

**BACCALURÉAT 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 9 pages

**PARTIE 1 : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE ..... 10 points**

**PARTIE 2 : PHYSIQUE-CHIMIE ..... 10 points**

*L'annexe A est à rendre avec la copie après avoir été numérotée*

---

**SUJET**

**Thème : Les fermes verticales**

**Partie 1 : BIOLOGIE - ÉCOLOGIE**

A Singapour, New York ou Chicago, des légumes poussent dans des tours. Le but : augmenter les rendements et gagner de la place pour nourrir une population mondiale en forte croissance.

Le **document 1** présente les fermes verticales en vue de la production de légumes.

1. Les légumes poussent ici sans soleil ni terre.
  - 1.1. Expliquer en quoi l'éclairage artificiel est nécessaire à la production des légumes.
  - 1.2. Préciser, à l'aide du document, ce qui remplace l'apport de terre pour répondre aux besoins des plantes.
2. Le document précise que ces cultures verticales permettent de préserver les sols. Justifier cette affirmation.
3. Le texte indique que rapprocher la production de légumes des consommateurs urbains a un fort impact environnemental positif. Expliquer.
4. Indiquer en quoi ces fermes verticales présentent cependant des limites vis-à-vis de l'environnement.

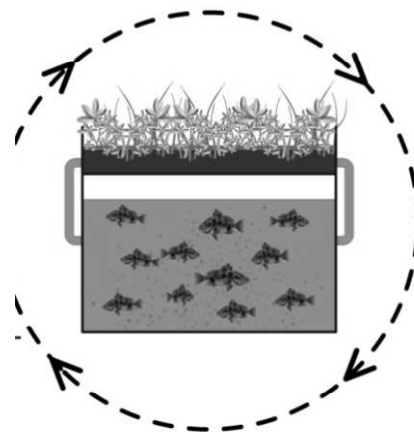
5. D'autres moyens de production que les fermes verticales permettent de développer l'agriculture urbaine. Repérer dans le document deux autres possibilités.
6. Les programmes de santé recommandent une alimentation comportant des fruits et légumes en quantité suffisante (**document 2**).
  - 6.1. Indiquer l'intérêt d'une consommation régulière de légumes dans l'alimentation.
  - 6.2. Justifier deux autres repères proposés pour équilibrer son alimentation et préserver sa santé.
7. Une alimentation trop riche en graisses animales peut conduire au développement de maladies cardiovasculaires (**document 3**). Identifier l'origine de ces maladies.

## Partie 2 : PHYSIQUE - CHIMIE

### Le contrôle du pH de l'eau des aquariums.

Certaines fermes verticales utilisent le principe de l'aquaponie : culture de végétaux associée à de l'élevage de poissons (**voir document 1**).

Les déjections des poissons servent d'engrais pour le végétal cultivé au-dessus d'aquariums.



Source : <http://aquaponie-pratique.com/>

1. Dans l'eau, les ions nitrite et nitrate sont les produits de la transformation des ions ammonium :  $\text{NH}_4^+$  issus des déjections des poissons. Ces ions ammonium peuvent se transformer en ammoniac  $\text{NH}_3$ .

1.1. Recopier et compléter l'équation chimique qui traduit cette transformation :



1.2. En s'appuyant sur les informations du **document 4**, expliquer pourquoi le pH de l'eau des aquariums ne doit pas avoir une valeur qui dépasse la valeur : 9,2.

1.3. Donner le nom d'un dispositif qui permet de contrôler régulièrement la valeur du pH de l'eau.

1.4. Lorsque le pH de l'eau des aquariums a une valeur trop élevée, il faut faire diminuer sa valeur. Choisir parmi les propositions suivantes celle qui est adaptée :

- On rajoute dans l'aquarium une solution basique.
- On rajoute dans l'aquarium une solution acide.
- On rajoute dans l'aquarium une solution de chlorure de sodium.
- On refroidit l'eau des aquariums.

2. L'élevage des Tilapias nécessite une eau dont la qualité est donnée dans le **document 5**. Son analyse est confiée à un laboratoire chargé, entre autres, de déterminer sa dureté. Il s'agit d'un dosage colorimétrique des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$ . Il utilise la réaction de ces ions sur une espèce notée  $\text{Y}^{4-}$ .

La réaction du dosage est  $\text{Ca}^{2+} + \text{Y}^{4-} \rightarrow \text{CaY}^{2-}$ .

Protocole du dosage pour déterminer la concentration molaire  $\text{C}_1$  de l'eau en ions calcium :

Prélever un volume  $\text{V}_1 = 100,0$  mL de l'eau à analyser, le placer dans un bécher, en présence d'une solution tampon, avec quelques gouttes d'un indicateur coloré. Mettre l'ensemble sous agitation.

Verser, à l'aide d'une burette graduée, un volume  $\text{V}_2$  de la solution de  $\text{Y}^{4-}$  de concentration molaire  $\text{C}_2 = 1,0 \times 10^{-2}$  mol/L. L'équivalence est obtenue pour un volume  $\text{V}_{2\text{eq}} = 9,3$  mL.

2.1. Annoter le schéma du montage du dosage situé dans l'**annexe A** (à numéroter et à rendre avec la copie).

2.2. Justifier la relation que l'on peut écrire à l'équivalence :  $\text{C}_1 \times \text{V}_1 = \text{C}_2 \times \text{V}_{2\text{eq}}$

**2.3.** Calculer la valeur numérique de  $C_1$ .

**2.4.** Après avoir évalué la concentration massique de l'eau en ion calcium, et en s'appuyant sur les données du **document 5**, dire pourquoi l'eau analysée n'est pas adaptée à l'élevage des Tilapias.

**Donnée :** masse molaire de l'élément calcium :  $M = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

**3.** Plusieurs projets de fermes verticales sont actuellement à l'étude, l'un d'entre eux a pour cadre la ville de Rennes en Bretagne. L'ensemble, appelé « Tour vivante® », est prévu pour avoir une surface de culture de  $2\,500 \text{ m}^2$ . Ce bâtiment est prévu pour être « à énergie positive », c'est-à-dire qu'il devra produire plus d'énergie qu'il n'en consommera.

Pour la partie culture, les principaux besoins en énergie sont ceux nécessaires pour l'éclairage des végétaux. Les données concernant ces besoins sont fournies dans le **document 6**.

**3.1.** Montrer que la puissance électrique  $P$  nécessaire pour assurer l'éclairage de végétaux a pour valeur :  $25 \text{ kW}$ .

**3.2.** Montrer que l'énergie  $E_c$  consommée annuellement pour assurer l'éclairage des végétaux a une valeur de l'ordre de  $10^5 \text{ kW.h}$

**3.3.** En prenant en compte le rendement des panneaux photovoltaïques prévus pour équiper le bâtiment (donné dans le **document 6**), calculer l'énergie solaire  $E_s$  qui devra être reçue annuellement par ces panneaux.

**3.4.** En expliquant la démarche, calculer la surface minimale de l'ensemble des panneaux photovoltaïques à installer pour que le bâtiment puisse être qualifié de « bâtiment à énergie positive ».

## DOCUMENT 1

### LES FERMES VERTICALES

(D'après « Ça m'intéresse », janvier 2016)

**Bienvenue dans la ferme du futur, une ferme verticale.** A l'intérieur du bâtiment s'étagent des dizaines de plateaux couverts de salades, de thym, de menthe citronnée... Pourtant, nulle trace de soleil ni de terre, seules quelques lumières rouges et violettes nimbent les légumes d'un voile coloré, une température de 25°C ainsi qu'une douce moiteur. Et des morceaux de mousse plongés dans une eau gorgée de sels minéraux (azote, ammonium, nitrite ou nitrates).



Les étagères remplies de jeunes plantes sont plongées dans des bacs d'eau et de nutriments sans pesticides. En effet, il n'y a pas d'insectes nuisibles ou de maladies qui nécessitent l'usage d'intrants. Ces cultures permettent donc de préserver aussi bien les sols, l'air, que la qualité de ce que nous mangeons. Enfin oubliés le froid, le gel, les inondations ou les sécheresses... Avec ces serres high-tech, il n'y a plus de dépendance aux saisons, au climat, aux catastrophes naturelles.

Les fermes verticales mettent les denrées agricoles à portée de main des citoyens. D'ici à 2050, 80 % de la population mondiale habitera en ville. 30 kilomètres en moyenne séparent le lieu de production de sa consommation, et cette distance va sans doute continuer de s'allonger, la ville repoussant toujours un peu plus la campagne. Introduire fraises et autres carottes au cœur des cités permettra donc de réduire de 70 % leur empreinte carbone en minimisant le transport et en raccourcissant la chaîne du froid. Le développement de l'agriculture urbaine passe également via les plantations sur les toits, dans les friches industrielles, les jardins partagés...

L'eau est l'élément vital et indispensable au bon fonctionnement d'un système aquaponique : c'est grâce à l'eau que les plantes se nourrissent en nutriments et que les poissons puisent leur oxygène. 97 % de l'eau est ainsi réutilisée.

Le système repose sur la technique de l'aquaponie : un écosystème composé de trois éléments majeurs : plantes, bactéries et poissons.

Des milliers de poissons Tilapias répartis dans des bacs produisent des déjections riches en azote, en phosphore et en potassium. Les bactéries fixées sur un substrat décomposent les produits azotés en Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) puis en

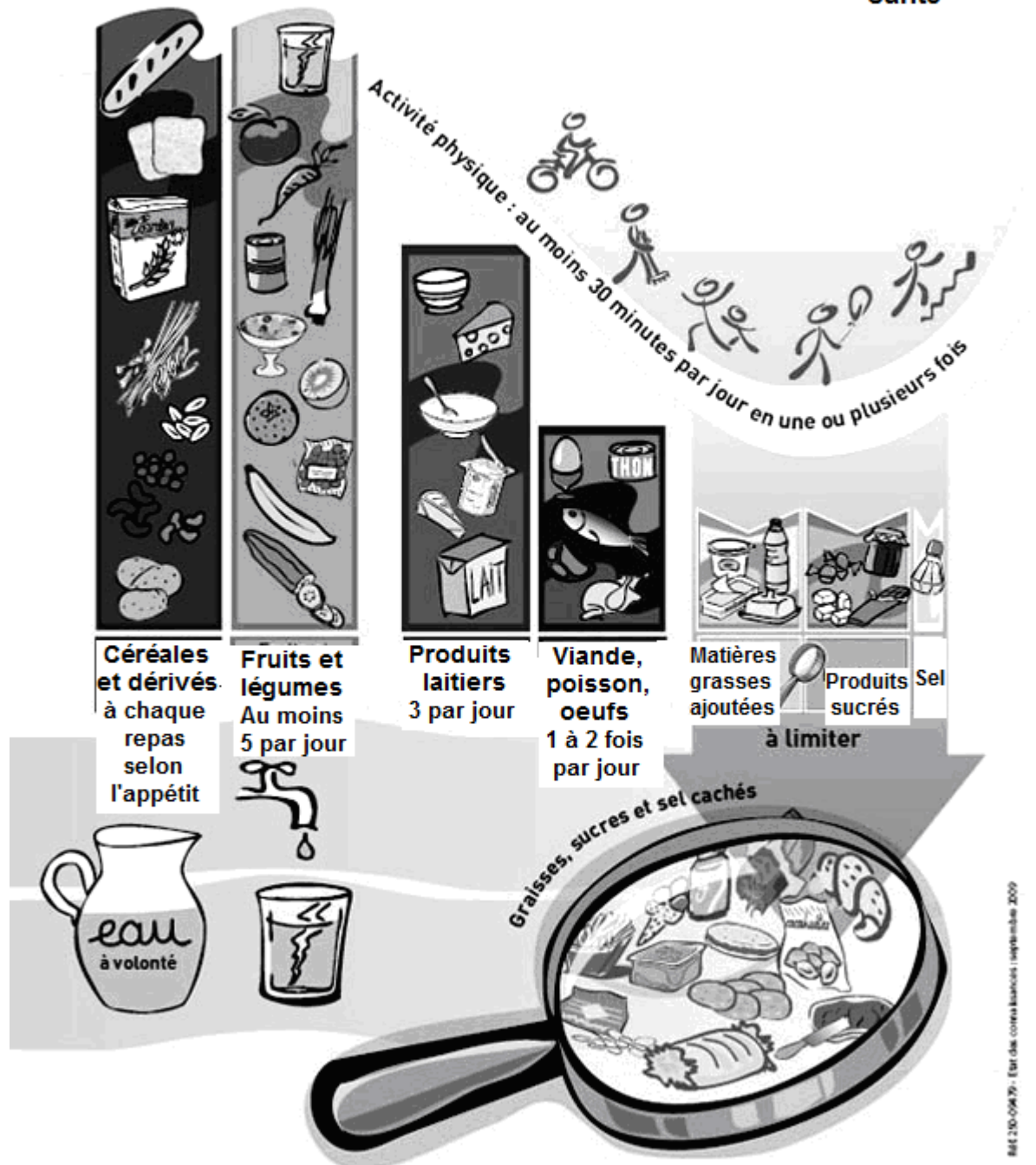
nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) qui servent d'engrais aux plantes et qui purifient ainsi l'eau des poissons.

## DOCUMENT 2

Repères pour manger équilibré  
(Programme National Nutrition Santé)

# La courbe des repères

Programme  
National  
Nutrition  
Santé



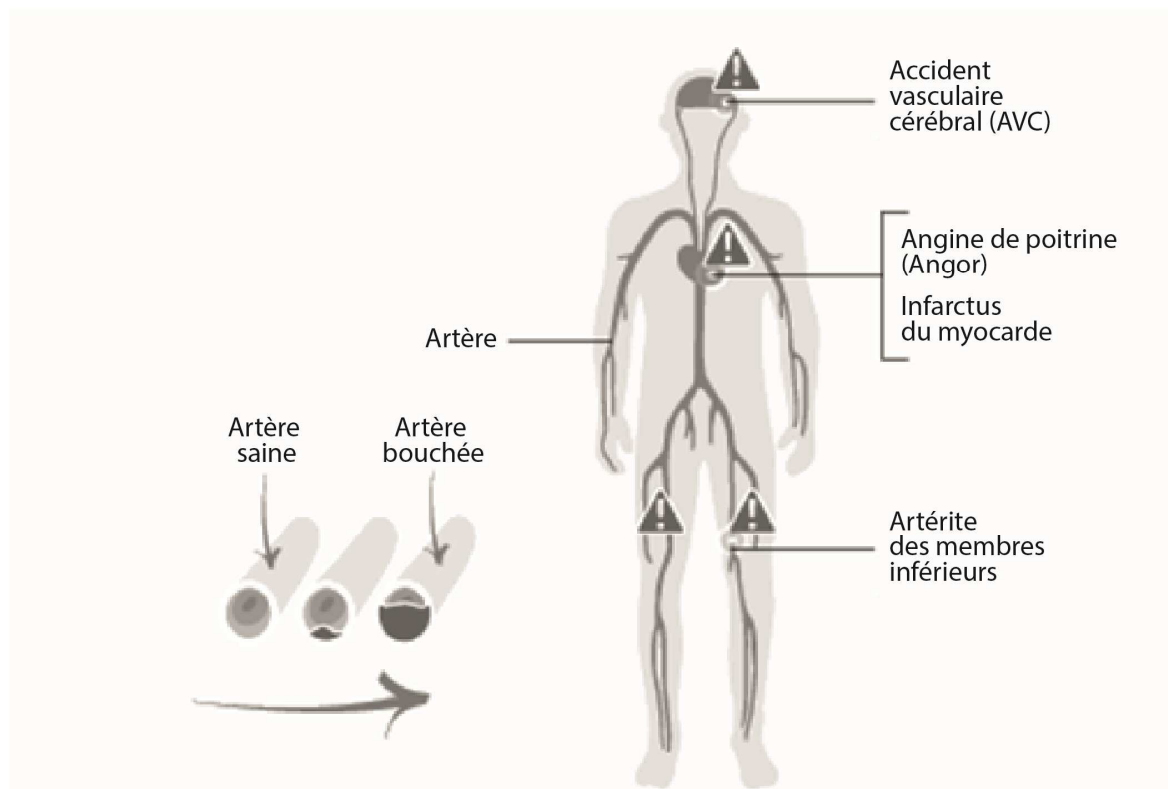
M66 230-094 79 - Etat des connaissances septembre 2009



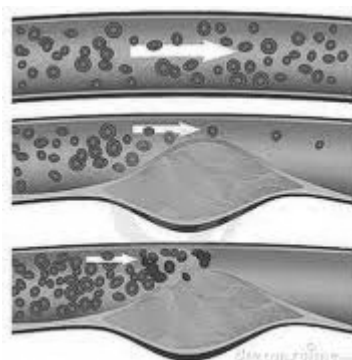
[www.mangerbouger.fr](http://www.mangerbouger.fr)

### DOCUMENT 3

## LES MALADIES CARDIOVASCULAIRES (amelioretasante.com)

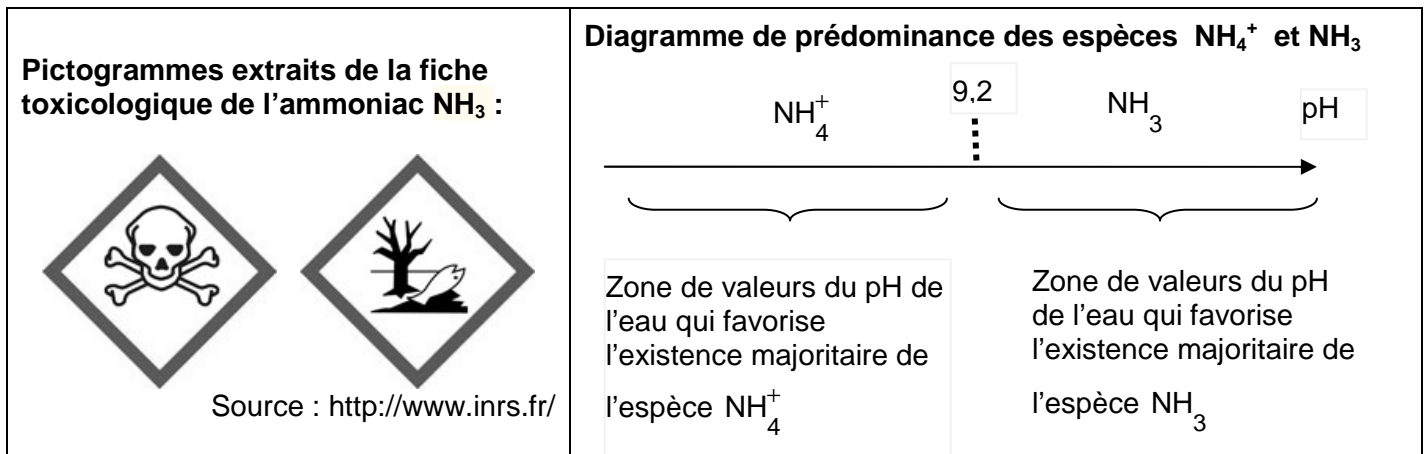


### Artères avec dépôt de plaque d'athérome



## DOCUMENT 4

### À PROPOS DE L'AMMONIAC



## DOCUMENT 5

### QUALITÉ DE L'EAU IDÉALE POUR L'ÉLEVAGE DES TILAPIAS

Paramètre	Intervalle
Température	28 – 32 °C
Transparence	25 – 40 cm
Alcalinité	90 – 250 mg/L
Dureté	60 – 120 mg/L en ions calcium $\text{Ca}^{2+}$
Ions ammonium	0,1 – 0,3 mg/L
Oxygène dissous	4 – 7 mg/L
pH	6,5 – 8,8

[http://www.ctaquaculture.tn/fileadmin/user\\_upload/pdf/aquaculture\\_Continentale/Tilapia\\_du\\_Nil.pdf](http://www.ctaquaculture.tn/fileadmin/user_upload/pdf/aquaculture_Continentale/Tilapia_du_Nil.pdf)

## DOCUMENT 6

### L'ÉNERGIE DE L'UNITÉ DE PRODUCTION DES VÉGÉTAUX

Un **éclairage artificiel** doit être apporté en complément de la lumière naturelle. Il faut compter, en moyenne une consommation de 10 W par  $\text{m}^2$  de culture.

Sur une année, soit 365 jours, cet éclairage fonctionne en moyenne 12 heures par jour.

La ferme verticale va être équipée par des **panneaux photovoltaïques** dont le rendement énergétique a une valeur de 10 %.

On considère que pour la ville de Rennes, l'énergie solaire moyenne reçue par 1  $\text{m}^2$  sur une année a pour valeur : 1 200 kW.h.

Source : [www.ateliersoa.fr/verticalfarm\\_fr/pages/images/presse\\_tour\\_vivante.pdf](http://www.ateliersoa.fr/verticalfarm_fr/pages/images/presse_tour_vivante.pdf)



**NOM :**

**EXAMEN :**

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

**Prénoms :**

**EPREUVE :**

**Date de naissance :**

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

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

N° ne rien inscrire

