

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**  
**E4 CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE : SCIENCES**

Toutes options

*Durée : 120 minutes*

---

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Calculatrice**

---

*Les candidats traiteront chaque partie sur des feuilles séparées*

---

Le sujet comporte **15** pages

---

**PARTIE 1 : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE.....10 points**  
**PARTIE 2 : SCIENCES PHYSIQUES.....10 points**

---

*Les annexes A et B sont à rendre avec la copie après avoir été numérotées*

---

**SUJET**

**Thème : Les prairies naturelles et le lait**

L'humain consomme le lait produit par certains mammifères domestiques, principalement celui de la vache, comme un aliment transformé ou non. Le mode d'alimentation des troupeaux a un impact sur la composition et la qualité du lait.

**PARTIE 1 : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE**

À l'échelle mondiale, les prairies représentent 36 % des surfaces continentales, soit à peu près autant que les forêts et que les terres arables. Les prairies naturelles et semi-naturelles sont l'écosystème le plus menacé à l'échelle mondiale. Elles sont pourtant issues d'un équilibre intime entre conditions écologiques et pratiques agricoles et pastorales. Elles constituent ainsi un enjeu majeur.

**1-** À l'aide du **document 1**, relever des intérêts écologiques des prairies naturelles.

Le **document 2** présente la biodiversité se formant dans les excréments du bétail présent sur les pâtures.

2- Montrer l'importance des insectes coprophages dans l'écosystème prairie.

Les Aphodius sont un groupe d'insectes coprophages très présents dans les excréments du bétail. Le **document 3** présente certaines caractéristiques des Aphodius et une clé de détermination des ordres d'insectes.

3.1. Recenser les critères distinctifs des Aphodius.

3.2. Déterminer l'ordre des Aphodius.

L'Ivermectine est un produit pharmaceutique utilisé chez le bétail pour lutter contre les parasites internes. Après traitement des animaux, ce produit se retrouve dans leurs excréments pendant de nombreux jours. Or, la nutrition, la ponte et le développement larvaire des Aphodius se déroulent intégralement dans les excréments des animaux pâturent. Sur ces pâtures, vivent des Grands Rhinolophes, chauves-souris protégées, dont la principale nourriture des jeunes est constituée par ces Aphodius.

4.1. Schématiser les liens existant entre les excréments, les Aphodius et les Grands Rhinolophes.

Le **document 4** illustre les effets de l'ivermectine sur les larves d'Aphodius.

4.2. Analyser les impacts de l'ivermectine sur les Aphodius.

4.3. En déduire les conséquences de 0,25 mg/kg d'ivermectine dans les excréments présents dans une prairie sur les populations locales de Grands Rhinolophes.

Le lait produit par ces animaux d'élevage est ensuite consommé par l'homme sous des formes variées. Le **document 5** présente la composition nutritionnelle d'un bol de lait.

5- Commenter la qualité nutritionnelle du lait.

Le pâturage sur des prairies naturelles a des intérêts reconnus pour le bien-être animal, mais aussi pour la qualité du lait. Le **document 6** présente les intérêts du pâturage sur la composition du lait en acides gras.

6.1. Expliquer le qualificatif « essentiel » donné aux acides gras omégas 3 et 6.

6.2. Montrer les intérêts du pâturage sur la composition de la matière grasse du lait.

## PARTIE 2 : SCIENCES PHYSIQUES

Un éleveur de chèvres souhaite renouveler le chauffe-eau qui fournit l'eau chaude nécessaire au nettoyage de la machine à traire. Il envisage de le remplacer par un chauffe-eau mixte solaire/électrique pour faire des économies. De plus, il fait analyser le lait de son troupeau pour savoir s'il reste frais après deux jours stockés dans le tank.

### 1- Nettoyage de la machine à traire

Le nettoyage de la machine à traire est important pour maîtriser la qualité du lait. Pour cela, des produits détergents désinfectants sont utilisés pour éliminer les contaminations bactériologiques et les souillures organiques. De plus, l'eau chaude est nécessaire pour rincer la machine et pour diluer ces produits détergents, très concentrés au départ.

**1.1.** Indiquer les précautions à prendre pour manipuler de manière sécurisée le produit détergent désinfectant présenté dans le **document 7**. Justifier la réponse.

Actuellement, l'eau chaude est fournie par un chauffe-eau électrique et l'éleveur veut le renouveler. Le recours à un chauffe-eau mixte solaire/électrique permet d'économiser 75 % de l'électricité consommée. L'objectif de cette partie est de déterminer si le remplacement du chauffe-eau électrique par un chauffe-eau mixte solaire/électrique est rentable sur une durée de 10 ans. Les caractéristiques des deux chauffe-eau sont présentées dans le **document 8**.

**1.2.** Compléter la chaîne énergétique du chauffe-eau électrique en **annexe A (à rendre avec la copie après avoir été numérotée)** en plaçant correctement les énergies suivantes :

énergie thermique

énergie électrique

énergie thermique

La capacité du chauffe-eau permet de produire le volume d'eau chaude nécessaire pour nettoyer le matériel de traite lors des deux traites de la journée.

**1.3.** Montrer que l'énergie thermique  $Q$  nécessaire pour chauffer l'eau chaude contenue dans le chauffe-eau rempli au maximum de sa capacité a une valeur proche de 27 MJ.

**Données :**

Énergie thermique  $Q$  échangée par un corps de masse  $m$ , de capacité thermique  $c$  passant d'une température  $\theta_1$  à une température  $\theta_2$  :  $Q = m \times c_{\text{eau}} \times (\theta_2 - \theta_1)$

masse volumique de l'eau :  $\rho = 1 \text{ kg.L}^{-1}$

capacité thermique massique de l'eau :  $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

l'eau est à 12°C à l'entrée du chauffe-eau et elle en sort à 65°C.

Le rendement du chauffe-eau est de 0,70.

1.4. Montrer que l'énergie électrique à fournir au chauffe-eau a une valeur proche de 38 MJ.

**Donnée :** Rendement :  $R = \frac{Q}{E_{\text{électrique}}}$

La durée de la lactation des chèvres est en moyenne de 10 mois par an et le chauffe-eau est utilisé uniquement pendant cette période.

1.5. Montrer que l'énergie électrique annuelle à fournir au chauffe-eau a une valeur proche de 3 200 kW.h.

**Données :** on considère qu'un mois comporte 30 jours.

$$1 \text{ kW.h} = 3,6 \text{ MJ}$$

Le prix HT du kW.h est de 0,1392 €.

1.6. Déterminer le prix HT d'électricité à payer pour produire l'eau chaude nécessaire au nettoyage du matériel de traite toute l'année, avec le chauffe-eau électrique.

Le chauffe-eau mixte solaire/électrique permet d'économiser 75 % de l'électricité consommée.

1.7. Indiquer si l'installation d'un chauffe-eau mixte solaire/électrique est rentable sur une durée de 10 ans. Justifier la réponse par le calcul.

Toute démarche même non aboutie sera prise en compte et valorisée.

## 2- Analyse du lait

La composition du lait de chèvre est donnée dans le **document 9**.

2.1. Identifier les familles de biomolécules présentes dans le lait à partir du **document 9**. Justifier la réponse.

Avec le temps, le lactose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) est dégradé en acide lactique ( $C_3H_6O_3$ ) sous l'effet d'une fermentation bactérienne.

2.2. Recopier sur la copie et ajuster l'équation de la dégradation du lactose en acide lactique :



L'acide lactique est un indicateur du degré de conservation du lait. En effet, plus il y a d'acide lactique dans le lait, moins celui-ci est frais. L'acidité du lait est exprimée en degré Dornic (°D).

Le degré Dornic du lait est déterminé par titrage acide-base dont le protocole est décrit dans le **document 10**.

Le pH à l'équivalence est de 8,4 lors du titrage du lait.

**2.3.** Indiquer si le bleu de thymol est un indicateur coloré adapté au titrage. Justifier la réponse.

**Donnée :** zone de virage du bleu de thymol : entre pH = 8, et pH = 9,6.

**2.4.** Légender le schéma du montage du titrage du lait, situé dans l'**annexe B (à rendre avec la copie après avoir été numérotée)**.

Le volume de solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ) versé à l'équivalence est de 1,4 mL lors du titrage.

Un lait frais doit présenter un degré Dornic égal ou inférieur à 18°D.

**2.5.** Déterminer si le lait de chèvre est frais. Justifier la réponse.

## **DOCUMENT 1**

### **Les prairies pâturées**

En zone tempérée, une prairie capte 65 tonnes de CO<sub>2</sub> à l'hectare, ce qui en fait un atout majeur dans la lutte contre le changement climatique. Ce pouvoir absorbant des prairies compense ainsi en grande partie les 5% d'émission de gaz à effet de serre des ruminants. Les prairies absorberaient même davantage le carbone que les forêts. Le pâturage des ruminants régule la pousse des espèces végétales gardant ainsi les milieux ouverts, ôtant les broussailles favorables aux départs des feux. Les prairies et les structures qui y sont « associées » (bord de champ, haies, talus, fossés, ...) sont aussi source de biodiversité et fournissent des habitats pour la faune sauvage, les organismes du sol et les insectes pollinisateurs. Les sols des prairies pâturées contribuent en effet par leur texture et la couverture en herbe à la limitation des pertes d'eau par ruissellement et à la recharge des nappes phréatiques. Une prairie est aussi un filtre qui capte les polluants issus de l'air, nettoie et purifie les sols, et protège ainsi la qualité de la ressource en eau.

D'après Les zhomnivores.fr

## **DOCUMENT 2**

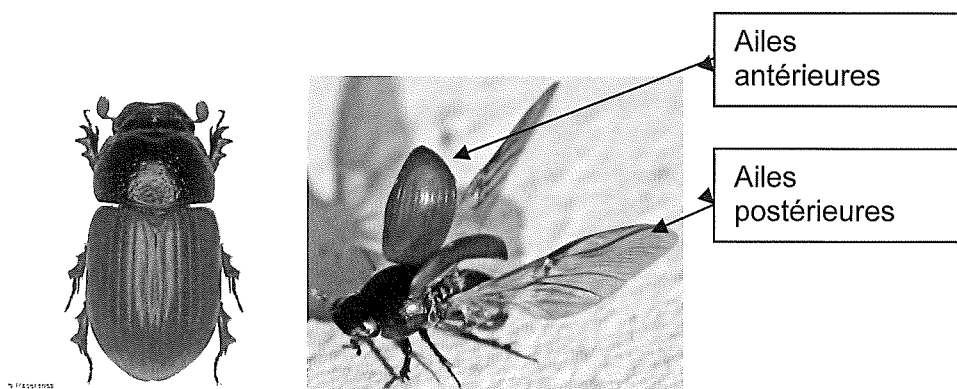
### **Les excréments des pâtures sont source de biodiversité**

Le troupeau rejette quotidiennement des excréments qui sont assimilés et recyclés par des invertébrés, et qui sont restitués au sol. Relayés par les vers de terre, les Collemboles et toute une microfaune souterraine, les coprophages enrichissent les sols et apportent ainsi de l'engrais aux plantes. Les coprophages sont un maillon indispensable de toute chaîne alimentaire. Lors de leur reproduction, nombre d'insectes creusent des galeries, de plus en plus profondément et participent ainsi à améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol. Véritable appât naturel, la bouse grouille d'une vie qui attire nombre de prédateurs et de parasites, formant ainsi un réseau trophique complexe. Les insectes des bouses font les délices de bien des Vertébrés : jeunes vanneaux huppé, marmottes, blaireaux et chauves-souris...

### DOCUMENT 3

## LES APHODIUS ET LA CLÉ DE DETERMINATION DES ORDRES D'INSECTES

Les Aphodius constituent un groupe de petits insectes coprophages fréquent dans les excréments du bétail.

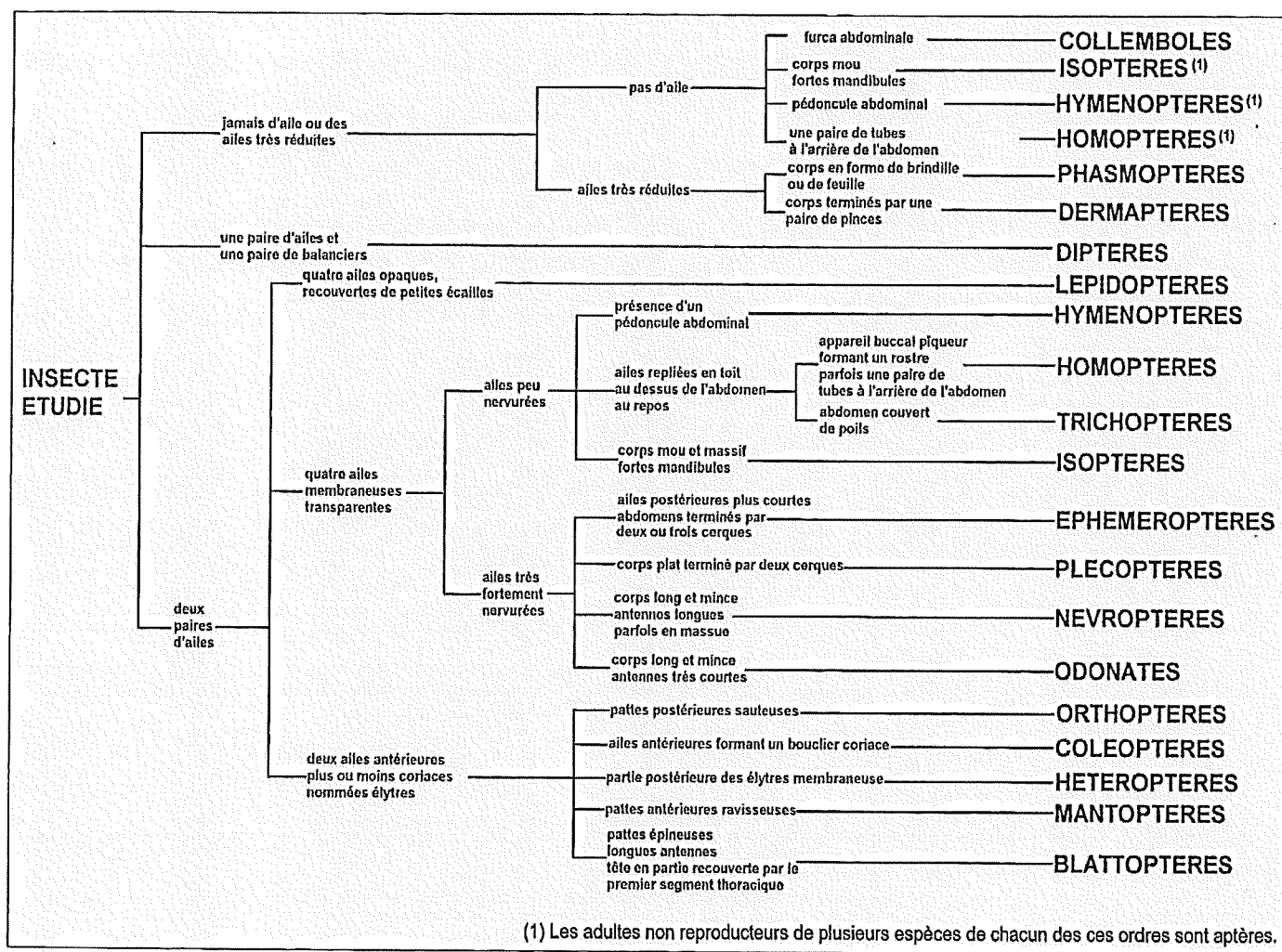


*Aphodius fimetarius* (photo G.Champier), (INPN)– aramel.free

**Clé de détermination des principaux ordres d'insectes**

D'après manuel 1ère et Term Bac Pro, Vuibert

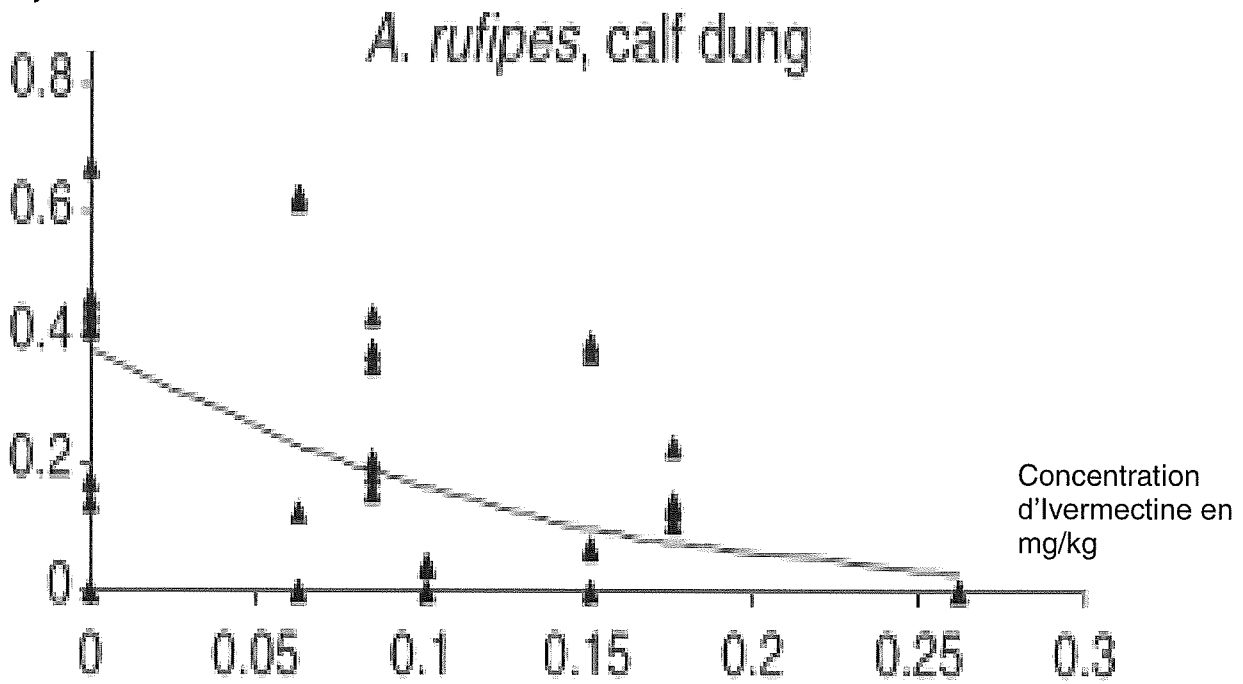
### DOCUMENT 3 (suite et fin)



**DOCUMENT 4**

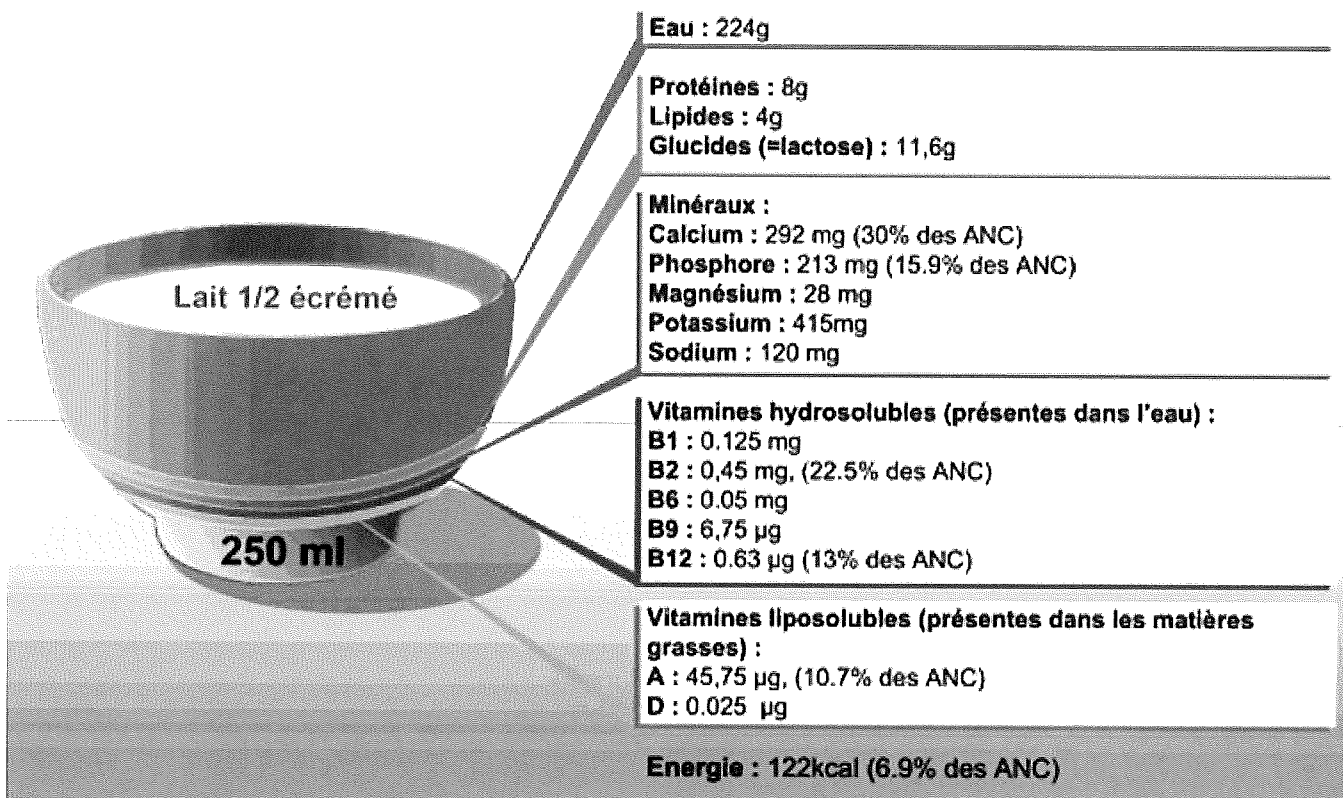
**Effet de la concentration de l'Ivermectine sur la survie des larves d'Aphodius dans les bouses de veaux et bovins adultes.  
(d'après O'Hea et Al 2010)**

Quantité de larves d'Aphodius rufipes ayant survécues.



## DOCUMENT 5

### La composition d'un bol de lait



<https://eduno.fr/> (ANC : apports nutritifs conseillés)

## DOCUMENT 6

### Intérêt du pâturage sur la composition du lait en acides gras

La matière grasse du lait aujourd'hui ne doit pas être considérée en un seul bloc. Elle renferme près de 400 acides gras différents dont certains sont prometteurs du fait de leur intérêt nutritionnel en consommation humaine. Certains acides gras sont dits essentiels. Ils sont indispensables au bon fonctionnement de notre métabolisme. L'homme ne pouvant pas les fabriquer, il doit donc en consommer. Les Acides gras saturés sont les plus nombreux mais peu recherchés. Ils représentent les 2/3 des acides gras du lait. À l'opposé, les acides gras poly-insaturés, les moins nombreux, sont tous essentiels. Parmi eux, il y a les oméga 3 qui freineraient l'obésité, améliorent la fonction cardiaque et participent à un meilleur fonctionnement du système nerveux et inflammatoire. Le fameux rapport oméga-6 sur oméga-3 doit être inférieur à 5. L'alimentation occidentale est généralement déficitaire en oméga 3.

| Composition du lait        | Ensilage<br>maïs | Pâturage<br>seul | Recommandations AFSAA<br>alimentation humaine |
|----------------------------|------------------|------------------|---|
| Acides gras saturés        | 74               | 65,4             | Le moins possible                             |
| Acides gras mono-insaturés | 22,3             | 29               | Effet neutre                                  |
| Acides gras poly-insaturés | 2,7              | 3,9              | Le plus possible                              |
| Rapport oméga 6/oméga 3    | 7                | 2                | 5 maxi pour l'ensemble du régime              |

Département 2006-2009, Chambres  
d'agriculture de Bretagne

Source : chambre-agriculture-bretagne.fr

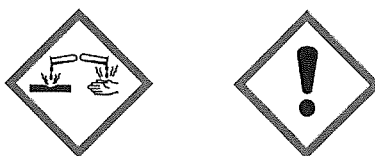
## DOCUMENT 7

### Présentation du produit détergent désinfectant

Vitcid est un produit acide liquide concentré, non moussant pour le nettoyage et le détartrage du matériel de traite et pour le nettoyage des canalisations d'abreuvement. Ce détergent puissant élimine les souillures organiques et minérales.

Composition : acide sulfurique et acide phosphorique  
pH : 1

Pictogrammes de sécurité :



Extrait du site : <https://www.vital-concept-agriculture.com/vitcid.html>

## DOCUMENT 8

### Caractéristiques des chauffe-eau

|          | Chauffe-eau électrique | Chauffe-eau mixte solaire/électrique |
|----------|------------------------|--------------------------------------|
| Capacité | 120 L                  | 120 L                                |
| Prix HT  | 191,20 €               | 2 127,20 €                           |

## DOCUMENT 9

### Composition moyenne du lait de chèvre en grammes par litre

| Eau | Extrait sec | Composants de l'extrait sec |           |         |          |         |                    |
|-----|-------------|-----------------------------|-----------|---------|----------|---------|--------------------|
|     |             | Matière grasse              | Protéines |         |          | Lactose | Matières minérales |
|     |             |                             | Totales   | caséine | albumine |         |                    |
| 900 | 120         | 40-45                       | 35-40     | 30-35   | 6-8      | 40-45   | 5-8                |

Extrait du site : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lait>

## DOCUMENT 10

### Protocole du titrage de l'acidité du lait

- ✗ Prélever un volume de 10,0 mL de lait et l'introduire dans un bécher de 100 mL.
- ✗ Ajouter 5 gouttes de bleu de thymol (indicateur coloré).
- ✗ Introduire la solution titrante d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ) de concentration  $0,11 \text{ mol.L}^{-1}$  dans la burette.
- ✗ Ajouter goutte à goutte la solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ) dans le bécher jusqu'au changement de couleur de l'indicateur coloré.

**Donnée :** détermination du degré Dornic :  $1^\circ\text{D} = 0,1 \text{ mL}$  de solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ) versée à l'équivalence.

NOM :

EXAMEN :

(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Date de naissance :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

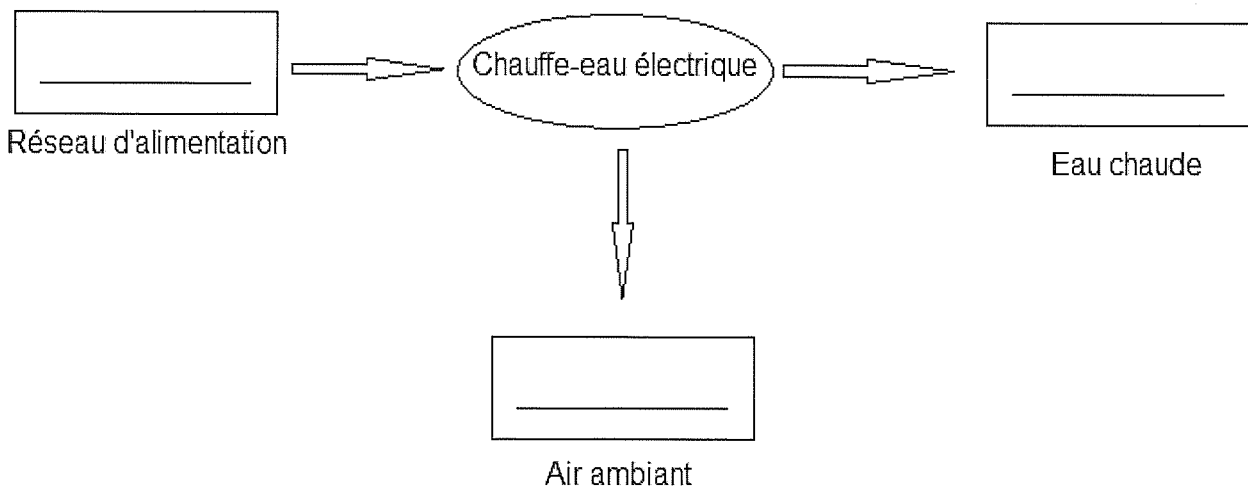
**ANNEXE A** (à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)

**QUESTION 1.2 :** Compléter la chaîne énergétique du chauffe-eau électrique en plaçant correctement les énergies suivantes :

énergie thermique

énergie électrique

énergie thermique



**NOM :**

**EXAMEN :**

(EN MAJUSCULES)

**Prénoms :**

Spécialité ou Option :

**EPREUVE :**

**Date de naissance :**

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

**ANNEXE B** (à compléter, numéroté et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**QUESTION 2.4 :** Légender le schéma du montage du titrage du lait.

