

**BACCALaurÉAT PROFESSIONNEL**  
**ÉPREUVE E4**  
**CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE : SCIENCES**

Toutes options

*Durée : 2 heures*

---

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

---

Le sujet comporte 8 pages

**PREMIÈRE PARTIE : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE**..... 10 points

**DEUXIÈME PARTIE : SCIENCES PHYSIQUES** ..... 10 points

*Les candidats traiteront chaque partie sur des feuilles séparées*

---

**SUJET**

**THEME : ENVIRONNEMENT ET EAU POTABLE**

**PREMIÈRE PARTIE : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE**

Le **document 1** présente le phénomène d'eutrophisation des milieux aquatiques.

1. Construire, en s'appuyant sur les éléments du document, une définition du phénomène d'eutrophisation.
2. Relever et classer les conditions qui favorisent l'eutrophisation.
3. Proposer alors différents aménagements (industriels, urbains, agricoles) et recommandations qui permettraient d'améliorer la qualité de l'eau pour faire baisser la « forte eutrophisation » du milieu.
4. Lors d'une eutrophisation, l'écosystème aquatique subit diverses transformations :
  - 4.1 Présenter ces transformations.
  - 4.2 Indiquer des conséquences potentielles sur la biodiversité du milieu.

Le **document 2** évoque les effets des nitrites sur la santé, en particulier chez les jeunes enfants.

5. Rappeler, en s'appuyant sur le document, le rôle des globules rouges dans l'organisme.
6. Expliquer alors le mécanisme de la méthémoglobinémie.
7. Présenter les conséquences des nitrites, à plus ou moins forte dose, sur l'organisme.
8. Expliquer en quoi la pollution bactériologique de l'eau ou des aliments peut favoriser la méthémoglobinémie.
9. Proposer au moins trois recommandations pour limiter les risques de contaminations bactériennes dans l'alimentation des nourrissons.

## DEUXIÈME PARTIE : SCIENCES PHYSIQUES

Une MAPAD (Maison d'Accueil pour Personnes Âgées Dépendantes) est constituée de différents pavillons accueillant chacun six pensionnaires. Les responsables de cette structure décident d'exploiter un puits voisin pour alimenter de façon autonome un des pavillons constitutifs de la structure. C'est le pavillon « Les Pins » qui bénéficiera de cet aménagement.

La MAPAD étant située dans une zone dont certains points d'eau sont eutrophisés, un traitement de l'eau sera nécessaire.

### Partie A : Le traitement de l'eau

Les résultats de l'analyse de l'eau captée sont consignés dans la fiche d'analyse donnée au **document 3**. Y figurent également les critères de potabilités définissant les valeurs limites des paramètres caractérisant une eau potable (apte à la consommation humaine), ainsi que la valeur des paramètres de cette eau après traitements.

#### 1. Potabilité de l'eau captée

- 1.1 Donner le nom des appareils qui ont permis la mesure du pH et de la conductivité de cette eau.
- 1.2 En s'appuyant sur le **document 3**, dire, en le justifiant, si l'eau captée dans le puits est potable.
- 1.3 Indiquer pourquoi la situation géographique connue de la structure (zone dont les points d'eau sont eutrophisés) aurait pu permettre d'anticiper ce constat sans effectuer de mesures. On pourra s'appuyer, pour répondre, sur le **document 1**.

#### 2. Caractéristiques de l'eau captée

- 2.1 En s'appuyant sur la fiche d'analyse et le **document 4**, indiquer la caractéristique de cette eau (très douce, douce, moyennement dure, dure, très dure).

Pour répondre à cette question, on pourra :

- Calculer les valeurs des concentrations molaires  $[Ca^{2+}]$  et  $[Mg^{2+}]$  des ions calcium et magnésium en mol/L ;
- Montrer que le titre hydrotimétrique de l'eau captée a pour valeur 43°f.

- 2.2 Indiquer des conséquences possibles de l'utilisation domestique de ce type d'eau.

### Partie B : Choix d'une pompe

L'eau du puits doit être amenée au pavillon, ce qui nécessite une installation de pompage.

3. La consommation d'eau journalière du pavillon « Les Pins » correspondant à : la consommation de 6 personnes, l'utilisation du lave vaisselle une fois par jour et les arrosages des 100 m<sup>2</sup> de jardin et 800 m<sup>2</sup> de pelouse. À l'aide du **document 6**, on montre que la consommation journalière du pavillon est d'environ 8 400 L/jour.

- 3.1 En s'appuyant sur le **document 6**, montrer que le débit horaire de la pompe nécessaire à l'installation est voisin 2,8 m<sup>3</sup>/h.
- 3.2 En s'appuyant sur le schéma du **document 5** de l'installation et sur le **document 7**, indiquer si chacune des 2 pompes proposées dans le **document 7** pourrait assurer de façon satisfaisante l'alimentation en eau du pavillon.
- 3.3 Ces pompes ont des rendements voisins. Dire en le justifiant celle qui serait la plus économique à l'utilisation.

#### 4. Puissance électrique nécessaire.

À certains moments de la journée, le besoin en eau peut être particulièrement important : il faut prévoir des consommations d'un volume d'environ  $1,5 \text{ m}^3$  pour une période de 10 minutes.

- 4.1 Calculer la masse de ce volume d'eau en utilisant les données fournies ci-après.
- 4.2 Calculer la valeur du poids de ce volume d'eau en utilisant les données fournies ci-après.
- 4.3 Calculer, en joule, le travail du poids lors du déplacement vertical de 7,5 m de ce volume d'eau en utilisant les connaissances fournies ci-après.

#### Données :

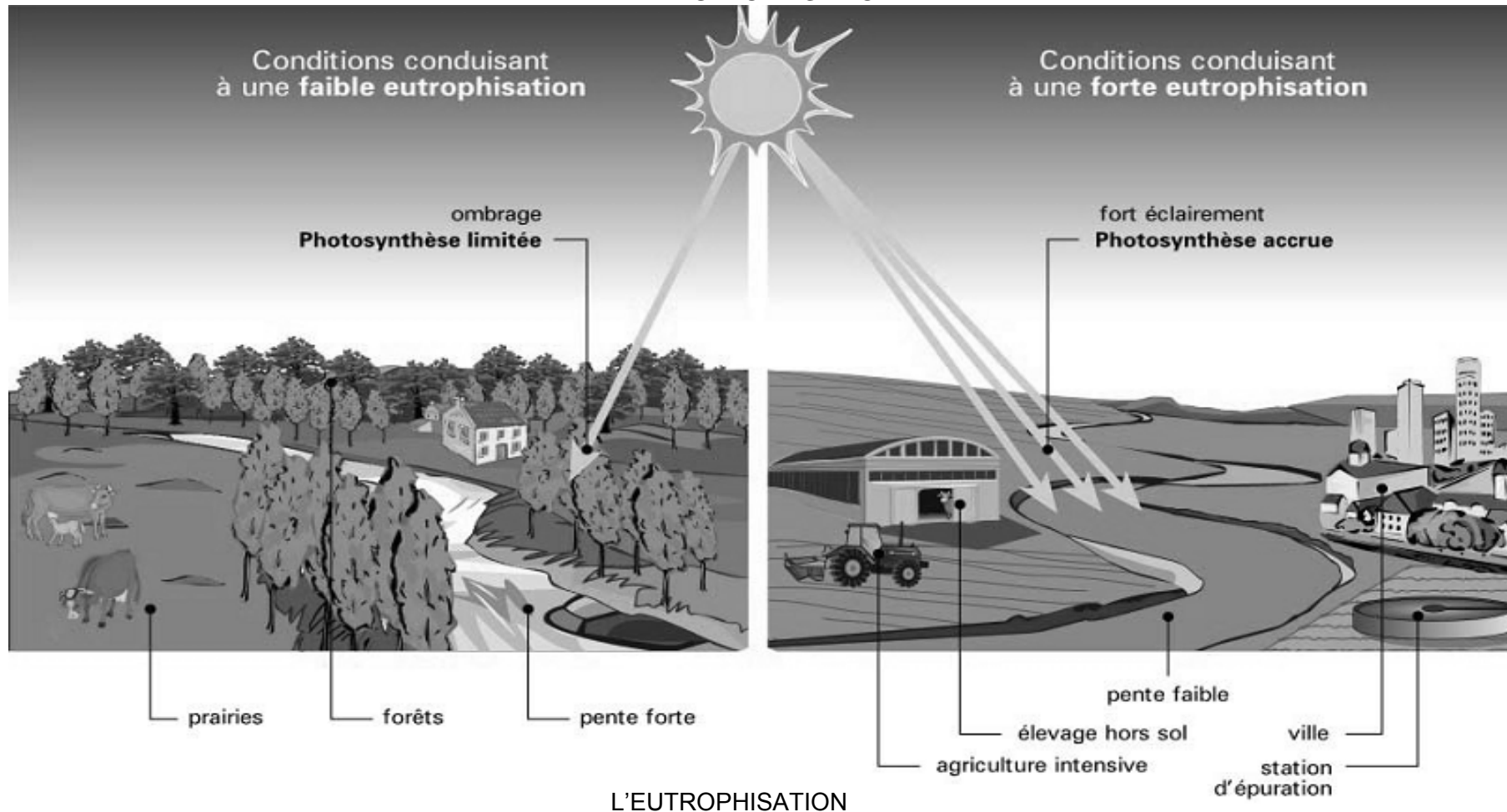
- $1 \text{ m}^3$  d'eau a une masse de 1 000 kg.
  - valeur de l'intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$  (ou N/kg)
  - expression du travail d'une force, en joules :  $W_F = |F.d|$  où d : valeur du déplacement en mètres et F : valeur de l'intensité de la force en Newton
- 4.4 En s'appuyant sur les données de l'énoncé et sur vos connaissances, indiquer la pompe la mieux adaptée (NOVA 2000 ou NOVA 600) pour l'installation du pavillon « Les Pins ».

Pour répondre à cette question, on pourra :

- Montrer que la puissance mécanique nécessaire au déplacement du volume d'eau est voisine de 190 W si on considère que la valeur de l'énergie mécanique cédée par l'électropompe correspond à la valeur du travail calculé précédemment ;
- Calculer la puissance électrique minimum que doit avoir l'électropompe de l'installation sachant que le rendement des électropompes présentées est voisin de 55%.

## DOCUMENT 1

### L'EUTROPHISATION



Il s'agit d'une modification des écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues. Les principaux nutriments à l'origine de ce phénomène sont le phosphore (contenu dans les phosphates) et l'azote (contenu dans l'ammonium, les nitrates et les nitrites).

L'apport en excès de ces substances nutritives entraîne la prolifération des végétaux aquatiques (parfois toxiques). Pour les décomposer, les bactéries aérobies augmentent leur consommation en oxygène qui vient à manquer dans le milieu. Les bactéries anaérobies (fermentation en l'absence d'oxygène) se développent alors en dégageant des substances toxiques : méthane, ammoniac, hydrogène sulfuré, toxines... .

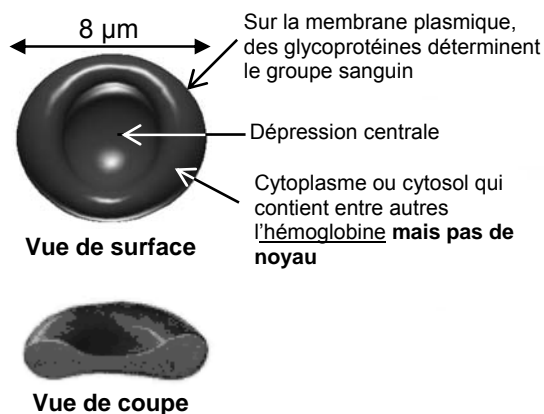
L'eutrophisation s'observe surtout dans les écosystèmes dont les eaux se renouvellent lentement et en particulier dans les lacs profonds. Ce processus est naturellement lent mais il peut être fortement accéléré par l'apport d'effluents domestiques, industriels et/ou agricoles et conduire à la transformation de l'écosystème aquatique en quelques décennies voire même en quelques années (cf schéma ci dessus).

Source : Association rivières et lacs en Rhône Alpes <http://www.syndic-rivieres.org>

## DOCUMENT 2

### LES NITRATES : EXPOSITION ET EFFETS SUR LA SANTÉ

Chez le nourrisson, les nitrates ont été incriminés dans la survenue de la méthémoglobinémie (ou maladie bleue). La formation des nitrites, à partir des nitrates ingérés, est réalisée par la flore bactérienne intestinale. Les nitrites en excès provoquent une moindre capacité des globules rouges à fixer et transporter l'oxygène. En effet l'hémoglobine est dégradée par les nitrites. Cet effet est bien démontré lorsque les taux de nitrates sont très élevés. (...) Les jeunes enfants sont les plus affectés, montrant des signes de couleur bleue autour de la bouche, des mains et des pieds, ayant des problèmes de respiration aussi bien que des vomissements et maux de tête. Dans les cas extrêmes, il y a une léthargie marquée, une augmentation de la production de salive, des pertes de conscience, certains cas peuvent être mortels. (...)



De plus, dernièrement, il a été montré que le risque de méthémoglobinémie était en réalité plus lié à la pollution bactériologique de l'eau, qu'à la présence de nitrates. Ceci car la transformation des nitrates en nitrites pourrait également avoir lieu dans l'eau, avant ingestion, quand celle-ci est fortement chargée en micro-organismes. En effet, certaines études ont montré, dans le cas d'une consommation d'eaux de puits atteignant près de 40 fois la norme (2 000 mg/kg), l'absence de méthémoglobinémie quand de simples mesures d'hygiène alimentaire (faire bouillir au préalable l'eau du biberon ...) étaient respectées. Aujourd'hui, en France, un biberon préparé avec l'eau du robinet respectant la réglementation ne présente donc aucun risque sanitaire pour les nouveau-nés. Les cas détectés au cours des années passées ont presque toujours été dus aux nitrates en excès contenus dans l'alimentation solide du nourrisson (soupe de carotte, conserve familiale d'épinards ...).

*D'après : TABLEAU DE BORD SANTÉ-ENVIRONNEMENT, RÉGION RHÔNE-ALPES. Image : medicalorama.com*

### DOCUMENT 3

Extrait des fiches d'analyses. eau captée, eau traitée

	Critères de potabilité	Eau captée	Eau traitée
pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9$		7,2
Conductivité.(à 20°C)	400 $\mu\text{S/cm}$	950 $\mu\text{S/cm}$	698 $\mu\text{S/cm}$
Titre Hydrotimétrique	Pas de limite °f	42 °f	17 °f
Cuivre	$\leq 1$ mg/L	0,02 mg/L	< 0,01 mg/L
Zinc	$\leq 5$ mg/L	0,02 mg/L	< 0,01 mg/L

Ions			
Ca <sup>2+</sup>	Pas de limite mg/L	150,0 mg/L	58 mg/L
Mg <sup>2+</sup>	$\leq 50$ mg/L	13,5 mg/L	7 mg/L
Na <sup>+</sup>	$\leq 150$ mg/L	32,0 mg/L	28,0 mg/L
K <sup>+</sup>	$\leq 12$ mg/L	6,2 mg/L	4,3 mg/L
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	$\leq 250$ mg/L	100 mg/L	100 mg/L
Cl <sup>-</sup>	$\leq 200$ mg/L	71 mg/L	59 mg/L
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\leq 50$ mg/L	83 mg/L	2 mg/L
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	$\leq 0,1$ mg/L	0,01 mg/L	0,01 mg/L
F <sup>-</sup>	$\leq 1,5$ mg/L	0,58 mg/L	0,58 mg/L

### DOCUMENT 4

#### TITRE HYDROTIMÉTRIQUE

#### TITRE HYDROTIMÉTRIQUE

La dureté totale d'une eau, que l'on appelle titre hydrotimétrique TH, s'exprime en degré français par :

$$\text{TH} = 10^4 \times ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$$

- [Ca<sup>2+</sup>] et [Mg<sup>2+</sup>] sont les concentrations molaires des ions calcium et magnésium en mol/L
- Le TH s'exprime en degrés français (°f)

#### CLASSIFICATION

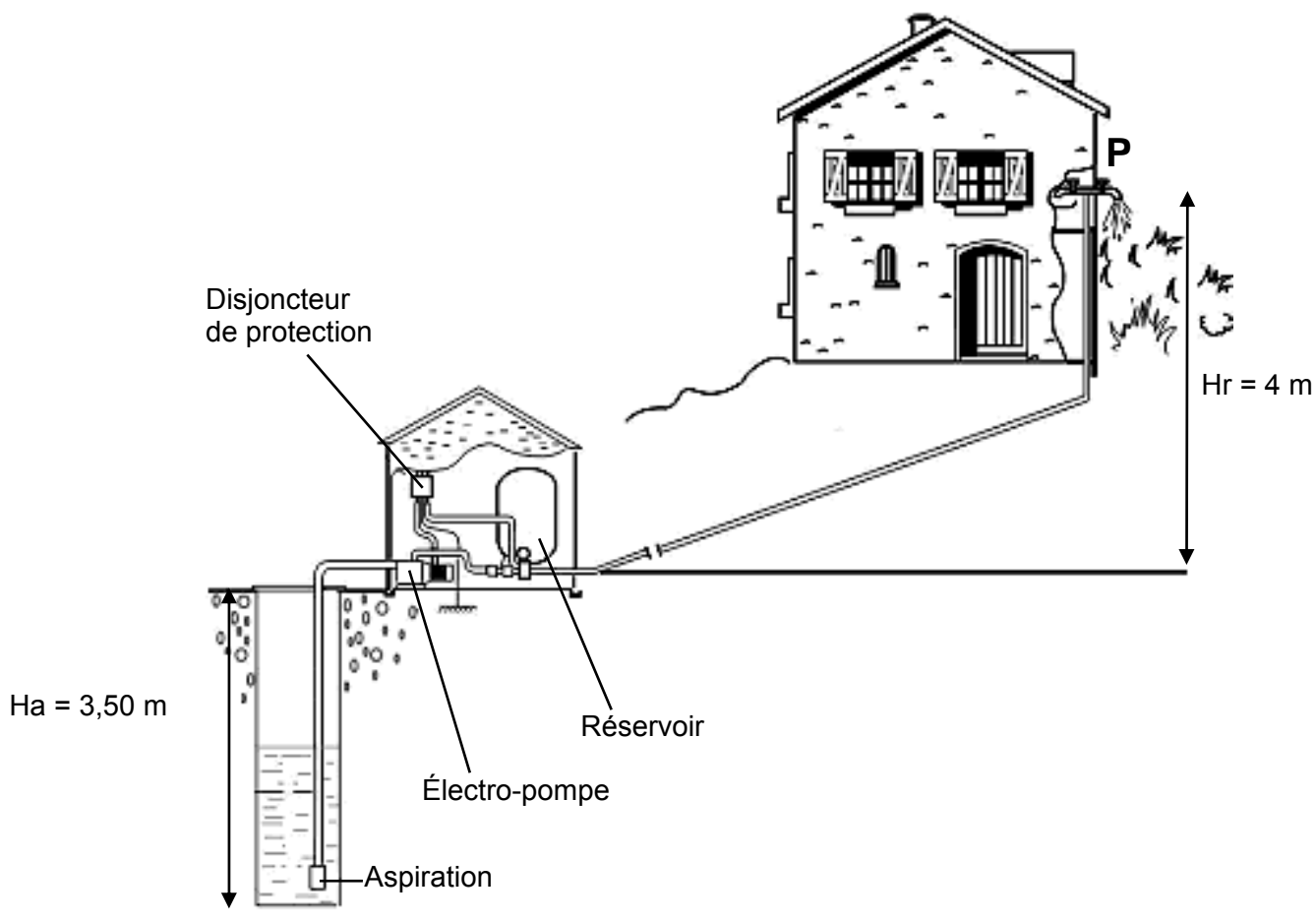
On classe arbitrairement les eaux en catégories selon leur degré de dureté :

Titre hydrométrique en °f	0 à 5	5 à 10	10 à 20	20 à 40	Plus de 40
Qualité de l'eau	Très douce	Douce	Moyennement dure	Dure	Très dure

**Données** : Masses molaires : Ca : 40,1 g.mol<sup>-1</sup> et Mg : 24,3 g.mol<sup>-1</sup>

## DOCUMENT 5

### Schéma d'installation de l'électropompe du pavillon « Les pins » de la MAPAD



Source : <http://www.jetly.fr>

## DOCUMENT 6

Calculer un débit horaire d'eau pour une installation domestique

Pour estimer la consommation journalière en eau d'une installation domestique on compte généralement :

- par personne ..... 200 l/jour
- pelouse ..... 8 l/m<sup>2</sup>/jour
- jardin ..... 6 l/m<sup>2</sup>/jour
- adductions diverses (lavage de véhicule  
lave-linge, lave-vaisselle, etc...) ..... 200 l/appareil/utilisation



Le débit est généralement donné par le constructeur.

$$\text{Débit horaire à fournir par la pompe} = \frac{\text{consommation journalière}}{3}$$

Source : <http://www.chet-hydraulique.fr>

## DOCUMENT 7

### Caractéristiques de différentes électro-pompes

Modèle	Alimentation	Puissance nominale	Débit
NOVA 200 	240V 50Hz	0,22 kW	7,1 m <sup>3</sup> /h pour une hauteur* de 0 m 5,6 m <sup>3</sup> /h pour une hauteur* de 6 m 3,0 m <sup>3</sup> /h pour une hauteur* de 9 m
NOVA 600 	240V 50Hz	0,55 kW	10,2 m <sup>3</sup> /h pour une hauteur* de 0 m 8,9 m <sup>3</sup> /h pour une hauteur* de 6 m 6,6 m <sup>3</sup> /h pour une hauteur* de 9 m
* Le débit varie en fonction de la hauteur. Les valeurs proposées tiennent compte de différents paramètres (débit souhaité, pertes de charges, ...) et correspondent à des hauteurs <b>H</b> décomposées de la façon suivante : <b>H = Ha+Hr</b> ou <b>Ha</b> est la <b>hauteur d'aspiration</b> en mètres et <b>Hr</b> est la <b>hauteur de refoulement</b> de en mètres			

Source : <http://www.chet-hydraulique.fr>