que l'activité soit divisée par deux.

Question 8. Déterminer graphiquement la demi-vie du technétium-99m à partir de la courbe de décroissance et expliquer la méthode au moyen d'un schéma simplifié sur la copie.

L'activité initiale est de 10 MBq. On repère sa moitié, 5 MBq, puis on rejoint la courbe horizontalement et on lit le temps correspondant sur l'axe : environ 6 h.

Lecture graphique de la demi-vie



✓ RÉPONSE À RETENIR

$t_{1/2} \approx 6$ h.

Question 9. Un échantillon radioactif est considéré comme inactif au bout de 20 périodes ou demi-vies. Justifier que le technétium-99m, une fois fabriqué, ne puisse être utilisé que pendant quelques jours.

1. La demi-vie est d'environ 6 h.
2. Après 20 demi-vies, le temps écoulé est $20 \times 6 = 120$ h, soit 5 jours. À ce stade, l'échantillon est considéré comme inactif.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le technétium-99m est considéré comme inactif après environ 5 jours.

Question 10. Indiquer la durée au bout de laquelle l'activité de l'échantillon est divisée par 16, sachant que $16 = 2^4$.

Comme $16 = 2^4$, l'activité est divisée par 16 après quatre demi-vies. Avec une demi-vie d'environ 6 h, cela donne $4 \times 6 = 24$ h.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Environ 24 heures.

3. Maladies mitochondriales et hérédité

Cette partie relie le dysfonctionnement mitochondrial au métabolisme énergétique cellulaire et aux modes de transmission héréditaire des maladies. Un arbre généalogique et les séquences d'un fragment du gène nucléaire TSFM servent à étudier le mode de transmission et les conséquences d'une mutation sur la protéine.

Question 1.1. Définir les quatre termes soulignés dans le texte d'introduction de la partie Biologie et physiopathologie humaines.

Cardiomyopathie : maladie du muscle cardiaque. **Neuropathie :** atteinte d'un nerf ou du système nerveux. **Atrophie :** diminution du volume d'un organe ou d'un tissu. **Hépatomégalie :** augmentation anormale du volume du foie. Ces termes désignent des atteintes possibles de différents organes ou tissus lors d'une maladie mitochondriale.

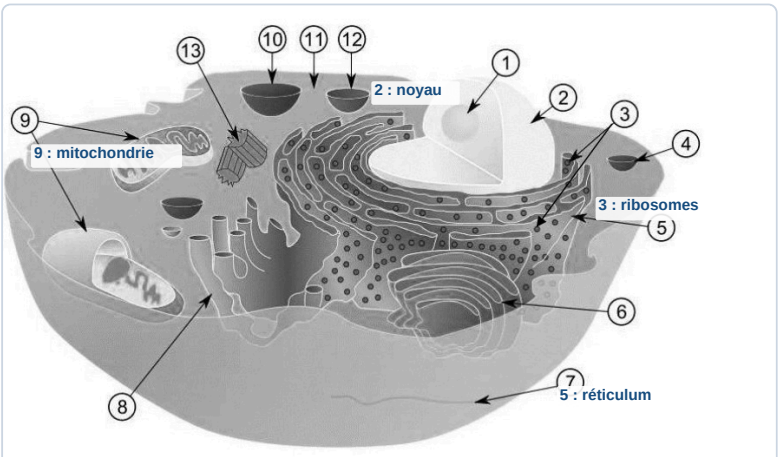
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Cardiomyopathie : maladie du muscle cardiaque ; neuropathie : atteinte nerveuse ; atrophie : diminution de volume ; hépatomégalie : augmentation du volume du foie.

Question 1.2. Repérer sur le document 1 les annotations correspondant au noyau, aux mitochondries, au réticulum endoplasmique et aux ribosomes, puis énoncer leurs rôles respectifs.

Structure	Repère	Rôle
Noyau	2	Contient l'ADN et participe au contrôle de l'activité cellulaire.
Mitochondries	9	Produisent de l'ATP lors de la respiration cellulaire.
Réticulum endoplasmique	5	Participe à la synthèse et au transport de molécules, notamment des protéines pour le réticulum rugueux.
Ribosomes	3	Assurent la synthèse des protéines.

Les numéros renvoient aux annotations du document 1.

Document 1 annoté



Document 2 : Schéma du métabolisme énergétique cellulaire

✓ RÉPONSE À RETENIR

Noyau : 2 ; mitochondries : 9 ; réticulum endoplasmique : 5 ; ribosomes : 3.

Question 1.3. À l'aide du document 2, établir le lien entre le dysfonctionnement mitochondrial et les troubles observés au niveau cellulaire et de l'organisme.

La glycolyse transforme le glucose en pyruvate et ne fournit que 2 ATP. Lorsque les mitochondries dysfonctionnent, la respiration cellulaire est perturbée : la production importante d'ATP associée à cette voie diminue. Le pyruvate est alors davantage orienté vers la fermentation lactique, qui produit de l'acide lactique. Son accumulation entraîne une acidose métabolique et acidifie les liquides corporels. Le manque d'énergie et l'acidification peuvent perturber le fonctionnement des cellules et des organes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le dysfonctionnement mitochondrial réduit la production d'ATP et favorise la fermentation lactique, responsable d'une acidose pouvant perturber les organes.

Question 1.4. À partir des informations sur les modes de transmission et de l'analyse de l'arbre généalogique, justifier que l'ADN mitochondrial n'est pas responsable de la maladie dans cette famille.

L'ADN mitochondrial est transmis par la mère, et non par le père. Or, dans l'arbre, II4 est un père atteint et sa fille III7 est également atteinte. II4 ne peut donc pas avoir transmis à sa fille une anomalie de son ADN mitochondrial. Cette transmission père-fille exclut l'ADN mitochondrial comme origine de la maladie dans cette famille.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'ADN mitochondrial est exclu : le père atteint II4 a une fille atteinte, alors que la transmission mitochondriale est maternelle.

Question 1.5. Déterminer si l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif et justifier la réponse.

L'allèle responsable est récessif : les individus I1 et I2 ne sont pas malades, mais ils ont des enfants atteints, II2 et II4. Un allèle dominant ne permettrait pas d'expliquer ces atteintes chez des enfants dont aucun parent n'est malade. Les deux parents peuvent donc être porteurs sains de l'allèle muté et l'avoir transmis à leurs enfants atteints.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'allèle responsable est récessif : des parents non malades ont des enfants atteints.

Question 1.6. Déterminer si l'allèle responsable de la maladie est porté par un autosome ou un gonosome et justifier la réponse.

L'allèle est porté par un autosome. L'arbre montre des hommes et des femmes atteints, ce qui exclut une transmission liée au chromosome Y. De plus, II2 est une femme atteinte alors que son père I1 n'est pas malade. Cela n'est pas compatible avec une transmission récessive liée à l'X : une fille atteinte devrait recevoir l'allèle muté de son père.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'allèle est autosomique : les deux sexes sont atteints et II2, atteinte, a un père non malade.

Question 1.7. Donner, en les justifiant, les génotypes des individus I1, II2 et II3 de l'arbre généalogique.

Notons *A* l'allèle sain dominant et *a* l'allèle pathologique récessif. I1 est non malade mais a des enfants atteints avec I2 : il est donc hétérozygote *Aa*. II2 est atteinte et son génotype est *aa*. II3 est non malade, enfant de deux parents porteurs : son génotype peut être *AA* ou *Aa*, sans que l'arbre permette de déterminer lequel.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> I1 : Aa ; II2 : aa ; II3 : AA ou Aa.

Mutation du gène TSFM

Question 1.8. Définir les quatre termes soulignés dans le texte consacré à la mutation du gène nucléaire TSFM.

Mutation : modification de la séquence de l'ADN. **Gène :** portion d'ADN portant une information génétique, notamment nécessaire à la production d'un ARN ou d'une protéine. **Phénotype :** ensemble des caractères observables d'un individu. **Allèle :** version d'un même gène, définie par sa séquence d'ADN.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Mutation : modification de l'ADN ; gène : portion d'ADN portant une information ; phénotype : caractères observables ; allèle : version d'un gène.

Question 1.9. Comparer les séquences fournies du brin transcrit des allèles sain et muté, puis repérer l'anomalie.

Les deux fragments du brin transcrit ont la même longueur et diffèrent en un seul nucléotide. À la position correspondante, le G de l'allèle sain est remplacé par un C dans l'allèle muté. Il s'agit d'une substitution ponctuelle, plus précisément d'une transversion, car une purine est remplacée par une pyrimidine.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Substitution ponctuelle dans le brin transcrit : le G de l'allèle sain est remplacé par un C.

Question 1.10. À l'aide du code génétique fourni, établir les séquences d'acides aminés des fragments des protéines TSFM normale et TSFM mutée, puis expliquer la démarche suivie.

Le brin fourni est le brin transcrit, orienté de 3' vers 5'. On détermine sa séquence complémentaire d'ARNm, orientée de 5' vers 3', puis on traduit les codons avec le code génétique.

Allèle	ARNm, 5' vers 3'	Séquence d'acides aminés
Sain	CAU CCA AAC AAC GGA GUG	His-Pro-Asn-Asn-Gly-Val
Muté	CAU CCA AAC AAG GGA GUG	His-Pro-Asn-Lys-Gly-Val

✓ RÉPONSE À RETENIR

TSFM normale : His-Pro-Asn-Asn-Gly-Val. TSFM mutée : His-Pro-Asn-Lys-Gly-Val.

Question 1.11. Comparer les séquences d'acides aminés obtenues et expliquer pourquoi la mutation conduit à une maladie mitochondriale.

Les deux protéines diffèrent par un acide aminé : dans la protéine mutée, la lysine remplace l'asparagine. Cette substitution peut modifier la structure ou l'activité de TSFM. Or cette protéine participe à la synthèse des protéines mitochondriales. Son fonctionnement altéré peut donc perturber le fonctionnement des mitochondries et le métabolisme énergétique cellulaire, à l'origine du phénotype pathologique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La substitution Asn-Lys peut altérer TSFM, perturber la synthèse des protéines mitochondriales et entraîner la maladie.

4. Métabolisme énergétique et atteintes cardiaques

Cette partie étudie les symptômes et le diagnostic de la cardiomyopathie hypertrophique associés aux maladies mitochondriales. Un schéma du cœur et des échographies d'un sujet sain et d'un sujet atteint servent de supports à l'identification des structures et à l'étude de l'anomalie cardiaque.

Question 2.1. Indiquer le terme médical correspondant aux quatre expressions soulignées dans le texte sur les symptômes de la cardiomyopathie hypertrophique.

Les quatre expressions désignent des symptômes distincts. Une fatigue extrême est une asthénie ; une accélération du rythme respiratoire est une tachypnée ; une anomalie du rythme cardiaque est une arythmie ; des douleurs musculaires sont des myalgies. Ces termes décrivent les manifestations cliniques possibles d'une cardiomyopathie hypertrophique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Asthénie ; tachypnée ; arythmie ; myalgies.

Question 2.2. Donner la définition de l'électrocardiogramme.

L'électrocardiogramme est le tracé de l'activité électrique du cœur enregistrée au cours du temps. Des électrodes placées sur la peau recueillent les variations électriques produites par l'activité cardiaque. L'analyse du tracé permet notamment d'observer le rythme cardiaque et de repérer d'éventuelles anomalies électriques.

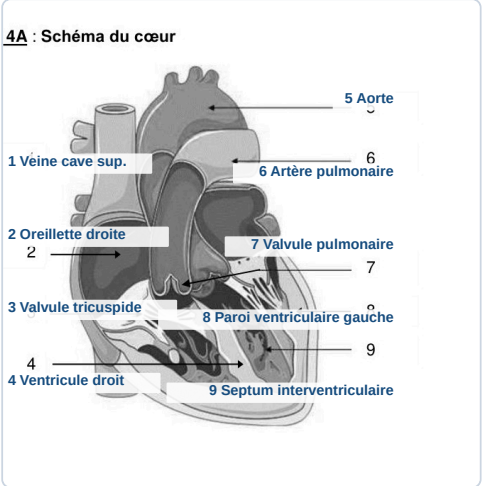
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tracé de l'activité électrique du cœur enregistrée au cours du temps.

Question 2.3. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 9 du schéma du cœur du document 4A.

Les repères 1 à 4 concernent les structures droites du cœur, situées à gauche sur le schéma. Les repères 5 à 9 identifient les gros vaisseaux, une valvule et des structures du ventricule gauche.

Repère	Structure
1	Veine cave supérieure
2	Oreillette droite
3	Valvule tricuspide
4	Ventricule droit
5	Aorte
6	Artère pulmonaire
7	Valvule pulmonaire
8	Paroi du ventricule gauche
9	Septum interventriculaire

Document 4A annoté



✓ RÉPONSE À RETENIR

1 veine cave supérieure ; 2 oreillette droite ; 3 valvule tricuspide ; 4 ventricule droit ; 5 aorte ; 6 artère pulmonaire ; 7 valvule pulmonaire ; 8 paroi du ventricule gauche ; 9 septum interventriculaire.

Question 2.4. Présenter le principe de l'échographie.

Une sonde posée sur la peau émet des ultrasons dans le corps et recueille les échos renvoyés par les tissus. Les échos se forment notamment aux interfaces entre les différents tissus. L'appareil les analyse pour construire une image des structures internes, souvent en temps réel. L'échographie permet ainsi d'observer le cœur sans intervention chirurgicale.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La sonde émet des ultrasons et recueille leurs échos pour former une image des structures internes.

Question 2.5. Décrire l’anomalie visible sur l’échographie du sujet atteint de cardiomyopathie hypertrophique dans le document 4B.

En comparant les deux échographies du document 4B, on observe chez le sujet atteint un épaississement des parois cardiaques. Il est particulièrement marqué au niveau du septum interventriculaire et de la paroi du ventricule gauche. L’épaississement du septum réduit visiblement l’espace de la cavité ventriculaire gauche.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaississement des parois cardiaques, surtout du septum interventriculaire et de la paroi du ventricule gauche.

5. Maladies mitochondriales et procréation

Cette partie explore les conséquences possibles des maladies mitochondriales sur la fertilité et différentes techniques d'assistance médicale à la procréation. Le spermogramme, les schémas de spermatozoïde et de FIVETE, l'échographie ovarienne et le texte sur le transfert nucléaire sont les principaux supports étudiés.

Fertilité et spermogramme

Question 3.1. Analyser le spermogramme présenté dans le document 5 en utilisant le vocabulaire médical approprié.

Paramètre	Résultat	Interprétation
Volume, pH, concentration	4,0 mL ; 7,5 ; 20 millions/mL	Dans les valeurs de référence
Mobilité après 1 h	15 %	Inférieure à 40 % : asthénozoospermie
Morphologie	80 % de formes typiques ; 20 % atypiques	Dans les valeurs de référence

Le spermogramme révèle une mobilité anormalement faible, alors que les autres paramètres mesurés sont conformes aux références. Cette asthénozoospermie peut réduire les chances de fécondation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Asthénozoospermie isolée ; autres paramètres du spermogramme dans les normes.

Question 3.2. Montrer que l'ultrastructure du spermatozoïde présentée dans le document 6 permet sa mobilité.

La pièce intermédiaire contient de nombreuses mitochondries, qui fournissent l'ATP nécessaire aux mouvements du flagelle. Les protéines motrices du flagelle utilisent cette énergie pour produire ses battements, lesquels propulsent le spermatozoïde. L'abondance de mitochondries dans cette pièce contribue donc à sa mobilité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les mitochondries fournissent l'ATP utilisé par le flagelle pour propulser le spermatozoïde.

Question 3.3. Établir le lien entre la maladie mitochondriale du patient et son infertilité.

La maladie mitochondriale peut diminuer la production d'ATP dans la pièce intermédiaire du spermatozoïde. Or les mouvements du flagelle dépendent de cette énergie. Le spermogramme confirme une mobilité réduite : 15 % après une heure, au lieu d'au moins 40 %. Les spermatozoïdes progressent donc moins efficacement vers l'ovocyte, ce qui peut expliquer la baisse de fertilité.

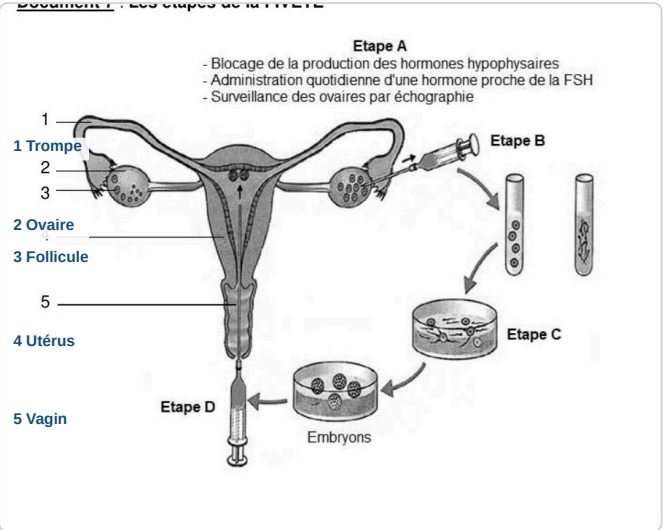
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Dysfonctionnement mitochondrial → ATP réduit → mobilité des spermatozoïdes diminuée → fertilité réduite.

FIVETE

Question 3.4. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 5 du document 7 sur les étapes de la FIVETE.

Les repères désignent les structures de l'appareil reproducteur féminin. Le repère 3 indique un follicule ovarien, tandis que le repère 2 désigne l'ovaire.

Document 7 : annotations des repères



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 Trompe utérine ; 2 ovaire ; 3 follicule ovarien ; 4 utérus ; 5 vagin.

Question 3.5. Décrire les étapes B à D de la FIVETE présentées dans le document 7.

1. **Étape B :** prélèvement des ovocytes dans les ovaires par ponction.
2. **Étape C :** mise en contact des ovocytes avec les spermatozoïdes au laboratoire, puis développement des ovocytes fécondés en embryons.
3. **Étape D :** transfert d'un ou de plusieurs embryons dans l'utérus.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> B : ponction des ovocytes ; C : fécondation et développement embryonnaire ; D : transfert dans l'utérus.

Stimulation ovarienne

Question 3.6. Analyser le document 8 sur l'échographie des ovaires après traitement hormonal et en déduire l'intérêt des injections de l'hormone utilisée dans le cadre de la procréation médicalement assistée.

L'échographie montre plusieurs follicules de De Graaf dans l'ovaire après le traitement. L'hormone, proche de la FSH, stimule la croissance et la maturation des follicules. Cette stimulation peut permettre de recueillir plusieurs ovocytes lors de la ponction, puis d'en féconder plusieurs en FIVETE.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les injections stimulent la maturation de plusieurs follicules et favorisent le recueil de plusieurs ovocytes.

ICSI

Question 3.7. Définir les termes soulignés dans le passage consacré aux indications de l'ICSI.

Oligospermie : concentration de spermatozoïdes dans le sperme inférieure à la normale.
Salpingite : inflammation d'une ou des deux trompes utérines, susceptible de provoquer leur obstruction.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oligospermie : concentration spermatique trop faible. Salpingite : inflammation d'une ou des deux trompes.

Question 3.8. À l'aide des résultats du spermogramme, justifier l'utilisation de l'ICSI lorsque l'homme est atteint d'une maladie mitochondriale.

Le spermogramme révèle une mobilité de 15 % après une heure, inférieure à la référence d'au moins 40 %. La maladie mitochondriale peut compromettre l'apport énergétique nécessaire au mouvement du flagelle. L'ICSI consiste à injecter directement un spermatozoïde dans le cytoplasme de l'ovocyte : elle contourne ainsi l'obstacle lié à la mobilité insuffisante pour atteindre l'ovocyte.

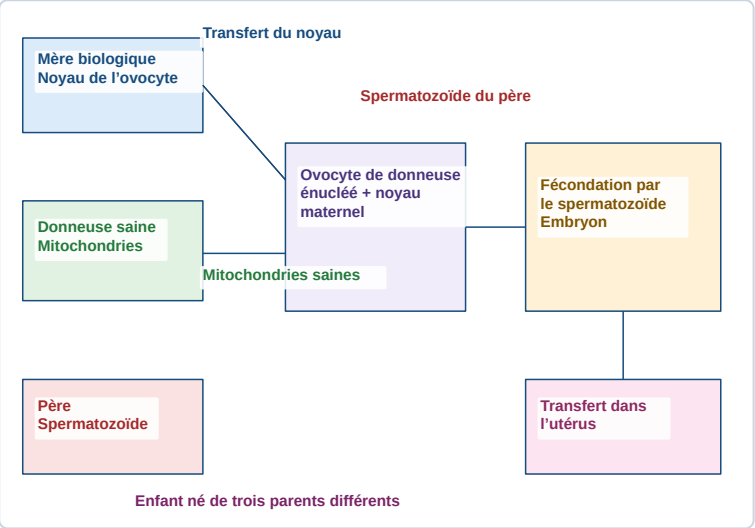
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'ICSI contourne la mobilité insuffisante : 15 % au lieu d'au moins 40 %.

Prévention de la transmission mitochondriale

Question 3.9. Construire, à l'aide du texte, un schéma expliquant la technique de procréation médicalement assistée décrite : transfert du noyau de l'ovocyte de la mère biologique dans l'ovocyte énucléé d'une donneuse saine, fécondation par les spermatozoïdes du père, puis transfert de l'embryon dans l'utérus. Mettre en évidence en couleurs l'expression « enfant né de trois parents différents ».

Le noyau de l'ovocyte de la donneuse saine est retiré, puis remplacé par celui de la mère biologique. L'ovocyte reconstitué, qui conserve les mitochondries de la donneuse, est fécondé par un spermatozoïde du père. L'embryon obtenu est transféré dans l'utérus.

Transfert nucléaire pour éviter la transmission d'une maladie mitochondriale



✓ RÉPONSE À RETENIR

L'enfant reçoit l'ADN nucléaire de ses parents et l'ADN mitochondrial de la donneuse.

6. Synthèse sur les causes et les conséquences des pathologies mitochondriales

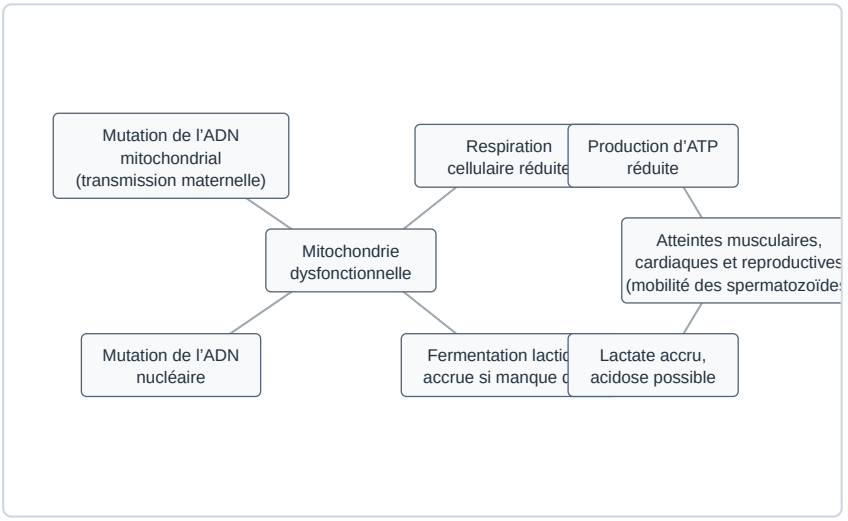
La dernière partie demande de relier les causes possibles des pathologies mitochondriales aux conséquences fonctionnelles étudiées dans le sujet. La réponse peut prendre la forme d'un texte court, d'un schéma ou d'une carte mentale.

Synthèse

Question 4. Présenter de manière synthétique, sous la forme d'un texte court, d'un schéma ou d'une carte mentale, les causes possibles des pathologies mitochondriales et leurs conséquences sur le fonctionnement des différentes structures étudiées.

Les pathologies mitochondriales peuvent être dues à une mutation de l'ADN mitochondrial, transmise par la mère, ou de l'ADN nucléaire, qui peut coder des protéines mitochondriales. Le dysfonctionnement mitochondrial perturbe la respiration et réduit la production d'ATP. Le déficit énergétique atteint surtout les muscles, le cœur et les spermatozoïdes, dont la mobilité peut diminuer. Si la respiration est insuffisante, la fermentation lactique peut augmenter : l'accumulation de lactate acidifie les liquides corporels.

Causes et conséquences des pathologies mitochondriales



Les deux origines génétiques convergent vers un dysfonctionnement mitochondrial. Le déficit d'ATP et l'acidose lactique possible perturbent les organes étudiés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mutation génétique → dysfonctionnement mitochondrial → déficit d'ATP et accumulation possible de lactate → atteintes musculaires, cardiaques et reproductives.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC ST2S

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2023)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité ST2S, session 2023, code 23-2SCBPHLR1, d'une durée de 4 heures et de coefficient 16. Elle comprend une partie Chimie et une partie Biologie et physiopathologie humaines autour des pathologies mitochondriales. Les compétences évaluées couvrent chimie de l'acide lactique, radioactivité, génétique, métabolisme énergétique, atteintes cardiaques et procréation médicalement assistée.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La concentration massique se calcule par Cm = C × M, en convertissant les unités avant de comparer le résultat à une valeur de référence.
- Un acide de Brönsted cède un proton H^+ à une base, tandis qu'une base de Brönsted capte un proton H^+.
- La demi-vie radioactive est la durée nécessaire pour que l'activité d'un échantillon soit divisée par deux.
- La glycolyse produit 2 ATP par glucose; la respiration cellulaire mitochondriale utilise O_2 et produit davantage d'ATP que la fermentation lactique.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour comparer des concentrations, convertir mmol·L^{-1} en mol·L^{-1}, multiplier par la masse molaire, puis convertir g·L^{-1} en mg·L^{-1}.
- Pour étudier une désintégration, comparer les nombres de nucléons et les numéros atomiques avant d'identifier la particule émise.
- Pour interpréter un document médical, citer les données mesurées, les comparer aux références ou à l'image témoin, puis formuler une conclusion.
- Pour l'hérédité, justifier le mode de transmission et les génotypes à partir des générations, des individus atteints et du sexe des individus.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment comparer une concentration en mmol·L^{-1} aux valeurs de référence en mg·L^{-1} ?

Convertir la concentration en mol·L^{-1}, puis la multiplier par la masse molaire en g·mol^{-1}. Convertir ensuite les g·L^{-1} en mg·L^{-1} et comparer le résultat à l'intervalle de référence indiqué.

Q : Comment déterminer la demi-vie à partir de la courbe du technétium-99m ?

Lire l'activité initiale sur l'axe vertical, la diviser par deux, puis repérer sur la courbe le temps correspondant à cette activité. Ce temps écoulé est la demi-vie radioactive du technétium-99m.

Q : Le sujet donne-t-il une répartition précise du temps et des points pour chaque question ?

Non. Il donne une durée indicative d'une heure et un coefficient 3 pour la Chimie, puis trois heures et un coefficient 13 pour la Biologie et physiopathologie humaines. Les exercices de Chimie sont chacun notés sur 10.

Q : Comment justifier une conclusion à partir d'un tableau ou d'une image médicale ?

Relever les données pertinentes du document, les comparer aux valeurs de référence ou au document témoin, puis expliquer ce qu'elles montrent en lien avec la question. Le sujet indique que la qualité rédactionnelle et la démarche de recherche sont prises en compte.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacst2s.fr/assets/annales/bac-st2s/Chimie - Biologie et physiopathologie humaines/2023/Bac ST2S - Chimie - Biologie et physiopathologie humaines - Session 2023 - 1-Sujet.pdf
Ressources Bac ST2S : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.