

# QUESTIONNAIRE

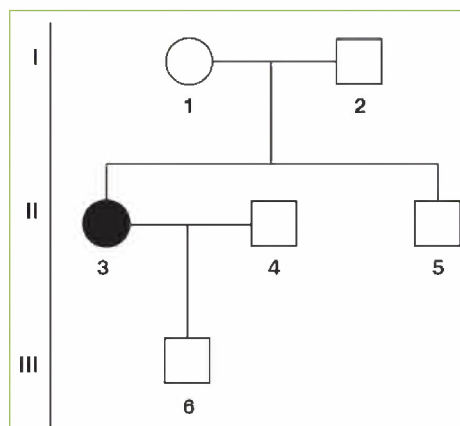
|                     |          |               |                  |                             |     |                |             |
|---------------------|----------|---------------|------------------|-----------------------------|-----|----------------|-------------|
| <i>Date :</i>       | 22.05.24 |               | <i>Horaire :</i> | 08:15 - 10:45               |     | <i>Durée :</i> | 150 minutes |
| <i>Discipline :</i> | BIOLO    | <i>Type :</i> | écrit            | <i>Section(s) :</i>         | GSN |                |             |
|                     |          |               |                  | <i>Numéro du candidat :</i> |     |                |             |

## 1. La maladie de McArdle

**9 P.**

Les patients atteints de la maladie de McArdle présentent une faible résistance musculaire. En particulier, une activité musculaire soudaine et intense, ainsi qu'une activité moins intense mais de longue durée, entraînent des douleurs et des crampes musculaires dans les muscles squelettiques.

La maladie de McArdle est une maladie métabolique héréditaire rare qui suit les règles mendéliennes. La figure 1 montre l'arbre généalogique d'une famille dont l'une des membres est âgée de 32 ans.



**fig.1 : arbre généalogique d'une famille atteinte de la maladie de McArdle**

(carré : homme ; cercle : femme ; blanc : sain ; noir : malade)

(source: selon UB 445)

- 1.1** Sur la base de la figure 1, déterminez le mode de transmission de la maladie de McArdle en excluant de manière justifiée tout autre mode de transmission ! **(5 P.)**
- 1.2** Indiquez, pour tous les membres de la famille, les génotypes possibles ! Déterminez la probabilité qu'un autre enfant des parents II,3 et II,4 soit atteint de la maladie de McArdle ! **(4 P.)**

2. Les insectes comme substituts de viande

22 P.



Depuis 2021, les vers de farine (*Tenebrio molitor*) sont autorisés en Europe en tant qu'aliment. Leur élevage est bien plus avantageux que celui des bovins ou des porcs.

**des vers de farine**

(source : <https://www.researchgate.net/figure/The-mealworm>)

Dans les laboratoires alimentaires modernes, des contrôles sont régulièrement effectués sur les ingrédients de la viande et de la charcuterie. On vérifie si le produit contient bien ce qui est indiqué sur l'emballage. Cela permet de détecter et d'empêcher les falsifications des denrées alimentaires.

Pour ce faire, l'ADN doit être extrait et isolé des cellules animales présentes dans le produit carné en question. La préparation d'un échantillon se fait d'abord à l'aide d'une PCR.

2.1 Expliquez le but et le déroulement d'une PCR !

(6 P.)

Pour vérifier que la saucisse ne contient vraiment que de la viande de l'espèce animale indiquée, on procède à une électrophorèse sur gel.

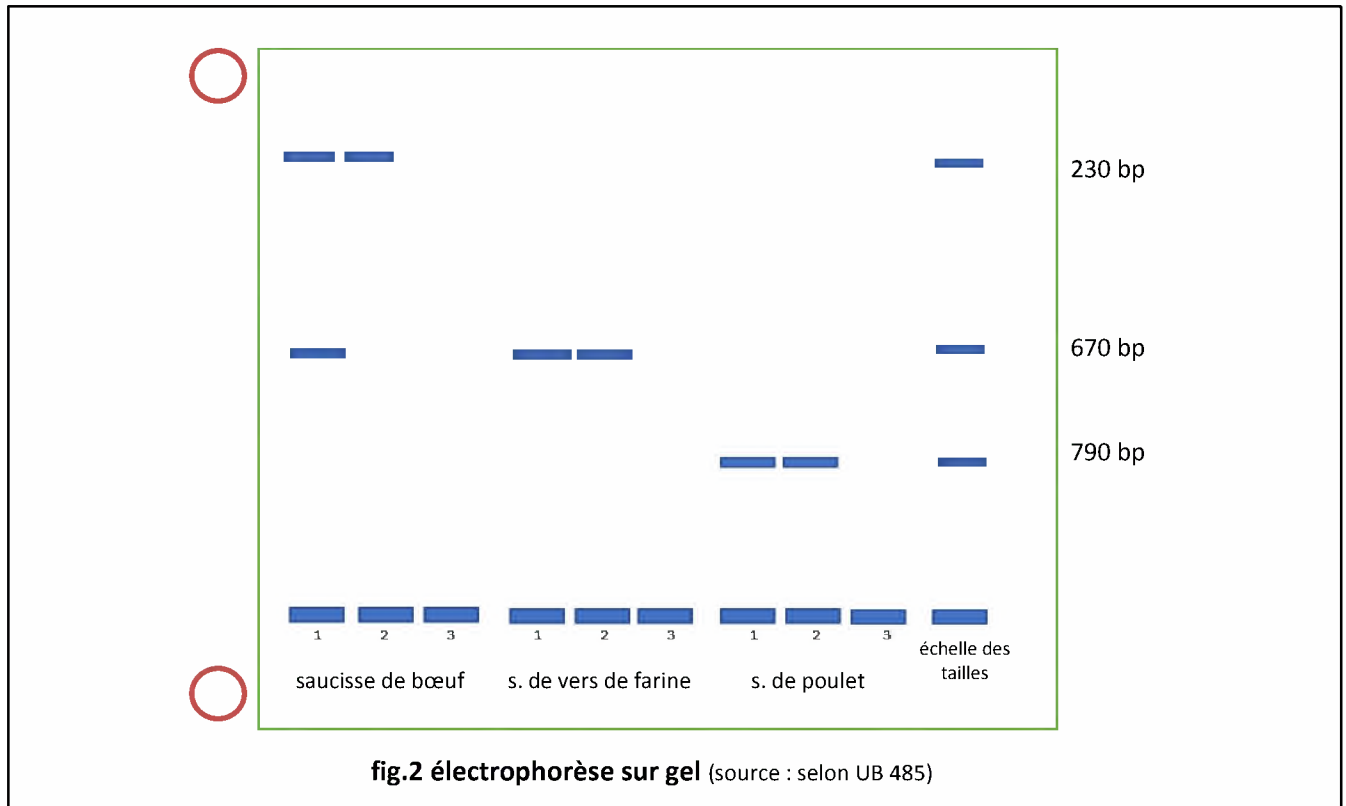
Le tableau 1 présente un aperçu des échantillons (source: selon UB 485)

| Salami de boeuf                                          |                                                                                        |                                                |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| milieu réactionnel 1                                     | milieu réactionnel 2                                                                   | milieu réactionnel 3                           |
| 3 paires d’amorces<br>+ échantillon d’ADN<br>+mastermix  | paire d’amorces « boeuf »<br>+ échantillon d’ADN de boeuf<br>+ mastermix               | 3 paires d’amorces<br>pas d’ADN<br>+ mastermix |
| Saucisse de vers de farine                               |                                                                                        |                                                |
| milieu réactionnel 1                                     | milieu réactionnel 2                                                                   | milieu réactionnel 3                           |
| 3 paires d’amorces<br>+ échantillon d’ADN<br>+ mastermix | paire d’amorces « vers de farine »<br>+ échantillon d’ADN de vers de f.<br>+ mastermix | 3 paires d’amorces<br>pas d’ADN<br>+ mastermix |
| Saucisse de poulet                                       |                                                                                        |                                                |
| milieu réactionnel 1                                     | milieu réactionnel 2                                                                   | milieu réactionnel 3                           |
| 3 paires d’amorces<br>+ échantillon d’ADN<br>+ mastermix | paire d’amorces « poulet »<br>+ échantillon d’ADN de poulet<br>+ mastermix             | 3 paires d’amorces<br>pas d’ADN<br>+ mastermix |

tab.2 :  
protocole d’essai pour la PCR

Dans chaque échantillon se trouve, en plus des substances mentionnées ci-dessus, un mastermix. Celui-ci se compose de nucléotides, de polymérases et d'une solution tampon qui assure un pH stable.

La figure 2 représente schématiquement le résultat de l'électrophorèse sur gel pour l'analyse de trois types de saucisses.



**2.2** Expliquez le déroulement d'une électrophorèse sur gel et dessinez sur la figure 2 le sens de déplacement des fragments d'ADN ainsi que les pôles +/- ! **(3 P.)**

**2.3** Expliquez le but recherché de chacun des milieux réactionnels 1, 2 et 3 ! **(3 P.)**

**2.4** Analysez le résultat de l'électrophorèse sur gel (fig. 2) en ce qui concerne la concordance du contenu et de la déclaration, si la saucisse ne contient vraiment que de la viande de l'espèce animale indiquée ! **(3 P.)**

Jusqu'à 37 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre sont imputables au système alimentaire mondial. L'agriculture et surtout l'élevage sont des sources de gaz à effet de serre.

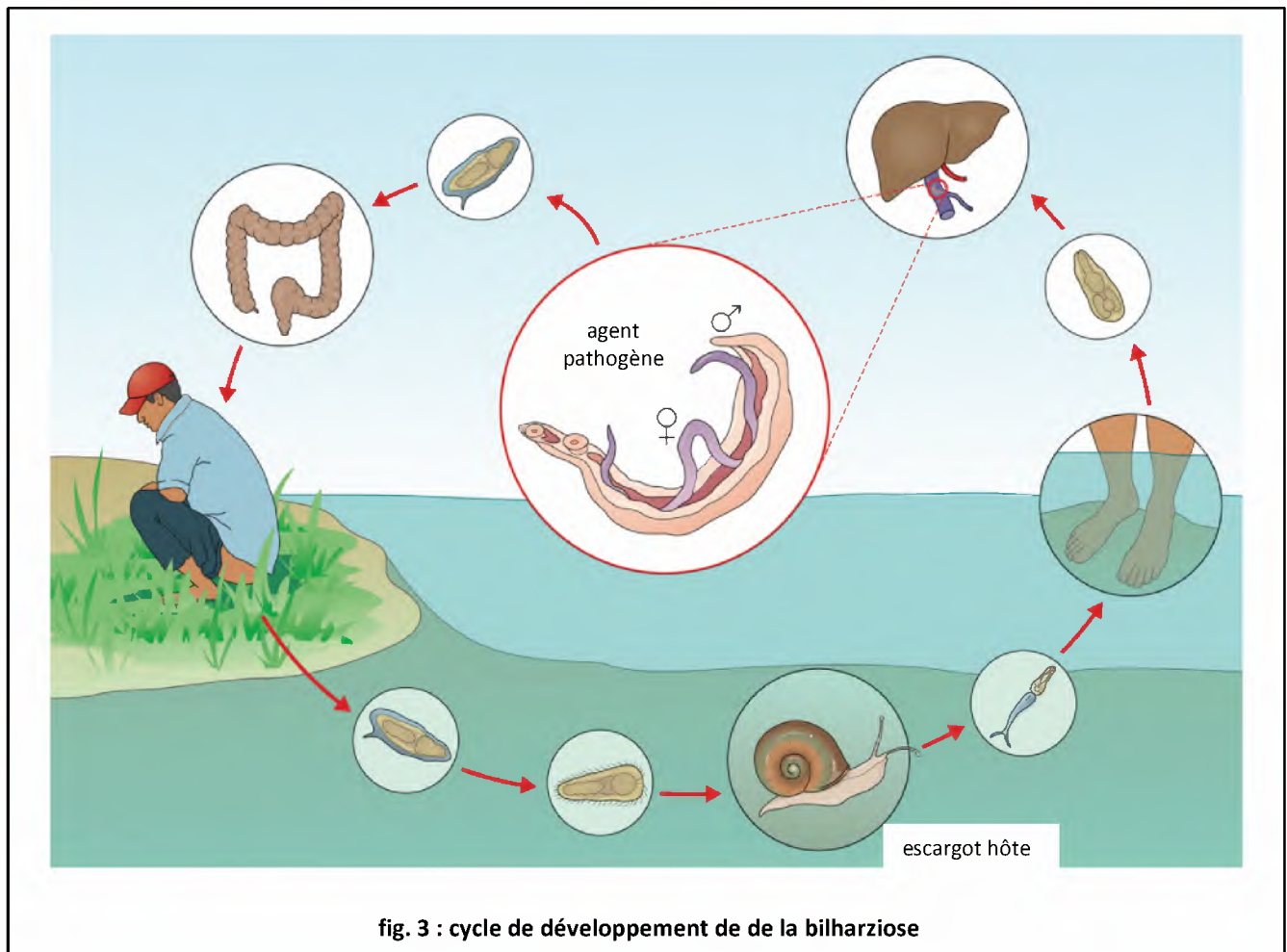
| besoins pour la production de 1 kg | surface agricole (m <sup>2</sup> ) | masse corporelle comestible (%) | production de CO <sub>2</sub> (kg) |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| viande bovine                      | 300                                | 40                              | 30                                 |
| vers de farine                     | 15                                 | 100                             | 0,3                                |
| pommes de terre                    | 0,3                                | 95                              | 0,2                                |

**tab.2 : divers indicateurs de durabilité pour des aliments déterminés**  
(source : [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de))

**2.5** Expliquez le terme "effet de serre" et argumentez en quoi une réduction de la consommation de viande est une étape importante, voire nécessaire, pour réduire l'effet de serre anthropogène ! Incluez les données du tableau 2 dans votre réponse. **(7 P.)**

**3. Les insecticides comme accélérateurs de maladies** (source : selon UB 459)**10 P.**

La bilharziose, une maladie tropicale, est provoquée par des vers parasites du genre *Schistosoma*. Ces vers fins et plats, d'environ deux centimètres de long et 0,25 millimètre de large, provoquent de graves lésions au niveau des organes.



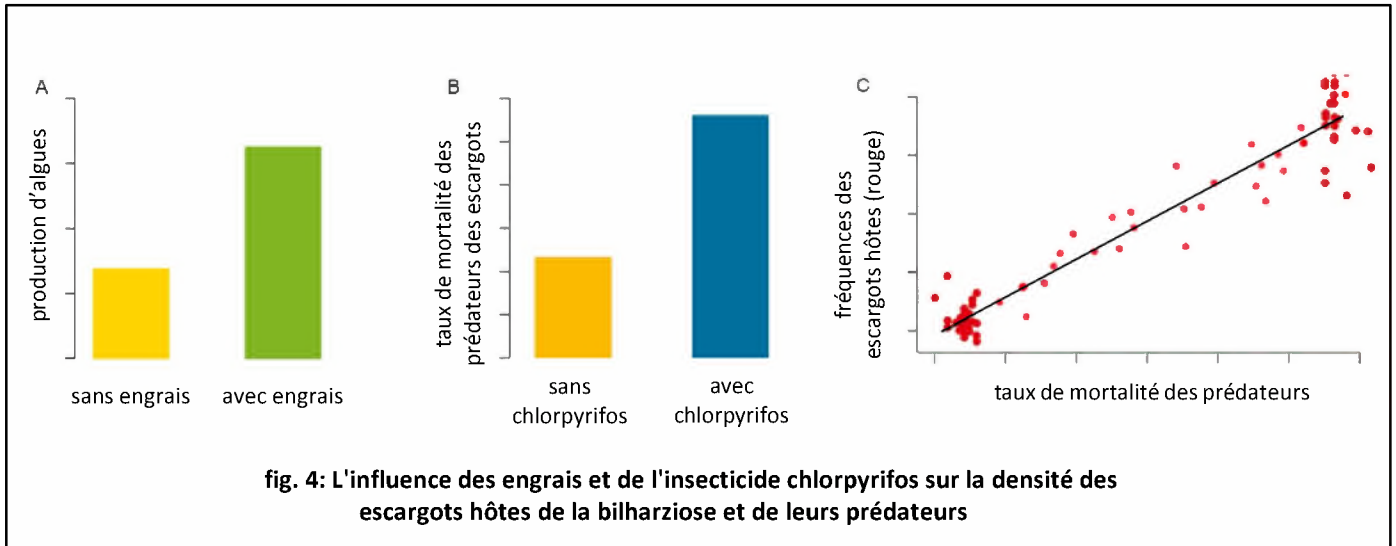
L'agent pathogène de la bilharziose se nourrit de sang humain. Le cycle de vie (fig. 3) commence par les œufs de vers qui sont excrétés par les personnes ou les animaux infestés et qui se retrouvent dans l'eau.

Dans l'eau douce, une larve, nommée miracidium, émerge de l'œuf au bout de quelques minutes. Cette forme de vie infecte certains escargots d'eau douce qui servent d'hôtes intermédiaires.

Plusieurs milliers de larves sortent de l'escargot et retournent dans l'eau. Si les larves rencontrent un être humain, elles perdent leur queue et traversent en peu de temps la peau humaine pour pénétrer dans le corps.

Les régions où sévit la bilharziose sont particulièrement touchées par l'augmentation de la population mondiale. L'agriculture s'y développe et avec elle l'utilisation d'engrais et d'insecticides. Ces derniers se retrouvent dans les lacs et les rivières par le biais d'eaux usées non traitées.

Au Kenya, le lien entre les insecticides et les engrais utilisés dans l'agriculture et le risque d'infection par la bilharziose dans certains cours d'eau a fait l'objet d'une étude scientifique.



Les informations supplémentaires suivantes permettent d'interpréter les graphiques de la figure 4 :

- Nourriture des escargots hôtes de la bilharziose : algues sur des pierres
- Prédateurs des escargots hôtes : crabes et insectes prédateurs
- Chlorpyrifos : insecticide fréquemment utilisé dans l'agriculture, nuit aux insectes et aux crabes

**3.1** Décrivez les résultats (A-B-C) de la figure 4 ! **(3 P.)**

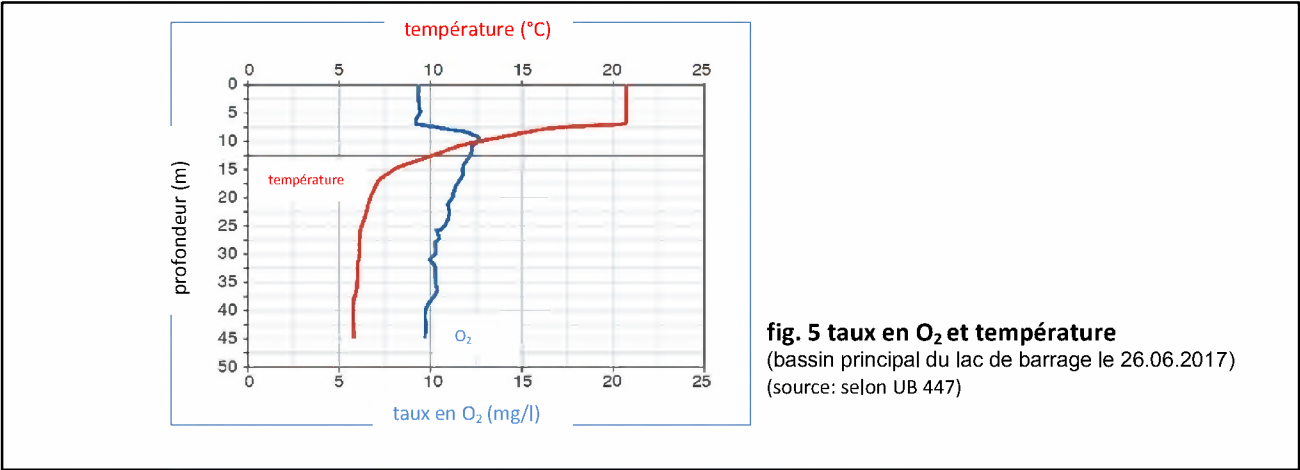
**3.2** Expliquez pourquoi les scientifiques craignent une augmentation de la bilharziose dans les zones étudiées au Kenya ! **(3 P.)**

**3.3** Expliquez selon quel modèle théorique la population d'algues et la population d'escargots hôtes se développeraient sans l'utilisation d'engrais et d'insecticides ! **(4 P.)**

4. Le barrage de Sorpe

19 P.

Le barrage de Sorpe sert à assurer l'approvisionnement en eau, même en période de sécheresse, d'une rivière portant le même nom. Les barrages constituent également des réservoirs d'eau importants pour la production d'eau potable.



4.1 Subdivisez de façon argumentée le profil de température représenté (fig.5) en zones de profondeur ! (3 P.)

La rivière Sorpe traverse une zone d'exploitation agricole. Ici, les prairies sont cultivées pour fournir du fourrage aux exploitations d'engraissement de bovins. Le lisier produit dans ces exploitations est épandu afin de fertiliser les terres et d'éliminer le lisier.

Les excédents en phosphates et en composés azotés se déversent dans la rivière et dans le lac de retenue via les champs.

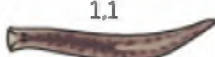
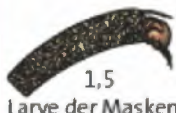
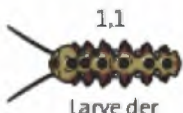
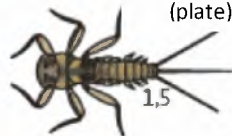
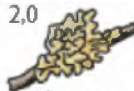
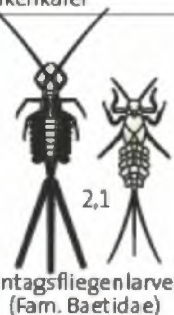
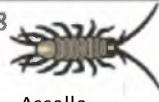
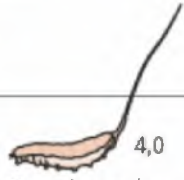
4.2 Décrivez avec précision les conséquences d'une entrée excédentaire en minéraux, menant à terme à un déséquilibre de l'écosystème « lac » ! (5 P.)

Au printemps 2018, une importante pollution est découverte dans la rivière Sorpe. Un agriculteur dont les champs jouxtent la rivière doit avoir déversé son excédent de lisier dans la rivière. Le lisier est composé en grande partie d'eau dans laquelle sont dissous des nutriments et de la matière organique (fèces) ainsi que des minéraux.

Peu avant cette découverte, une analyse biologique de la qualité de l'eau avait été réalisée.

| tab. 3 : organismes trouvés (espèce et nombre) dans la rivière Sorpe | bioindicateurs              | abondance |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
|                                                                      | larves d'Ephémères (plates) | 7         |
|                                                                      | Gammare commun              | 2         |
|                                                                      | Planaire gonocéphale        | 4         |
|                                                                      | Aselle                      | 2         |
|                                                                      | Néritine                    | 2         |



|   |                                                                                                                                 |                                                                                                                                |                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1,5<br><br>Larve der Blassfüßigen Köcherfliege | <br>1,4<br>Larve der Großköpfigen Steinfliege | <br>1,2<br>Larve des Großen Uferbols    | <br>1,2<br>Larve des Zweischwänzigen Aderhafts | 1,0<br><br>Quellenschnecke                    | 1,1<br><br>Alpenstrudelwurm                       |                                                                                                                                      |
|   | 1,5<br><br>Larve der Masken-Köcherfliege       |                                                                                                                                |                                                                                                                          |                                                                                                                                 | 1,1<br><br>Larve der Lidmücke                  | 1,1<br><br>Vielaugenstrudelwurm                   |                                                                                                                                      |
| 2 | <br>1,5<br>Planaire gonocéphale                | <br>1,5<br>Larve der Nadel-Steinfliege        | <br>1,6<br>larve d'Ephémère (plate)     | <br>1,6<br>Larve der runden Eintagsfliege      | <br>1,5<br>Larve der Zarten Gabeleintagsfliege | <br>1,6<br>Larve des gefleckten Aderhafts         | <br>2,0<br>Eintagsfliegenlarve (Gattung Ephemera) |
|   | <br>1,8<br>Larve der Vierkant-Köcherfliege     |                                                                                                                                |                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
|   | <br>1,7<br>Néroutine                          | <br>1,5<br>Larve des Aderhafts               |                                                                                                                          | <br>1,8<br>Larve der Bergbach-Köcherfliege   |                                                                                                                                  | <br>1,5<br>Hakenkäfer                            |                                                                                                                                      |
|   | <br>2,0<br>Süßwasserschwamm                  | <br>1,9<br>Flussnapfschnecke                | <br>2,0<br>Bachmuschel                | <br>2,2<br>Kugelmuschel                    |                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
| 3 | <br>2,0<br>Bachtaumelkäfer                   | <br>2,2<br>Teichnapfschnecke                | <br>2,2<br>Wandermuschel              | <br>2,0<br>Larve des Wassergeistchens       |                                                                                                                                  | <br>2,1<br>Eintagsfliegenlarven (Fam. Baetidae) |                                                                                                                                      |
|   | <br>2,3<br>Großer Schneckenegel              | <br>2,2<br>Posthornschncke                  |                                                                                                                          | <br>2,0<br>Larve der Pilzkopf-Köcherfliege  |                                                                                                                                  | <br>2,0<br>Gammare commun                       |                                                                                                                                      |
|   | <br>2,6<br>Zweiäugiger Plattegel             | <br>2,3<br>Langfühlerige Schnauzenschnecke  | <br>2,3<br>Eiförmige Schlamm-schnecke | <br>2,0<br>Quellenblasenschnecke           |                                                                                                                                  | <br>2,0<br>Bachflohkrebs                        |                                                                                                                                      |
| 4 | <br>2,8<br>Rollegel                          |                                                                                                                                | <br>2,8<br>Spitze Blasenschnecke      |                                                                                                                                 |                                                                                                                                  | <br>2,8<br>Asselle                              |                                                                                                                                      |
| 5 |                                                                                                                                 |                                                                                                                                |                                                                                                                          | <br>3,2<br>Zuckmückenlarve                  |                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
|   | <br>5,6<br>Schlammröhrenwurm                 |                                                                                                                                |                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                                                                                                                                  | <br>4,0<br>Rattenschwanzlarve                   |                                                                                                                                      |

tab. 4: bioindicateurs avec valeur de saprobie (source : SII Biosphäre - Ökologie)

4.3 Expliquez la notion „bioindicateur“ !

Donnez également la formule pour déterminer le degré saprobique et déterminez le degré saprobique de la rivière à l'aide des tableaux 3 et 4 ! (4 P.)

Les champs de quatre agriculteurs jouxtent la rivière Sorpe. L'Office des eaux veut savoir qui est responsable de la pollution. Des échantillons de lisier ont été collectés dans les quatre fermes et apportés au laboratoire de l'Office de l'eau. Parallèlement, l'ADNe<sup>1</sup> (ADN environnemental, collection de traces génétiques dans l'air ou dans l'eau) a été analysé dans l'eau de la rivière.

Les techniciens de laboratoire établissent une « empreinte génétique » pour chaque échantillon.

4.4 Expliquez le principe de « l'empreinte génétique » et déterminez, à l'aide du tableau 5, de quelle ferme provient le lisier ! (7 P.)

|         | STRs   |         |        |        |        |        |      |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|------|
|         | DYS570 | FES/FPS | ACTBP2 | DYS390 | DYS392 | WVA/31 | THO1 |
| ferme 1 | 13,19  | 6,9     | 5,8    | 8,10   | 30,36  | 12,13  | 7,13 |
| ferme 2 | 15,17  | 5,9     | 4,8    | 8,10   | 32,36  | 11,13  | 7,12 |
| ferme 3 | 15,17  | 6,9     | 5,7    | 8,10   | 32,36  | 12,13  | 7,13 |
| ferme 4 | 15,16  | 6,10    | 4,7    | 8,10   | 33,36  | 12,14  | 5,12 |
| eDNA    | 15,17  | 6,9     | 5,7    | 8,10   | 32,36  | 12,13  | 7,13 |

tab. 5: extrait de l'analyse des STR



(source : selon UB 447)

<sup>1</sup>En réalité, des centaines de STR de l'ADNe sont comparés à l'aide d'ordinateurs pour permettre une identification.