

## ÉPREUVE N° 7

### LA MATIÈRE ET LE VIVANT

(Coefficient : 4 - Durée : 3 heures30)

*Matériel autorisé : calculatrice*

**Rappel** : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calculs, ou bien pour élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet.  
Tout autre usage est interdit.

*Ce sujet comporte deux parties notées chacune sur 20 points.  
Le candidat doit traiter les deux parties sur des copies différentes.*

### PREMIÈRE PARTIE : PHYSIQUE - CHIMIE

(20 points)

#### Premier exercice      **Étude d'un barrage hydroélectrique**      **(10 points)**

Le document N°1 de l'annexe décrit la constitution et le fonctionnement d'une centrale hydroélectrique.

Le document N°2 donne l'allure de la tension produite par l'alternateur, à la sortie de la centrale, et avant le transport de l'énergie électrique dans les lignes "haute tension".

Prendre connaissance de ces deux documents et les utiliser à bon escient pour résoudre le problème posé.

Pour toute application numérique, prendre  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

#### 1 – Étude énergétique

On considère une masse d'eau  $m = 1,0$  tonne.

1.1 – Calculer l'énergie potentielle  $E_{P_1}$  de cette masse d'eau au repos à l'altitude  $h_1 = 200$  m.

On prendra  $E_{P_0} = 0 \text{ J}$  à  $h_0 = 0$  m.

1.2 – Donner, en justifiant la réponse, la valeur de  $E_{C_1}$ , énergie cinétique de cette masse d'eau à l'altitude  $h_1$ .

En déduire son énergie mécanique  $E_{m_1}$ .

1.3 – En appliquant le théorème de conservation de l'énergie mécanique entre les altitudes  $h_1$  et  $h_0$ , montrer que la valeur de l'énergie cinétique, pour la masse  $m$  d'eau, au niveau de la turbine est :  $E_{C_0} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

1.2 – En déduire la vitesse  $v_0$  de l'eau dans la turbine.

2 – **Étude de la tension produite par l'alternateur**

2.1 – À partir de la courbe qui représente la tension produite par l'alternateur en fonction du temps, indiquer la période T et la valeur maximale  $U_m$  de cette tension.

2.2 – Vérifier, par le calcul, que la valeur de la tension efficace  $U_e$  délivrée est d'environ 14 000 V.

3 – **Étude du transport de l'énergie électrique**

À proximité de la centrale, on utilise un transformateur afin de transporter l'énergie électrique sous très haute tension (T.H.T), comme il est indiqué dans le texte du document N°1.

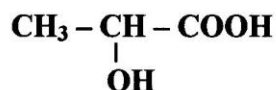
3.1 – Donner le symbole conventionnel d'un transformateur.

3.2 – Préciser si le transformateur utilisé est abaisseur ou élévateur de tension et calculer son rapport de transformation

3.3 – Justifier brièvement la nécessité de transporter l'énergie électrique sous très haute tension.

**Deuxième exercice      Étude de l'acide lactique du lait      (10 points)**

La dénomination "lait", sans indication de provenance de l'espèce animale, est réservée au lait de vache. Par fermentation, le lactose du lait, ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), est transformé en acide lactique de formule semi-développée :



1 – **Du lactose à l'acide lactique**

1.1 – Étude de l'acide lactique

1.1.1 – Recopier la formule de l'acide lactique, entourer les groupements fonctionnels caractéristiques de ce composé et nommer les fonctions correspondantes.

1.1.2 – Donner le nom de l'acide lactique en nomenclature systématique.

1.2 – Étude du lactose

Décrire brièvement une expérience mettant en évidence le caractère réducteur du lactose.

1.3 – Étude de la fermentation lactique

Ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation chimique qui traduit la fermentation lactique.



**2 – Dosage de l’acide lactique contenu dans un lait**

Pour déterminer la concentration molaire  $C_a$  en acide lactique contenu dans un lait, on dose un volume  $V_a = 50,0 \text{ mL}$  de lait par une solution d’hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_b = 1/9 \text{ mol.L}^{-1}$ .

L’indicateur coloré utilisé pour repérer le passage à l’équivalence est la phénolphtaléine. Il faut verser un volume  $V_{bE} = 7,50 \text{ mL}$  pour obtenir une coloration rose persistante du mélange réactionnel.

2.1 – Faire un schéma annoté du montage expérimental.

2.2 – Préciser quel est le type de dosage mis en œuvre.

2.3 – Exploitation des résultats

Un degré Dornic, noté °D, correspond à la présence de 0,10 g d’acide lactique par litre de lait. Un lait de degré Dornic supérieur à 21 °D n’est plus commercialisable.

2.3.1 – Écrire l’équation chimique de la réaction de dosage.

2.3.2 – Vérifier que la concentration de ce lait en acide lactique est  $C_a = 1,67 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

2.3.3 – En déduire la concentration massique  $C_m$  en acide lactique de ce lait.

2.3.4 – Calculer, en degrés Dornic, l’acidité du lait étudié.

2.3.5 – Conclure sur la possibilité de commercialiser ce lait.

Données :

Couples acide – base
$\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array} / \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COO}^- \\   \\ \text{OH} \end{array}$

# ANNEXE

## DOCUMENT N° 1

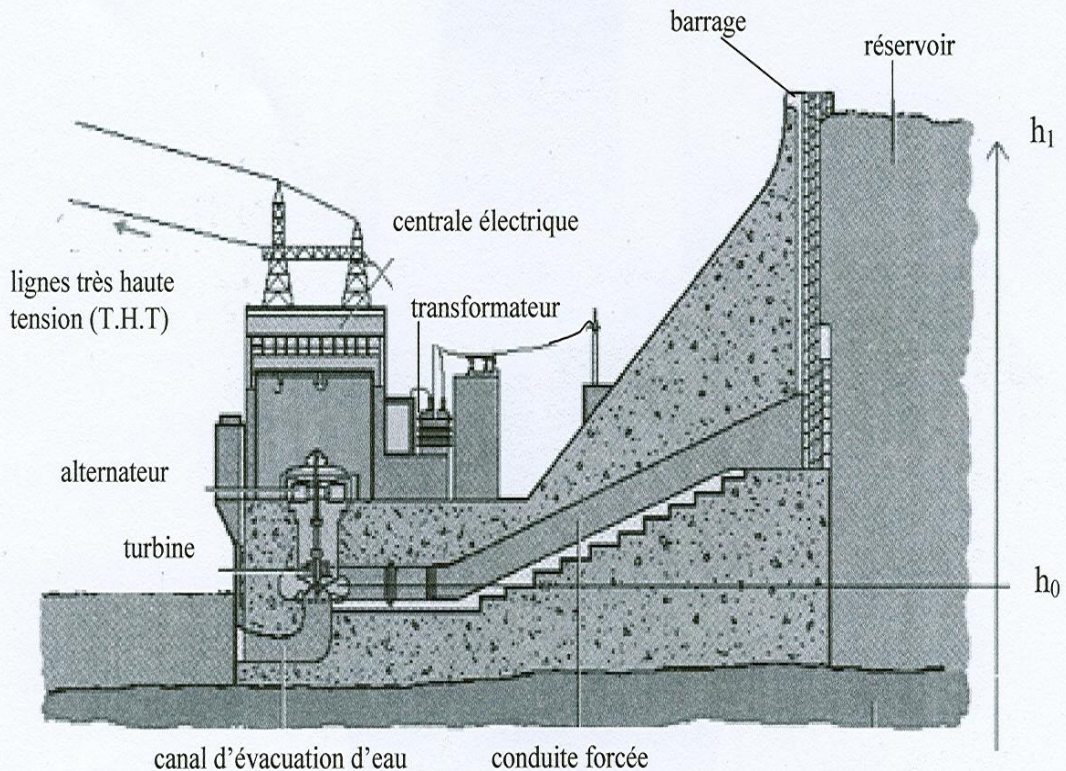
L'exploitation de la force motrice de l'eau remonte à l'Antiquité. Les premières roues à palettes et à augets, ancêtres des turbines modernes, datent du deuxième siècle avant Jésus-Christ. En 260 après Jésus-Christ, une des plus anciennes usines françaises, construite près de Arles, comportait une succession de moulins à eau, un aqueduc de dix kilomètres et une chute de dix-huit mètres.

Une centrale hydroélectrique actuelle est constituée d'un réservoir d'eau, la plupart du temps d'origine artificielle (barrage). L'énergie potentielle de cette réserve d'eau est transformée en énergie cinétique grâce au passage de l'eau dans une conduite forcée.

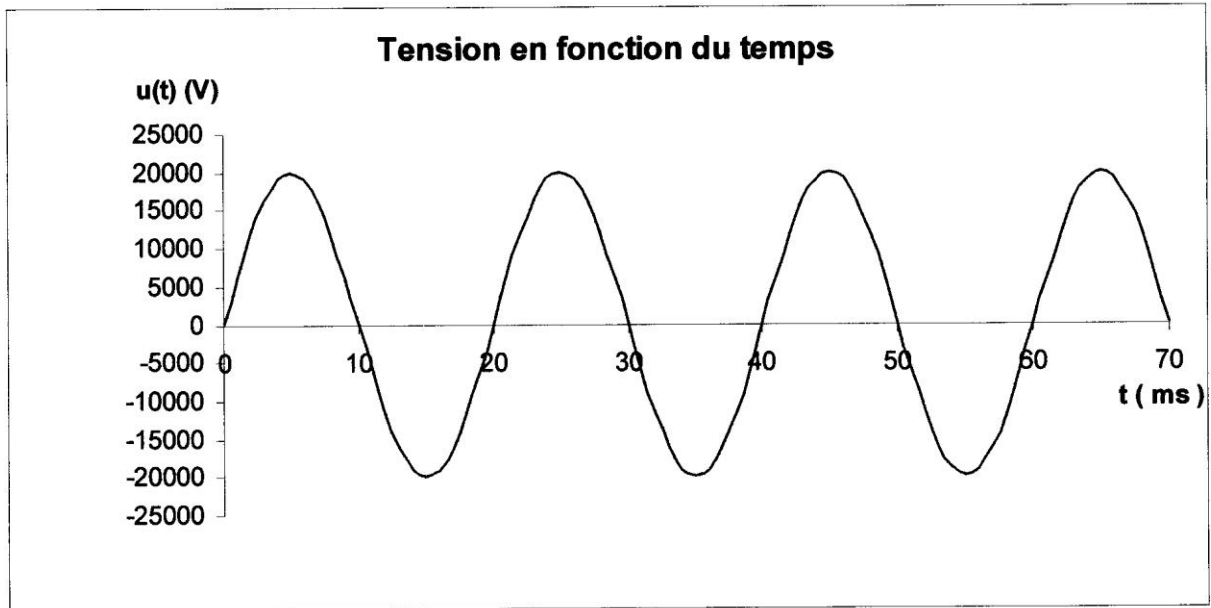
Lors du passage dans cette conduite, l'eau entraîne une turbine solidaire d'un alternateur. L'alternateur est composé d'un rotor muni "d'aimants", entraîné par la rotation de la turbine, et d'un stator immobile composé de bobines fixes. Les "aimants" tournant devant ces bobines produisent un courant alternatif de basse tension.

Après passage dans un transformateur, l'énergie électrique est transportée par les lignes à très haute tension (T.H.T.), la tension efficace étant de l'ordre de 400 000 V.

La centrale est schématisée ci-dessous avec l'axe vertical  $h_0h_1$  indiquant le sens positif. La référence des altitudes est le niveau de la turbine  $h_0 = 0$  m.



**DOCUMENT N° 2**



**DEUXIÈME PARTIE : SCIENCES BIOLOGIQUES**

(20 points)

**Place des serpents dans un écosystème, action de leur venin  
et défense de l'organisme**

*Le document 1 représente l'écosystème de la prairie alpine.*

1.Extraire la chaîne alimentaire constituée de quatre maillons dans laquelle se trouve la Vipère aspic. Nommer et définir précisément les niveaux trophiques représentés dans cette chaîne. (4 points)

*Le document 2 présente les rendements écologiques de deux espèces vivant dans cet écosystème.*

2.1.Définir : énergie assimilée (A), énergie ingérée (I) et énergie produite (P). (1,5 points)

2.2.Expliquer les différences de résultats obtenus dans le cas de la vipère aspic et du campagnol. (2 points)

*Le venin de certains serpents, par exemple celui des Cobras, entraîne une incapacité des muscles à se contracter. La respiration étant liée à des contractions musculaires, la mort survient par asphyxie. Des expériences réalisées au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle ont permis de comprendre le mécanisme d'action du venin de Cobras. Celles-ci sont présentées dans le document 3.*

3.1.Interpréter les résultats des expériences du document 3. Justifier l'hypothèse d'une action du venin au niveau de la synapse neuro-musculaire et envisager les modalités possibles de cette action . (3.5 points)

3.2.Réaliser un schéma légendé d'une synapse\* en fonctionnement montrant les étapes de la transmission du message nerveux. (4 points)

\*synapse neuro-musculaire ou neuro-neuronique

*Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, le professeur Calmette fabrique les premiers sérums antivenimeux. Pour cela, il injecte à des chevaux de petites quantités de venin de serpent. Quelques jours plus tard, il prélève du sang aux chevaux, le débarrasse des cellules et obtient un sérum efficace, riche en anticorps antivenimeux. Il montre ainsi que la réponse immunitaire est de type humorale.*

4.Sous la forme d'un exposé structuré et illustré, présenter les étapes de la réponse immunitaire à médiation humorale en précisant quels sont les acteurs moléculaires et cellulaires impliqués. (5 points)

**Document 1:** Réseau trophique simplifié d’une prairie

(Sciences naturelles 2<sup>nde</sup> Eléments d’Ecologie Cours Debrune Belin 1982)



Relations trophiques dans l'écosystème-prairie alpine. 1. Aigle royal, 2. Alouette, 3. Circaète Jean-le-Blanc, 4. Marmotte, 5. Renard, 6. Campagnol, 7. Lièvre, 8. Criquet, 9. Cicindèle, 10. Vipère aspic, 11. Lombric, 12. Bactéries.

**Document 2 :** Rendements écologiques de la Vipère aspic et du Campagnol.  
(exprimés en pourcentage)

	A / I	P / A
Vipère	88	16,4
Campagnol	65	7,5

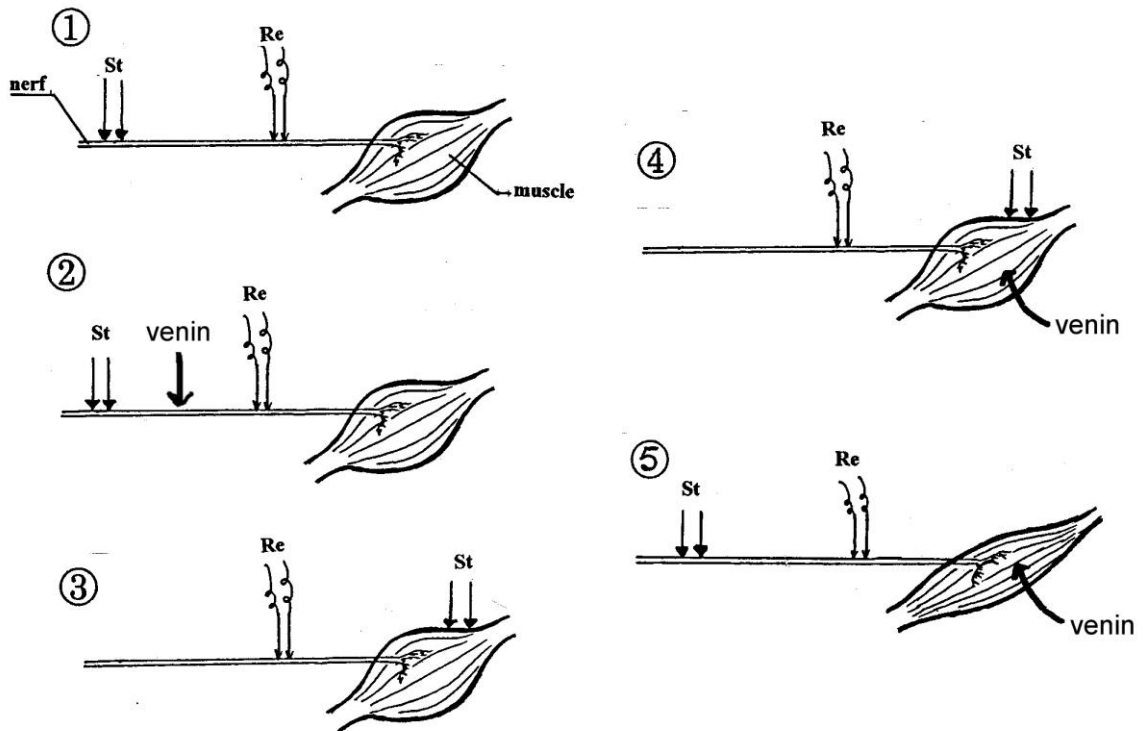
**Document 3**

(S.V.T. 2<sup>nde</sup> Bordas 1993)

Chez une grenouille, on prélève un muscle et un nerf rattaché à ce muscle.

Le montage comprend également deux électrodes stimulatrices (St) et deux électrodes réceptrices (Re) reliées à un appareil enregistreur. On dépose du venin de serpent sur différents éléments du montage .

Le tableau traduit les résultats de 5 expériences réalisées à l’aide de ce dispositif.



		Stimulations portées sur les électrodes St				
		Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp.5
résultats	Contraction du muscle	oui	oui	oui	oui	non
	Enregistrement d'un message nerveux	oui	oui	non	non	oui