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

BAC ST2S • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

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

Session 2022 • Code sujet : **22-2SCBPHNC1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **16**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Exploration pulmonaire par imagerie médicale** (8 questions) — **Page 3**
2. **Capacité respiratoire et oxygénothérapie** (7 questions) — **Page 6**
3. **Un sommeil réparateur pour se sentir mieux** (8 questions) — **Page 8**
4. **Cancer du sang et immunothérapie** (28 questions) — **Page 12**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 22**

Sujet officiel (PDF) : https://bacst2s.fr/assets/annales/bac-st2s/Chimie - Biologie et physiopathologie humaines/2022/Bac ST2S - Chimie - Biologie et physiopathologie humaines - Session 2022 - 4-Sujet.pdf

1. Exploration pulmonaire par imagerie médicale

Dans le contexte d'un lymphome associé à des difficultés respiratoires, des examens d'imagerie peuvent être prescrits. L'exercice étudie la radiographie et les rayons X, leur absorption par les tissus, puis la scintigraphie et la désintégration du molybdène-99.

Question 1. Rappeler le principe de la radiographie en précisant la nature des ondes utilisées.

Une source émet un faisceau de rayons X qui traverse le patient. Les tissus en absorbent une partie, variable selon leur nature et leur épaisseur. Un détecteur enregistre le rayonnement transmis et produit une image contrastée. Les rayons X sont des ondes électromagnétiques ionisantes. Les différences d'absorption entre les tissus permettent donc de visualiser les structures internes du corps.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La radiographie forme une image grâce à l'absorption différentielle des rayons X par les tissus.

Question 2. Citer un point commun et une différence entre la radiographie et la radiothérapie.

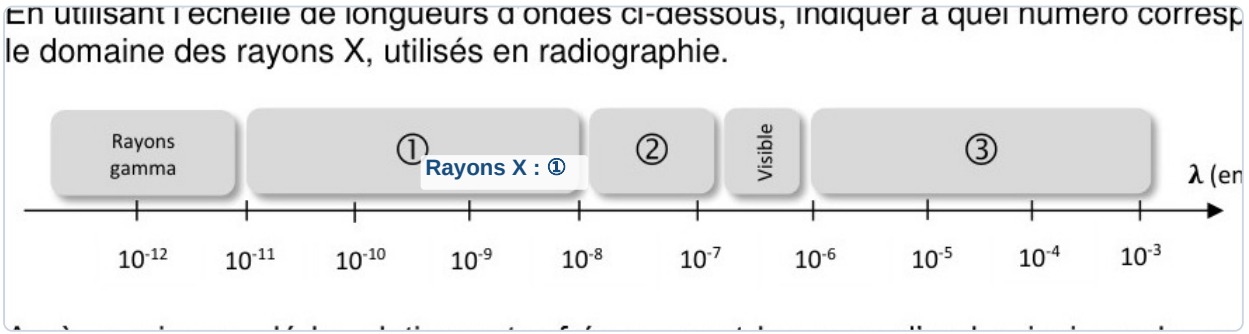
Les deux techniques utilisent des rayonnements ionisants, notamment des rayons X ou des rayonnements apparentés. Leur objectif diffère : la radiographie est un examen diagnostique qui produit une image de l'intérieur du corps, tandis que la radiothérapie est un traitement destiné à détruire ou à freiner les cellules tumorales. Le point commun porte donc sur la nature des rayonnements, et la différence sur leur usage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Point commun : rayonnements ionisants. Radiographie : diagnostic. Radiothérapie : traitement des cellules tumorales.

Question 3. À l'aide de l'échelle des longueurs d'onde, indiquer le numéro correspondant au domaine des rayons X utilisés en radiographie.

Sur l'échelle du sujet, le domaine ① est placé entre les rayons gamma et le domaine ②. Il couvre les longueurs d'onde situées approximativement entre 10^{-11} m et 10^{-8} m. C'est l'intervalle attribué aux rayons X. Le domaine recherché est donc celui portant le numéro ①.

Domaine des rayons X repéré



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le domaine des rayons X porte le numéro ①.

Question 4. Rappeler la relation entre fréquence et longueur d'onde ainsi que les unités associées, puis déterminer l'intervalle de fréquences correspondant aux rayons X à partir de l'échelle de la question 3.

La relation entre la fréquence et la longueur d'onde est $c = \lambda f$, donc $f = c/\lambda$. La fréquence s'exprime en hertz (Hz) et la longueur d'onde en mètres (m). D'après l'échelle, les rayons X correspondent à $10^{-11} \leq \lambda \leq 10^{-8}$ m. Comme $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, les fréquences extrêmes s'obtiennent en divisant cette valeur par chaque borne de longueur d'onde.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les fréquences des rayons X sont comprises entre $3{,}00 \times 10^{16}$ et $3{,}00 \times 10^{19}$ Hz.

Question 5. À partir de la radiographie thoracique du document 2, identifier les tissus corporels représentés qui absorbent le plus fortement les rayons X et proposer une explication en vous appuyant sur le document 1.

Tissu visible	Absorption des rayons X	Éléments caractéristiques
Os	Forte	Sels minéraux : calcium, phosphore et magnésium
Tissus mous, notamment poumons	Plus faible	Principalement hydrogène, carbone, azote et oxygène

Les os apparaissent plus clairs sur la radiographie, car ils absorbent davantage de rayons X. Leurs sels minéraux contiennent des éléments dont les numéros atomiques sont supérieurs à ceux des éléments dominants des tissus mous, notamment le calcium de numéro atomique 20, contre 1 à 8 pour H, C, N et O.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les os absorbent le plus les rayons X grâce à leurs sels minéraux, riches en éléments de numéro atomique élevé.

Question 6. Donner la composition d'un noyau atomique de molybdène-99.

Le symbole du molybdène-99 indique un nombre de masse $A = 99$ et un numéro atomique $Z = 42$. Le numéro atomique donne le nombre de protons du noyau. Le nombre de neutrons est la différence entre le nombre de masse et le numéro atomique : $99 - 42 = 57$. Le noyau contient donc 42 protons et 57 neutrons.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le noyau de molybdène-99 contient 42 protons et 57 neutrons.

Question 7. Compléter le symbole de la particule A dans l'équation de désintégration du molybdène-99 en remplaçant les pointillés par les nombres appropriés.

On applique les lois de conservation dans l'équation nucléaire. Le nombre de masse se conserve : $99 = 99 + A$, donc la particule a un nombre de masse égal à 0. La charge électrique se conserve également : $42 = 43 + Z$, donc son numéro atomique est -1. La particule s'écrit alors ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le symbole de la particule A est ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$.

Question 8. Identifier la particule A et nommer le type de désintégration subi par le molybdène-99.

La particule ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$ est un électron, noté β^{-}. Dans cette désintégration, un neutron du noyau se transforme en proton, ce qui augmente le numéro atomique de 42 à 43. Le nombre de masse reste égal à 99, conformément à l'équation. La présence de cet électron caractérise une désintégration bêta moins du molybdène-99.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> A est un électron β^{-} : le molybdène-99 subit une désintégration bêta moins.

2. Capacité respiratoire et oxygénothérapie

Un diagramme spirométrique présente les volumes respiratoires d'un adulte sain et permet d'estimer le volume de dioxygène inspiré. L'exercice applique la loi des gaz parfaits au stockage de dioxygène comprimé et à l'estimation de la durée d'utilisation d'une bouteille en situation de repos.

Question 1. À partir du document 1, exprimer la capacité pulmonaire vitale puis la capacité pulmonaire totale d'un adulte sain en fonction des volumes VT, VRI, VRE et VR.

Sur le diagramme, la capacité vitale correspond au volume mobilisable entre une inspiration forcée maximale et une expiration forcée maximale. Elle réunit le volume tidal et les deux volumes de réserve, inspiratoire et expiratoire : $CV = V_T + V_{RI} + V_{RE}$. La capacité pulmonaire totale comprend aussi le volume d'air qui reste dans les poumons après l'expiration forcée, appelé volume résiduel V_R. Ainsi, $CPT = CV + V_R$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $CV = V_T + V_{RI} + V_{RE}$; $CPT = V_T + V_{RI} + V_{RE} + V_R$.

Question 2. À partir du document 1 et des données, montrer qu'un adulte sain inspire environ 105 mL de dioxygène lors d'une inspiration d'air à la pression atmosphérique normale, dont le volume est égal au volume tidal.

Le document 1 indique un volume tidal de $V_T = 500\ \text{mL}$. La proportion de dioxygène dans l'air étant de 21 %, le volume de dioxygène inspiré est égal à 21 % du volume d'air inspiré. On obtient $V_{O_2} = 0{,}21 \times 500 = 105\ \text{mL}$. La pression atmosphérique n'intervient pas dans ce calcul de proportion volumique. L'adulte inspire donc environ 105 mL de dioxygène par inspiration normale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ $105\ \text{mL}$ de dioxygène par inspiration normale.

Question 3. En vous appuyant sur la relation du document 2, justifier que la pression du gaz dans la bouteille diminue au fur et à mesure qu'elle se vide, à température constante.

La loi des gaz parfaits s'écrit $PV = nRT$. Dans la bouteille, le volume V reste fixe et la température T est constante. On peut donc écrire $P = \frac{nRT}{V}$: dans ces conditions, la pression est proportionnelle à la quantité de gaz n. Lorsque la bouteille se vide, la quantité de dioxygène présente diminue. La pression à l'intérieur de la bouteille diminue donc elle aussi.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À volume et température constants, la pression diminue avec la quantité de dioxygène restante.

Question 4. Convertir en pascals la pression de 200 bar régnant dans les bouteilles de stockage.

La conversion donnée est $1\ \text{bar} = 10^5\ \text{Pa}$. Pour convertir 200 bar en pascals, on multiplie la pression en bar par 10^5. Ainsi, $P = 200 \times 10^5 = 2{,}00 \times 10^7\ \text{Pa}$. La pression de stockage est donc de vingt millions de pascals.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $200\ \text{bar} = 2{,}00 \times 10^7\ \text{Pa}$.

Question 5. En exploitant la relation du document 2, vérifier qu'une bouteille de 5 L sous une pression de 200 bar contient la même quantité de dioxygène qu'un volume de 1 m³ sous une pression de 1 bar, à la même température.

À température identique, la loi $PV = nRT$ montre que la quantité de gaz n est proportionnelle au produit PV. Pour la bouteille, ce produit vaut $200 \times 5 = 1000\ \text{bar} \cdot \text{L}$. Pour l'autre volume, $1\ \text{m}^3 = 1000\ \text{L}$, donc le produit vaut $1 \times 1000 = 1000\ \text{bar} \cdot \text{L}$. Les produits étant égaux, les deux volumes contiennent la même quantité de dioxygène.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les deux volumes contiennent la même quantité de dioxygène.

Question 6. Calculer la masse de dioxygène contenue dans la bouteille de 5 L à 20 °C et sous une pression de 200 bar.

On applique $PV = nRT$ avec $P = 200 \times 10^5\ \text{Pa}$, $V = 5 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$ et $T = 20 + 273{,}15 = 293{,}15\ \text{K}$. Ainsi, $n = PV/(RT) \approx 41{,}03\ \text{mol}$. Avec $M_{O_2} = 32{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, la masse vaut $m = nM_{O_2} \approx 1313\ \text{g}$, soit environ 1,31 kg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La bouteille contient environ $1{,}31\ \text{kg}$ de dioxygène.

Question 7. À partir des résultats des questions 2 et 5, calculer la durée d'utilisation de la bouteille de 5 L pour un patient dont la fréquence respiratoire au repos est de 15 cycles par minute.

D'après la question 5, la bouteille fournit l'équivalent de $1\ \text{m}^3 = 1000\ \text{L}$ de dioxygène à 1 bar. Chaque inspiration utilise environ $105\ \text{mL} = 0{,}105\ \text{L}$ de dioxygène, d'après la question 2. La bouteille permet donc $1000/0{,}105 \approx 9524$ inspirations. À 15 cycles par minute, la durée est $9524/15 \approx 635$ minutes, soit environ 10 h 35 min.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Durée d'utilisation : environ $635\ \text{min}$, soit $10\ \text{h}\ 35\ \text{min}$.

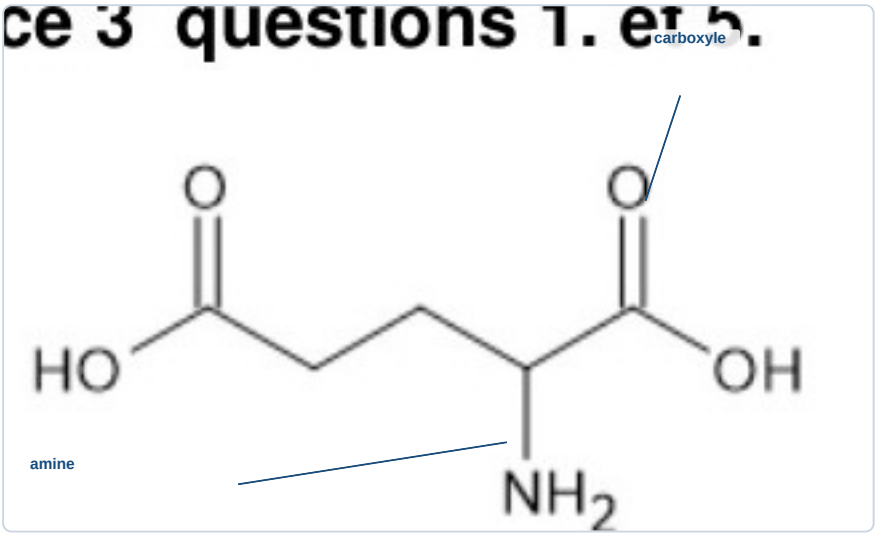
3. Un sommeil réparateur pour se sentir mieux

L'acide glutamique est présenté comme un précurseur du GABA, neurotransmetteur aux propriétés sédatives, et une enzyme favorise cette transformation. L'exercice porte sur les groupes caractéristiques, le carbone asymétrique, les énantiomères et la complémentarité entre l'acide glutamique et le site de liaison enzymatique.

Question 1. Sur la formule topologique de l'acide glutamique de l'annexe, entourer et nommer les deux groupes caractéristiques qui justifient l'appartenance de cette molécule à la famille des acides aminés.

Les deux groupes caractéristiques sont le groupe amine **–NH_2** et le groupe carboxyle **–COOH**. Sur l'annexe, entourer le groupe –NH_2 et l'un des deux groupes –COOH, par exemple celui lié au carbone portant –NH_2. Le second groupe carboxyle de la chaîne latérale n'est pas nécessaire pour identifier ces deux fonctions caractéristiques.

Fonctions caractéristiques de l'acide glutamique



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Groupe amine –NH_2 et groupe carboxyle –COOH.

Question 2. Préciser, en justifiant, s'il s'agit d'un acide α-aminé.

Le carbone α est le carbone directement voisin du carbone du groupe carboxyle. Sur la formule de l'acide glutamique, le groupe –NH_2 est lié au carbone α, adjacent au groupe –COOH de droite. L'autre groupe –COOH est porté par la chaîne latérale et ne modifie pas cette classification. L'acide glutamique est donc un acide α-aminé.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Oui : –NH_2 est porté par le carbone α, voisin du groupe –COOH.

Question 3. À partir de la formule topologique de l'annexe, indiquer si l'acide gamma-aminobutyrique est aussi un acide aminé.

Oui. La formule du GABA comporte un groupe amine $–NH_2$ et un groupe carboxyle –COOH : c'est donc un acide aminé. Cependant, l'amine est située sur le carbone γ de la chaîne, et non sur le carbone α voisin du groupe carboxyle. Le GABA est ainsi un acide γ-aminé, tandis que l'acide glutamique est un acide α-aminé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui, le GABA est un acide γ-aminé.

Question 4. Définir un atome de carbone asymétrique et indiquer la propriété qui découle de la présence d'un tel atome dans une molécule.

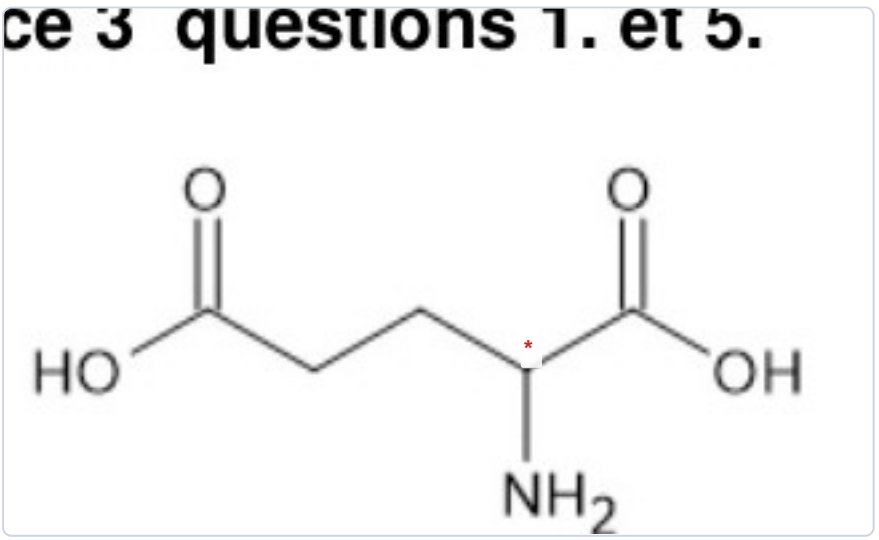
Un carbone asymétrique est lié à quatre substituants différents. Sa présence peut donner deux configurations spatiales de la molécule, images l'une de l'autre dans un miroir et non superposables : ce sont des énantiomères. Ces formes peuvent avoir des propriétés biologiques différentes et être reconnues différemment par une enzyme. Dans l'acide glutamique, les quatre substituants sont H, $–NH_2$, –COOH et $–CH_2–CH_2–COOH$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un carbone lié à quatre groupes différents peut donner deux énantiomères, images miroir non superposables.

Question 5. Sur la formule topologique de l'acide glutamique de l'annexe, repérer par un astérisque la position de l'atome de carbone asymétrique.

Le carbone asymétrique est le carbone α, celui qui porte le groupe $–NH_2$ et qui est lié au groupe –COOH de droite. Il est aussi lié à un hydrogène et à la chaîne $–CH_2–CH_2–COOH$: ses quatre substituants sont différents. Placer l'astérisque sur ce carbone central de la formule de l'annexe.

Carbone asymétrique de l'acide glutamique



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

* sur le carbone portant $–NH_2$, entre –COOH et $–CH_2–CH_2–COOH$.

Question 6. Justifier que l'acide glutamique possède deux énantiomères et préciser ce que signifie ce terme.

L'acide glutamique possède un carbone asymétrique, lié à quatre groupes différents. Il peut donc exister en deux configurations spatiales. Ces deux molécules sont des énantiomères : elles sont images l'une de l'autre dans un miroir, mais ne sont pas superposables. Elles ont la même formule et les mêmes liaisons entre atomes, mais diffèrent par la disposition des groupes autour du carbone asymétrique. Elles sont désignées L et D.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

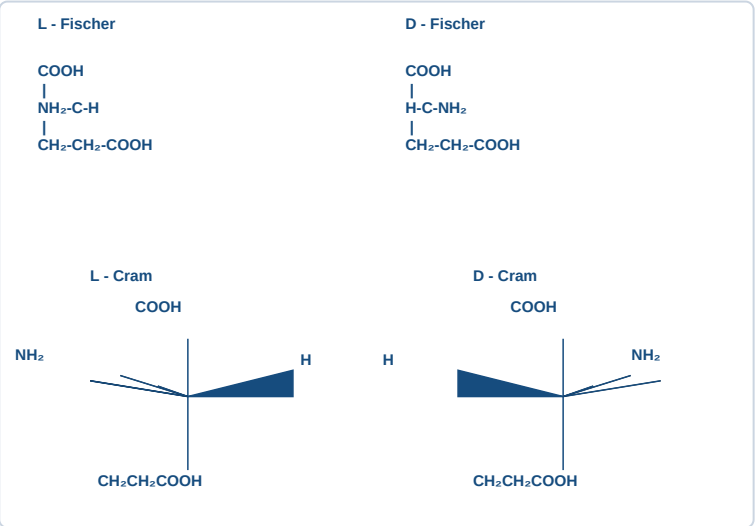
Deux énantiomères, L et D : images miroir non superposables.

Question 7. Donner les représentations de Fisher et de Cram des deux énantiomères de l'acide glutamique.

En représentation de Fischer, placer –COOH en haut et $–CH_2–CH_2–COOH$ en bas : les liaisons verticales vont vers l'arrière et les horizontales vers l'observateur. Pour L, $–NH_2$ est à gauche ; pour D, il est à droite. En représentation de Cram, conserver les groupes carbonés dans le plan et inverser les positions spatiales de $–NH_2$ et H entre les deux énantiomères.

```
L (Fischer)                D (Fischer)
   COOH                       COOH
    |                          |
NH2–C–H                    H–C–NH2
    |                          |
CH2–CH2–COOH               CH2–CH2–COOH
```

Représentations de Fischer et de Cram des énantiomères



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Fischer : L, $–NH_2$ à gauche ; D, $–NH_2$ à droite. En Cram, inverser $–NH_2$ et H.

Question 8. À l'aide du schéma du site récepteur, justifier pourquoi l'enzyme favorisant la synthèse du GABA ne peut se lier qu'à l'un des énantiomères de l'acide glutamique.

Le site enzymatique possède trois emplacements complémentaires aux groupes $–CO_2H$, $–NH_2$ et $–CH_2–CH_2–CO_2H$. Sur le schéma, ces groupes de l'énantiomère L coïncident avec les récepteurs : l'acide glutamique peut se lier à l'enzyme. Dans l'énantiomère D, leur disposition spatiale est inversée et deux groupes ne correspondent plus aux sites indiqués. La liaison spécifique n'est donc possible qu'avec l'énantiomère L.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Seul l'énantiomère L présente la complémentarité spatiale nécessaire à la liaison.

4. Cancer du sang et immunothérapie

La partie étudie les lymphomes, le myélome multiple et la leucémie myéloïde chronique à partir d'un cas clinique et de documents biologiques. Elle évalue l'analyse d'examens, la génétique et la différenciation cellulaires, ainsi que les anticorps et les cellules CAR-T; le candidat choisit le parcours A ou B pour les questions indiquées et traite toutes les autres.

Étude d'un cas clinique

Question 1.1.1. Donner les termes médicaux correspondant aux deux expressions soulignées dans le cas de monsieur G., puis définir les deux termes médicaux en caractères gras.

Les expressions soulignées sont **difficultés respiratoires**, ou dyspnée, et **inflammation des bronches**, ou bronchite. La pyrexie est une élévation de la température corporelle, autrement dit une fièvre. Les expectorations sont les sécrétions provenant des voies respiratoires, rejetées par la bouche lors de la toux. Il faut distinguer ces deux termes en gras des deux expressions soulignées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Dyspnée ; bronchite. Pyrexie : fièvre. Expectorations : sécrétions respiratoires expulsées par la toux.

Choix A - Étude d'un cas clinique

Question 1.1.2. Citer l'intérêt de l'antibiogramme.

L'antibiogramme teste la croissance de la bactérie en présence de plusieurs antibiotiques. La taille des zones où les bactéries ne se développent pas permet de déterminer si la souche est sensible, intermédiaire ou résistante à chaque antibiotique. Cet examen aide ainsi le médecin à choisir un antibiotique adapté à la bactérie responsable de l'infection.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Déterminer les antibiotiques efficaces contre la bactérie et guider le choix du traitement.

Question 1.1.3. À l'aide du document 1, analyser et interpréter les résultats de l'antibiogramme de monsieur G., puis déduire le ou les antibiotiques que le médecin pourra prescrire pour lutter efficacement contre l'infection respiratoire.

On compare les diamètres des zones d'inhibition aux seuils du document 1 : une zone supérieure à D indique une sensibilité, entre d et D une sensibilité intermédiaire. Sur la boîte représentée à l'échelle réelle, la zone de streptomycine dépasse son seuil D. Les zones de pénicilline, d'amoxicilline et de céfalotine se situent entre leurs seuils d et D.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Souche sensible à la streptomycine et intermédiaire à la pénicilline, l'amoxicilline et la céfalotine. Antibiotique à retenir : streptomycine.

Question 1.1.4. Définir les quatre termes médicaux en caractères gras dans la description de l'évolution de l'état de monsieur G. et des examens réalisés.

Antibiothérapie : traitement d'une infection par des antibiotiques. **Asthénie** : fatigue ou faiblesse générale. **Hémoptysie** : expectoration de sang provenant des voies respiratoires, généralement lors d'une toux. **Hémogramme** : examen qui mesure et analyse les éléments figurés du sang, notamment les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Antibiothérapie : traitement antibiotique ; asthénie : fatigue ; hémoptysie : sang expectoré ; hémogramme : analyse des cellules sanguines.

Étude d'un cas clinique

Question 1.1.5. À l'aide du document 2, décrire le principe de la scanographie et préciser ses intérêts diagnostiques par rapport à la radiographie conventionnelle dans le cas de monsieur G.

Le tube émetteur de rayons X tourne autour du patient. Des détecteurs mesurent les rayons transmis sous différents angles, puis un système informatique reconstitue des images en coupes. La radiographie conventionnelle donne une image plane où les structures se superposent ; la scanographie permet de mieux localiser les anomalies et d'en évaluer l'étendue. Elle précise donc la répartition des opacités thoraciques et l'atteinte éventuelle des ganglions.

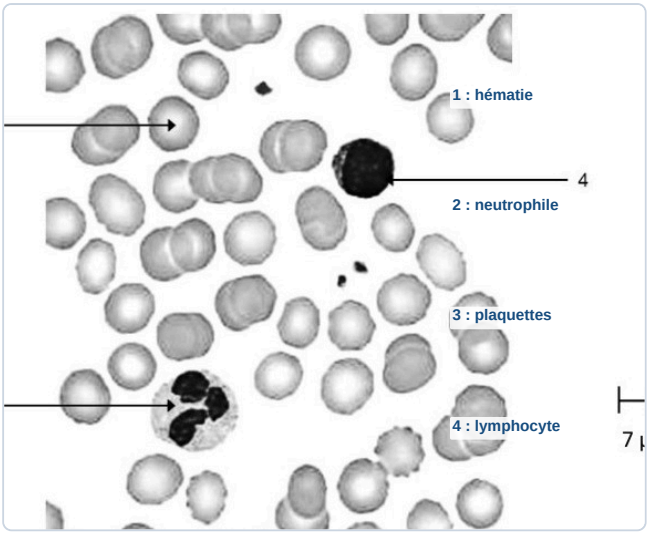
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les coupes scanographiques localisent les anomalies sans superposition et précisent leur étendue dans le thorax et les ganglions.

Question 1.1.6. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 4 du frottis sanguin de référence présenté dans le document 3.

Le repère 1 pointe une hématie, reconnaissable à sa forme de disque. Le repère 2 indique un polynucléaire neutrophile, dont le noyau est plurilobé. Le repère 3 désigne des plaquettes, petits fragments cellulaires. Le repère 4 montre un lymphocyte, caractérisé par son gros noyau sombre. Ces quatre éléments sont identifiables sur le frottis de référence.

Frottis sanguin annoté



✓ RÉPONSE À RETENIR

1 : hématie ; 2 : polynucléaire neutrophile ; 3 : plaquettes ; 4 : lymphocyte.

Question 1.1.7. Analyser et interpréter les résultats de l'hémogramme de monsieur G. en utilisant le vocabulaire médical approprié.

L'hémoglobine et les érythrocytes sont sous les valeurs de référence : monsieur G. présente une anémie. Les leucocytes sont élevés, essentiellement du fait de l'augmentation des lymphocytes : c'est une hyperleucocytose avec lymphocytose. Les autres catégories de leucocytes sont dans les valeurs de référence. Les thrombocytes sont diminués, ce qui correspond à une thrombopénie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Anémie, hyperleucocytose avec lymphocytose et thrombopénie.

Choix A - Traitement du lymphome par des anticorps monoclonaux

Question 1.2.1. À partir du document 4, nommer les sites A et B de l'anticorps et préciser leur rôle respectif dans la réponse immunitaire.

Le site **A**, situé aux extrémités des deux bras, correspond aux régions variables qui se fixent spécifiquement à l'antigène. Il assure donc sa reconnaissance. Le site **B**, à la base de l'anticorps, appartient à la région constante des chaînes lourdes, appelée fragment Fc. Cette région intervient dans le recrutement et l'activation de mécanismes effecteurs immunitaires.

✓ RÉPONSE À RETENIR

A : sites de fixation spécifique de l'antigène. B : région constante Fc, impliquée dans les mécanismes effecteurs.

Question 1.2.2. À l'aide du texte, justifier l'utilisation des anticorps monoclonaux dans le traitement des lymphomes.

Les cellules tumorales du lymphome expriment une protéine particulière. Les anticorps monoclonaux, produits par un même clone de cellules immunitaires, reconnaissent un antigène précis. Ils peuvent donc se fixer spécifiquement à la protéine tumorale et cibler les cellules qui la portent. Cette reconnaissance dirigée permet de mobiliser les défenses immunitaires contre les cellules du lymphome.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ils ciblent spécifiquement une protéine exprimée par les cellules tumorales du lymphome.

Question 1.2.3. Argumenter l'efficacité des anticorps bispécifiques dans le traitement des cancers.

Un anticorps bispécifique reconnaît deux molécules différentes à la fois : l'une portée par la cellule cancéreuse, l'autre par une cellule immunitaire. En se fixant aux deux, il rapproche ces cellules et facilite le contact entre la cellule immunitaire et sa cible tumorale. Cette proximité favorise la reconnaissance et la destruction de la cellule cancéreuse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il rapproche une cellule immunitaire de la cellule tumorale et favorise sa destruction ciblée.

Choix B - Symptômes du myélome multiple

Question 2.1.1. Décomposer les deux termes en caractères gras du texte en unités de sens, en préciser la signification et en déduire leur définition. Donner également les termes médicaux correspondant aux deux expressions soulignées.

Asymptomatique se décompose en *a-*, « sans », et *symptôme*, manifestation d'une maladie : le myélome peut ne provoquer aucun symptôme apparent. **Néphropathie** associe *néphro-*, « rein », et *-pathie*, « maladie » : c'est une maladie rénale. Une vitesse de sédimentation élevée est une VS accélérée ; la présence de protéines dans les urines est une protéinurie.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Asymptomatique : sans symptôme ; néphropathie : maladie rénale ; VS accélérée ; protéinurie.

Question 2.1.2. Établir le lien entre la concentration élevée de calcium dans le sang et la présence de fractures multiples.

Dans le myélome, la destruction du tissu osseux libère des minéraux, dont le calcium, dans le sang : la calcémie augmente. La perte de matière osseuse fragilise les os et peut provoquer des douleurs. Des os fragilisés se fracturent plus facilement, ce qui explique la fréquence des fractures multiples observées chez les patients.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La destruction osseuse libère du calcium dans le sang et fragilise les os, favorisant les fractures.

Question 2.1.3. Expliquer comment une néphropathie peut entraîner la présence de protéines dans l'urine.

Les glomérules rénaux filtrent le sang, mais retiennent normalement les protéines, qui sont trop volumineuses pour passer en quantité importante dans l'urine. Une néphropathie peut altérer cette barrière de filtration ou la réabsorption tubulaire. Des protéines passent alors dans l'urine : cette anomalie est appelée protéinurie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'atteinte rénale laisse passer des protéines dans l'urine : c'est une protéinurie.

Choix B - Origine biologique du myélome

Question 2.2.1. À partir du document 5, indiquer deux modifications cellulaires majeures observées lors de la différenciation d'un lymphocyte B en plasmocyte, puis établir le lien entre ces modifications et la fonction des plasmocytes.

Le document 5 montre que le plasmocyte est plus volumineux que le lymphocyte B et que son réticulum endoplasmique granuleux (REG) est très développé. Ce réseau de membranes permet la synthèse des protéines. Ces modifications spécialisent le plasmocyte dans la production et la sécrétion d'une grande quantité d'immunoglobulines, notamment les IgG.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Plasmocyte plus volumineux et doté d'un REG développé : il sécrète massivement des anticorps.

Question 2.2.2. À partir du document 6, établir le lien entre le myélome multiple et le profil électrophorétique pathologique.

Le profil pathologique présente un pic étroit et marqué dans la zone des gamma-globulines, contrairement au profil normal, où cette zone est plus étalée. Dans le myélome, un plasmocyte tumoral se multiplie et produit en grande quantité une immunoglobuline identique. Cet excès d'une seule immunoglobuline explique le pic observé à l'électrophorèse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le pic étroit dans la zone gamma traduit la production excessive d'une immunoglobuline monoclonale.

Question 2.2.3. Argumenter l'affirmation selon laquelle le myélome multiple est une gammapathie monoclonale.

Le terme **gammapathie** indique une anomalie portant sur les gamma-globulines, dont font partie les immunoglobulines. Elle est **monoclonale** car, dans le myélome, un seul plasmocyte tumoral se multiplie et produit des immunoglobulines identiques. Le pic étroit de la zone gamma à l'électrophorèse confirme cette production issue d'un clone unique.

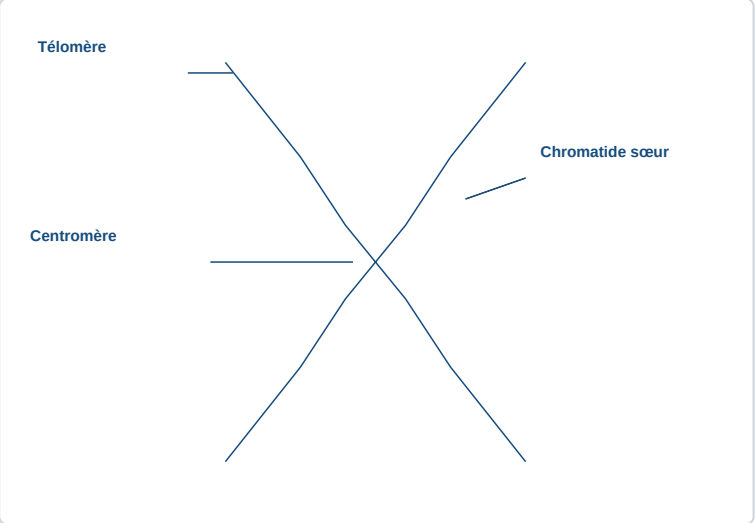
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Excès de gamma-globulines identiques, sécrétées par un seul clone tumoral de plasmocytes.

La leucémie myéloïde chronique - Origine génétique

Question 3.1.1. Réaliser un schéma annoté d'un chromosome.

Le schéma représente un chromosome dupliqué : il est formé de deux chromatides sœurs identiques réunies au niveau du centromère. Chaque chromatide porte des bras et se termine par des télomères. Le centromère maintient les chromatides associées jusqu'à leur séparation lors de la division cellulaire.

Chromosome dupliqué annoté



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chromosome dupliqué : deux chromatides sœurs reliées par un centromère ; télomères à leurs extrémités.

Question 3.1.2. Définir le terme souligné dans le texte du document 7.

Un **oncogène** est un gène dont une modification ou une activité anormale peut favoriser la transformation cancéreuse et la multiplication cellulaire. Dans la LMC, la translocation crée le gène de fusion BCR-ABL1. Celui-ci code une tyrosine kinase à forte activité, qui stimule la prolifération de la cellule porteuse de l'anomalie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un oncogène est un gène dont l'activité peut favoriser la transformation cancéreuse et la prolifération cellulaire.

Question 3.1.3. Expliquer pourquoi la leucémie myéloïde chronique n'est pas une maladie héréditaire, bien qu'elle soit liée à une anomalie génétique.

La translocation à l'origine de la LMC apparaît dans des cellules souches de la moelle osseuse rouge. Elle concerne donc des cellules somatiques, à l'origine de cellules sanguines, et non les cellules reproductrices. L'anomalie peut être transmise aux cellules issues de la cellule médullaire atteinte, mais elle ne se transmet pas à la descendance.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Anomalie acquise dans des cellules de la moelle osseuse, non dans les cellules reproductrices : elle n'est pas héréditaire.

Question 3.1.4. À partir de la séquence du brin transcrit du gène ABL1 et du tableau du code génétique, établir la séquence d'acides aminés correspondante et expliquer la démarche utilisée.

Le brin fourni est le brin transcrit : l'ARNm complémentaire se construit en remplaçant T par A, A par U, C par G et G par C. Dans le sens indiqué, il se lit par triplets : `AAA-CAA-UUG-UCC-GCG-CAG-GCC-GGU`. Le code génétique donne ensuite l'acide aminé correspondant à chaque codon. On obtient ainsi la séquence protéique attendue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Lys - Gln - Leu - Ser - Arg - Gln - Ala - Gly.

Question 3.1.5. Comparer les séquences d'ADN afin d'identifier, dans le gène de fusion BCR-ABL1, la séquence issue du gène ABL1 et celle issue du gène BCR.

La séquence du gène de fusion commence par `TTTGTTAACAGG`, fragment identique au début de la séquence ABL1 donnée. Les douze nucléotides suivants de la séquence de fusion sont `TAATGATTAGTA` ; ils correspondent à la partie provenant de BCR dans le fragment comparé. La séparation se fait donc après le fragment commun initial.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Partie ABL1 : TTTGTTAACAGG ; partie BCR : TAATGATTAGTA.

Question 3.1.6. Argumenter l'affirmation selon laquelle les protéines ABL1 et BCR-ABL1 n'ont pas exactement le même niveau d'activité biologique.

Le gène ABL1 normal code une tyrosine kinase à faible activité enzymatique. Après la translocation, le gène de fusion BCR-ABL1 code une tyrosine kinase à forte activité. Cette activité accrue stimule la multiplication des cellules qui portent l'anomalie et déclenche des mécanismes à l'origine de la leucémie myéloïde chronique.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

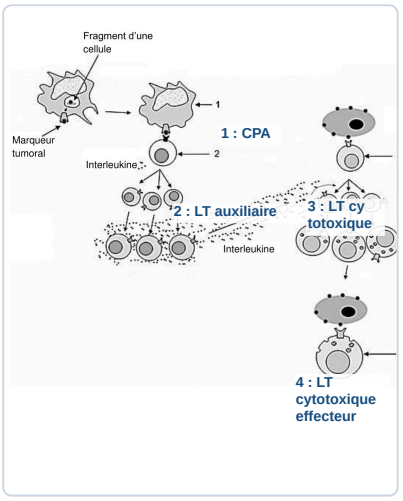
Kinase ABL1 : faible activité ; kinase BCR-ABL1 : forte activité, stimulant la prolifération cellulaire.

Immunothérapie et thérapie génique

Question 3.2.1. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 4 du document 8 sur la réponse immunitaire à médiation cellulaire.

Le repère 1 désigne une cellule présentatrice d'antigène qui expose un fragment tumoral. Le repère 2 est un lymphocyte T auxiliaire activé lors de cette présentation. Le repère 3 correspond à un lymphocyte T cytotoxique reconnaissant la cellule cible. Le repère 4 montre un lymphocyte T cytotoxique effecteur au contact de sa cible, prêt à la détruire.

Réponse immunitaire annotée



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

1 : cellule présentatrice d'antigène ; 2 : lymphocyte T auxiliaire ; 3 : lymphocyte T cytotoxique ; 4 : lymphocyte T cytotoxique effecteur.

Question 3.2.2. Indiquer l'intérêt du traitement médicamenteux visant à réduire le nombre de lymphocytes du patient avant l'injection des cellules CAR-T, à l'étape 4 du document 9.

Le traitement médicamenteux réduit les lymphocytes du patient avant l'injection des cellules CAR-T. Il diminue ainsi la compétition entre les lymphocytes déjà présents et les cellules thérapeutiques pour les ressources nécessaires à leur survie et à leur multiplication. Cette préparation favorise l'expansion des CAR-T et leur action contre les cellules tumorales.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Réduire la compétition lymphocytaire pour favoriser l'expansion et l'action des cellules CAR-T.

Question 3.2.3. Expliquer l'intérêt d'injecter au patient une très forte concentration en lymphocytes CAR-T.

Une forte concentration de cellules CAR-T augmente le nombre de lymphocytes capables de reconnaître le marqueur tumoral visé. La probabilité qu'ils rencontrent des cellules cancéreuses augmente, et davantage de cellules tumorales peuvent être attaquées. Cette injection vise donc à obtenir une réponse immunitaire antitumorale suffisamment importante.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Augmenter le nombre de lymphocytes capables de reconnaître et de détruire les cellules tumorales.

Question 3.2.4. Indiquer le risque encouru par le patient à la suite de la diminution de sa diversité lymphocytaire lors du traitement par cellules CAR-T, puis donner des mesures de prévention permettant de limiter ce risque.

Une diversité lymphocytaire diminuée réduit le nombre de cibles infectieuses que le système immunitaire peut reconnaître efficacement. Le patient est donc plus vulnérable aux infections. La prévention repose sur une surveillance médicale et des mesures d'hygiène, ainsi que sur des traitements préventifs ou un apport d'immunoglobulines si nécessaire. Les vaccinations sont évaluées par l'équipe médicale ; les vaccins vivants sont évités en cas d'immunodépression.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Risque accru d'infections. Prévention : surveillance, hygiène, prophylaxie médicale et vaccinations adaptées à l'immunodépression.

Question 3.2.5. À l'aide du document 10, indiquer les particularités moléculaires du lymphocyte CAR-T qui lui permettent d'identifier spécifiquement une cellule cancéreuse et de la lyser.

Le lymphocyte CAR-T porte à sa surface un récepteur antigénique chimérique, le CAR, introduit par modification génétique. La partie de reconnaissance du CAR se fixe spécifiquement à un marqueur tumoral de la cellule cancéreuse. Cette fixation active le lymphocyte T, qui attaque la cellule cible et provoque sa lyse, comme le montre le document 10.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le CAR reconnaît un marqueur tumoral spécifique et active le lymphocyte T, qui lyse la cellule cancéreuse.

Bilan

Question 4. Présenter, sous la forme au choix d'un texte court, d'une carte mentale, d'un schéma ou d'un tableau, l'origine de certains cancers du sang, leurs conséquences sur l'organisme et les traitements mis en place.

Cancer	Origine	Conséquences	Traitements
Lymphome	Multiplication excessive de lymphocytes	Atteinte des ganglions ou d'autres organes	Chimiothérapie, radiothérapie, immunothérapie
Myélome	Prolifération clonale de plasmocytes	Excès d'immunoglobulines, lésions osseuses, atteinte rénale	Chimiothérapie, greffe, immunothérapie
LMC	Translocation 9;22 et formation de BCR-ABL1 dans la moelle	Prolifération anormale de cellules médullaires	Thérapie ciblée, greffe selon le cas

Les traitements généraux des cancers du sang comprennent aussi la radiothérapie et l'immunothérapie, notamment les anticorps monoclonaux et les cellules CAR-T. Ils visent à éliminer les cellules tumorales ou à mobiliser les défenses immunitaires.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Lymphome : lymphocytes ; myélome : plasmocytes ; LMC : anomalie acquise BCR-ABL1. Les traitements incluent chimiothérapie, radiothérapie, greffe, thérapies ciblées et immunothérapie.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité STSS, session 2022, code 22-2SCBPHNC1, durée 4 heures, coefficient 16. La chimie, coefficient 3, propose trois exercices dont deux sont à traiter; la BPH, coefficient 13, porte sur les cancers du sang et l'immunothérapie. Les compétences évaluées concernent l'imagerie, la respiration, la chimie moléculaire, le diagnostic biologique, la génétique et les traitements immunitaires.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La radiographie utilise les rayons X; l'image dépend de leur absorption différente par les tissus traversés.
- La loi des gaz parfaits s'écrit PV = nRT; employer des unités cohérentes pour la pression, le volume et la température.
- Un carbone asymétrique lié à quatre groupes différents peut conduire à deux énantiomères, images miroir non superposables.
- Une translocation peut créer le gène de fusion BCR-ABL1; les cellules CAR-T sont modifiées pour reconnaître des cellules tumorales.

Points de vigilance & attentes du jury

- En chimie, choisir deux exercices sur trois et inscrire clairement son choix au début de la copie.
- En BPH, inscrire le choix A ou B et traiter toutes les questions obligatoires hors de ce choix.
- Pour les calculs, convertir les litres, les bars et les degrés Celsius dans les unités adaptées avant d'appliquer une formule.
- Rendre l'annexe de chimie si l'exercice 3 est traité; aucune page n'est à rendre avec la copie de BPH.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment organiser un calcul avec la loi des gaz parfaits ?

Relevez les grandeurs connues et convertissez les unités : pression en pascals, volume en mètres cubes et température en kelvins. Isolez l'inconnue dans PV = nRT, remplacez les valeurs, puis vérifiez l'unité et la cohérence du résultat.

Q : Comment reconnaître les deux énantiomères d'une molécule ?

Repérez d'abord le carbone lié à quatre substituants différents. Les énantiomères sont des images miroir non superposables; dans les représentations de Fisher ou de Cram, la configuration autour de ce carbone est inversée.

Q : Faut-il traiter tous les exercices de chimie et toutes les questions A et B ?

Non. En chimie, choisissez obligatoirement deux exercices sur trois et annoncez ce choix. En BPH, choisissez A ou B pour les questions indiquées, inscrivez votre choix au début de la copie et traitez toutes les autres questions.

Q : Quels coefficients et quels critères de notation le sujet indique-t-il ?

L'épreuve dure quatre heures et son coefficient est 16. La chimie est notée sur 20, coefficient 3, avec une durée indicative d'une heure; la BPH est notée sur 20, coefficient 13, avec trois heures indicatives. Aucun barème détaillé par question n'est imprimé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacst2s.fr/assets/annales/bac-st2s/Chimie - Biologie et physiopathologie humaines/2022/Bac ST2S - Chimie - Biologie et physiopathologie humaines - Session 2022 - 4-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.