

## 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

##### Partie 1 – Digestion enzymatique par la microflore ruminale

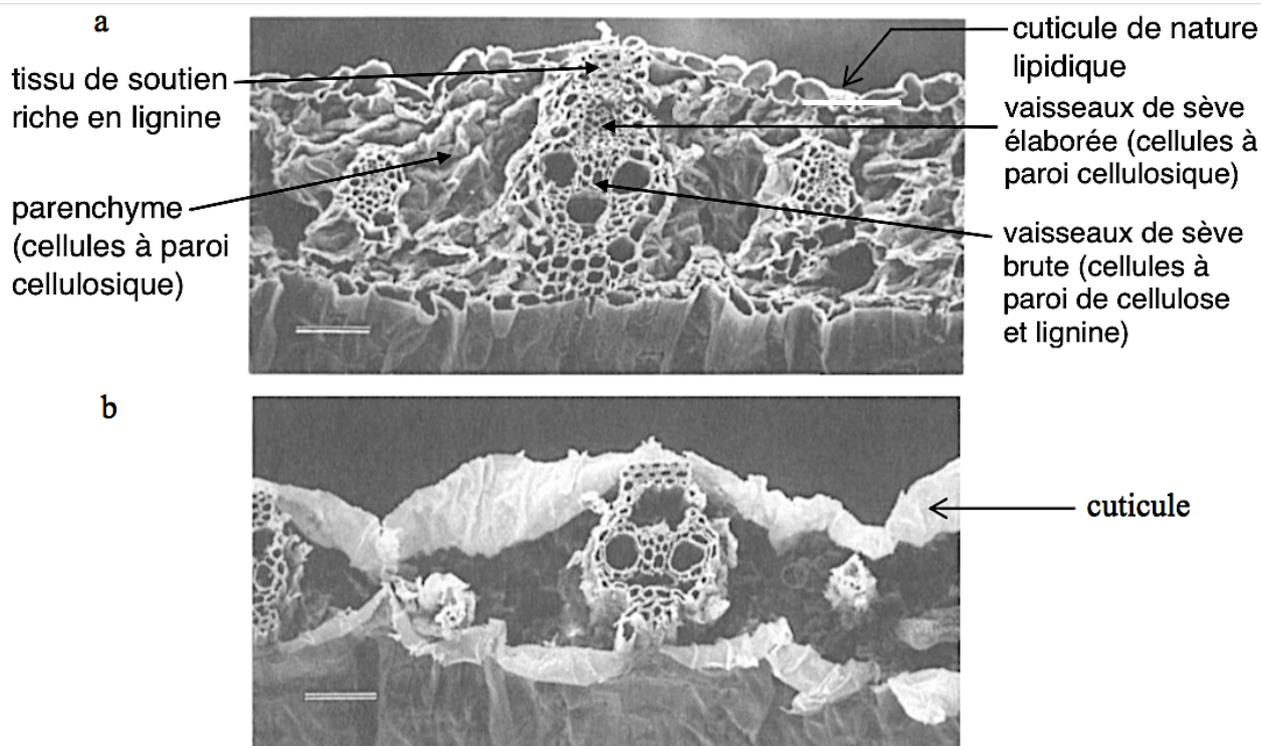
#### Document 1 – Extrait de jus de rumen d'une vache

Le document 1 présente une observation au microscope à contraste de phase d'une fraction de jus de rumen prélevé chez une vache. La photographie est fournie sur la dernière page du sujet.

Question 1 - Identifier et légendier 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.

#### Document 2 – Dégradation de tissus végétaux par les bactéries ruminales

La dégradation des tissus végétaux par les bactéries du rumen est étudiée chez le dactyle, une angiosperme poacée. Des coupes transversales de feuilles de dactyle sont présentées ci-dessous.



Document 2 – Micrographies de coupes transversales de feuille de dactyle dans deux conditions.  
*a* : feuille saine prélevée directement sur un dactyle - *b* : feuille cultivée durant 48h à 37°C avec une culture pure de bactéries du rumen. Barre d'échelle identique sur les deux clichés : 50 µm.

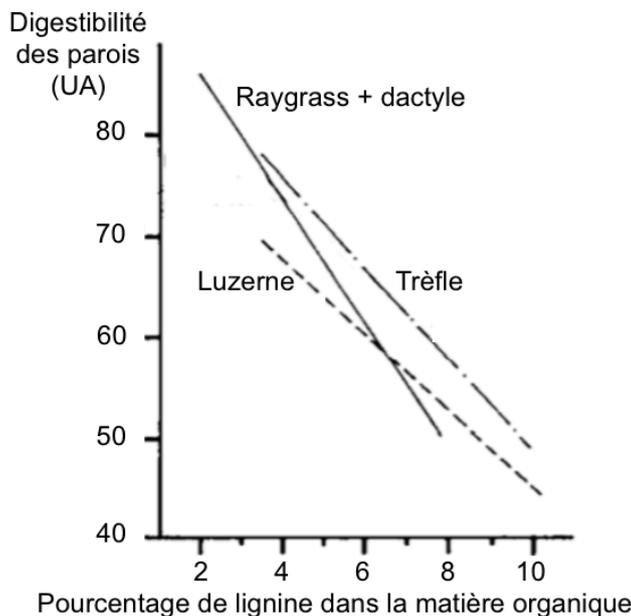
Question 2 – Identifier le type de microscopie utilisée dans le document 2.

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

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

### Document 3 – Digestibilité des parois végétales

La digestibilité des parois végétales est évaluée en fonction de leur teneur en lignine. La digestibilité des parois (en UA, unités arbitraires, sur le graphique) représente la facilité de digestion de cette paroi par les organismes vivants. On étudie quatre plantes dont la proportion en lignine varie : le ray-grass, le dactyle, la luzerne et le trèfle. Une digestion *in vitro* est réalisée avec les bactéries du rumen pendant 24 h à 37°C.



Document 3 – Mesure de digestibilité des parois de 4 espèces, en fonction de la teneur en lignine

Question 5 – Analyser le document 3 et indiquer s'il confirme votre réponse à la question précédente.

## Partie 2 – Importance des Ciliés dans la microflore ruminale

### Document 4 - Étude d'un agent défaunant

Certains agents chimiques comme l'Alkanate 3SL3, permettent d'éliminer les Ciliés du rumen d'une vache qui est alors dite « défaunée ». On étudie l'effet de la défaunation sur des bovins en comparant les populations bactériennes avant et après administration de l'agent défaunant 3SL3.

	Avant traitement	Après traitement		Avant traitement	Après traitement
Vache n°1	1,5	3,5	Vache n°5	7	18
Vache n°2	3,5	8	Vache n°6	8	18
Vache n°3	3,5	10	Vache n°7	9	27
Vache n°4	6,5	10	Vache n°8	9	43

Document 4 – Tableau de comparaison des populations bactériennes (en  $10^9 \text{ mL}^{-1}$ ) avant et après administration d'un agent défaunant chez 8 vaches

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

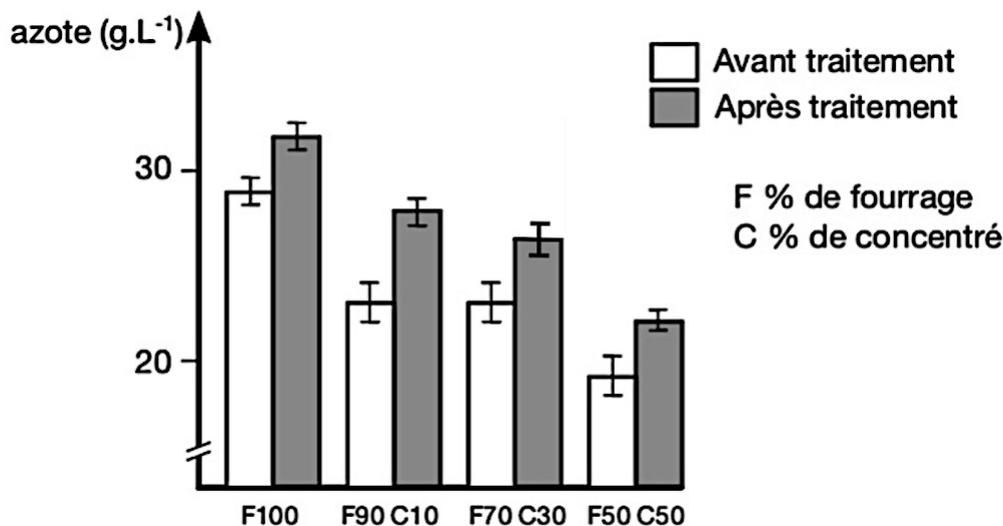
Question 7 – Analyser et interpréter l'effet de l'agent défaunant sur la population bactérienne du rumen. Proposer deux effets possibles des Ciliés sur les populations bactériennes.

Question 8 – Indiquer quelle mesure essentielle manque aux résultats présentés ici.

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.

### Document 5 - Étude des effets de la défaunation sur la nutrition azotée

Pour les 8 vaches testées précédemment, les chercheurs évaluent la quantité d'acides aminés dans le duodénum avant et après traitement. La composition de la ration alimentaire est modulée : elle comporte du fourrage F additionné ou non de concentré C (= complément alimentaire riche en énergie, non dégradé par la microflore du rumen) en différentes proportions.



Document 5 - Effet de la défaunation sur le flux d'azote dans le duodénum. Le taux d'azote correspond ici à la masse totale de tous les acides aminés.

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

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

### Document 6 – Effets de la défaunation sur la production laitière

L'expérience a été menée sur des vaches laitières de race Frisonne en début de lactation. Les vaches traitées ont reçu 900 mL par jour pendant 5 jours d'Alkanate 3SL3, un agent défaunant. Les analyses de lait ont été conduites au pâturage pendant les deux semaines suivant le dernier traitement. Seul le nombre de Ciliés n'a pas été dosé dans le lait mais dans le rumen.

	Valeurs moyennes sur le lait des animaux témoin	Valeurs moyennes sur le lait des animaux traités
Nombre de Ciliés (10 <sup>4</sup> mL <sup>-1</sup> )	26,7 +/- 1	1,2 +/- 0,8
Lait (L par vache et par jour)	20,0 +/- 0,5	22,7 +/- 0,4
Matières grasses (g.L <sup>-1</sup> )	45,6 +/- 1,1	38,8 +/- 0,9
Matières protéiques (g.L <sup>-1</sup> )	30,0 +/- 0,2	31,5 +/- 0,3

D'après P.J. Moate, Dairy Research Institute, 1987

Document 6 – Tableau recensant les effets de la défaunation sur la production laitière

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

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...).

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

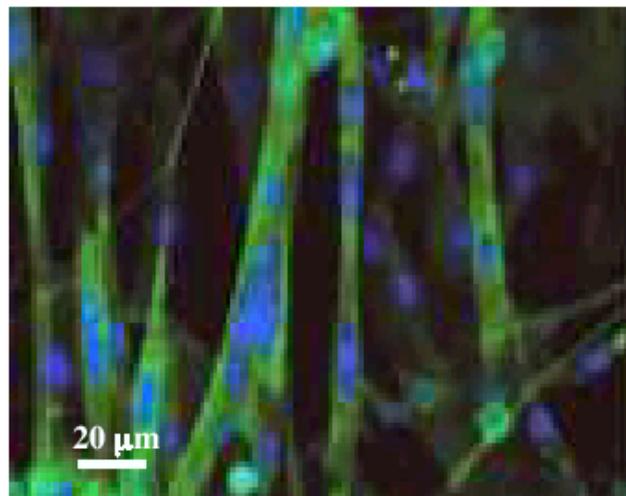
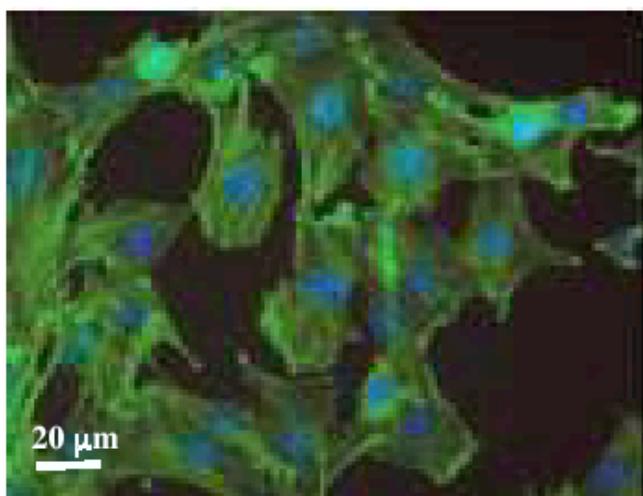
## Thème 2 – La formation des cellules musculaires, des cellules spécialisées

D'après le sujet d'Agro-Véto 2006

### Document 1 – Évolution des cellules précurseurs des cellules musculaires

Des cultures *in vitro* de cellules musculaires embryonnaires de souris, les **myoblastes**, sont utilisées comme modèle pour étudier la formation des muscles squelettiques.

- Dans un milieu de culture dit de prolifération, les cellules se multiplient.
- Lorsqu'elles sont transférées du milieu de prolifération vers un milieu de différenciation, des modifications sont observées. Néanmoins, le nombre total de noyaux de la culture ne change pas.



Document 1 – Observation des cultures cellulaires. Les noyaux sont colorés en bleu, les molécules d'actine sont colorées en vert.

À gauche : culture des **myoblastes** en milieu de prolifération.

À droite : après 72 heures de culture en milieu de différenciation, les cellules se contractent spontanément et sont appelées **myotubes**.

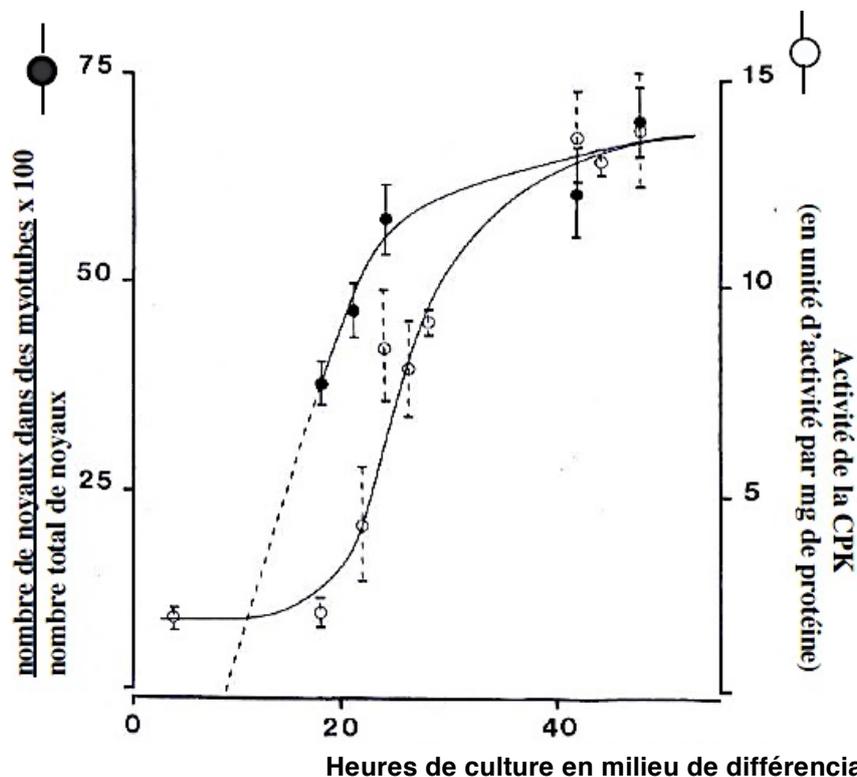
Question 1 – Expliquer en quelques lignes le protocole permettant d'observer l'image de gauche.

Question 2 – Après avoir comparé les deux clichés, décrire l'évolution cellulaire qui a eu lieu.

### Document 2 – Chronologie des événements cellulaires

Le pourcentage des noyaux qui sont présents dans des myotubes est déterminé en fonction de la durée de culture en milieu de différenciation et exprimé en pourcentage du nombre total de noyaux (● cercles pleins, noirs).

L'enzyme créatine phosphokinase (CPK) s'exprime de façon spécifique chez les cellules musculaires différenciées. Son activité est mesurée (en unité d'activité par mg de protéine) en fonction de la durée de culture en milieu de différenciation (○ cercles vides, blancs).



Document 2 – Suivi du nombre de noyaux dans les myotubes et de l'activité d'enzyme musculaire CPK  
 Au temps zéro, les cellules sont retirées du milieu de prolifération et placées en milieu de différenciation.

Question 3 – Analyser la courbe noire et valider, ou non, l'hypothèse faite à la question 2.

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.

### Document 3 – Implication des cadhérines dans la myogenèse

Des cadhérines musculaires ont été identifiées à la surface des myoblastes. L'implication de ces molécules dans la myogenèse est alors testée de la manière suivante.

a) Une culture témoin de myoblastes de Poulet est effectuée dans le milieu de différenciation standard, appelé milieu DMEM et contenant 2 mM de  $\text{Ca}^{2+}$ .

D'autres cultures cellulaires sont effectuées dans des milieux de différenciation modifiés :

- milieu SEM : milieu de différenciation à faible concentration de calcium 0,2 mM de  $\text{Ca}^{2+}$ ,

- milieu DMEM + diverses concentrations de peptides synthétiques :

\* peptide 1 = peptide synthétique de 10 acides aminés, identique à la zone extracellulaire d'une cadhérine musculaire ;

\* peptide 2 = peptide synthétique de 10 acides aminés, de même composition en acides aminés que le peptide 1 mais de séquence différente, n'existant pas dans la cadhérine.

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

Le pourcentage des noyaux qui sont présents dans des myotubes, exprimé en pourcentage du nombre total de noyaux, est déterminé 48 heures après le déclenchement de la différenciation en présence ou pas de peptides synthétiques.

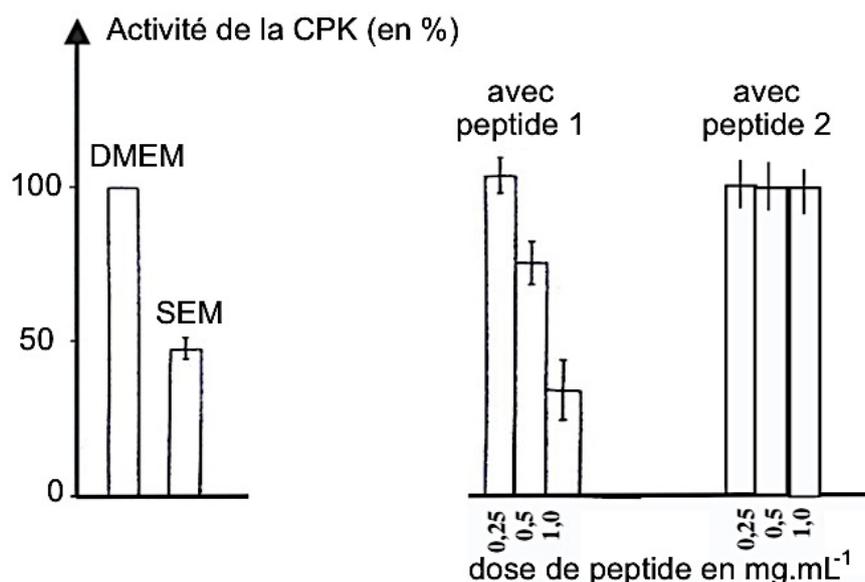
Condition de culture	Dose de peptide par mL de milieu	% de noyaux dans les myotubes
Milieu DMEM	0	85 ± 2,2
Milieu DMEM + peptide 1	50 µg	81 ± 2,1
	400 µg	52 ± 0,4
Milieu DMEM + peptide 2	50 µg	86 ± 0,7
	400 µg	84 ± 2,0

Document 3 – Tableau de résultats

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

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

b) Les myoblastes sont mis en culture dans les divers milieux de différenciation. L'activité de l'enzyme créatine phosphokinase (CPK) est mesurée après 48 heures de culture. Cette activité est exprimée en pourcentage de l'activité présentée par l'enzyme dans les cellules de la culture témoin DMEM.



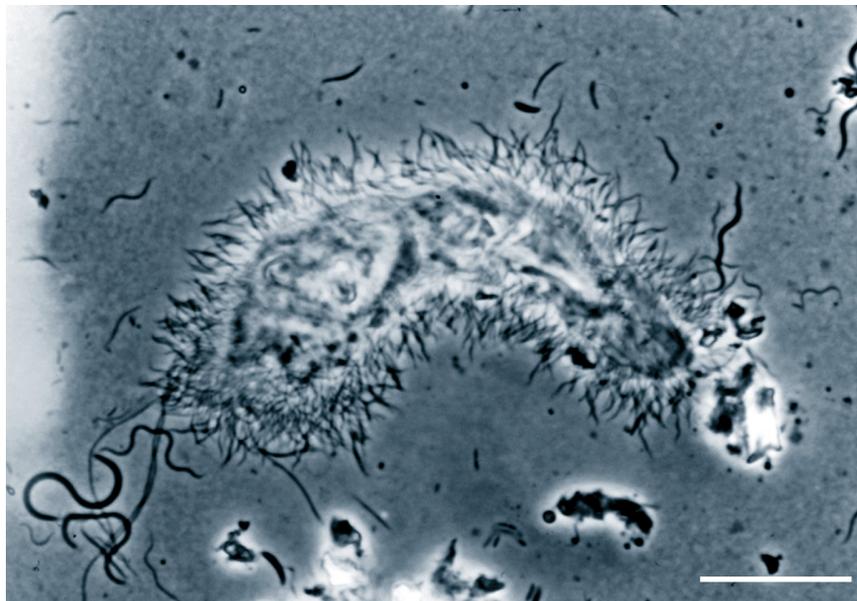
Document 4 – Résultats de l'expérience : activité de la CPK selon les différentes conditions de culture après 48h en milieu de différenciation.

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

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

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

NOM, Prénom : .....



*Document 1 - Micrographie du contenu du rumen d'une vache. La barre d'échelle mesure 20  $\mu\text{m}$ .  
Cliché de Jared Leadbetter, Caltech's Department of Environmental Science and Engineering*

Légender

Question 1 - Identifier et légender deux types de micro-organismes sur le document 1. Préciser leur taille. Calculer le grossissement.

Calcul du grossissement