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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS ABM

E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques

Session 2016 • Code sujet : **16ABE3SPC1** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Diagnostic : scintigraphie myocardique et dosage de la créatine kinase** (10 questions) — **Page 3**

2. **Suivi opératoire et prévention** (10 questions) — **Page 6**

3. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://btsabm.fr/assets/annales/bts-abm/E3 - Sciences physiques et chimiques/2016/BTS ABM - E3 - Sciences physiques et chimiques - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

1. Diagnostic : scintigraphie myocardique et dosage de la créatine kinase

La partie A étudie le technétium 99m utilisé comme traceur en scintigraphie myocardique, sa désintégration et la décroissance de son activité. La partie B traite du dosage cinétique de la créatine kinase par suivi photométrique de la formation de NADPH.

Partie A : Scintigraphie du myocarde, production du technétium 99m

Question Q1. Rappeler la définition de deux isotopes.

Des noyaux sont isotopes s'ils appartiennent au même élément chimique : ils ont donc le même numéro atomique et le même nombre de protons. En revanche, ils n'ont pas le même nombre de neutrons. Leur nombre de masse, égal au total des protons et des neutrons, est donc différent. La différence entre deux isotopes ne porte pas sur leur charge nucléaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Deux isotopes ont le même nombre de protons et des nombres de neutrons différents.

Question Q2. À l'aide de la classification périodique, donner la composition du noyau de technétium-99.

Le technétium a le numéro atomique $Z = 43$, indiqué dans la classification périodique : son noyau contient donc 43 protons. Pour le technétium-99, le nombre de masse est $A = 99$. Comme $A = Z + N$, le nombre de neutrons est $N = 99 - 43 = 56$. La composition demandée concerne le noyau, pas les électrons de l'atome.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le noyau de technétium-99 contient 43 protons et 56 neutrons.

Question Q3. Écrire l'équation de la désintégration radioactive conduisant au technétium-99m, préciser les règles utilisées et identifier le noyau père par son symbole et son nom.

Lors d'une désintégration β^-, le nombre de masse se conserve et le numéro atomique du noyau fils augmente d'une unité. Le technétium ayant $Z = 43$, le noyau père a $Z = 42$: c'est le molybdène-99. La conservation du nombre de masse et de la charge s'écrit :

$^{99}_{42}\mathrm{Mo} \rightarrow {}^{99m}_{43}\mathrm{Tc} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}_e$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Noyau père : molybdène-99, $^{99}_{42}\mathrm{Mo}$. Désintégration β^-.

Partie A : Scintigraphie du myocarde, désintégration du technétium 99m

Question Q4. À l'aide des données fournies, justifier que la désintégration du technétium-99 en ruthénium ne perturbe pas la mesure pendant l'examen.

L'examen dure environ 4 heures, tandis que la demi-vie du technétium-99 est de 212 000 ans. La demi-vie étant le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux se désintègrent, seule une fraction infime du technétium-99 peut se désintégrer pendant l'examen. La formation de ruthénium stable est donc négligeable sur cette durée et ne perturbe pas la mesure.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La désintégration du technétium-99 est négligeable pendant les 4 heures de l'examen.

Question Q5. Pour un rayonnement d'énergie égale à 140 keV, calculer sa longueur d'onde dans le vide.

On convertit l'énergie en unités SI : $E = 140 \times 10^{3} \times 1{,}6 \times 10^{-19} = 2{,}24 \times 10^{-14}$ J. Avec $E = h\nu$ et $c = \lambda_r \nu$, on obtient $\lambda_r = hc/E$. En utilisant les constantes fournies, $\lambda_r = (6{,}6 \times 10^{-34} \times 3{,}0 \times 10^{8})/(2{,}24 \times 10^{-14})$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\lambda_r \approx 8{,}8 \times 10^{-12}\ \mathrm{m}$.

Question Q6. À partir du spectre électromagnétique fourni, indiquer le domaine auquel appartient le rayonnement et préciser si cela concorde avec le texte de la Fédération française de cardiologie.

La longueur d'onde calculée est de l'ordre de $10^{-11}\ \mathrm{m}$. Sur le spectre fourni, cette valeur correspond au domaine des rayons gamma. Le texte de la Fédération française de cardiologie indique que le détecteur enregistre des rayonnements gamma : l'identification obtenue par le calcul concorde donc avec le texte.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le rayonnement est un rayon gamma, en accord avec le texte.

Partie A : Scintigraphie myocardique

Question Q7. Déterminer au bout de combien de temps l'activité injectée aura diminué de 80 % dans le corps du patient.

Une diminution de 80 % signifie que 20 % de l'activité initiale subsiste. La loi de décroissance radioactive donne $A/A_0 = 2^{-t/6}$, avec t en heures puisque la demi-vie vaut 6 h. On résout $0{,}20 = 2^{-t/6}$, d'où $t = 6\ln(5)/\ln(2)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La diminution de 80 % est atteinte après environ 13,9 h, soit près de 14 h.

Partie B : Diagnostic, dosage de la créatine kinase

Question Q8. À partir des spectres d'absorbance du NADP+ et du NADPH, justifier le choix d'une longueur d'onde de 340 nm pour le suivi photométrique.

Le spectre montre qu'à 340 nm, le NADPH présente une absorbance mesurable, alors que celle du $NADP^+$ est pratiquement nulle. Cette longueur d'onde permet donc de distinguer les deux espèces au cours de la réaction indicatrice. L'augmentation de l'absorbance suivie à 340 nm traduit principalement la formation de NADPH.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À 340 nm, le NADPH absorbe et le $NADP^+$ presque pas : la formation de NADPH est suivie spécifiquement.

Question Q9. Énoncer la loi de Beer-Lambert, définir les termes utilisés et préciser un système d'unités cohérent.

La loi de Beer-Lambert s'écrit $A = \varepsilon l c$. L'absorbance A est sans unité, l est la longueur de la cuve et c la concentration molaire. En unités SI, on exprime l en mètres, c en $\mathrm{mol\,m^{-3}}$ et le coefficient d'extinction molaire ε en $\mathrm{m^2\,mol^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$A = \varepsilon l c$, avec A sans unité, l en m, c en $\mathrm{mol\,m^{-3}}$ et ε en $\mathrm{m^2\,mol^{-1}}$.

Question Q10. À l'aide des mesures expérimentales du tableau et d'une méthode au choix, déterminer l'ordre de la réaction (3) et justifier la réponse.

Par la loi de Beer-Lambert, l'absorbance est proportionnelle à la concentration de NADPH. Pour des intervalles de temps égaux à 1 min, ses accroissements sont $0{,}594 - 0{,}424 = 0{,}170$, $0{,}765 - 0{,}594 = 0{,}171$ et $0{,}935 - 0{,}765 = 0{,}170$. La formation du NADPH est donc linéaire au cours de ces mesures, ce qui traduit une vitesse constante et un ordre zéro dans les conditions de l'expérience.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La réaction (3) est d'ordre zéro par rapport à $[\mathrm{NADP^+}]$ dans les conditions expérimentales.

2. Suivi opératoire et prévention

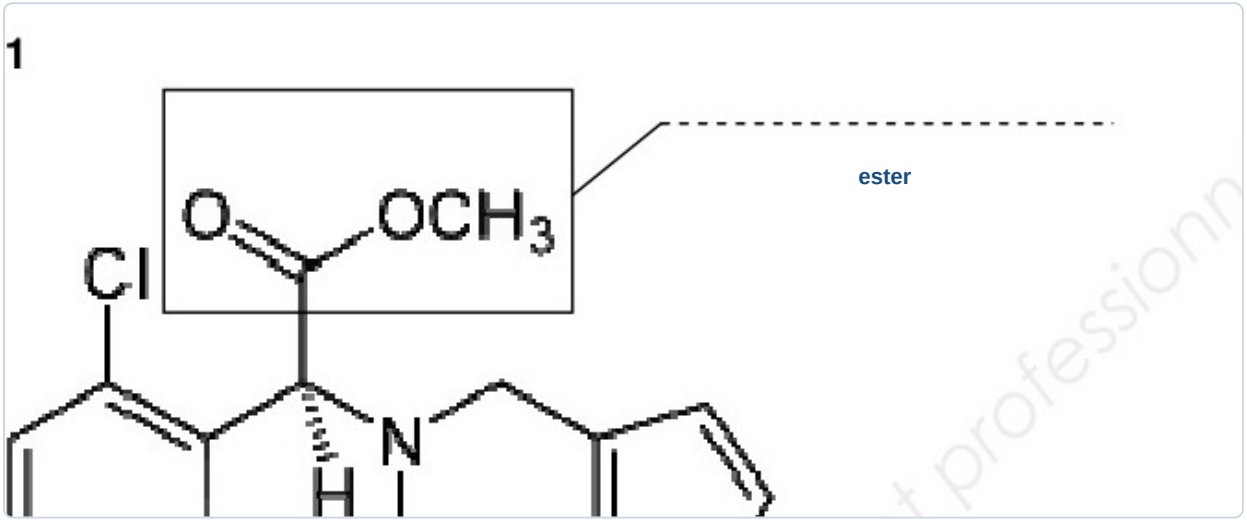
La partie A porte sur la structure chirale du clopidogrel et sur une étape de sa synthèse. La partie B traite de la prévention de l'infarctus par l'aspirine et compare sa quantité de principe actif à celle du Kardégic au moyen d'un titrage acido-basique.

Partie A : Suivi opératoire

Question Q11. Compléter l'annexe 1 en indiquant le nom du groupe fonctionnel encadré dans la formule du clopidogrel.

Le motif encadré est –C(=O)–O– : un carbone portant une double liaison à l'oxygène et lié à un oxygène qui prolonge la chaîne carbonée. Il s'agit de la fonction ester, et non de la fonction acide carboxylique. Inscrire « ester » sur la ligne pointillée reliée au cadre de l'annexe 1.

Annexe 1 complétée : groupe ester



✓ RÉPONSE À RETENIR

Groupe fonctionnel : ester.

Question Q12. Justifier que la molécule de clopidogrel est chirale.

Le carbone central portant l'hydrogène est lié à quatre substituants différents : H, le groupe ester, le noyau chlorophényl et l'atome d'azote du cycle. C'est donc un carbone asymétrique, aussi appelé centre chiral. La molécule et son image dans un miroir ne sont pas superposables : le clopidogrel est chiral.

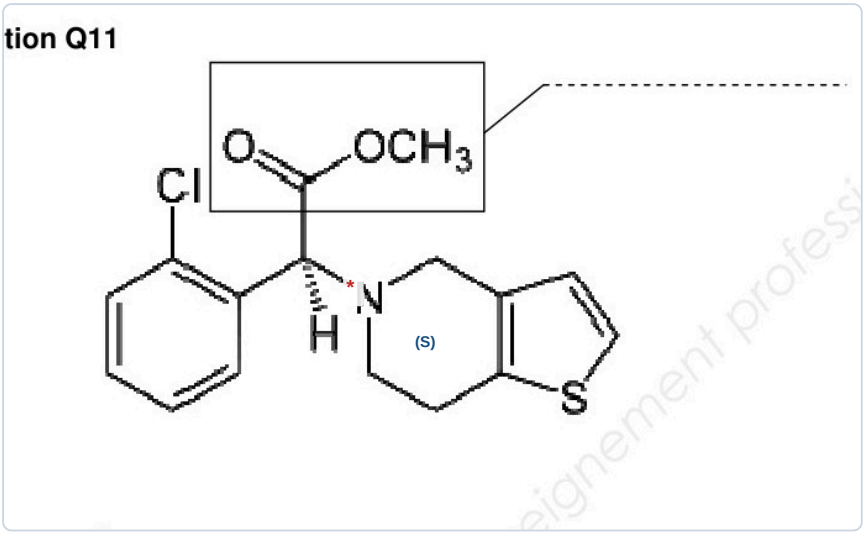
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le clopidogrel est chiral car il possède un carbone asymétrique.

Question Q13. Sur l'annexe 1, repérer par des astérisques les éventuels carbones asymétriques de la molécule et préciser leurs configurations absolues en justifiant.

Un seul carbone est asymétrique : celui lié à H, à N, au carbone du carbonyle et au carbone du noyau aromatique. Selon les règles CIP, les priorités sont N (1), carbone du carbonyle (2), carbone aromatique (3), puis H (4). Le H étant représenté vers l'arrière, le parcours 1 → 2 → 3 est antihoraire. La configuration absolue est donc S. Repérer ce centre par un astérisque sur l'annexe.

Annexe 1 complétée : carbone asymétrique



✓ RÉPONSE À RETENIR

Un carbone asymétrique, de configuration S.

Question Q14. Nommer la réaction mise en jeu lors de l'étape de synthèse représentée et donner le nom du réactif de formule CH3OH.

La transformation représentée convertit la fonction acide carboxylique en ester méthylique par réaction avec CH_3OH. Le nom de cette réaction est une estérification. Le réactif CH_3OH est le méthanol.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réaction : estérification. CH_3OH : méthanol.

Question Q15. Proposer des arguments pour justifier le chauffage et la présence d'acide sulfurique dans le milieu réactionnel de l'étape représentée.

L'estérification est lente à température ambiante : le chauffage à reflux augmente sa vitesse, tandis que le réfrigérant condense les vapeurs et limite les pertes de matière. L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur acide. Lorsqu'il est concentré, il peut aussi fixer une partie de l'eau formée et ainsi favoriser la formation de l'ester.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le reflux accélère la réaction ; H_2SO_4 la catalyse et favorise la formation de l'ester.

Partie B : Prévention

Question Q16. Sachant que le pH du sang est compris entre 7,3 et 7,4, justifier qu'après ingestion et passage dans le sang, le principe actif de l'aspirine du Rhône, comme celui du Kardégic, se trouve sous forme d'ions acétylsalicylate.

Pour le couple AH/A^-, la relation de Henderson-Hasselbalch donne $\frac{[A^-]}{[AH]} = 10^{\mathrm{pH}-\mathrm{p}K_a}$. Avec pK_a = 3,5 et un pH sanguin de 7,3 à 7,4, le rapport $[A^-]/[AH]$ va d'environ $6{,}3 \times 10^3$ à $7{,}9 \times 10^3$. La forme ionisée prédomine donc très largement dans le sang.

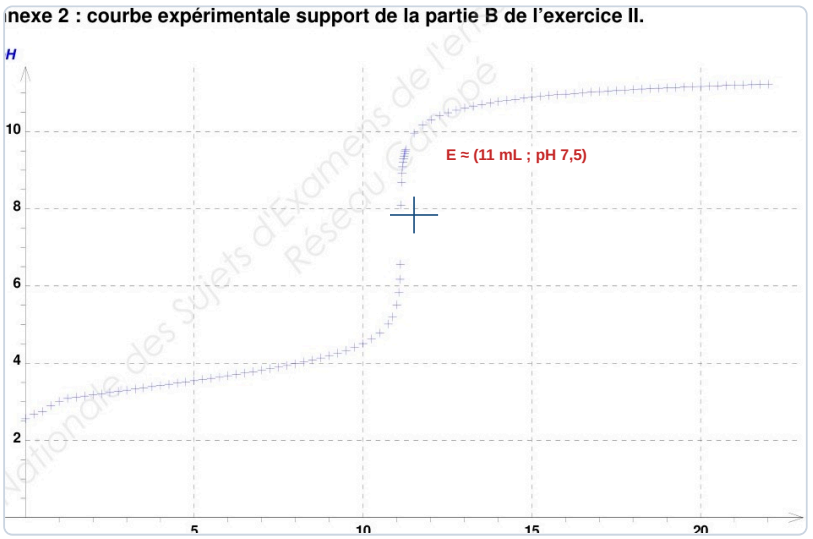
✓ RÉPONSE À RETENIR

Dans le sang, le principe actif est principalement sous forme d'ions acétylsalicylate A^-.

Question Q17. À partir de la courbe de titrage pH-métrique, déterminer les coordonnées du point équivalent puis proposer un indicateur coloré adapté à ce titrage.

Sur l'annexe 2, le point équivalent se lit au milieu du saut de pH, à environ V_{eq} = 11,0 mL et $pH_{eq} \approx 7{,}5$. Le bleu de bromothymol convient : sa zone de virage, 6,0 à 7,6, comprend le pH équivalent et se situe dans le saut de pH. La phénolphtaléine recoupe également une partie du saut, mais le BBT est mieux centré sur l'équivalence lue.

Courbe de titrage : point équivalent



✓ RÉPONSE À RETENIR

Équivalence : (11,0 mL ; pH ≈ 7,5). Indicateur : bleu de bromothymol.

Question Q18. Écrire l'équation bilan de la réaction acido-basique mise en jeu lors du titrage.

L'acide acétylsalicylique cède un proton à l'ion hydroxyde. Il se forme l'ion acétylsalicylate et de l'eau. L'équation bilan équilibrée, qui conserve les atomes et la charge électrique, est :

$C_9H_8O_4 + OH^- \rightarrow C_9H_7O_4^- + H_2O$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C_9H_8O_4 + OH^- \rightarrow C_9H_7O_4^- + H_2O$

Question Q19. Montrer que la masse d'acide acétylsalicylique contenue dans le comprimé d'aspirine du Rhône est proche de 500 mg.

La réaction acide-base est de proportion stœchiométrique 1:1. Dans l'aliquote de 10,0 mL, à l'équivalence, la quantité d'acide vaut donc $C_{NaOH}V_{eq}$. La fiole de 500,0 mL contient 500,0/10,0 = 50 aliquotes. Ainsi, la masse d'acide dans le comprimé est $5{,}0 \times 10^{-3} \times 11{,}0 \times 10^{-3} \times 50 \times 180 = 0{,}495$ g, soit environ 500 mg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m_a \approx 0{,}495$ g, soit environ 495 mg.

Question Q20. Déterminer quelle fraction du comprimé d'aspirine du Rhône serait équivalente, du point de vue de la quantité de principe actif, à un sachet de Kardégic 160.

Le sachet de Kardégic 160 contient 288 mg d'acétylsalicylate de lysine. Une mole de ce sel apporte une mole d'ion acétylsalicylate. La quantité de principe actif correspond donc à 0,288/312 mol. Le comprimé contient environ 0,495/180 mol d'acide acétylsalicylique, qui fournit une mole d'ion par mole d'acide. Le rapport des quantités donne la fraction de comprimé équivalente.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fraction équivalente : environ 0,336 comprimé, soit près d'un tiers.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2016)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E3-U3 de sciences physiques et chimiques du BTS Analyses de Biologie Médicale, session 2016, porte le code 16ABE3SPC1. D'une durée de 2 heures et de coefficient 2, elle vaut 20 points. Elle étudie le diagnostic et la prévention de l'infarctus : technétium 99m, CK, clopidogrel et dosage de l'aspirine, en mobilisant radioactivité, spectrophotométrie, chimie organique et titrage.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La demi-vie radioactive vérifie $\lambda \times t_{1/2} = \ln(2)$; l'activité décroît selon une loi exponentielle.
- L'énergie d'un photon vérifie $E = h\nu$ et sa longueur d'onde dans le vide $\lambda = c/\nu$.
- La loi de Beer-Lambert s'écrit $A = \varepsilon \ell c$, dans le domaine de validité de la relation.
- À l'équivalence d'un titrage AH par HO^-, les quantités de matière respectent les proportions stœchiométriques de la réaction.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour une désintégration nucléaire, équilibrer séparément le nombre de masse et le numéro atomique.
- Convertir l'énergie en joules avant d'utiliser les constantes SI pour calculer une longueur d'onde.
- Relier l'évolution de l'absorbance à la concentration de NADPH et à la vitesse de réaction.
- Lire le volume et le pH à l'équivalence sur la courbe, puis choisir un indicateur dont la zone de virage est adaptée.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le temps nécessaire à une diminution donnée de l'activité radioactive ?

Utilisez $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ et déduisez λ de $\lambda t_{1/2} = \ln(2)$. Pour une diminution de 80 %, l'activité restante représente 20 % de l'activité initiale ; remplacez donc $A(t)/A_0$ par 0,20.

Q : Pourquoi suivre l'absorbance à 340 nm pour le dosage de la créatine kinase ?

Le NADPH absorbe à 340 nm alors que le NADP+ y absorbe très peu. L'absorbance suivie à cette longueur d'onde permet de suivre la formation de NADPH, liée à l'activité de la créatine kinase.

Q : Comment organiser les calculs du titrage de l'aspirine ?

Repérez d'abord le volume équivalent sur la courbe, puis utilisez la stœchiométrie de la réaction pour calculer la quantité d'acide dans l'échantillon titré. Tenez compte du facteur de dilution avant de calculer la masse totale du comprimé.

Q : Quels éléments sont importants pour obtenir les points de justification ?

Présentez les relations utilisées, les conversions d'unités et les étapes du raisonnement. Appuyez chaque conclusion sur les données ou les documents du sujet et indiquez les unités des résultats. La clarté du raisonnement et la qualité de rédaction sont prises en compte.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsabm.fr/assets/annales/bts-abm/E3 - Sciences physiques et chimiques/2016/BTS ABM - E3 - Sciences physiques et chimiques - Session 2016 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Analyses de Biologie Médicale : 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.