

## Devoir surveillé n°1

Samedi 28 septembre 2024

### Épreuve d'analyse de documents de biologie

durée : 2 heures

#### Thème 1 – Digestion des végétaux par le rumen de la vache

Question 1 - Identifier et légénder deux types de micro-organismes sur le document 1 (**répondre sur la feuille en annexe à rendre avec la copie**). Préciser leur taille. Calculer le grandissement.

Un Cilié de 100  $\mu\text{m}$  environ

Une bactérie bacille ou coque de 2  $\mu\text{m}$  environ

L'échelle est une barre de 2 cm représentant en réalité 20  $\mu\text{m}$  donc :

Grandissement =  $2 \text{ cm} / 20 \mu\text{m} = 2 \cdot 10^{-2} / 20 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-2} / 2 \cdot 10^{-5} = 1\ 000$

Question 2 – Identifier le type de microscopie utilisée dans le document 2.

*Il s'agit de microscopie électronique à balayage.*

Question 3 – Lister les composants biochimiques des parois végétales. Citer 2 molécules facultatives pouvant imprégner les parois.

*La paroi végétale est formée de cellulose majoritaire, mais aussi d'hémicellulose, de pectines et de quelques glycoprotéines. Elle peut être imprégnée de lignine, lipides ou silice.*

Question 4 – Comparer les 2 images de façon à préciser l'action des bactéries du rumen sur la digestion des végétaux.

*Les tissus contenant de la cellulose mais pas de lignine ni de cuticule lipidique (parenchyme et phloème) ont totalement disparu suite à la digestion microbienne.*

*Les tissus contenant de la lignine (xylème et tissu de soutien) ou des lipides (cuticule) sont quasiment intacts.*

*Les bactéries du rumen dégradent donc la cellulose mais ni la lignine, ni les lipides de la cuticule.*

Question 5 – Analyser le document et indiquer s'il confirme votre réponse à la question précédente.

*La tendance observée est une baisse linéaire de la digestibilité lorsque la teneur en lignine augmente. Le caractère linéaire des droites suggère une proportionnalité donc une dépendance entre les 2 paramètres.*

*Pour le ray-grass ou le dactyle, la digestibilité passe de 85 à 50 UA lorsque la teneur en lignine varie de 2 à 8 %. Il en est de même pour le trèfle (digestibilité de 80 à 50 UA entre 4 et 10 % de lignine) et pour la luzerne (digestibilité de 70 à 45 UA entre 4 et 10 % de lignine).*

*Ces résultats sont en accord avec le document précédent : la lignine est peu dégradée par les bactéries du rumen. Cela ne donne par contre aucune information concernant la cellulose ou les lipides de la paroi.*

Question 6 – Commenter le nombre de bactéries dans le rumen des vaches avant défaunation. Proposer trois explications possibles.

*Il y a une différence non négligeable entre la quantité de bactéries dans le rumen des 8 vaches non défaunées, allant de 1,5 à 9 milliards par mL (soit un facteur 6 !) ; il y a donc une **disparité des flores selon les individus**. Ces variations interindividuelles peuvent provenir de l'état de santé des vaches, leur âge, leur régime alimentaire, leur situation (gestante ou non, mâle ou femelle...), leur race...*

**Question 7 – Analyser et interpréter l'effet de l'agent défaunant sur la population bactérienne du rumen. Proposer deux effets possibles des Ciliés sur les populations bactériennes.**

*Quelle que soit la vache, le traitement à l'Alkanate induit une hausse importante du nombre de bactéries : la population bactérienne est multipliée par 2,3 à 3 selon l'individu (sauf la vache 8 qui a un facteur multiplicatif de 4,8).*

*On en déduit que les Ciliés ont un effet négatif sur la population bactérienne. On peut envisager une relation :*

- *de compétition pour les nutriments ;*
- *ou de prédation, les Ciliés consommant les bactéries.*

**Question 8 – Indiquer quelle mesure essentielle manque à ce tableau de résultat.**

*Il manque un dénombrement des Ciliés avant et après traitement afin de vérifier que le traitement à l'Alkanate a bien éliminé les Ciliés du rumen.*

**Question 9 – Interpréter les résultats du tableau invalidant l'action des Ciliés sur la population bactérienne. Proposer un protocole expérimental permettant de tester votre hypothèse.**

*Il se pourrait que l'Alkanate 3SL3 soit en fait un nutriment important pour les bactéries : l'apport de ce produit activerait intensément la multiplication bactérienne, et ce de manière totalement indépendante des Ciliés.*

*Pour le vérifier, il faudrait réaliser deux cultures bactériennes en parallèle : une sans Alkanate et l'autre avec apport d'Alkanate. Au bout de 2 jours de culture en étude, un comptage des bactéries pourra indiquer si ce produit est un « fertilisant » pour les bactéries.*

**Question 10 – Expliquer le but de l'expérience en précisant pourquoi les chercheurs évaluent le taux d'acides aminés dans le duodénum.**

*Le taux d'acides aminés reflète la nutrition azotée : plus l'apport en azote est élevé dans son duodénum (lieu d'absorption), mieux la vache est alimentée en azote, un élément indispensable à la production de lait et à la croissance. Les aliments de la vache sont pauvres en azote.*

*Les chercheurs veulent savoir si le traitement à l'alkanate favorise, ou non, la nutrition azotée des vaches, et ce pour différents types d'alimentation.*

**Question 11 – Décrire avec méthode les résultats obtenus. Proposer une hypothèse explicative utilisant la réponse à la question 7.**

*Il y a 2 paramètres qui sont analysés : il faut donc séparer l'analyse en deux parties.*

### **Effet du régime alimentaire**

*Pour les vaches non traitées, le taux d'azote diminue de 30 à 20 g.L<sup>-1</sup> entre le fourrage seul et un régime moitié fourrage-moitié complément, soit une diminution de 30%. Il n'y a pas de différence significative entre les régimes F90C10 et F70C30.*

*Pour les vaches défaunées, le taux est également diminué de 30% environ (32 à 22 g.L<sup>-1</sup>).*

*Que ce soit en situation de défaunation ou non, une alimentation en fourrage est donc plus propice à l'absorption des acides aminés. Or le complément ne met pas en jeu la microflore, contrairement au fourrage.*

*Hypothèse : le fourrage, riche en cellulose, favorise le développement des bactéries du rumen, qui seraient une source importante d'azote pour la vache.*

### **Effet de la défaunation**

*Pour chacun des régimes proposés, le taux d'azote duodécal est plus élevé lorsque la vache est défaunée : il est augmenté de 10 à 20 % selon le régime (10% en F100 et 20% pour F70C30). Les différences sont chaque fois significatives.*

Ce résultat conforte l'hypothèse proposée, appuyée par la question 7.

La défaunation induit une hausse de la population bactérienne du rumen. Or les bactéries du rumen constituent une source d'acides aminés importante pour la vache. Ainsi, la défaunation favorise la nutrition azotée de la vache.

### Question 12 – Expliquer l'intérêt d'avoir compté les Ciliés dans le rumen.

L'évaluation du nombre de Ciliés permet de tester l'efficacité du traitement à l'alkanate : c'était le témoin manquant de la première expérience.

Le nombre de Ciliés est de  $1,2 \cdot 10^4 \text{ mL}^{-1}$  chez les vaches défaunées, alors qu'il est de  $26,7 \cdot 10^4 \text{ mL}^{-1}$  chez les vaches témoin : plus de 95 % [ $1,2 / 26,7 \times 100 = 4,5$  %] des Protozoaires ont été détruits par le traitement. L'étude est donc bien validée.

### Question 13 – Décrire avec précision l'effet de la défaunation sur les caractéristiques du lait et la production de lipides et protéines par la vache (des calculs judicieux sont souhaités...).

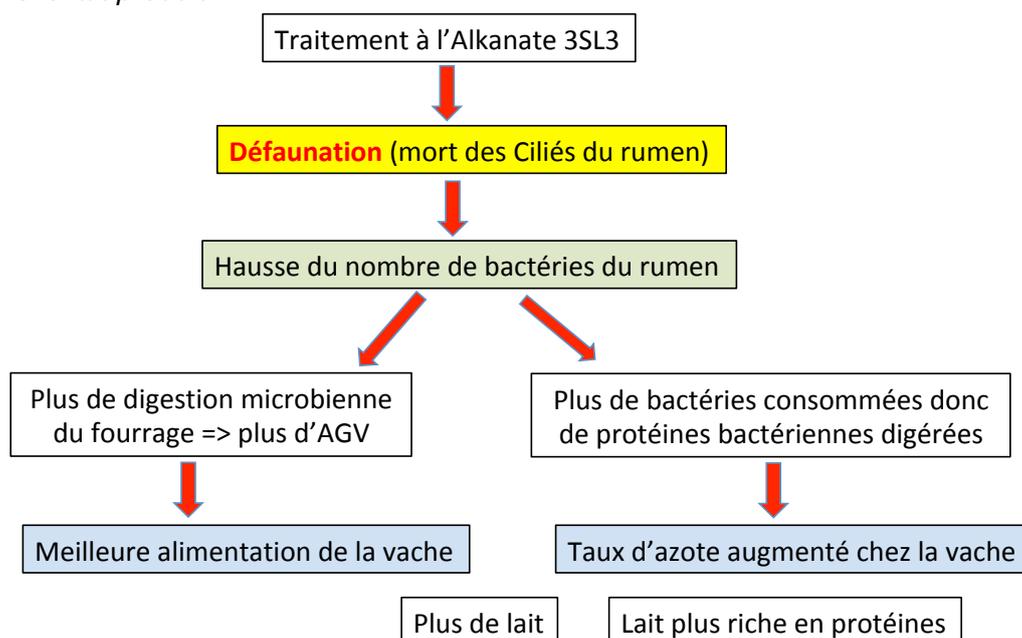
En ce qui concerne les caractéristiques de la production laitière :

- les vaches défaunées ont une production augmentée de 13,5 % ;
- la quantité de matières grasses produite est **diminuée en concentration dans le lait mais, comme le volume de lait augmente, il faut calculer la quantité de matière grasse produite par jour**. Elle est légèrement augmentée de 5 % (912 g/vache/jour contre 868 g) ;
- de la même manière, la quantité de matière protéique est aussi augmentée de presque 20 % (713 g/vache/jour contre 598).

On constate donc que l'absence de Ciliés semble favorable à la production de lait.

### Question 14 – Résumer les effets de la défaunation sur un schéma fonctionnel.

Les Ciliés consomment certaines bactéries : on peut proposer l'hypothèse que l'augmentation du nombre de bactéries consécutive à la diminution considérable du nombre de Ciliés serait favorable au déroulement des fermentations dans le rumen (meilleure digestion du fourrage) – et donc à la production d'une plus grande quantité d'AGV qui seraient absorbés par la paroi du rumen et utilisés ensuite par la vache – et d'autre part, comme vu avec les documents précédents, l'augmentation du flux duodénal d'acides aminés permettrait une absorption plus importante pouvant contribuer à augmenter la quantité de matières protéiques dans le lait produit.



## Thème 2 – La formation des cellules musculaires, des cellules spécialisées

D'après le sujet d'Agro-Véto 2006

**Question 1 – Expliquer en quelques lignes le protocole permettant d'observer l'image de gauche.**

*Les cellules sont étalées sur une lame de microscopie et traitées avec des marqueurs, portant des fluorochromes, se liant spécifiquement à l'ADN des noyaux ou aux molécules d'actine. Ensuite, la lame est placée sur la platine d'un microscope qui émet la longueur d'onde induisant la fluorescence d'un fluorochrome : un cliché est alors pris. Sans déplacer la zone d'observation, la longueur d'onde excitant l'autre fluorochrome est émise et un second cliché est pris. L'image présentée ici est une superposition des 2 clichés (merge).*

**Question 2 – Par comparaison entre les deux clichés, décrire l'évolution cellulaire qui a eu lieu.**

*Les cellules ont fusionné, conduisant à des cellules plurinucléées.*

*La forme a changé : de cellules globulaires à cellules allongées.*

*Les cellules ont acquis la capacité de se contracter (sans doute en lien avec l'actine organisée).*

**Question 3 – Analyser la courbe noire et valider, ou non, l'hypothèse faite à la question 1.**

*La courbe noire montre une évolution significative du nombre de noyaux inclus dans les myotubes : environ 35 % des noyaux sont déjà dans les myotubes au bout de 18h et ce pourcentage atteint environ 65 % au bout de 48 h. Les cellules ne se divisent plus, le nombre total de noyaux n'augmente pas : cela confirmerait l'hypothèse de la fusion des cellules.*

**Question 4 – Comparer l'allure des deux courbes et préciser leur lien temporel. Proposer une interprétation possible au décalage temporel entre les deux courbes. Discuter le degré de preuve qu'apporte cette expérience.**

*Le suivi montre que la fusion des myoblastes conduit à une augmentation du nombre de noyaux par cellule : cette valeur augmente avec le temps, atteignant 50% en 20h puis on observe un ralentissement (70 % au bout de 45 h).*

*L'activité de la CPK présente une courbe similaire mais décalée dans le temps, en retard de 5h environ.*

*Hypothèse : la fusion des myoblastes en myotubes pourrait induire (= provoquer) l'expression de l'enzyme CPK et donner au myotube la capacité de se spécialiser en cellule musculaire fonctionnelle.*

*Le décalage des courbes n'est qu'une corrélation temporelle et non une preuve expérimentale : ce parallélisme suggère en effet que la fusion des cellules précède l'expression de l'enzyme spécifique CPK.*

*La fusion des cellules pourrait être un facteur déclenchant de la synthèse de molécules spécifiques au muscle. Ou alors, c'est le milieu de différenciation qui provoque cette expression de CPK, avec un effet décalé dans le temps.*

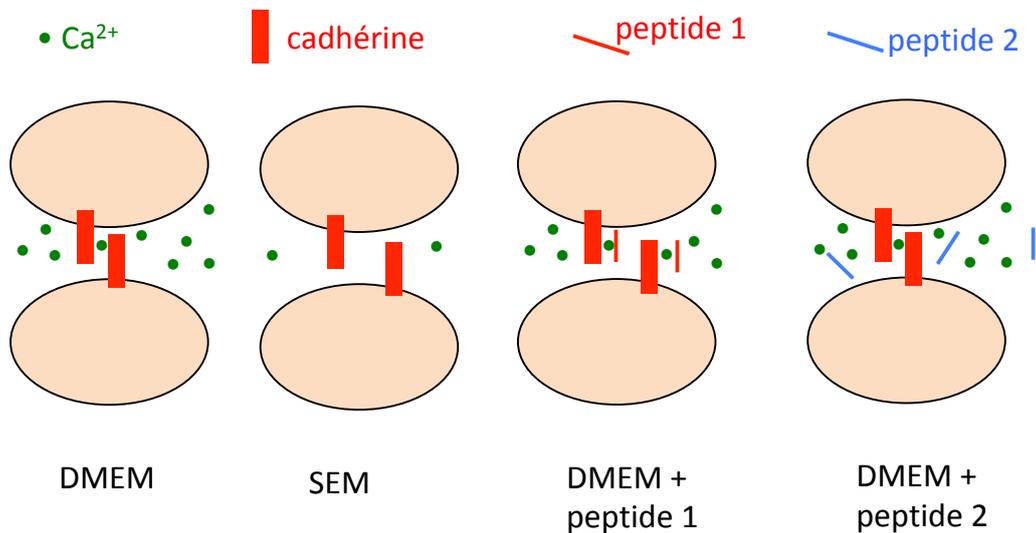
**Question 5 – Schématiser le contact entre deux myoblastes dans les 4 situations expérimentales. Indiquer dans quels milieux l'adhérence entre myoblastes sera potentiellement observée.**

*Milieu DMEM : adhérence entre cadhérines des myoblastes.*

*Milieu SEM : l'adhérence nécessitant des ions  $Ca^{2+}$ , l'adhérence ne pourra pas se faire.*

*Milieu DMEM + peptide 1 : les peptides 1 ajoutés, identiques aux parties extracellulaires des cadhérines, vont empêcher la liaison entre cadhérines de cellules voisines.*

*Milieu DMEM + peptide 2 : les peptides 2 ajoutés ne ressemblant pas aux parties extracellulaires des cadhérines ne vont pas se lier aux cadhérines des myoblastes, qui pourront alors adhérer.*



### Question 6 – Expliquer l'intérêt de l'expérience avec le peptide 2.

Le test avec le peptide 2 permet d'écarter l'hypothèse que ce soit la présence d'un peptide, quel qu'il soit, qui empêche la liaison entre 2 cadhérines. Le lien entre deux cadhérines est un lien spécifique : les deux séquences d'acides aminés doivent être identiques.

### Question 7 – Établir le lien entre adhérence et fusion des myoblastes en myotubes. Argumenter.

Le milieu DMEM représente la situation témoin : les cadhérines peuvent se lier et 85 % des myoblastes ont fusionné, comme dans l'expérience du document 2, au bout de 48h.

Par contre, sans possibilité d'adhérence entre les myoblastes, le taux de fusion est divisé par un facteur de 1,6 environ.

Conclusion : l'adhérence entre cellules semble nécessaire à la fusion des myoblastes.

### Question 8 – Décrire les résultats et en déduire le lien entre adhérence et activité de la CPK.

La valeur obtenue pour le témoin DMEM a été normalisée : la valeur de 100 % lui est attribuée.

Avec 10 fois moins d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans le milieu (SEM), l'activité de la CPK est divisée par 2.

Le peptide 1, qui empêche la liaison entre cadhérines, a un effet croissant avec la dose : la différence avec le témoin n'est pas significative pour une dose de  $0,25 \text{ mg.mL}^{-1}$ . La différence devient significative à une dose de  $0,5 \text{ mg.mL}^{-1}$  et devient très importante pour  $1,0 \text{ mg.mL}^{-1}$  : l'activité de la CPK a été divisée par 3 par rapport au témoin.

Le peptide 2 n'a pas d'effet significatif, confortant l'idée que c'est la liaison spécifique entre cadhérines qui est le signal d'activation de la CPK.

Conclusion : l'adhérence entre les cadhérines pourrait induire l'expression du gène de l'enzyme CPK, qui apparaît alors dans les myotubes et rend les cellules fonctionnelles.

### Question 9 – Réaliser un schéma bilan des conclusions apportées dans ce thème.

La différenciation des cellules musculaires squelettiques débute par une prolifération des myoblastes. Puis, ceux-ci adhèrent grâce à leurs cadhérines membranaires. L'adhérence des cadhérines provoque l'apparition d'un signal qui induit :

- la fusion des myoblastes en myotubes
- la modification de l'expression génétique, avec par exemple l'expression d'une enzyme spécifique, la CPK

On ne peut pas déterminer si c'est la fusion des cellules qui provoque l'activité de la CPK ou si c'est le signal issu des cadhérines.

