

Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie
Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

BANQUE D'ÉPREUVES G2E
ÉPREUVE DE BIOLOGIE - SESSION 1999

SUJET PRINCIPAL

Durée : 3 heures - Coefficient : 3

L'épreuve comporte 2 parties indépendantes
à rendre sur des copies séparées :

- 1ère partie : 10 points

- 2ème partie : 10 points

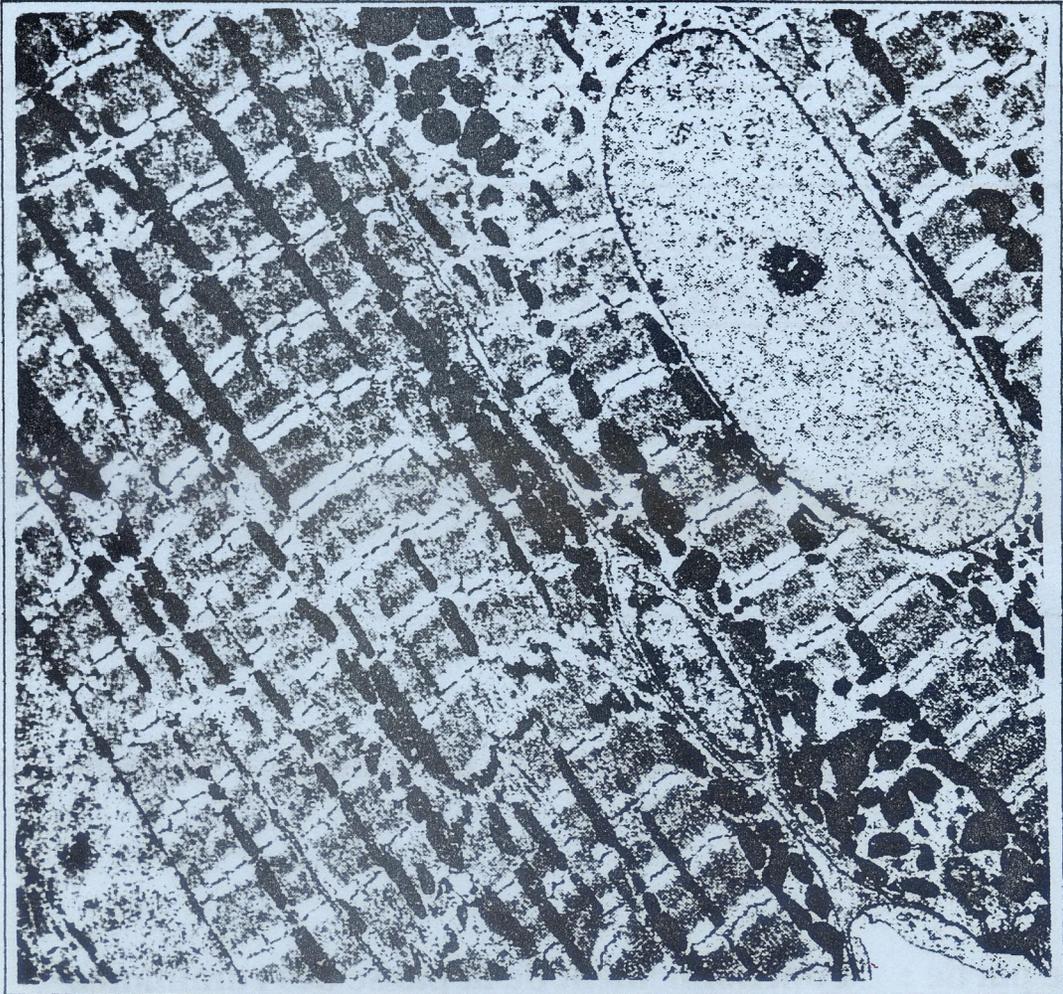
1ère partie : Quelques aspects de la circulation sanguine chez les mammifères.

2ème partie : Fonctionnement de la panse des ruminants.

Le sujet comporte 7 pages.

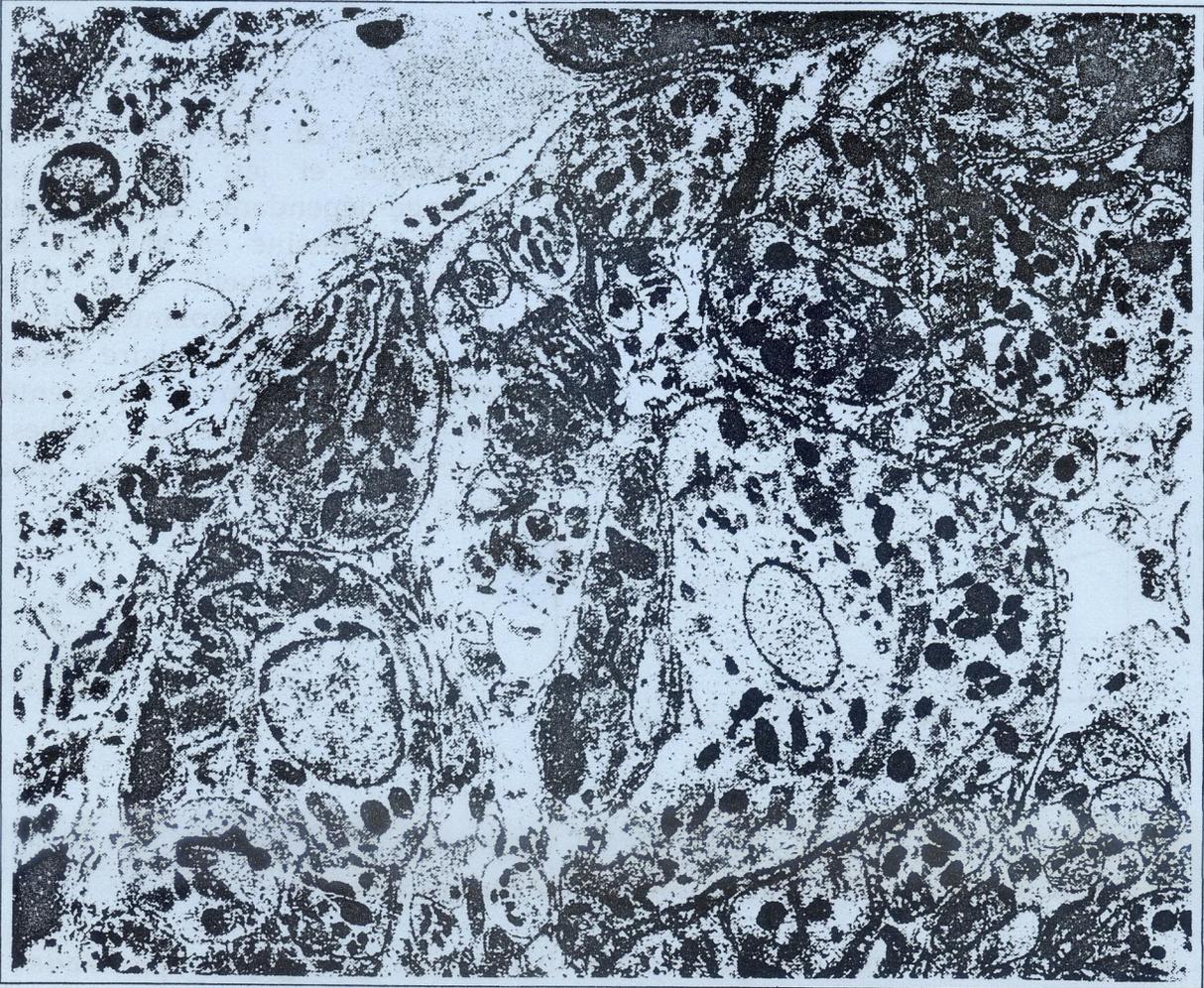
1ère partie : quelques aspects de la circulation sanguine chez les mammifères.

1. Automatisme cardiaque.

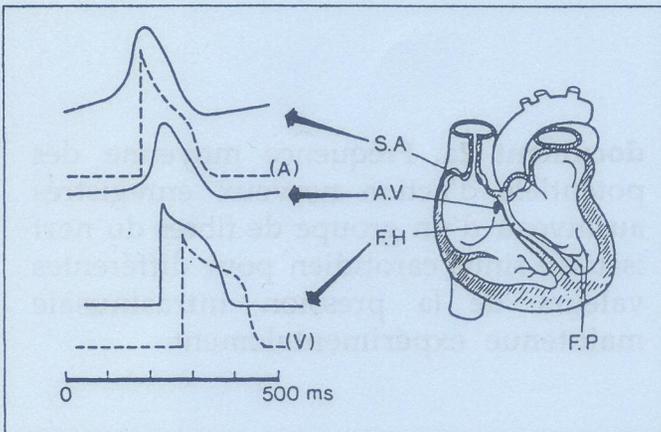


document 1a. Micrographie électronique de cellules de myocarde de Rat

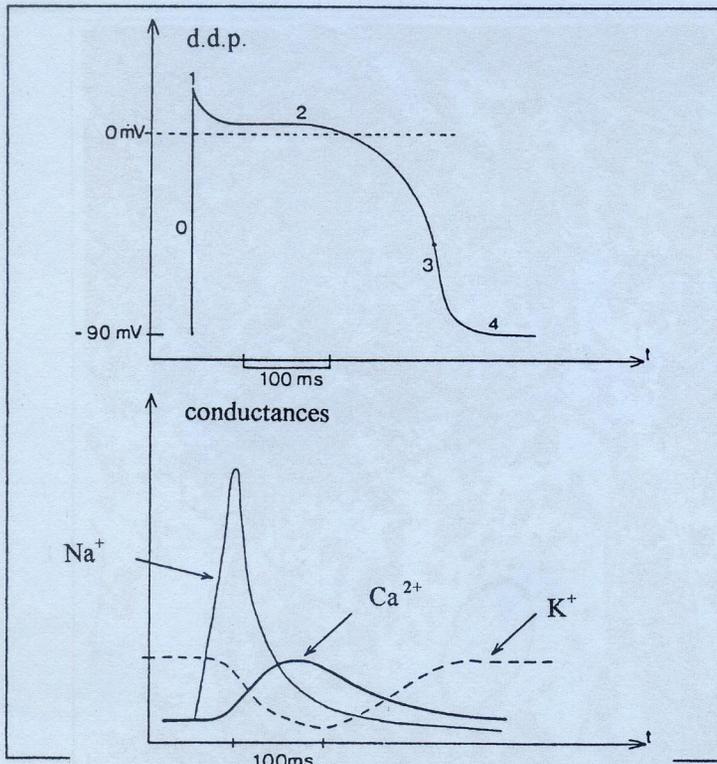
(C.L. x 2140)



document 1b. Microphotographie électronique de cellules du tissu nodal de coeur de Rat (C.T.x 2420)



document 1c. Potentiels d'action enregistrés au niveau du noeud sinusal (S.A.), du noeud auriculo-ventriculaire (A.V.) ou des fibres du faisceau de His (F.H.). En pointillé sont représentés les potentiels d'action d'une cellule auriculaire (A.) et d'une cellule ventriculaire (V.).
F.P. : fibres de Purkinje.



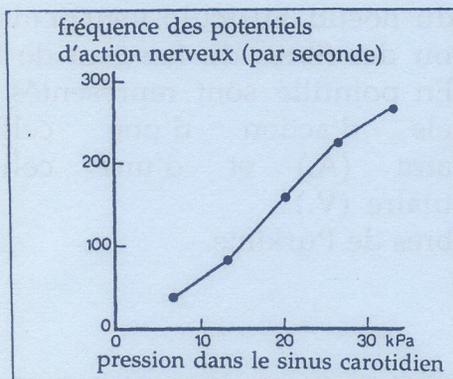
document 1d. Potentiel d'action cardiaque et jeu des canaux voltage-dépendants. Le potentiel d'action dessiné en haut de la figure est recueilli par une microélectrode implantée dans un myocyte ventriculaire (non automatique). On a représenté en bas de la figure les courbes, calculées, de conductance aux ions Na^+ , Ca^{2+} , K^+

1.1. Réalisez un schéma d'interprétation annoté du document 1a.

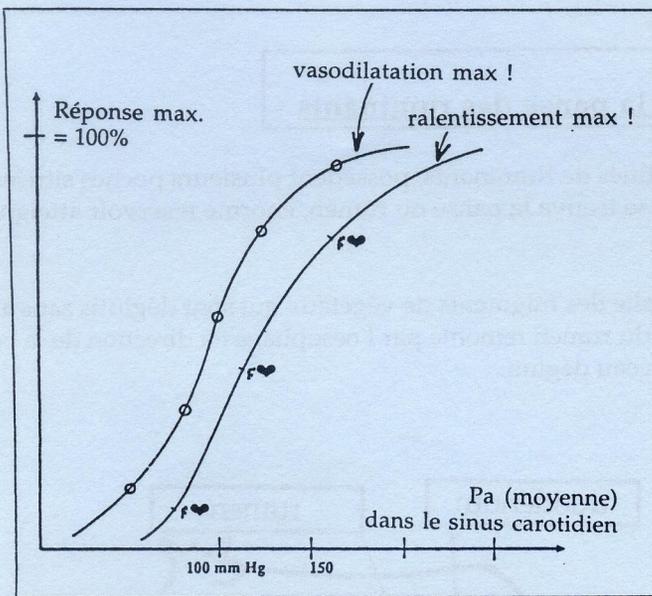
1.2. Indiquez quelles sont les principales différences cytologiques que vous observez entre le document 1a et 1b.

1.3. Proposez un mécanisme expliquant le fonctionnement automatique du coeur des Mammifères ; vous complétez votre réponse en mettant l'accent sur la structure particulière du potentiel d'action des cellules contractiles ventriculaires.

2. Régulation cardiaque.

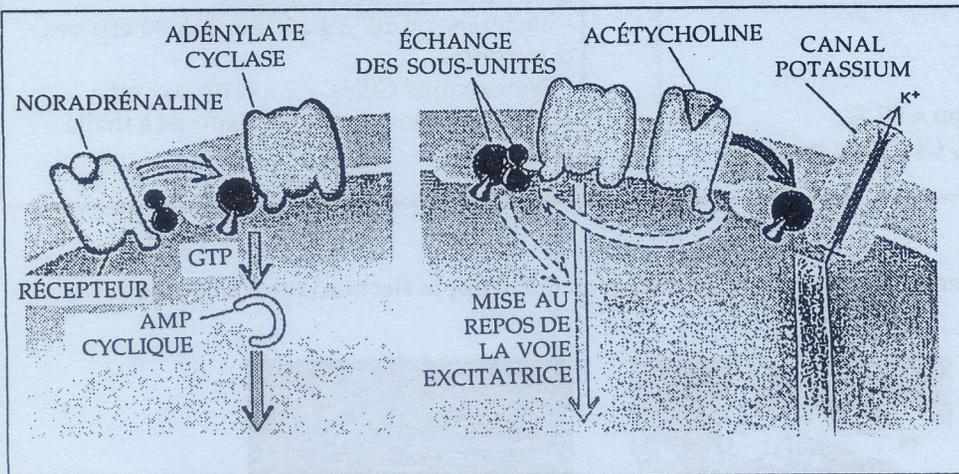
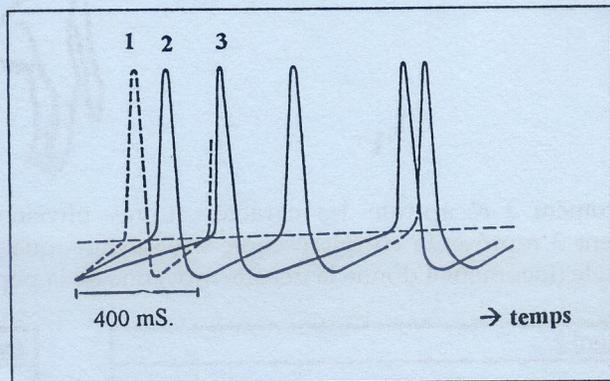


document 2a. Fréquence moyenne des potentiels d'action nerveux enregistrés au niveau d'un groupe de fibres du nerf issu du sinus carotidien pour différentes valeurs de la pression intrasinusale maintenue expérimentalement.



document 2b.
Corrélations pression artérielle - réponse cardiovasculaire. Actions du système réglant les résistances artériolaires (o) et la fréquence cardiaque (f). Les résultats sont exprimés en pourcentage de la réponse maximale.

document 2c. Représentation schématique des potentiels d'action des cellules du noeud sinusal, dans différentes conditions (avec adrénaline 1, normaux 2 et avec acétylcholine 3).



document 2d.
Organisation des récepteurs aux catécholamines et à l'acétylcholine des cellules du tissu nodal.

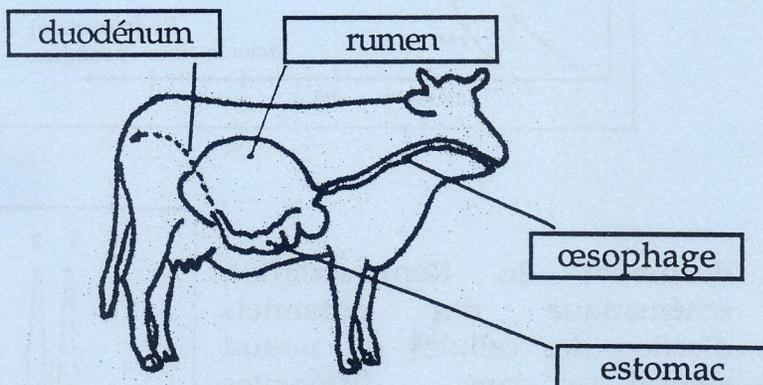
- 2.1. Faites une analyse détaillée de l'ensemble des documents 2 et présentez sous forme d'un tableau les principales conclusions que vous tirez de chacun d'eux.
- 2.2. En utilisant cette analyse et vos connaissances, expliquez comment le fonctionnement de la pompe cardiaque peut être régulé par le système neuro-végétatif.
- 2.3. En utilisant les données établies dans ce devoir et en les renforçant par vos connaissances, construisez un schéma fonctionnel de la réaction de l'appareil circulatoire à un effort physique.

2^{ème} partie : Fonctionnement de la panse des ruminants

Un certain nombre de Mammifères qualifiés de Ruminants, possèdent plusieurs poches situées avant le véritable estomac ; parmi ces poches, se trouve la panse ou rumen, énorme réservoir atteignant 250 litres chez la Vache (document 1).

Au cours des repas, cette poche est remplie des fragments de végétaux qui sont déglutis sans avoir été mastiqués. Un peu plus tard, le contenu du rumen remonte par l'oesophage en direction de la bouche, pour être longuement mastiqué et à nouveau dégluti.

Document 1



Le document 2 récapitule les caractéristiques physico-chimiques qui règnent dans le rumen. Le document 3 représente en microscopie à balayage quelques uns des êtres vivants hébergés par le rumen ; le document 4 donne la densité moyenne de la population de ces êtres.

Document 2

Conditions physico-chimiques régnant dans le rumen

- température = 40°C
- pH = 6 à 7
- dioxygène : absent
- teneur en eau du contenu = 90 %
- présence de gaz (CO₂, CH₄) à la partie supérieure du rumen

Document 4

Etres vivants présents dans le rumen

- Bactéries = 8.10⁹ à 4.10¹⁰ par ml, 30 espèces différentes
- Protozoaires Ciliés = 2 à 6.10⁶ par ml
- Champignons : quelques espèces à thalle filamenteux

Document 3

Observation du contenu du rumen en microscopie électronique à balayage



Protozoaire Cilié

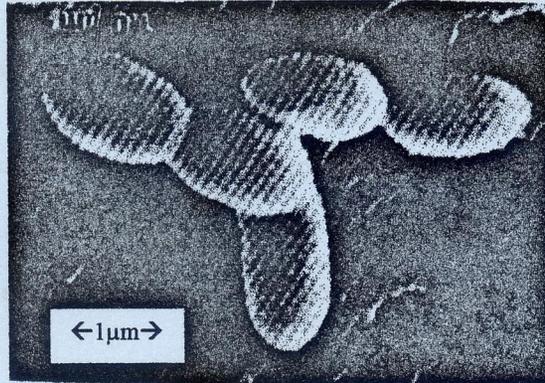


Bactéries

QUESTIONS

I - Le document 5 ci-dessous représente des Bactéries du rumen observées en microscopie électronique à balayage.

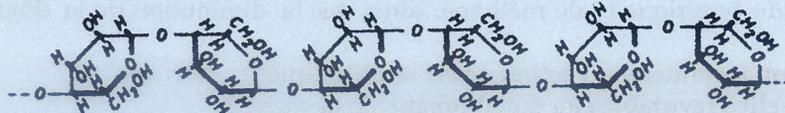
Document 5



1.1 - Faire des dessins interprétatifs du phénomène biologique en cours dans ces Bactéries sans autre commentaire que les titres et les légendes.

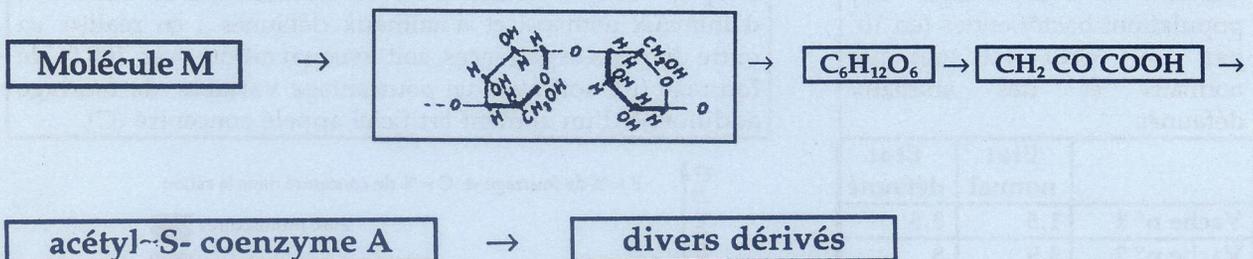
II - La principale molécule (que l'on va nommer molécule M) présente dans les aliments ingérés par la vache est représentée ci-dessous.

Molécule M (seule une petite partie est représentée)



2.1 - Identifiez cette molécule en argumentant votre réponse.

La Vache ne peut transformer elle-même cette molécule ; en revanche, diverses Bactéries du rumen peuvent accomplir les transformations suivantes ci-dessous :



Note : ces divers dérivés sont les résultats de chaînes métaboliques indépendantes : principaux dérivés obtenus :

- acide acétique = CH_3COOH
- acide butyrique = $CH_3CH_2CH_2COOH$
- acide propionique = CH_3CH_2COOH
- acide formique = $HCOOH$
- gaz : CO_2 , CH_4

2.2 Expliquez et justifiez la nature de ces diverses transformations qui ont lieu dans le rumen.

Les divers produits obtenus, sauf les gaz qui eux sont évacués à l'extérieur, traversent la paroi du rumen pour passer dans le sang de la Vache et participent à son métabolisme.

2.3 Commentez ces nouvelles données en dégageant leurs significations.

III - On estime que 20 à 60 % des protéines des végétaux ingérés par la vache, sont dégradés par diverses activités microbiennes en peptides, acides aminés et ammoniac. Les produits obtenus, y compris l'ammoniac, sont en grande partie assimilés par les Bactéries du rumen. Par ailleurs, si la production d'ammoniac est excessive, elle est convertie en urée qui est évacuée par l'excrétion du ruminant.

3.1 - Expliquez en quoi, cette activité microbienne, peut a priori, diminuer la valeur nutritionnelle de la ration alimentaire de la Vache.

3.2 - On constate par des analyses, que la teneur en acides aminés de la panse est toujours plus basse que celle des peptides.

Comment expliquez-vous cette différence ?

De très nombreuses Bactéries du rumen meurent régulièrement et sont entraînées dans la suite du tube digestif du ruminant.

3.3 - Quel est l'intérêt de ce nouveau constat ?

3.4 - Cela signifie-t-il que la flore bactérienne diminue avec le temps ?

IV - Le fonctionnement du rumen est l'objet de nombreuses recherches visant à améliorer son efficacité.

Si on ajoute dans la ration alimentaire de la Vache, une certaine catégorie d'antibiotique à une dose bien précise, on constate une augmentation de la production d'acide propionique et une diminution de celle d'acide acétique, d'acide butyrique et de méthane, ainsi que la diminution de la dégradation des protéines ...

4.1 - Quelle hypothèse peut-on formuler sur l'action de cet antibiotique ?

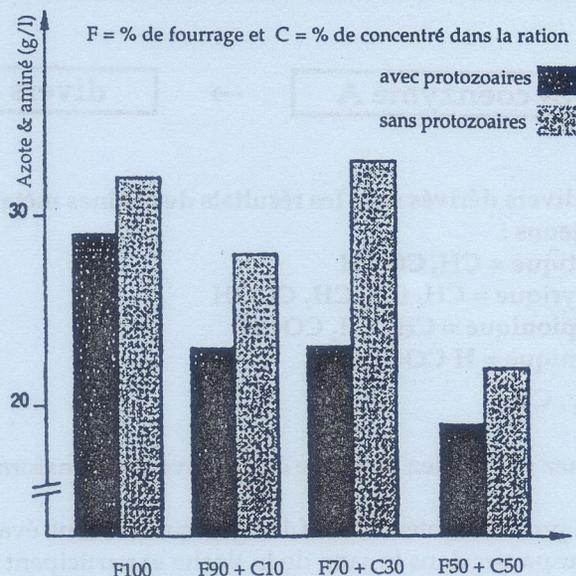
4.2 - Ces modifications sont-elles favorables au métabolisme de la vache ?

On élimine par voie chimique, les Protozoaires du rumen d'une Vache qui est alors dite « défaunée ». Le tableau et le graphe ci-dessous représentent des observations faites chez des Vaches défaunées par comparaison à des Vaches normales.

Tableau : comparaison des populations bactériennes (en 10^9 par ml) chez des animaux normaux et des animaux défaunés

| | Etat normal | Etat défauné |
|------------|-------------|--------------|
| Vache n° 1 | 1,5 | 3,5 |
| Vache n° 2 | 3,5 | 8 |
| Vache n° 3 | 3,5 | 10 |
| Vache n° 4 | 6,5 | 10 |
| Vache n° 5 | 7 | 18 |
| Vache n° 6 | 8 | 18 |
| Vache n° 7 | 9 | 27 |
| Vache n° 8 | 9 | 43 |

Graphe : mesure du flux d'acides aminés dans le duodénum d'animaux normaux et d'animaux défaunés ; on réalise en outre diverses expériences, soit avec un ration avec 100 % de fourrage (F), soit avec un pourcentage variable de fourrage additionné d'un aliment artificiel appelé concentré (C).



4.3 - Expliquez ces résultats en dégagant les relations entre Bactéries et Protozoaires du rumen.