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 BIORP • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

BTS BioRP

U42 Sous-épreuve de Biologie Cellulaire

Session 2016 • Code sujet : **BOE4BC** • Durée : **2h00** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Mutations, histologie et cycle cellulaire** (8 questions) — **Page 3**
2. **Matrice extracellulaire, endocan et modèle de xénogreffe** (8 questions) — **Page 7**
3. **Transduction des signaux, kinases et protéine Ras** (3 questions) — **Page 11**
4. **Étude de l'effet de la curcumine sur des cellules de glioblastome** (4 questions) — **Page 12**
5. **Clarté et rigueur de l'expression écrite** (1 question) — **Page 14**
6. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbiorp.fr/assets/annales/bts-biorp/E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie/2016/BTS BioRP - E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie - Session 2016 - 2-Sujet.pdf

1. Mutations, histologie et cycle cellulaire

Cette partie traite des mutations impliquées dans la cancérisation et des caractéristiques fonctionnelles des cellules cancéreuses. Elle s'appuie sur un protocole de préparation histologique et un schéma de chromosome mitotique pour aborder le diagnostic et le cycle cellulaire.

Question 1.1. Expliquer le terme « proto-oncogène ».

Un proto-oncogène est un gène normal qui contribue au contrôle de la croissance, de la division ou de la survie cellulaire. Une mutation activatrice, une amplification ou une expression excessive peut dérégler son activité. Il devient alors un oncogène, dont l'action favorise la prolifération ou la survie cellulaire et peut participer à la cancérisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Gène normal régulant la croissance cellulaire, susceptible de devenir un oncogène par activation anormale.

Question 1.2. Citer quatre caractéristiques fonctionnelles acquises par les cellules cancéreuses qui leur permettent d'être à l'origine d'une tumeur maligne.

Quatre caractéristiques fonctionnelles acquises favorisent la formation d'une tumeur maligne :

- stimulation autonome de la prolifération ;
- insensibilité aux signaux inhibiteurs de croissance ;
- échappement à l'apoptose ;
- capacité de se diviser indéfiniment.

L'angiogenèse et l'invasion des tissus avec formation de métastases sont également des caractères classiques de malignité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prolifération autonome, insensibilité aux signaux inhibiteurs, échappement à l'apoptose et divisions illimitées.

Question 1.3. À partir du document 1, identifier les quatre étapes de préparation de l'échantillon nécessaires à l'observation histologique et expliquer leurs rôles respectifs.

Étape	Rôle
Fixation au formaldéhyde tamponné à 4 % pendant 2 h	Préserve les tissus et limite leur dégradation.
Inclusion en paraffine	Soutient et rigidifie le prélèvement pour permettre sa coupe.
Coupe de 3 µm	Produit une tranche assez fine pour l'observation microscopique.
Coloration à l'hématoxyline-éosine	Augmente le contraste des structures cellulaires et tissulaires.

Le prélèvement fixé est inclus, coupé puis coloré avant l'observation histologique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fixation, inclusion en paraffine, coupe de 3 µm, coloration à l'hématoxyline-éosine.

Question 1.4. Indiquer à quel moment précis du cycle cellulaire les chromosomes sont observés pour établir un caryotype et justifier ce choix.

Les chromosomes sont observés en métaphase de la mitose, juste avant la séparation des chromatides sœurs. À ce stade, ils sont fortement condensés et individualisés : leur nombre, leur taille et leur morphologie sont donc plus faciles à distinguer pour établir le caryotype. Les cellules sont généralement bloquées à ce stade afin de disposer d'un nombre suffisant de chromosomes observables.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En métaphase, car les chromosomes sont très condensés et individualisés.

Question 1.5. Préciser le type de microscope utilisé pour visualiser les chromosomes lors de l'établissement d'un caryotype coloré au Giemsa.

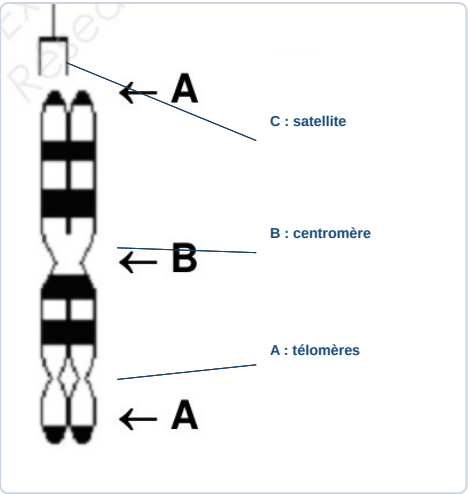
Il s'agit d'un microscope optique, ou photonique. Le Giemsa colore les chromosomes et améliore leur contraste en lumière visible. Ce type de microscope permet d'observer les chromosomes entiers et leur morphologie, puis de les classer pour établir le caryotype.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un microscope optique (photonique).

Question 1.6. Annoter le document 2 : reporter les lettres A à C sur la copie et indiquer les légendes correspondantes.

Sur le schéma, A repère les extrémités des chromatides, correspondant aux télomères, et B désigne le resserrement central, le centromère. C repère le petit segment terminal séparé du bras chromosomique par une constriction secondaire, le satellite. Les deux repères A sont présents aux extrémités du chromosome mitotique.

Document 2 annoté



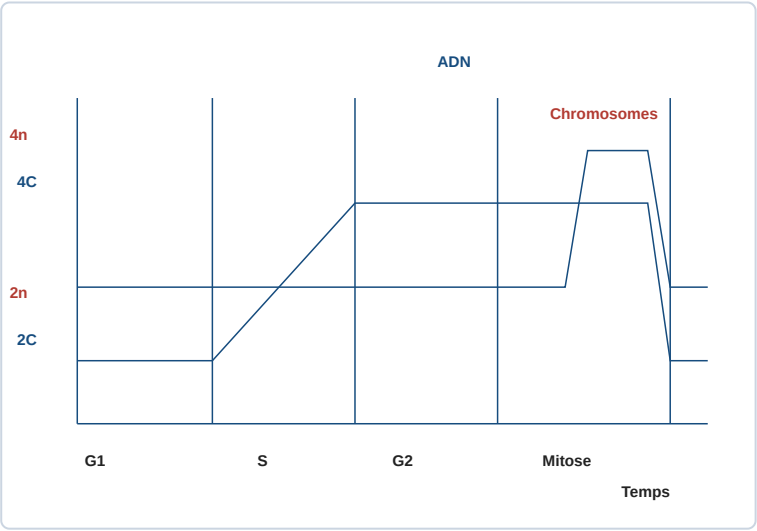
✓ RÉPONSE À RETENIR

A : télomères ; B : centromère ; C : satellite.

Question 1.7. Sur un seul graphique, représenter avec deux courbes l'évolution au cours du temps de la quantité d'ADN par cellule et du nombre de chromosomes par cellule, puis localiser les étapes du cycle cellulaire.

En G1, la quantité d'ADN est de 2C et le nombre de chromosomes de 2n. Pendant la phase S, l'ADN se réplique et atteint 4C, tandis que le nombre de chromosomes reste 2n. En G2, ces valeurs restent stables. À l'anaphase, les chromatides séparées sont comptées comme des chromosomes distincts : leur nombre atteint transitoirement 4n jusqu'à la cytocinèse. La séparation des cellules filles rétablit, dans chacune, 2C d'ADN et 2n chromosomes.

Quantité d'ADN et nombre de chromosomes au cours du cycle cellulaire



✓ RÉPONSE À RETENIR

ADN : 2C en G1, 4C après la phase S, puis 2C par cellule fille. Chromosomes : 2n, puis 4n de l'anaphase à la cytocinèse, et 2n par cellule fille.

Question 1.8. Décrire brièvement le mode d'action des cyclines et des CDK agissant conjointement aux points de contrôle du cycle cellulaire.

La quantité de cyclines varie au cours du cycle. En se liant aux CDK, elles activent ces kinases et forment des complexes cycline-CDK. Ceux-ci phosphorylent des protéines cibles et déclenchent les transitions entre phases. Aux points de contrôle, leur activité dépend des signaux reçus : si l'ADN est endommagé ou si une étape n'est pas achevée, la progression est suspendue. Les complexes contribuent ainsi à coordonner la division avec l'état de la cellule.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les cyclines activent les CDK, qui phosphorylent des cibles et régulent le franchissement des points de contrôle.

2. Matrice extracellulaire, endocan et modèle de xénogreffe

Cette partie étudie les relations entre une tumeur et son environnement, notamment les constituants de la matrice extracellulaire et le rôle de l'endocan. Les documents présentent des expériences de xénogreffe chez des souris SCID et les effets d'anticorps monoclonaux anti-endocan.

Question 2.1. Citer les constituants biochimiques majeurs généralement rencontrés dans la matrice extracellulaire d'un tissu conjonctif.

Constituants	Exemples
Fibres protéiques	Collagène et élastine
Glycoprotéines d’adhérence	Fibronectine et laminine
Substance fondamentale	Protéoglycanes et glycosaminoglycanes, dont l’acide hyaluronique

Ces molécules forment la matrice extracellulaire du tissu conjonctif. Les fibroblastes en sont les principaux producteurs, comme le rappelle le sujet pour l’environnement tumoral. Les fibres assurent notamment la résistance et l’élasticité des tissus, tandis que les glycoprotéines et la substance fondamentale contribuent à l’adhérence cellulaire, au soutien et aux échanges.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Collagène, élastine, glycoprotéines d’adhérence et substance fondamentale riche en protéoglycanes et glycosaminoglycanes.

Question 2.2. Analyser globalement les résultats de l'étude présentée dans le document 3 et proposer une conclusion.

Dans le document 3, les cellules HEK 293 exprimant l’endocan forment des tumeurs qui apparaissent vers la cinquième semaine et atteignent environ 1,35 cm^3 à la douzième semaine. Les cellules témoins transfectées avec le vecteur seul ne produisent pas de tumeur détectable. Chez les souris recevant les cellules exprimant l’endocan, le taux sérique d’endocan augmente en parallèle, jusqu’à environ 90 ng/mL à la douzième semaine. La lignée HEK 293 n’étant pas spontanément tumorigène in vivo, la comparaison soutient un rôle favorisant de l’endocan dans la formation et la croissance tumorales, dans ce modèle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’expression d’endocan favorise la formation et la croissance tumorales des cellules HEK 293 dans ce modèle de xénogreffe.

Question 2.3. Analyser l'effet de l'anticorps anti-endocan nommé MEP 08 à partir des résultats du document 4.

Le document 4 montre une amélioration nette de la survie après traitement par MEP 08, comparativement aux souris non traitées.

- La survie des souris traitées reste à 100 % jusqu'à la huitième semaine.
- Elle s'établit ensuite autour de 67 % jusqu'à la douzième semaine.
- Chez les témoins, elle tombe à environ 18 % à partir de la dixième semaine.

MEP 08, dirigé contre la région riche en phénylalanine de l'endocan, retarde donc la mortalité et limite la mortalité dans les conditions de l'expérience.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> MEP 08 améliore la survie : environ 67 % des souris sont encore vivantes à la douzième semaine, contre 18 % des témoins.

Question 2.4. Comparer l'effet des anticorps MEP 08 et MEP 14, puis conclure sur le domaine impliqué dans l'action de l'endocan.

Anticorps	Région reconnue	Survie observée
MEP 08	Région riche en phénylalanine, position 116	Environ 67 % à la semaine 12
MEP 14	Partie C-terminale	Environ 10 % dès la semaine 8

MEP 08 protège nettement les souris, tandis que la survie sous MEP 14 chute rapidement, même en comparaison des témoins. Le blocage de la région riche en phénylalanine réduit donc l'effet favorisant la tumeur attribué à l'endocan. Cette région est impliquée dans son action étudiée, sans que ces résultats suffisent à décrire tout son mécanisme.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La région riche en phénylalanine, reconnue par MEP 08, est impliquée dans l'action de l'endocan favorisant la tumeur.

Question 2.5. Expliquer en quoi l'utilisation d'un antisérum polyclonal spécifique de l'endocan aurait été contre-indiquée.

Un antisérum polyclonal contient plusieurs populations d'anticorps reconnaissant différents épitopes de l'endocan. Il pourrait donc bloquer simultanément plusieurs régions de la molécule, contrairement aux anticorps monoclonaux MEP 08 et MEP 14, dirigés chacun contre une région définie. Dans cette étude, la comparaison de ces deux anticorps sert à relier l'effet observé au domaine reconnu. Avec un antisérum polyclonal, une modification de la survie ne pourrait pas être attribuée clairement à un épitope précis. Son utilisation empêcherait donc d'interpréter cette comparaison région par région.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un antisérum polyclonal bloquerait plusieurs épitopes et empêcherait d'attribuer l'effet à une région précise de l'endocan.

Question 2.6. Indiquer les moyens techniques utilisés pour obtenir et sélectionner des hybridomes, obtenir des clones d'hybridomes, puis cribler les clones producteurs d'anticorps monoclonaux anti-endocan.

1. Immuniser une souris avec l'endocan, prélever ses lymphocytes B spléniques et les fusionner avec des cellules de myélome. Sélectionner les hybridomes en milieu HAT.
2. Isoler des cellules uniques par dilution limite pour obtenir des clones issus d'un seul hybridome.
3. Cribler les surnageants par ELISA sur endocan afin de repérer les clones sécrétant des anticorps spécifiques.

La fusion associe la production d'anticorps des lymphocytes B à la capacité de multiplication durable des cellules de myélome. Le clonage et le criblage permettent ensuite d'obtenir des anticorps monoclonaux anti-endocan de spécificité vérifiée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fusion des lymphocytes B spléniques avec des cellules de myélome, sélection HAT, clonage par dilution limite et criblage par ELISA.

Question 2.7. Expliquer l'intérêt de connaître le caractère autosomal et récessif de la mutation pour l'obtention de souris SCID.

La mutation autosomale n'étant pas liée au sexe, elle peut être transmise par un mâle ou une femelle. Son caractère récessif signifie que le phénotype SCID apparaît lorsque la souris porte deux copies mutées. Le croisement de deux porteurs hétérozygotes peut donc produire des descendants homozygotes mutants, qu'il faut identifier pour établir la lignée SCID. La probabilité attendue d'obtenir un descendant homozygote mutant lors de ce croisement est de 1/4. Ces caractéristiques permettent de prévoir les croisements et de sélectionner les animaux des deux sexes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La mutation est exprimée chez les homozygotes et se transmet indépendamment du sexe : les croisements de porteurs permettent d'obtenir des souris SCID.

Question 2.8. Préciser l'intérêt d'utiliser des souris SCID dans le cadre de l'étude décrite.

Les souris SCID n'ont pas de lymphocytes B et T matures, car la mutation empêche le réarrangement nécessaire à la production des immunoglobulines et des récepteurs des cellules T.

- Leur immunodéficience limite le rejet des cellules humaines greffées.
- Elle permet d'étudier in vivo les cellules HEK 293 exprimant l'endocan.
- La comparaison avec les cellules témoins aide à évaluer le rôle de l'endocan dans la croissance tumorale.

Les souris SCID rendent ainsi possible l'étude de cette xénogreffe humaine.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

L’absence de lymphocytes B et T matures limite le rejet des cellules humaines et permet l’étude de leur xénogreffe in vivo.

3. Transduction des signaux, kinases et protéine Ras

Cette partie relie l'adhésion des intégrines à la matrice extracellulaire au contrôle du cycle cellulaire et à l'activation de voies de signalisation. Elle porte sur la transduction, l'activité catalytique des protéines kinases et l'appellation de protéine G donnée à Ras.

Question 3.1. Indiquer en quoi consiste la transduction dans une voie de signalisation.

La transduction est la transmission et la conversion d'un signal extracellulaire en signal intracellulaire. Dans le contexte du sujet, la liaison des intégrines à leurs ligands matriciels déclenche des interactions moléculaires en chaîne, notamment la voie FAK-Ras-MAPK. Ces relais transmettent le message jusqu'aux effecteurs qui modifient l'activité cellulaire, par exemple le contrôle du cycle cellulaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La transduction convertit un signal reçu par un récepteur en signaux intracellulaires conduisant à une réponse cellulaire.

Question 3.2. Préciser l'activité catalytique d'une protéine kinase.

Une protéine kinase catalyse le transfert d'un groupement phosphate, généralement depuis l'ATP, sur une protéine cible. Cette phosphorylation peut modifier la conformation de la cible et ainsi réguler son activité, ses interactions ou sa localisation. Dans une cascade de signalisation, elle permet notamment de transmettre le signal d'une protéine à une autre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une protéine kinase phosphoryle une protéine cible en transférant un phosphate de l'ATP.

Question 3.3. Expliciter l'appellation de protéine « G » donnée à Ras.

Ras appartient aux protéines qui lient les nucléotides guanyliques.

Elle fixe le GDP ou le GTP. La forme liée au GTP est active, puis l'hydrolyse du GTP en GDP inactive Ras. « G » renvoie donc aux nucléotides à guanine, et non à la guanine seule. Ras fonctionne comme un interrupteur moléculaire dans la voie de signalisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> « G » désigne la liaison aux nucléotides guanyliques GDP et GTP.

4. Étude de l'effet de la curcumine sur des cellules de glioblastome

Cette partie examine l'effet de la curcumine sur une lignée établie de cellules de glioblastome U87. Le document présente la variation de l'incorporation de thymidine tritiée en fonction de la concentration de curcumine, utilisée pour évaluer la prolifération cellulaire.

Question 4.1. Expliquer l'expression « lignée cellulaire établie ».

Une lignée cellulaire établie est une population issue de cellules isolées puis mise en culture et maintenue par repiquages successifs. Elle se multiplie durablement in vitro et conserve des caractéristiques communes, ce qui permet de la reproduire et de l'utiliser dans des conditions expérimentales comparables. La lignée U87 est ainsi un modèle de cellules de glioblastome utilisé pour étudier leur croissance et leur réponse à la curcumine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Population cellulaire maintenue et multipliée durablement in vitro, présentant des caractéristiques communes.

Question 4.2. Expliquer l'utilisation de la [³H]-thymidine dans l'estimation de la prolifération cellulaire.

La thymidine est un constituant utilisé lors de la synthèse de l'ADN. Marquée au tritium, la [³H]-thymidine est incorporée dans l'ADN des cellules qui le répliquent, principalement durant la phase S du cycle cellulaire. Après incubation, la radioactivité associée aux cellules ou à leur ADN indique la quantité d'ADN nouvellement synthétisé. Cette mesure sert donc d'indicateur de prolifération : une incorporation moindre traduit une synthèse d'ADN et une prolifération réduites.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'incorporation de [³H]-thymidine dans l'ADN en phase S mesure la synthèse d'ADN et estime la prolifération cellulaire.

Question 4.3. À partir des résultats présentés dans le document 5, déterminer la concentration inhibitrice CI50 de la curcumine pour les cellules de gliome U87.

La CI50 correspond à la concentration de curcumine pour laquelle l'incorporation de [³H]-thymidine atteint 50 % de la valeur du témoin. Sur le graphique du document 5, on repère 50 % sur l'axe vertical, puis on lit la concentration correspondante à l'intersection avec la courbe U87. Cette lecture graphique situe la CI50 aux environs de 12 µM. La valeur reste approximative, compte tenu de la résolution du document.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour les cellules U87, la concentration inhibitrice à 50 % est estimée à environ 12 µM.

Question 4.4. Indiquer une technique pouvant être utilisée dans les expériences du document 5 pour évaluer la radioactivité.

La radioactivité de la [^{3}H]-thymidine peut être mesurée par scintillation liquide. Après récupération des cellules ou de leur ADN, l'échantillon est placé dans un liquide scintillant. Les émissions bêta du tritium produisent des scintillations lumineuses, détectées et comptées par un compteur à scintillation. Le nombre de désintégrations mesuré permet de comparer l'incorporation de thymidine entre les différentes concentrations de curcumine.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La radioactivité du tritium est quantifiée par comptage des émissions bêta en scintillation liquide.

5. Clarté et rigueur de l'expression écrite

La qualité de l'expression écrite est évaluée en complément des réponses scientifiques. Le critère porte sur la justesse de la langue, la présentation générale de la copie et la fluidité de lecture.

Question Critère. La composition est évaluée selon la justesse et la rigueur de l'expression écrite, notamment l'orthographe, la grammaire et le vocabulaire, ainsi que selon la clarté de la présentation générale de la copie et la fluidité de la lecture.

La composition doit employer une orthographe, une grammaire et un vocabulaire justes. Les phrases doivent être claires et les idées formulées avec rigueur. Une présentation ordonnée, des réponses bien séparées et un enchaînement cohérent facilitent la lecture. Ces éléments répondent aux deux critères de l'énoncé : la qualité de l'expression écrite et la clarté générale de la copie.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Expression écrite juste et rigoureuse, copie claire et lecture fluide.

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

Bilan de l'épreuve : Épreuve U42 de Biologie Cellulaire du BTS Biotechnologies, session 2016, code BOE4BC, durée 2h00, coefficient 1. Intitulée « Cancer et environnement tumoral », elle étudie la cellule cancéreuse, le cycle cellulaire, la matrice extracellulaire, l'endocan, la signalisation et la curcumine. Elle évalue les connaissances biologiques, l'analyse de documents expérimentaux et la rigueur rédactionnelle.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un proto-oncogène peut contribuer à la cancérisation si une mutation dérègle son activité ou son expression.
- Pendant la phase S, la quantité d'ADN double; le nombre de chromosomes ne change qu'au moment de leur séparation en mitose.
- Une protéine kinase catalyse le transfert d'un groupement phosphate, souvent depuis l'ATP, vers une molécule cible.
- La CI50 est la concentration d'un composé qui réduit de moitié la réponse mesurée par rapport à la référence indiquée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Dans l'analyse d'un graphique, comparer les groupes, les tendances et les unités avant de formuler une conclusion limitée aux résultats.
- Pour le schéma du chromosome, associer chaque lettre à la structure effectivement désignée par la flèche.
- Sur le graphique du cycle, distinguer la quantité d'ADN du nombre de chromosomes et placer correctement les phases.
- Soigner le vocabulaire scientifique, l'orthographe, la structure des réponses et la lisibilité de la copie.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment construire le graphique demandé sur la quantité d'ADN et le nombre de chromosomes ?

Tracer les deux grandeurs en fonction du temps sur un même repère, les distinguer clairement et placer les phases du cycle. La quantité d'ADN varie lors de la réplication; le nombre de chromosomes varie lors de leur séparation.

Q : Comment déterminer la CI50 à partir du graphique sur la curcumine ?

Repérer 50 % de l'incorporation de thymidine mesurée pour le témoin, puis lire la concentration correspondante sur l'axe horizontal. Si cette valeur tombe entre deux points expérimentaux, l'estimer à partir de la courbe.

Q : Le sujet indique-t-il un barème par question et comment gérer les deux heures ?

Le barème est indiqué par grande partie, mais pas pour chaque sous-question. Répartir le temps entre les quatre parties selon leur poids, réserver du temps pour lire les documents et vérifier les réponses avant la fin.

Q : Quels critères de notation transversaux sont explicitement indiqués ?

Un point est consacré à la clarté et à la rigueur de l'expression écrite. Le sujet précise l'orthographe, la grammaire, le vocabulaire, la clarté de la présentation générale de la copie et la fluidité de lecture.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbiorp.fr/assets/annales/bts-biorp/E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie/2016/BTS BioRP - E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie - Session 2016 - 2-Sujet.pdf
Ressources BTS BioRP : 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.