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

U4.1 Microbiologie et Génie Fermentaire

Session 2019 • Code sujet : **BOE4MGF** • Durée : **2h** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Effet de l’antibiothérapie sur l’équilibre du microbiote** (6 questions) — **Page 3**
2. **Effet protecteur de Bifidobacterium longum sur les cellules intestinales** (2 questions) — **Page 6**
3. **Production de Bifidobacterium longum** (5 questions) — **Page 7**
4. **Clarté et rigueur de l’expression écrite** (1 question) — **Page 9**
5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbiorp.fr/assets/annales/bts-biorp/E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie/2019/BTS BioRP - E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie - Session 2019 - 1-Sujet.pdf

1. Effet de l’antibiothérapie sur l’équilibre du microbiote

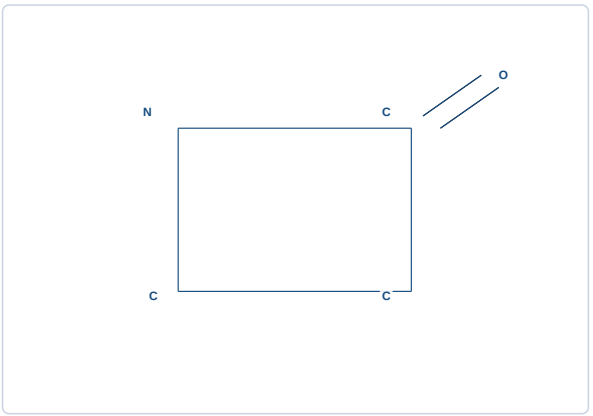
L’exercice étudie les structures communes aux bêta-lactamines et plusieurs mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques. Il examine ensuite la dormance et la résistance des endospores de Clostridium difficile, ainsi que le déséquilibre du microbiote pouvant suivre une antibiothérapie.

Effet de l’antibiothérapie

Question 1.1. À partir des structures chimiques proposées, identifier et reproduire sur la copie la structure chimique commune aux bêta-lactamines.

Le motif commun est le cycle β-lactame, un anneau à quatre atomes : trois carbones et un azote. Il s’agit d’une amide cyclique, avec le carbone du carbonyle directement lié à l’azote du cycle. Pour le reproduire, dessiner le cycle carré, placer N dans un sommet, puis écrire C=O sur le carbone voisin. Les chaînes latérales et les autres cycles diffèrent selon les molécules et ne font pas partie du motif commun.

Motif commun des bêta-lactamines



✓ RÉPONSE À RETENIR

Motif commun : cycle β-lactame à quatre atomes, constitué de trois carbones et d’un azote, avec un carbonyle adjacent à l’azote.

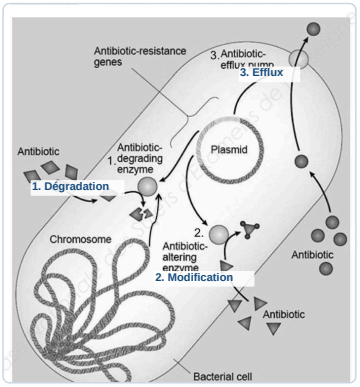
Question 1.2. Dégager et expliquer les principes des trois modalités de résistance aux antibiotiques illustrées dans le document, puis proposer un quatrième mécanisme de résistance.

Le document illustre trois mécanismes distincts :

- Une enzyme dégrade l’antibiotique et l’inactive.
- Une enzyme le modifie chimiquement, ce qui empêche son action.
- Une pompe d’efflux l’expulse hors de la cellule et réduit sa concentration interne.

Un quatrième mécanisme possible est la modification de la cible bactérienne : l’antibiotique s’y fixe moins bien et perd son efficacité. Une diminution de la perméabilité de l’enveloppe, qui limite l’entrée de l’antibiotique, constitue également un mécanisme de résistance.

Mécanismes de résistance du document 2



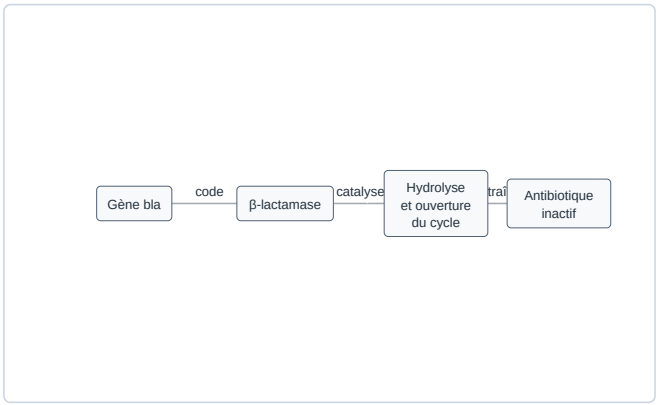
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le document montre la dégradation, la modification enzymatique et l'efflux. Un autre mécanisme possible est la modification de la cible bactérienne.

Question 1.3. Pour les bactéries possédant le gène bla codant une bêta-lactamase, rappeler, en s'appuyant sur les réponses précédentes, le mécanisme de résistance mis en jeu.

Le gène *bla* code une β-lactamase. Cette enzyme hydrolyse la liaison du cycle β-lactame, ouvre le cycle et inactive l'antibiotique. Celui-ci ne peut alors plus agir sur sa cible, notamment les protéines intervenant dans la synthèse de la paroi bactérienne. Il s'agit donc d'une dégradation enzymatique de l'antibiotique, et non d'une modification de sa cible ni de son expulsion par une pompe.

Inactivation d'un β-lactame par la β-lactamase



La β-lactamase ouvre le cycle β-lactame et supprime l'activité antibiotique.

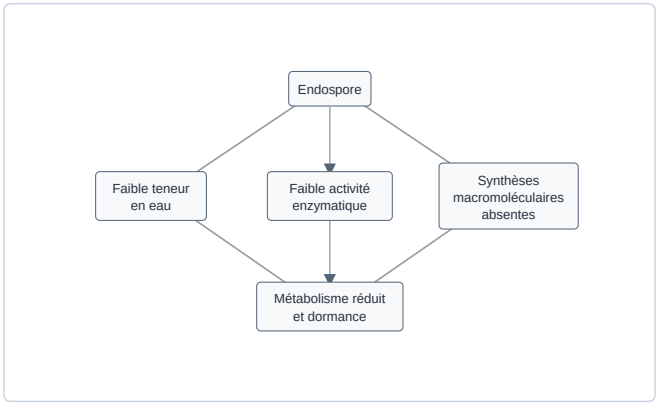
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le gène *bla* confère une résistance par production d'une β-lactamase qui hydrolyse le cycle β-lactame et inactive l'antibiotique.

Question 1.4. À partir de l'analyse comparée de la cellule végétative et de l'endospore, repérer les arguments montrant que l'endospore est une forme de dormance cellulaire.

L'endospore présente plusieurs signes d'activité cellulaire réduite par rapport à la cellule végétative : sa teneur en eau et son activité enzymatique sont faibles, la synthèse des macromolécules est absente et l'ARNm est faible ou absent. Le pH du cœur est également plus bas, entre 5,5 et 6,0, contre environ 7 pour la cellule végétative. Ces caractéristiques indiquent un métabolisme très ralenti, caractéristique d'une dormance cellulaire.

Indices de dormance de l'endospore



Les caractéristiques comparées indiquent une activité métabolique très faible.

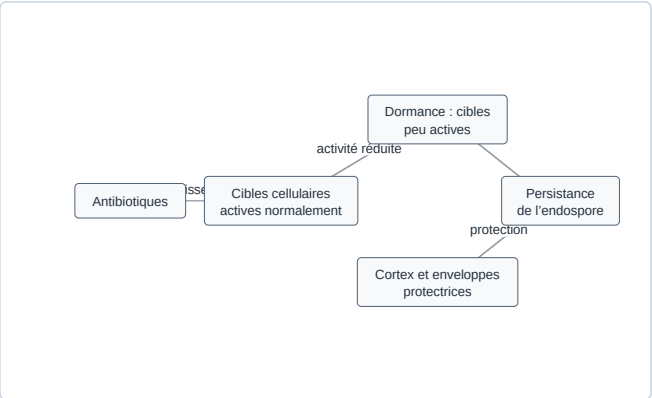
✓ RÉPONSE À RETENIR

L'endospore est en dormance : faible teneur en eau, activité enzymatique faible et synthèses macromoléculaires absentes.

Question 1.5. À l'aide des caractéristiques de l'endospore et des principales cibles moléculaires des antibiotiques, expliquer en quoi l'endospore participe à la résistance de Clostridium difficile aux antibiotiques.

Les antibiotiques ciblent notamment la synthèse de la paroi, des protéines et des acides nucléiques, ainsi que certaines fonctions métaboliques ou la membrane. Or, dans l'endospore, l'activité enzymatique est faible et les synthèses macromoléculaires sont absentes : plusieurs cibles ne sont donc pas actives. Sa faible teneur en eau et ses enveloppes, dont le cortex épais, contribuent aussi à sa protection. L'endospore peut ainsi persister malgré l'antibiothérapie, puis germer lorsque les conditions deviennent favorables.

Pourquoi l'endospore résiste aux antibiotiques



La dormance limite l'action sur plusieurs cibles et les enveloppes protègent la spore.

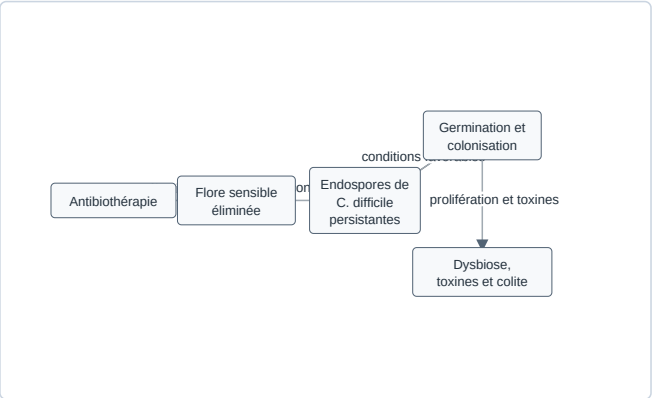
✓ RÉPONSE À RETENIR

La dormance rend plusieurs cibles antibiotiques inactives et les enveloppes protectrices contribuent à la persistance de l'endospore.

Question 1.6. Rédiger une synthèse expliquant comment l'administration d'antibiotiques peut conduire à un déséquilibre du microbiote par Clostridium difficile.

L'antibiothérapie appauvrit une flore intestinale normalement diversifiée. Elle élimine des bactéries sensibles et réduit la concurrence exercée sur *Clostridium difficile*. Les endospores de cette bactérie peuvent persister pendant le traitement grâce à leur résistance. Lorsque les conditions redeviennent favorables, elles germent et les cellules végétatives colonisent l'intestin. La prolifération et la production de toxines peuvent alors provoquer une colite, avec diarrhées, vomissements et fièvre : le microbiote est déséquilibré.

De l'antibiothérapie à la dysbiose à C. difficile



La disparition d'une partie de la flore concurrente favorise l'expansion de C. difficile.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'antibiothérapie appauvrit le microbiote et favorise la germination puis la prolifération de *C. difficile*, dont les toxines peuvent provoquer une colite.

2. Effet protecteur de Bifidobacterium longum sur les cellules intestinales

L'exercice évalue si Bifidobacterium longum limite les effets cytopathogènes des toxines de Clostridium difficile sur des cellules épithéliales intestinales humaines. La technologie xCELLigence® et le suivi du cell index permettent de comparer les surnageants testés et les témoins.

Effet protecteur

Question 2.1. Expliquer la notion de « cell index » et repérer la relation entre une diminution du cell index et la viabilité des cellules.

Le *cell index* est un indicateur sans unité calculé à partir de l'impédance mesurée entre les microélectrodes en or. L'adhésion des cellules freine le courant : davantage de cellules adhérentes augmente l'impédance et l'indice, jusqu'au plateau à confluence. Les toxines en suspension n'influencent pas seules la mesure. Si elles détruisent les cellules adhérentes, l'indice diminue : cette baisse traduit une altération de l'état cellulaire et une perte de viabilité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une diminution du *cell index* indique une destruction ou une perte d'adhésion des cellules et donc une baisse de leur viabilité.

Question 2.2. Analyser l'expérience de façon globale, en comparant notamment les valeurs du cell index à 22 h, puis conclure sur l'effet de Bifidobacterium longum sur les cellules intestinales.

Condition à 22 h	Cell index normalisé lu sur le graphe
MM, témoin	Proche de 0
Tox.S	Environ -1,0
IPLA20001-Tox.S	Environ -0,50
IPLA20002-Tox.S	Environ -0,65
IPLA20001-MM et IPLA20002-MM	Proches de 0

Le surnageant toxique seul fait fortement chuter l'indice, tandis que les surnageants des souches incubées avec le milieu témoin restent proches du témoin MM. Après incubation avec les souches de *B. longum*, la chute est moins importante qu'avec Tox.S seul. La protection est plus marquée avec IPLA20001, mais l'indice reste négatif : l'effet toxique n'est donc pas entièrement supprimé.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> *Bifidobacterium longum* atténue l'effet cytotoxique des toxines de *C. difficile*, surtout avec la souche IPLA20001, sans l'éliminer complètement.

3. Production de Bifidobacterium longum

L'exercice compare des fermentations batch de Bifidobacterium longum ATCC 15707 en milieux MRS, avec ou sans lactosérum, et avec ou sans maintien du pH. Les données de croissance, de consommation des substrats et de production d'acides servent à caractériser les cultures et à choisir les conditions de production.

Production de Bifidobacterium

Question 3.1. Caractériser le milieu MRS à partir de sa composition, puis en déduire le type trophique de Bifidobacterium longum.

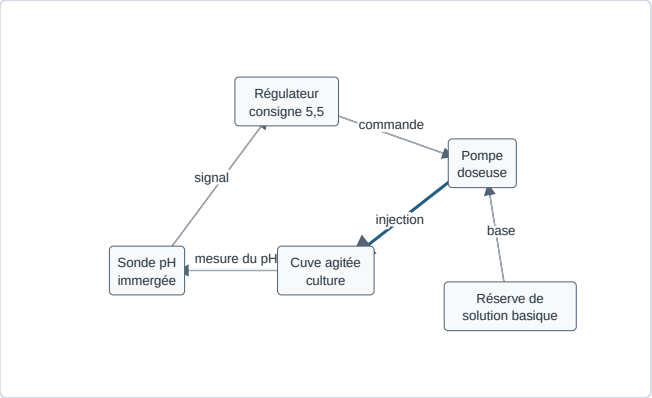
Le MRS est un milieu riche et complexe : la polypeptone et les extraits de viande et de levure apportent des nutriments organiques de composition variable. Le glucose constitue une source de carbone et d'énergie ; les sels minéraux et autres constituants complètent le milieu. *Bifidobacterium longum* utilise donc des molécules organiques comme source de carbone et d'énergie. Son type trophique est hétérotrophe et chimio-organotrophe.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> MRS : milieu riche et complexe. *B. longum* : bactérie hétérotrophe chimio-organotrophe.

Question 3.2. Réaliser un schéma légendé du bioréacteur faisant figurer les éléments permettant le maintien du pH.

La sonde immergée mesure le pH de la culture et transmet cette valeur au régulateur, réglé à la consigne de 5,5. Lorsque la production d'acides fait baisser le pH, le régulateur commande la pompe doseuse. Celle-ci prélève une solution basique dans son réservoir et l'injecte dans la cuve. Le schéma représente ainsi la boucle de mesure, de commande et de correction nécessaire au maintien du pH.

Bioréacteur et boucle de maintien du pH



La pompe injecte la base dans la cuve lorsque le pH s'écarte de la consigne.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sonde pH → régulateur réglé à 5,5 → pompe doseuse de base → cuve de culture.

Question 3.3. Calculer les productivités volumiques horaires totales (PVHT) en acide lactique et en acide acétique dans le milieu MRS ajusté à pH 5,5, puis préciser le type de fermentation mis en jeu au cours de ce batch.

La fermentation en batch dure 12 h. La productivité volumique horaire totale se calcule en divisant la quantité d'acide produite par le temps de fermentation. En MRS ajusté à pH 5,5, les productions sont de 7,2 $g \cdot L^{-1}$ d'acide lactique et de 8,6 $g \cdot L^{-1}$ d'acide acétique. Ainsi, les PVHT sont respectivement 7,2/12 = 0,60 et 8,6/12 = 0,72 $g \cdot L^{-1} \cdot h^{-1}$. La production des deux acides caractérise la fermentation bifide, de type hétérolactique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> PVHT : acide lactique 0,60 et acide acétique 0,72 $g \cdot L^{-1} \cdot h^{-1}$. Fermentation bifide hétérolactique.

Question 3.4. Calculer le rendement de croissance total RX/S dans le milieu MRS ajusté à pH 5,5.

$R_{X/S}$ = augmentation de biomasse / masse de substrat consommé.

En MRS, le glucose est le substrat glucidique mesuré : 19,5 g·L^{-1} sont consommés. L'augmentation de biomasse est (8,7 × 10^{9} − 8,0 × 10^{7}) cellules·mL^{-1}. Après conversion en cellules·L^{-1}, le rendement vaut [(8,7 × 10^{9} − 8,0 × 10^{7}) × 1 000] / 19,5 = 4,42 × 10^{11} cellules·g^{-1} de glucose consommé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_{X/S}$ = 4,42 × 10^{11} cellules·g^{-1} de glucose consommé.

Question 3.5. Synthétiser les données pertinentes sous forme de tableau et argumenter le choix des conditions de culture permettant une production optimale de Bifidobacterium longum.

Conditions de culture	Biomasse finale (10^{9} cellules·mL^{-1})	PVHT lactique (g·L^{-1}·h^{-1})	PVHT acétique (g·L^{-1}·h^{-1})	Rendement (10^{11} cellules·g^{-1})
MRS, pH 5,5	8,7	0,60	0,72	4,42
MRS-WP, pH 5,5	17,3	0,98	0,94	5,7
MRS-WP, pH non régulé	3,3	0,47	0,41	2,6

Le MRS-WP avec pH maintenu à 5,5 donne la biomasse finale la plus élevée, ainsi que les PVHT les plus fortes et le meilleur rendement indiqué. À milieu identique, le contrôle du pH améliore nettement ces résultats par rapport à la culture non régulée. Pour produire au mieux *B. longum*, on retient donc le MRS-WP avec maintien du pH à 5,5.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Condition optimale : milieu MRS-WP avec maintien du pH à 5,5.

4. Clarté et rigueur de l’expression écrite

Une évaluation transversale porte sur la qualité de la composition écrite tout au long de l’épreuve. Elle prend en compte la justesse de la langue, la présentation de la copie et la fluidité de la lecture.

Expression écrite

Question Critères. Rédiger les réponses avec justesse et rigueur, en soignant l’orthographe, la grammaire, le vocabulaire, la présentation générale de la copie et la fluidité de la lecture.

Tout au long de l’épreuve, chaque réponse doit être exacte, justifiée par les données et formulée avec le vocabulaire scientifique adapté. La copie doit respecter l’ordre des questions et distinguer clairement observations, explications et conclusions. Soigner l’orthographe, la grammaire et la ponctuation; présenter lisiblement calculs, tableaux et schémas, avec unités et légendes utiles. Enfin, relire l’ensemble pour vérifier la cohérence des réponses et assurer une lecture fluide.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Expression correcte et précise, vocabulaire adapté, copie claire et organisée, lecture fluide.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2019)

Bilan de l'épreuve : Épreuve BTS Biotechnologies U4.1 de microbiologie et génie fermentaire, session 2019, code BOE4MGF, durée 2 h, coefficient 1. Elle traite du microbiote intestinal, des résistances de C. difficile, de l'effet protecteur de B. longum et de sa production en batch. Elle évalue l'analyse de documents, les calculs de fermentation, la représentation d'un bioréacteur et la synthèse scientifique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Les bêta-lactamines partagent un cycle bêta-lactame, visible dans les structures chimiques proposées.
- L'endospore a une activité enzymatique faible, une synthèse macromoléculaire absente et une forte résistance à plusieurs agents.
- Dans xCELLigence®, l'adhésion cellulaire augmente l'impédance mesurée par le cell index; sa diminution peut traduire une destruction cellulaire.
- La PVHT d'un produit en batch correspond à la quantité produite par litre divisée par la durée de fermentation.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour chaque mécanisme de résistance, distinguer la dégradation, la modification et l'expulsion de l'antibiotique.
- Justifier la dormance de l'endospore par plusieurs caractéristiques du tableau comparatif.
- Interpréter le cell index normalisé en comparant les surnageants toxiques aux conditions témoins.
- Vérifier les unités, la durée de fermentation et les substrats réellement consommés dans les calculs.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer une PVHT pour les résultats de fermentation de ce sujet ?

Pour un batch de 12 h, divisez la concentration totale du produit formé, en $g \cdot L^{-1}$, par 12 h. La PVHT s'exprime en $g \cdot L^{-1} \cdot h^{-1}$. Utilisez la concentration produite indiquée dans le tableau.

Q : Que signifie une diminution du cell index dans cette expérience ?

Le cell index traduit l'impédance liée notamment à l'adhésion des cellules aux microélectrodes. Si les toxines détruisent les cellules adhérentes, l'impédance diminue; une baisse indique donc une atteinte de leur état physiologique.

Q : Comment organiser les deux heures de l'épreuve ?

Les trois parties valent respectivement 6, 4 et 8 points, avec 2 points supplémentaires pour l'expression écrite. Répartissez le temps selon ces pondérations et gardez quelques minutes pour vérifier les calculs, les unités et la présentation.

Q : Quels éléments valorisent les réponses d'analyse et de synthèse ?

Reliez les observations des documents aux mécanismes biologiques et appuyez vos conclusions sur des données précises. Distinguez clairement témoins et conditions testées, et soignez l'expression écrite, qui compte pour 2 points.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbiorp.fr/assets/annales/bts-biorp/E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie/2019/BTS BioRP - E4 - Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie - Session 2019 - 1-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.