

Baccalauréat STL

Session 2026

**Épreuve : Biochimie-biologie-
biotechnologie**

Durée de l'épreuve : 3 heures

Coefficient : 16

PROPOSITION DE CORRIGÉ

Le cancer du col de l'utérus : mécanismes et thérapies

PARTIE I

1. Mécanisme de cancérisation provoqué suite à une infection par le virus HPV

Q1. Identifier les phases du cycle cellulaire contrôlées par la protéine p21.

La protéine p21 inhibe la phase G1 et la phase M (Mitose).

Q2. Indiquer les conséquences de l'expression et de l'action des protéines virales sur le cycle cellulaire.

Les protéines virales du virus HPV entraînent l'inhibition de la protéine p21. En inhibant l'action d'une protéine qui freine le cycle cellulaire, les protéines active la multiplication cellulaire.

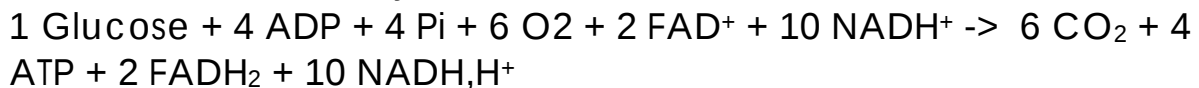
Q3. Présenter les étapes intervenant dans la formation d'une tumeur utérine après infection par un virus HPV.

Le virus HPV entre dans les cellules épithéliales du col de l'utérus. Il va alors détourner la machinerie cellulaire pour fabriquer ses protéines virales. Ces protéines entraînent l'inactivation de la protéine p21 qui stoppe la multiplication cellulaire. Le cycle cellulaire n'est donc plus freiné et les cellules, même anormales, se multiplient créant ainsi une tumeur utérine.

2. Métabolisme énergétique des cellules cancéreuses

Q4. Calculer le nombre de moles d'ATP produites à partir d'une mole de glucose par chacune des deux voies métaboliques.

Le bilan de la voie oxydative est :



Comme la réoxydation du FADH₂ permet la fabrication de 2 moles d'ATP et celle du NADH, H⁺ en permet 3, l'oxydation d'une mole de glucose permet de fabriquer 4 moles d'ATP + 2 x 2 moles d'ATP + 10 x 3 moles d'ATP soit **38 moles d'ATP**.

Le bilan de la voie fermentaire est :



(Le NADH, H⁺ n'apparaît pas car produit dans le cytoplasme est réoxydé lors de la fermentation).

Une mole de glucose permet donc de fabriquer **2 moles d'ATP**

Q5. Analyser les résultats afin de montrer les différences d'utilisation des voies fermentaire et oxydative entre les cellules cancéreuses et non cancéreuses.

Les cellules épithéliales saines consomment 21 O₂ par mm³/cm²culture/h, elles ne produisent pas de lactate et consomment 32 unités de glucose.

Les cellules cancéreuses consomment 3 fois moins de O₂ et consomment beaucoup plus de glucose tout en fabricant du lactate.

Comme c'est la voie fermentaire qui permet de produire le lactate, les cellules cancéreuses utilisent donc plus la voie fermentaire que la voie oxydative pour leur métabolisme énergétique.

Q6. Emettre une hypothèse permettant d'expliquer la différence de consommation de glucose.

Les cellules cancéreuses ont besoin d'énergie donc d'ATP. Comme le rendement de la voie fermentaire est beaucoup plus faible que celui de la voie oxydative, et que les cellules cancéreuses privilégient la voie fermentaire, elles consomment donc plus de glucose pour produire de l'ATP.

Q7. Expliquer pourquoi l'utilisation du ^{18}F -FDG permet de révéler la présence de cellules cancéreuses.

Le ^{18}F -FDG est un analogue du glucose qui entre dans les cellules par les mêmes transporteurs et qui est transformé en ^{18}F -FDG-6P par l'hexokinase.

Le ^{18}F -FDG-6P, qui émet des positons, ne peut pas être métabolisé donc il va s'accumuler dans la cellule.

Les cellules qui consomment beaucoup de glucose, comme les cellules cancéreuses et les cellules du cerveau vont donc accumuler beaucoup de ^{18}F -FDG-6P et vont donc apparaître en noir au TEP-scan.

Q8. Analyser l'image obtenue par TEP-scan afin d'identifier le tissu qui comportent des cellules cancéreuses.

Le cliché obtenu par TEP-scan montre des régions noires au niveau du cerveau, des reins, de la vessie et des ganglions. Le cerveau, les reins et la vessie apparaissent en noir au TEP-scan ce qui est normal.

Ici ce sont donc les ganglions au niveau de l'aine qui contiennent probablement des cellules cancéreuses.

3. Traitements antitumoraux

Q9. Expliquer pourquoi l'absorbance mesurée doit diminuer si l'échantillon analysé contient l'enzyme LDH active.

L'enzyme LDH active catalyse la transformation du pyruvate et du NADH, H^+ en lactate et NAD^+ .

Comme c'est le NADH, H^+ qui absorbe à 340 nm, alors si la LDH est

active, alors le NADH,H⁺ est consommé et diminue, donc l'absorbance diminue aussi.

Q10. Calculer la concentration d'activité catalytique de la LDH plasmatique analysée chez la patiente.

$$b_{(LDH; plasma)} = \Delta A \times \frac{V_{MR} \times 1000}{V_E \times 6,3 \times l}$$

$$b_{(LDH; plasma)} = (0,157 - 0,061) \times \frac{1,020 \times 1000}{0,020 \times 6,3 \times 1}$$

$$b_{(LDH; plasma)} = 777,14 \text{ UI} \cdot \text{L}^{-1}$$

Q11. Interpréter le résultat de ce dosage.

La concentration d'activité catalytique de la LDH de la patiente est 777 UI·L⁻¹ ce qui est très supérieur à 300 UI·L⁻¹ qui est la valeur de référence des patientes atteintes d'un cancer du col de l'utérus. La patiente est donc certainement atteinte d'un cancer du col de l'utérus.

Q12. Argumenter le choix du traitement anticancéreux qui semble le plus efficace.

La LDH est une enzyme très active dans les cellules cancéreuses. Un médicament anticancéreux qui diminue l'activité catalytique de la LDH permet de réduire le métabolisme énergétique des cellules cancéreuses.

Le médicament A permet de réduire l'activité catalytique de la LDH de 1000 à 331 UI·L⁻¹. Le médicament B permet de réduire l'activité catalytique de la LDH de 1000 à 148 UI·L⁻¹. C'est donc le médicament B qui semble le plus efficace.

Q13. Présenter l'ensemble des éléments montrant que des traitements ciblant l'activité LDH pourraient limiter le métabolisme tumoral et être utilisé comme traitement.

Les cellules cancéreuses utilisent plus la voie fermentaire que la voie oxydative pour leur métabolisme énergétique. Cette voie fermentaire est rendue possible par la LDH. Une molécule qui diminue l'activité de la LDH, entraîne donc une diminution du métabolisme énergétique tumoral. Ces molécules peuvent donc être utilisées comme traitement pour des patientes atteintes d'un cancer du col de l'utérus.

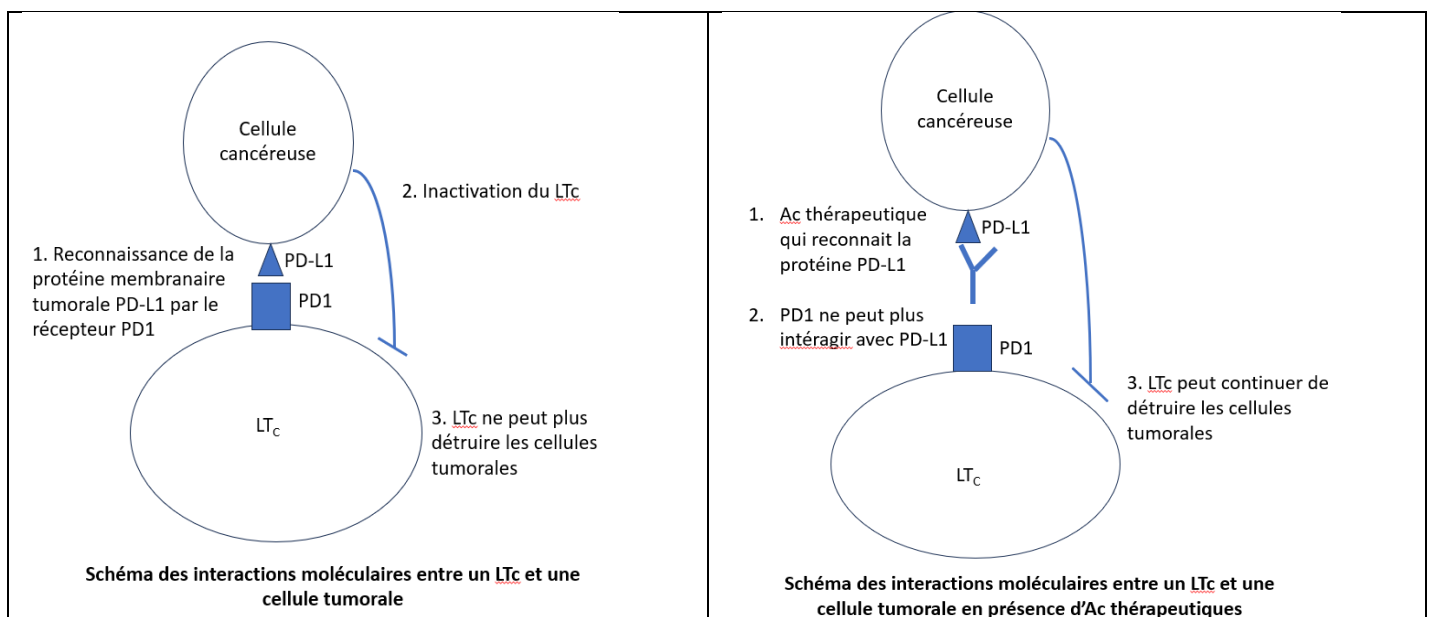
Q14. Montrer dans ce modèle que la coopération cellulaire est indispensable à l'élimination des cellules cancéreuses par le système immunitaire.

Les cellules cancéreuses libèrent de antigènes (Ag) tumoraux qui vont être captés par les CMH des CPA.

Les LT4 qui ont le TCR reconnaissant spécifiquement l'Ag présenté sur le CMH vont activer des LT8. Ces LT8 vont alors se multiplier et se différencier en LT cytotoxiques capables de détruire les cellules cancéreuses qui présentent les Ag tumoraux que leur CMH I.

C'est donc une coopération cellulaire entre les cellules immunitaires qui permet de détruire les cellules cancéreuses.

Q15. Schématiser les interactions moléculaires spécifiques ayant lieu entre une cellule tumorale et un LTc...



PARTIE II

Q16. Rédiger un argumentaire présentant les enjeux et les limites de la vaccination thérapeutique par rapport à la vaccination préventive.

Le cancer du col de l'utérus représente chez la femme le 4^{ème} cancer le plus mortel. Ce cancer cause 1100 décès chaque année en France et est majoritairement dû à une infection par le virus HPV.

Il existe un vaccin préventif qui permet de protéger contre 90 % des infections par HPV et donc qui permet de protéger contre l'apparition de cancer du col de l'utérus.

Ce vaccin est bien toléré et est donc efficace mais pas dans 10 % des cas. Le vaccin préventif permet d'éduquer le système immunitaire à reconnaître et combattre le virus HPV et donc indirectement prévient le cancer du col de l'utérus.

Depuis quelques années des vaccins thérapeutiques anticancer ont été développés. Ces vaccins contiennent des antigènes tumoraux de cellules cancéreuses et permettent de déclencher une réponse immunitaire mémoire qui permet au patient d'être mieux protégé dans le cas d'une rechute.

Leur développement est très contraignant car il faut prélever des cellules dendritiques du patients, les mettre en culture en présence d'un antigène spécifique du cancer à traiter puis les réinjecter au patient.

Le seul vaccin thérapeutique actuellement commercialisé est un vaccin contre le cancer de la prostate mais le développement de tels vaccins est en croissance notamment concernant les cancers du sein.

On peut imaginer que des vaccins thérapeutiques contre le cancer du col de l'utérus pourront être développés et commercialisés dans un futur proche.

