

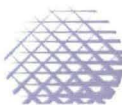
05.032.003-11
Aquatox

AQUATOX 2000

Le Réseau scolaire international sur la toxicité de l'eau



IDRC  CRDI
International Development Research Centre Centre de recherches pour le développement international


Biosphère
Canada

Canada 

#10505

AQUATOX 2000

6E
77
AG814
2000

Le Réseau scolaire international sur la toxicité de l'eau

Commanditaires



Centre for Research on Environmental Microbiology
Université d'Ottawa – University of Ottawa



National Water Research Institute
Institut national de recherche sur les eaux

Centre Saint-Laurent



Environment
Canada

Environnement
Canada



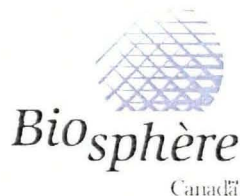
Environment
Canada

Environnement
Canada



Department of Foreign Affairs
and International Trade

Ministère des Affaires étrangères
et du Commerce international



International Development
Research Centre

Centre de recherches pour le
développement international

Canada

© Centre de recherches pour le développement international (CRDI)

Sauf avis contraire, le contenu de la présente publication peut être reproduit sans frais à la condition de faire mention du Centre de recherches pour le développement international.

Afin de faciliter la lecture du texte, le masculin est utilisé dans la présente publication pour désigner à la fois les femmes et les hommes.

Avertissement

Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) informe :

- que les écoles participantes recevront la trousse expérimentale,
- que ces écoles doivent nommer les professeurs qui superviseront les élèves au cours des expériences,
- que les écoles ont la responsabilité de s'assurer que les professeurs désignés sont compétents et observent les mesures de sécurité nécessaires.

Par conséquent, le CRDI n'est pas responsable de la mauvaise utilisation de la trousse par le personnel, les élèves de l'école ou toute autre personne en cas de préjudices subis au cours des expériences, ni des accidents causés par la mauvaise utilisation de la trousse.

Table des matières

Guide du professeur

1: Introduction	3
Remerciements	
Bienvenue à AQUAtox 2000	
2 : Notes à l'intention du professeur	7
Contenu de la trousse	
Exigences particulières	
Formule de demande d'hydres	
Instructions concernant le calendrier	
3: Instructions pour démarrer	14
Pourquoi utiliser de l'eau embouteillée ?	
Solutions témoins normales	
Solutions témoins positives	
Hygiène et sécurité	
Lavage du matériel de laboratoire	
Notes sur les micro-organismes	
Installation de l'incubateur	

Cahier d'activités AQUAtox 2000

A: L'eau et la santé	25
Importance de l'eau	
Qualité et pollution de l'eau	
Que pouvons-nous faire ?	
B: La démarche scientifique	29
La méthode scientifique	
Rapport type	
C: Cueillette des échantillons d'eau	33
Matériel et équipement	
Comment prendre des échantillons de sources différentes ?	
D: Procédures de test	37
Test biologique des graines de laitue	
Test du sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	
Test biologique des bulbes d'oignon	
Test biologique des hydres d'eau douce	
E: Utilisation de l'internet	69
F: Glossaire	71

Remerciements

Conseillers techniques

M. Barney Dutka, Institut national de recherche sur les eaux,
Environnement Canada
Dr Syed Sattar, professeur, faculté de médecine, Université d'Ottawa
Dr Geirid Fiskesjö, département de génétique, Université de Lund, Suède
M. Sylvain Trottier, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, Montréal
Dr Christian Blaise, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, Montréal

Trousse expérimentale et Cahier d'activités

Conception, graphisme et ébauches (CRDI) : Gilles Forget, Bertha Mo
et Andrés Sánchez
Conception graphique : Irène Boucher (agence & etc...)
Mise en page finale : Cotie Communications
Révision finale : Neale MacMillan
Illustrations : Rick Petsche
Conseiller pédagogique: Dwight Renneson
Conception du boîtier de la trousse : Ken Fraser
Traduction : Carol Garon

Site web

Conception et programmation : Daniel Nash et June Pang
Soutien à la conception : Projet Unganisha (CRDI)

AQUAtox 2000 remercie également le Centre de recherches en microbiologie environnementale (CRME) de l'Université d'Ottawa et l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'environnement Canada, pour leur don de matériel et d'accessoires de la trousse expérimentale ainsi que Fisher Scientific Ltd. (Canada) qui a fourni du matériel d'élaboration de prototypes. Nous témoignons toute notre gratitude à Admiral Travel Agencies Ltd. pour son parrainage du voyage à Ottawa des gagnants canadiens du tirage pour écoles; à M. Patrick Beaudin, directeur général de la Société pour la promotion de la science et de la technologie, pour son soutien et sa collaboration afin de faire connaître ce projet dans les tribunes scientifiques et de l'enseignement, au ministère des Affaires étrangères et du Commerce international, qui a facilité la distribution des trousse expérimentales dans les écoles des pays participants. Nous remercions, enfin, Dave Blackie, Alice Casselman et Wendy Lalancette pour leur révision attentive du *Guide du professeur* et du *Cahier d'activité AQUAtox* ainsi que leurs suggestions afin de les améliorer.

Guide du professeur

I: Introduction

Bienvenue à AQUAtox 2000

Le Réseau scolaire international sur la toxicité de l'eau

Vous faites désormais partie d'un vaste réseau qui permet à votre école de communiquer avec des professeurs, des scientifiques et des étudiants qui font de la recherche partout dans le monde. Au cours des prochains mois, vous devrez collaborer en ce qui a trait à une question d'importance vitale, la qualité de l'eau, et vous initier à des façons simples de vérifier la qualité de l'eau.



AQUAtox 2000 est une initiative du Centre de recherches pour le développement international (CRDI) du Canada. Le Centre est une société d'État créée par le Parlement du Canada en 1970 pour aider les scientifiques et les collectivités des pays en développement à trouver, au moyen de la recherche, des solutions à leurs problèmes économiques, sociaux et environnementaux. Associant les personnes, les institutions et les idées, le CRDI fait en sorte que les résultats de la recherche profitent équitablement à tous les partenaires du Nord et du Sud. Le CRDI coordonne son action à partir de son siège social à Ottawa et de sept bureaux régionaux en Afrique, en Asie et en Amérique latine.

Pourquoi la qualité de l'eau est-elle si importante ?

L'accès à l'eau potable est un besoin humain essentiel que n'arrivent pas à combler des millions de personnes dans le monde. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 1,4 milliard d'habitants de la planète consomment de l'eau non potable contaminée par des micro-organismes nocifs ou des substances toxiques.

Depuis des années, le CRDI participe à la recherche de méthodes d'analyse de la qualité de l'eau pouvant servir aux populations locales pour assurer la sécurité et la salubrité de leurs sources d'eau. La plus récente initiative en ce domaine provient du programme Écosystèmes et santé humaine (ou Écosanté) du CRDI. Ce programme a mis sur pied un projet triennal intitulé «Approche intégrée en faveur de l'approvisionnement en eau potable» – dont fait partie le projet AQUAtox 2000 – qui a pour but d'aider les collectivités du Nord et du Sud à trouver des façons équitables et viables de protéger nos ressources en eau.

Que pouvez-vous faire pour la qualité de l'eau grâce à AQUAtox 2000 ?

Le CRDI a créé le réseau AQUAtox 2000 afin de permettre à de jeunes chercheurs d'évaluer la pollution de l'eau dans leur collectivité, partout dans le monde. Grâce à des expériences pratiques réalisées à l'école, les élèves peuvent constater de visu ce que fait réellement la recherche scientifique pour nous assurer un meilleur avenir. Ce réseau met des élèves et des écoles en contact avec des scien-

tifiques travaillant dans des laboratoires de la qualité de l'eau, au Nord et au Sud.

À compter de janvier 1999, des groupes d'élèves réaliseront des tests simples et peu coûteux pour évaluer la toxicité chimique et la pollution microbiologique d'échantillons d'eau prélevés dans leur localité. Le réseau permettra aux membres d'échanger de l'information, grâce à l'internet. D'autres moyens de communications permettront aux écoles des milieux ruraux et périurbains qui n'ont pas accès à l'internet de participer aussi au projet.

Stratégie et objectifs du projet

Le projet se fonde sur des études environnementales appliquées pour inciter à protéger l'environnement. Voici ses objectifs :

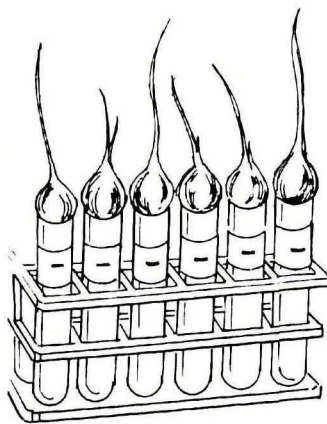
- Aider les écoliers à comprendre, au moyen d'expériences scientifiques pratiques, l'importance de protéger les ressources en eau de leur collectivité et de la planète.
- Susciter parmi les élèves le souci de la protection de l'environnement, du développement durable et des questions sociales et de santé, dans leur milieu et dans le monde.
- Créer un réseau électronique de jeunes chercheurs qui offrira une tribune internationale permettant de discuter des questions et des priorités environnementales.
- Offrir aux professeurs de sciences la possibilité de réaliser avec leurs élèves un projet pratique, faisant appel à diverses disciplines scientifiques et s'intéressant à la santé des humains et des écosystèmes.

Grâce à l'internet, *AQUAtox 2000* permet à des élèves du primaire et du secondaire et à leurs professeurs de participer à un réseau international de laboratoires de la qualité de l'eau situés en Argentine, au Canada, au Chili, en Colombie, au Costa Rica, en Inde, au Mexique et en Ukraine. Ce réseau de laboratoires, baptisé WaterTox, permettra à des élèves et à des professeurs de partager leur expérience et poser des questions aux scientifiques du réseau, grâce au site web *AQUAtox 2000*. De concert avec l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'Environnement Canada, ce réseau étudie depuis deux ans une série de tests biologiques (voir la définition de ce terme et d'autres termes techniques dans le glossaire) simples et peu coûteux permettant d'évaluer la toxicité de l'eau. Les organismes utilisés comprennent des plantes et des invertébrés aquatiques.

Trois de ces tests sont conçus pour être réalisés en milieu scolaire :

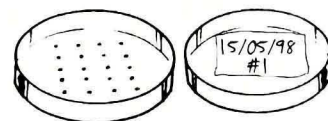
Germination de bulbes d'oignon

Ce test fait appel à la germination de bulbes d'oignon commun, *Allium cepa*. Il consiste à placer six bulbes (de la taille de petits oignons perle) sur l'ouverture d'éprouvettes contenant l'échantillon à vérifier. Une série d'expériences se fait au moyen d'eau pure embouteillée servant de témoin. On enlève les bulbes des éprouvettes après 72 heures, puis on mesure la longueur des racines à l'aide d'une règle métrique et on compare la longueur moyenne des racines de l'échantillon avec celle des racines du groupe témoin. Tout écart par rapport à la croissance normale des racines sert d'indice de toxicité.



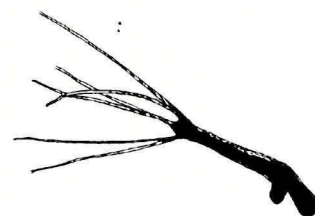
Germination de graines de laitue

Pour cette expérience, on recouvre le fond de petits contenants avec du papier absorbant (serviettes de papier, papier filtre, etc.) qu'on mouille avec un peu d'eau de l'échantillon à tester ou de l'eau pure embouteillée pour disposer d'un groupe témoin. On dépose dans chaque contenant 20 graines de laitue qui mettront 48 à 72 heures pour germer. On ouvre ensuite les contenants et l'on mesure la croissance des racines de chaque graine à l'aide d'une règle métrique, puis on compare la longueur moyenne des racines de l'échantillon avec celles du groupe témoin. Tout écart par rapport à la croissance normale des racines sert d'indice de toxicité.



Toxicité pour l'hydre d'eau douce

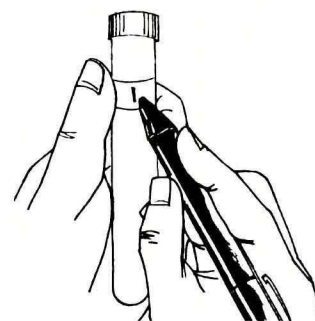
Ce test biologique utilise la réaction de l'hydre d'eau douce (*Hydra sp*) à des composés toxiques comme indice de pollution de l'eau. Les hydres sont faciles à élever, ce qui en fait un micro-organisme très utile. Il suffit de les placer par groupe de trois dans de petits contenants en plastique, et de les observer quotidiennement pendant quatre jours. L'hydre prend, au contact de substances toxiques, une forme caractéristique qui offre un indice de toxicité facile à évaluer.



Les trois tests biologiques de toxicité s'accompagnent du test ci-dessous, afin de déterminer le degré de contamination microbiologique.

Sulfure d'hydrogène (H_2S)

On peut déterminer la contamination microbiologique d'origine fécale à l'aide des «micro-organismes sentinelles» (appelés «bactéries indicatrices») normalement présents dans le tube digestif des vertébrés. Il s'agit de bactéries produisant du sulfure d'hydrogène (le gaz qui sent les œufs pourris) au cours de leur digestion. Pour vérifier la présence de ces bactéries dans l'eau, on doit les placer sur une bande de papier absorbant imbibé d'une substance nutritive et d'un indicateur qui noircit au contact du sulfure d'hydrogène. Ce test s'effectue dans un contenant de verre stérilisé (une éprouvette ou un pot de jus de fruit muni d'un couvercle qui visse). On verse l'échantillon d'eau (10 ml) dans le contenant puis on le laisse pendant trois jours à la température de 27 à 37° C dans un incubateur rudimentaire, afin de permettre aux bactéries (s'il y en a) de proliférer et de donner à l'eau une teinte noire.



La trousse expérimentale et le cahier d'activités

Comme membre du projet AQUAtox 2000, votre école a reçu une trousse expérimentale gratuite qui renferme des instructions, un cahier d'activités ainsi que les réactifs et le matériel nécessaire aux 20 expériences de chacun des quatre tests biologiques (sulfure d'hydrogène, germination de graines de laitue, germination de bulbes d'oignon et toxicité pour l'hydre d'eau douce). Le cahier d'activités renferme toute l'information technique nécessaire à chacun des tests biologiques. Comme l'indique la table des matières, le Cahier d'activités guide pas à pas les élèves et le professeur au cours des tests biologiques. Il traite



également d'autres questions : l'eau et la santé, la démarche scientifique, la cueillette des échantillons d'eau et du recours à l'internet pour faire rapport des résultats des tests.

Exigences minimales de la participation au projet AQUAtox 2000

Toutes les écoles qui participent au projet doivent réaliser deux séries d'expériences avec les graines de laitue et le sulfure d'hydrogène. Les tests à l'aide des bulbes d'oignon et des hydres sont facultatifs. Les participants doivent toutefois afficher les résultats de leurs tests sur le site Internet AQUAtox 2000. Les écoles qui n'ont pas accès à l'internet peuvent le faire en demandant à une institution locale qui y a accès l'autorisation de le faire ou les envoyer par la poste ou par télécopieur au CRDI, qui s'en chargera. Toutes les expériences sont prévues pour être effectuées sur des blocs de trois mois pour toute la durée du projet. Les écoles peuvent réaliser leurs expériences et afficher leurs résultats au cours de n'importe quel des quatre trimestres.

Nous espérons que la latitude qui est accordée quant aux choix et au moment des expériences permettra aux écoles et aux enseignants d'adapter le projet à la situation et aux contraintes budgétaires de leur localité. Les écoles sont libres de participer au projet au cours de plus d'un trimestre.

Pour de plus amples renseignements

Communiquez avec Silvia Caicedo (Scaicedo@IDRC.ca) ou écrivez à l'adresse suivante : Coordinatrice du projet AQUAtox 2000, Initiative de Programmes Écosystèmes et santé humaine, Centre de recherches pour le développement international, B.P. 8500, Ottawa, Canada, K1G 3H9, ou envoyez un message par télécopieur au numéro suivant : (613) 567 7748.

Vous pouvez aussi visiter le site internet AQUAtox 2000 :

<http://www.idrc.ca/aquatox>

Au Canada, communiquez avec :

Ann Dacres
AQUAtox 2000, Coordonnateur canadien
La Biosphère, Environnement Canada
Tel: (514) 496-4479
Telec: (514) 283-5021
Courriel: ann.dacres@ec.gc.ca

2. Notes à l'intention des professeurs

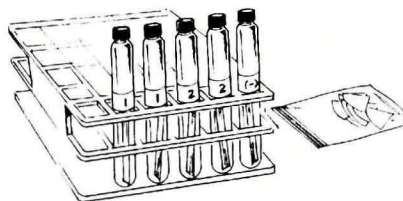
Contenu de la trousse

Votre trousse expérimentale contient les réactifs et le matériel nécessaires pour effectuer les 20 expériences de chacun des quatre tests biologiques, sauf pour ce qui est des bulbes d'oignon et de l'eau embouteillée. Prenez quelques minutes pour vous familiariser avec son contenu et vérifier si tout y est. Voici la liste de ce dont chaque école a besoin pour réaliser les tests.

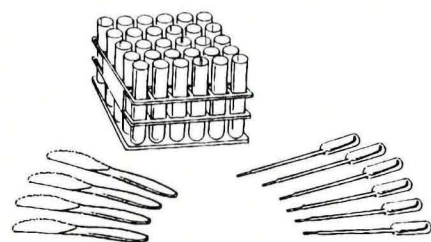
- **Sulfure d'hydrogène (H_2S)** : L'école doit fournir une petite bouteille (500 ml) d'eau embouteillée non gazéifiée ou d'eau fraîchement bouillie et rafraîchie pour chaque série d'expériences.
- **Germination des graines de laitue** : L'école doit fournir une bouteille (1 litre) d'eau embouteillée non gazéifiée pour la préparation des solutions témoins positives et négatives nécessaires à chaque série d'expériences.
- **Germination des bulbes d'oignon** : L'école doit fournir 36 bulbes d'oignon et une bouteille (1 litre) d'eau embouteillée non gazéifiée pour la préparation des solutions témoins positives et négatives pour chaque série d'expériences.
- **Toxicité pour les hydres d'eau douce** : L'école recevra les hydres d'eau douce, mais seulement lorsque le professeur responsable aura accepté, par écrit, d'élever des hydres uniquement aux fins expérimentales de l'école. Cela exigera un effort accru de sa part et la fourniture de matériel supplémentaire par l'école. On trouvera dans la trousse une formule de demande d'hydres et des instructions pour leur culture et leur conservation. L'école doit aussi fournir une bouteille (1 litre) d'eau embouteillée non gazéifiée pour la préparation des solutions témoins positives et normales nécessaires à chaque série d'expériences.



le test biologique des graines de laitue



le test du sulfure d'hydrogène (H_2S)



le test biologique des bulbes d'oignon



le test biologique des hydres d'eau douce



fournitures générales

Exigences particulières

Bulbes d'oignon

Pour chaque série d'expériences, vous aurez besoin de 36 petits bulbes d'oignon de 1 à 2 centimètres de diamètre. Mieux vaut utiliser des bulbes qu'on a laissé reposer deux à trois mois après les avoir déterrés. Les bulbes peuvent être conservés pendant plus d'un an au sec à une température de 10 à 20° C. Comme certains bulbes risquent de sécher ou d'être détruits par la moisissure, il est bon d'en garder le double du nombre que vous prévoyez utiliser pour les expériences. Mieux vaut prévoir.

Hydres

Nota : Lisez la présente section seulement si vous prévoyez élever des hydres à l'école. Si vous ne vous proposez pas de faire le test des hydres ou si vous pouvez obtenir assez d'organismes d'un laboratoire situé à proximité de l'endroit où vous réaliserez les expériences, passez à la prochaine section (Instructions concernant le calendrier).

Réception et culture des hydres

Avant que nous vous envoyions les hydres, vérifiez si vous êtes prêts à les recevoir. Toutes les solutions et tout le matériel nécessaires sont décrits dans les sections ci-dessous. La culture arrivera dans un contenant de plastique. Voici ce qu'il faut faire lorsque vous les recevrez :

1. Versez le milieu de culture «hydre» dans un pot de verre circulaire (20 cm). Remplissez-le aux deux tiers.
2. Ouvrez le contenant et détachez délicatement, avec l'index, les hydres des parois et du fond du contenant.
3. Transférez les hydres et le milieu de culture «hydre» dans le pot de verre plein aux deux tiers.
4. Rincez le contenant de plastique avec du milieu de culture «hydre» (de 20 à 50 ml) afin de détacher les hydres qui restent et versez-le dans le pot de verre.
5. Répétez les étapes précédentes s'il y a lieu.
6. Gardez le pot de verre à la température de la pièce.
7. S'il est impossible pour quelque raison que ce soit de vider le contenant de plastique dans le pot de verre dès la réception, gardez le contenant à la température de la pièce pendant au plus 24 heures et suivez les étapes 1 à 6 dès que possible.

Les hydres doivent être conservées entre 20 à 24° C dans des pots de verre ronds (20 cm de diamètre) pleins aux deux tiers de milieu de culture «hydre», à la lumière environ 16 heures par jour et dans l'obscurité environ huit heures par jour.

Les hydres doivent être nourries quotidiennement (sauf la fin de semaine) à l'aide d'Artémia (de petites larves) nouvellement écloses et débarrassées de toute trace d'iode.

Nota : Mieux vaut garder les hydres à la température de 20 à 24° C. Si les conditions locales ne le permettent pas, vous pouvez les conserver à une température supérieure, mais cela risque d'influer sur le résultat des expériences.

Matériel et accessoires que vous devez fournir

- 4 pots de verre ronds (20 cm de diamètre)
- 3 pots de verre ronds (10 cm de diamètre)
- 1 tubulure de plastique de 50 cm (5 mm de diamètre) pour la pompe à air
- 2 tamis à maillage de 38 et 125 mm
- des tablettes d'iode (periodure de tétracycline)
- 1 pompe à air (pour l'élevage des petites larves)

Milieu de culture d'hydres

Cette solution assure aux hydres un environnement sain qui leur permet de vivre et de se reproduire. On peut utiliser de l'eau embouteillée non gazéifiée pour les expériences. Vous aurez besoin d'environ un litre par jour.

Préparation du milieu de culture de larves d'Artémia

Nota : Ce travail doit se faire **avant** la réception des hydres s'il est impossible d'effectuer le test dans les 48 heures suivant la réception des hydres ou si vous désirez en élever.

Les hydres se nourrissent de petites larves d'Artémia. Vous devez donc élever des larves et les donner aux hydres à intervalle régulier (une fois par jour, du mardi au vendredi). Chaque hydre consomme une à trois larves par jour.

Pour préparer la solution de culture de larves d'Artémia, il faut :

- | | |
|---|---|
| • Cystes d'Artémia (petits crustacés d'eau salée) | 1 cuillère à thé |
| • Chlorure de sodium ou NaCl | 2 cuillères à thé de sel (10 g environ) |
| • Eau embouteillée non gazéifiée | 1 litre |
| • Bocal ou contenant | 1 litre de capacité |

Nota : Dissolvez le sel dans l'eau. Vous pouvez conserver la solution saline à la température de la pièce dans une bouteille propre munie d'un couvercle jusqu'à ce que vous soyez prêts à obtenir des larves. Vous aurez besoin d'environ **cinq litres** d'eau embouteillée non gazéifiée **par semaine**.

Culture des hydres

Éclosion des larves et alimentation des hydres

1. Au début de la journée, versez 700 à 800 ml de milieu de culture de larves d'Artémia dans un contenant d'un litre.
2. Déposez une cuillère à thé de cystes à la surface et aérez constamment la solution en y introduisant une pipette Pasteur fixée à la tubulure de plastique qui est reliée à la pompe à air.
3. Couvrez le contenant avec un linge afin de protéger la solution contre les mouches et les insectes.
4. **Au bout de 24 heures**, prélevez les larves d'Artémia au moyen d'une pipette et passez-les au tamis de 125 µm jusqu'à ce que vous en ayez assez pour nourrir les hydres (elles consomment une à trois larves par repas).
5. Placez le tamis pendant 10 à 15 minutes dans un petit pot de verre contenant 150 à 200 ml de milieu de culture «hydre», dans laquelle vous aurez dissout la moitié d'une tablette d'iode afin de désinfecter les larves avant de nourrir les hydres.
6. Enlevez les cystes non éclos au moyen d'une pipette.
7. Après la période d'exposition à l'iode, retirez le tamis du pot, laissez-le égoutter ainsi que les larves en les plaçant cinq minutes dans un petit pot de verre contenant 150 à 200 ml de support frais. Rincez les larves de nouveau avec 150 à 200 ml de milieu de culture «hydre» frais afin qu'elles soient bien propres avant de nourrir les hydres.
8. Versez les larves désinfectées et débarrassées de l'iode dans le pot de culture d'hydres à l'aide d'une pipette que vous agiterez au hasard afin de les répartir uniformément.

Nota : Il n'est pas nécessaire d'aérer la solution, mais l'éclosion sera plus longue (de 36 à 48 heures au lieu de 24). Si vous préférez ne pas l'aérer, utilisez un contenant peu profond offrant une surface assez grande pour bien oxygéner les larves.

Rinçage des hydres

Environ une demi-heure avant de les nourrir, décantez soigneusement et jetez le vieux milieu de culture d'hydres qui se trouve dans le pot. Étant donné que les hydres ont tendance à coller aux parois et au fond, il est possible de décanter doucement le milieu de culture «hydre» sans détacher les hydres des parois du pot. Remplacez le milieu de culture «hydre» par du liquide frais. Répétez cette opération à la fin de chaque jour.

Lavez-vous les mains avant cette procédure. Une fois par semaine (au moment du dernier rinçage avant la fin de semaine) détachez les hydres du fond du pot en agitant l'eau avec le doigt en sens inverse des aiguilles d'une montre, pendant 10 à 20 secondes, jusqu'à ce que les hydres soient rassemblées au centre du pot. Avec une pipette, retirez les hydres et passez-les au tamis de 35 mm avec leur support afin d'enlever les Artémia non consommées et les petits débris du repas, puis remettez les hydres dans un pot de milieu de culture «hydre» frais.

Nota : Le tamis de 35 mm laissera passer les débris d'Artémia mais retiendra les hydres. Pour obtenir des hydres propres, renversez-le et rincez-le avec le milieu de culture «hydre» au-dessus d'un pot de verre propre.

Si vous ne nourrissez pas les hydres, il n'est pas nécessaire de changer le milieu de culture «hydre».

Suivi de la croissance des hydres

Avant de commencer les tests au moyen des hydres, n'oubliez pas de vérifier si les conditions de culture permettent aux organismes de se reproduire au même rythme que dans leur habitat naturel, de vérifier leur croissance périodiquement et de leur assurer de bonnes conditions. Pour mesurer leur croissance, placez cinq hydres de taille équivalente (ayant chacune un jeune bourgeon) dans un petit pot de milieu de culture «hydre». À l'aide d'une loupe, observez les organismes et comptez le nombre d'hydranthes (têtes). Notez leur nombre tous les jours, pendant cinq à six jours.

Qu'est-ce qu'une hydranthe ?

La tête d'une hydre est une hydranthe. Un bourgeon en est une aussi. Une hydre sans bourgeon a une hydranthe et une hydre avec bourgeon a deux hydranthes. Un bourgeon qui commence à se former compte pour une hydranthe. Nourrissez les hydres une fois par jour et rincez-les en évitant de perdre des hydres ou des bourgeons. Notez le nombre total d'hydranthes chaque jour, pendant cinq à six jours.

Déterminez combien il faut de temps à la population pour doubler. **Une population saine double d'habitude en deux ou trois jours.** Alors si vous avez commencé avec cinq hydres, vous devriez, cinq jours plus tard, en avoir 15 à 20. Si leur nombre n'augmente pas, vous avez peut-être un problème de laboratoire imputable à la culture ou aux soins des animaux. Vous pouvez corriger la situation en changeant plus souvent le milieu de culture «hydre» ou l'eau embouteillée ou en vérifiant si le pH du support se situe entre 6 et 7.

Formule de demande d'hydres

Votre école recevra ses hydres d'eau douce **lorsque** le professeur responsable aura rempli et **signé** une copie de la formule ci-dessous et l'**aura retournée** au CRDI.

L'école doit fournir tout le matériel et tous les accessoires nécessaires pour élever les hydres.

1. Nom de l'école : _____

2. Adresse de livraison des hydres :

Téléphone : _____

3. J'ai lu les instructions concernant l'élevage des hydres. Faites-moi parvenir une culture de cet organisme qui servira à réaliser les expériences de l'école.

Professeur (Nom et adresse s'ils diffèrent du numéro 2.)

Téléphone : _____ Télécopieur : _____

Courriel : _____ Date : _____

(signature) _____

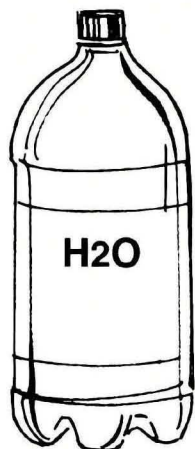
Retournez la formule à l'adresse suivante :

Coordinatrice du projet AQUAtox 2000
Initiative de Programme Écosystèmes et santé humaine
Centre de recherches pour le développement international
B.P. 8500, Ottawa, Canada, K1G 3H9
ou par télécopieur au (613) 567-7748.

Instructions concernant le calendrier

La préparation et la durée de chaque test varient. Le professeur devrait facilement pouvoir réaliser les tests, de façon séquentielle ou simultanée, avec des groupes d'élèves effectuant des tests différents. Voici un exemple de calendrier :

Tâche	Durée approx.	V	Sam	Dim	Minutes				
					L	M	M	J	V
Préparer les solutions mères et témoins	Prof. : 1 h	60							
Graines de laitue : – échantillonnage – test – observation et évaluation des résultats	Peut varier 1 h 1 h le dernier jour	60 60							
Test du H ₂ S : – préparation – échantillon – test – observation et évaluation des résultats – nettoyage du matériel	Prof. : 30 min. Peut varier 30 min. 10 min. les 2 prem. jours. et 30 min. le dernier jour Prof. : 30 min.	30			60 30	10	10	20	30
Test des bulbes d'oignon : – échantillon – test – observation et évaluation des résultats	Peut varier 1 h pour commencer 10 m par jour pour remplir les éprouvettes 1 h le dernier jour	60			60 60	10	10	60	
Test des hydres : – préparation – échantillon – test – observation et évaluation des résultats	Prof. : 1 h 30 min. Peut varier 1 h 30 min. Le dernier jour	15			15 60	15 60	15	15	15 30



3. Instructions pour démarrer

Pourquoi utiliser de l'eau embouteillée ?

Utilisez toujours de l'eau embouteillée de la même marque, afin d'assurer une teneur uniforme en minéraux, pour préparer les solutions nécessaires aux expériences. Vous aurez ainsi une eau «de qualité» sans toxines ou micro-organismes pouvant nuire aux tests. L'utilisation de la même marque d'eau embouteillée assure une bonne base de comparaison qui réduit le risque d'erreurs.

Vous aurez besoin de plusieurs bouteilles de la même marque d'eau embouteillée non gazéifiée. Pour une série d'expériences des quatre tests, vous devriez avoir besoin d'environ sept litres d'eau. Laissez les bouteilles fermées jusqu'au moment de les utiliser.

Solutions témoins normales (ou négatives)

Il faut savoir comment les graines de laitue, les bulbes d'oignon, les bactéries sentinelles (test du sulfure d'hydrogène) ou les hydres réagiront dans une eau exempte de matières toxiques. Il n'y a pas de réaction toxique dans une solution témoin normale en raison de la qualité de l'eau. La réaction des graines, des bulbes, des bandes de sulfure d'hydrogène et des hydres dans un milieu contrôlé ou dont la pureté est connue permet de comparer la réaction des mêmes organismes (graines, bulbes, etc.) dans d'autres conditions.

Cette procédure permet aussi d'éviter les erreurs. Si vous obtenez des résultats toxiques dans des conditions normales, vous ne procédez pas comme il faut et ne pouvez donc vous fier aux autres résultats. Si tel est le cas, vous devriez recommencer l'expérience.

Conseils

- **Toujours** garder l'eau embouteillée aussi propre que possible.
- **Toujours** remettre le bouchon sur la bouteille d'origine.
- **Ne jamais** remettre l'eau versée dans les bouteilles. Il faut éviter de contaminer l'eau des bouteilles.
- **Ne jamais** mettre quoi que ce soit (sauf le contenu de la bonne pipette) dans l'eau.

Types de solutions témoins normales

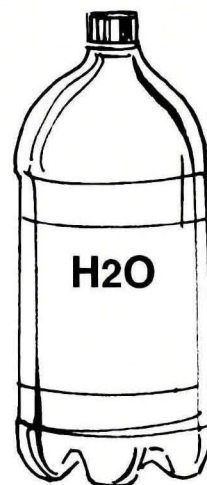
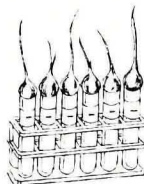
Pour le test des graines de laitue :

- Utilisez de l'eau embouteillée non gazéifiée.
- Versez-en un peu plus que nécessaire dans un contenant propre, et utilisez ce volume pour faire vos expériences.
- Refermez toujours les bouteilles dont vous n'avez pas besoin.



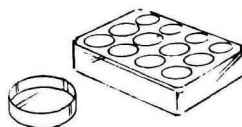
Pour le test des bulbes d'oignon :

- Utilisez de l'eau embouteillée non gazéifiée.
 - Remplissez six éprouvettes directement à l'aide d'une bouteille et marquez-les d'un N (pour solution témoin normale).
 - Refermez la bouteille.
 - Pour maintenir le niveau d'eau dans les éprouvettes qui recevront les bulbes d'oignon, versez un peu d'eau dans un petit contenant (une éprouvette vide, par exemple) et gardez-la pour remplir six éprouvettes de solution témoin normale au cours de l'expérience.
- Jetez le surplus d'eau du petit contenant.



Pour le test du sulfure d'hydrogène :

- Utilisez de l'eau embouteillée non gazéifiée ou que vous avez fait bouillir (au moins 1 minute) et laisser refroidir à la température de la pièce. Vous devez verser l'eau – embouteillée ou bouillie – dans l'éprouvette de solution témoin normale juste avant de placer les échantillons dans l'incubateur.



Pour le test des hydres :

- Pour les expériences de l'école, le milieu de culture «hydre» sert de solution témoin normale. Utilisez de l'eau embouteillée non gazéifiée pour le préparer.

Solutions témoins positives

Les solutions témoins positives servent à obtenir des résultats semblables à ceux de l'eau contaminée. Les solutions positives utilisées pour la germination des graines de laitue et des bulbes d'oignons et les hydres sont sans danger. Elles ne sont pas toxiques pour les humains. Ces solutions ne contiennent que du sel de table ordinaire (NaCl), mais elles vous permettront d'observer comment les graines, les bulbes et les hydres réagissent à l'eau polluée. Ces trois formes de vie ont besoin d'eau douce pour se développer et sont très sensibles à l'eau salée. Étant donné qu'elles tolèrent différemment le sel, elles exigent chacune des concentrations (la quantité de sel) légèrement différentes pour présenter des réactions faciles à observer (croissance des racines ou survie des hydres réduite de moitié dans l'eau du test).

Nota : Pour des raisons de sécurité, le test du sulfure d'hydrogène n'utilise pas de solution témoin positive. Les résultats seront évidents lorsque les bandes traitées (de couleur ocre) noircissent dans les éprouvettes d'échantillon.

Pour les trois autres tests, vous devez commencer avec la même solution mère qu'il faut parfois diluer.

A. Préparation de la Solution mère

Exigences

- 1 cuillère à thé
- 1 cylindre gradué de 100 ml
- 1 contenant propre de 1,5 litre muni d'un couvercle non métallique (afin d'éviter que la solution saline ne le fasse rouiller)
- 11 grammes de sel (NaCl), c.-à-d. l'équivalent de 2 cuillères à thé rases

Procédure

- Mettez deux cuillères à thé rases de sel (NaCl) dans le contenant de 1,5 litre.
- Ajoutez 1 litre d'eau embouteillée non gazéifiée.
- À l'aide du cylindre gradué, rajoutez 100 ml d'eau embouteillée non gazéifiée dans le contenant de 1,5 litre.
- Remettez le couvercle, agitez le contenant comme il faut et marquez-le d'une étiquette indiquant «Solution mère de NaCl 10 g/L». Rangez-le à l'abri des rayons du soleil ou d'une chaleur intense.

Nota : Le sel absorbe rapidement l'humidité. Pour vous assurer d'avoir la bonne quantité de sel dans la solution mère, refermez bien le sac de sel dès que vous n'en avez plus besoin.

B. Solution témoin positive utilisée pour les graines de laitue

Procédure

- Utilisez un contenant d'au moins 500 ml muni d'un couvercle non métallique.
- À l'aide du cylindre gradué, versez 250 ml de solution mère de 10 g/l de NaCl dans le contenant de 500 ml.
- Versez 250 ml d'eau embouteillée non gazéifiée dans le contenant de 500 ml.
- Remettez le couvercle, agitez le contenant comme il faut et marquez-le d'une étiquette indiquant «Laitue (+) 5 g/L». Inscrivez la date.

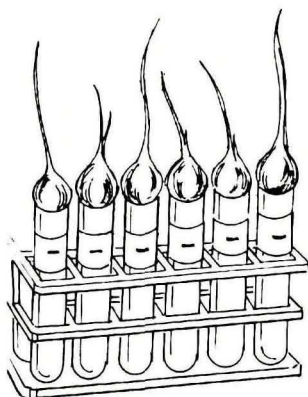
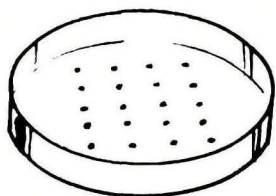
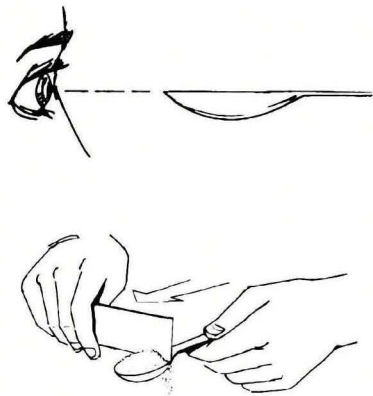
Nota : Même si cette solution témoin positive est bonne pour une semaine ou deux, il est préférable de préparer une nouvelle solution témoin positive pour chaque expérience.

C. Solution témoin positive utilisée pour les bulbes d'oignon

Procédure

- Utilisez un contenant d'au moins 500 ml muni d'un couvercle non métallique.
- Versez 500 ml de solution mère 10 g/l de NaCl dans le contenant de 500 ml.
- Remettez le couvercle, et marquez-le d'une étiquette indiquant «Oignon (+) 10 g/L». Inscrivez la date.

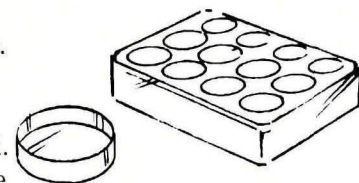
Nota : Même si cette solution témoin positive est bonne pour une semaine ou deux, il est préférable de préparer une nouvelle solution témoin positive pour chaque expérience.



D. Solution témoin positive utilisée pour les hydres

Procédure

- Utilisez un contenant d'au moins 500 ml muni d'un couvercle non métallique.
- À l'aide du cylindre gradué, versez 100 ml de solution mère de 10 g/l de NaCl dans le contenant de 500 ml.
- Versez 400 ml d'eau embouteillée non gazéifiée dans le contenant de 500 ml.
- Remettez le couvercle, agitez le contenant comme il faut et marquez-le d'une étiquette indiquant «Hydres (+) 2 g/L». Inscrivez la date.



Nota : Même si cette solution témoin positive est bonne pour une semaine ou deux, il est préférable de préparer une nouvelle solution témoin positive pour chaque expérience.

Notes et Conseils concernant les solutions témoins positives

- Les solutions mères sont bonnes tant qu'il en reste.
- Ne remettez **jamais** le surplus de solution mère dans la bouteille.
- Remettez **toujours** le couvercle lorsque vous n'utilisez pas les solutions.
- Évitez toujours **tout risque** de contamination.

Hygiène et sécurité

Pourquoi est-il important d'assurer une excellente hygiène ?

1. Il se peut que vous trouviez des micro-organismes pathogènes (pouvant causer des maladies).
2. S'il y a des micro-organismes pathogènes, ils risquent de proliférer en grand nombre au cours de la période d'incubation dans les bouteilles et les éprouvettes.
3. Les précautions suivantes sont **essentiels** afin d'éviter la contamination des échantillons et des solutions témoins, mais aussi le risque d'exposition des élèves qui réalisent les tests microbiologiques.

Nota : Le mode d'infection le plus courant est causé par le contact des mains avec la bouche ou les yeux. **Soyez très prudent.**

Des précautions sont nécessaires afin d'assurer, au cas où un test indiquerait que l'échantillon est contaminé, que la contamination provient de l'échantillon et **ne résulte pas** de mauvaises procédures de laboratoire.

Nettoyage de l'aire de travail

Il faut toujours nettoyer et désinfecter les surfaces de travail, **avant et après** leur utilisation.

Préparation de la solution de nettoyage

(Nous recommandons au professeur de s'en charger)

- Versez 5 ml (1 cuillère à thé) d'eau de Javel (un désinfectant domestique contenant 5,25 % de chlore) dans un contenant propre.
- Ajoutez 0,5 litre (2 tasses) d'eau, remettez le couvercle et agitez le contenant comme il faut.
- La solution doit être en contact avec la surface de travail pendant au moins 30 secondes pour bien la désinfecter.

Nota : Si vous avez besoin de plus de solution de nettoyage, doublez ou triplez les quantités.

Précaution d'hygiène et de sécurité

- Avoir les ongles courts et s'attacher les cheveux s'ils sont longs.
- **Toujours** se laver les mains avec de l'eau chaude et du savon **avant** et **après** chaque expérience.
- Détourner la tête de l'aire de travail pour tousser ou éternuer.
- **Toujours** gardez l'aire de travail propre et sèche.
- Informer **immédiatement** le professeur en cas d'accident ou de dégât.
- **Ne jamais** se toucher les yeux ou la bouche au cours des tests.
- **Ne jamais** effectuer les tests quand on est malade.
- **Ne jamais** manger ou boire au-dessus de l'aire de travail.

En cas d'accident ou de dégât

Les élèves doivent **immédiatement** informer le professeur.

PROFESSEUR : Ramassez **avec précaution** le matériel endommagé et jetez le dans un endroit approprié.

Si vous renversez un échantillon contaminé (ou qui pourrait l'être), **désinfectez immédiatement** l'aire de travail à l'aide d'une solution fortement chlorée (1 partie d'eau de Javel pour 5 parties d'eau).

Ne vous touchez pas les yeux ou la bouche. **Lavez-vous les mains** immédiatement après avoir nettoyé le dégât. En cas de risque d'infection, consultez le plus vite possible une infirmière, un médecin ou un professionnel local de la santé.

Lavage du matériel

1. **Il faut** laver tout le matériel avant de le réutiliser, afin d'éviter les risques de contamination au cours de la prochaine série d'expériences.
2. Après avoir lavé le matériel avec de l'eau et du savon, rincez-le avec de l'eau du robinet ou embouteillée.
3. Rangez le matériel dans un endroit à l'abri de la poussière ou de la lumière directe du soleil.
4. Soyez **très prudent** lorsque vous jetez le contenu des éprouvettes ayant servi au test du sulfure d'hydrogène. Suivez les directives de la procédure expérimentale.

Au sujet des micro-organismes, en particulier les bactéries

Notes supplémentaires à l'intention du professeur

Les prochains paragraphes renferment de grands mots scientifiques. Ainsi, *E.coli*, que certaines personnes connaissent peut-être pour l'avoir lu ou entendu dans les actualités, est en fait l'abréviation qu'utilise le système de classification pour désigner l'espèce *Coli* du genre *Escherichia* de la famille *Enterobacteriaceae*.

Environ une bactérie sur mille, dans les intestins d'un adulte, est de type *E.coli*, alors que ceux des bébés contiennent beaucoup plus d' *E.coli*, de même que de lactobacilles et d'entérocoques. Les *E. coli* appartiennent à un groupe de bactéries de forme allongée appelées coliformes. Ils jouent un rôle important dans la qualité de l'eau, car on a élaboré avec le temps des façons simples de détecter leur présence dans l'eau.

En général, il est bon d'avoir des bactéries coliformes ou autres dans les intestins car ils nous aident à digérer et à rester en santé. Ainsi, les bactéries *E.coli* sont une source de vitamine K et de vitamines du complexe B. Nos intestins en renferment toujours, et il est bien qu'il en soit ainsi. De fait, il y en a presque autant dans votre intestin qu'il n'y a d'humains sur la terre, soit 5,5 à 6 milliards, et ils se reproduisent très vite. Chacun d'entre nous en évacue 100 à 400 millions par jour. Ces bactéries, on le voit, sont très nombreuses mais également plus faciles à détecter que les micro-organismes pathogènes (pouvant causer des maladies). Leur présence dans l'eau **indique** qu'elle est contaminée par des matières fécales humaines ou animales.

Autrement dit, si des tests révèlent la présence de bactéries coliformes dans l'eau, il est fort probable que cette eau contienne aussi des micro-organismes pathogènes. Le test que vous devez réaliser à l'aide de bandes indicatrices du sulfure d'hydrogène (H_2S) permet de détecter la production de ce gaz. En effet, certaines bactéries intestinales des humains et des animaux produisent du H_2S . Par conséquent, si vos tests indiquent la production de H_2S (si la bande de test noircit), il y a probablement des bactéries coliformes dans votre échantillon. On NE DOIT PAS boire de cette eau tant qu'on ne l'a pas décontaminée ou fait bouillir.

Utilisation de la trousse expérimentale pour vérifier la présence de bactéries

Un grand nombre d'entérobactéries, y compris plusieurs types de bactéries coliformes, produisent du sulfure d'hydrogène (H_2S) au cours de leur croissance. Dans des conditions idéales (lorsqu'elles ne manquent pas de nourriture et de chaleur), elles croissent et se reproduisent assez rapidement. Parmi les bactéries qui produisent du H_2S , il y a celles des types *Salmonella*, *Citrobacter* et *Proteus*. Les bandes de test (fournies avec la trousse) contiennent les éléments nutritifs dont elles ont besoin **ainsi qu'un** produit chimique qui noircit au contact du sulfure d'hydrogène. La température idéale est assurée par l'incubateur (également fourni avec la trousse). Des essais sont toutefois nécessaires avec cet incubateur rudimentaire pour assurer la bonne température (26 à 39° C). Installez l'incubateur, placez un thermomètre dans le fond et ouvrez l'œil. Pour le test du H_2S , ajustez l'ampoule et l'ouverture du couvercle de manière à ce que la température reste idéale. (Voir les illustrations concernant l'installation de

l'incubateur et son utilisation à la page suivante.)

Nota :

- Le test du H_2S indique d'habitude s'il y a des bactéries avant le troisième jour d'incubation, **mais** vous pouvez poursuivre l'expérience pendant cinq jours, si la température est inférieure à $30^{\circ}C$, car les bactéries se développent plus lentement quand la température est basse (la température idéale est de 36 à $37^{\circ}C$, soit celle de l'intestin).
- Ce test permet la prolifération des bactéries coliformes dans les éprouvettes. La plupart d'entre elles ne sont pas pathogènes, mais il peut arriver que des micro-organismes qui le sont apparaissent aussi. **Soyez prudent !** Ne laissez pas les élèves ouvrir les éprouvettes pendant l'incubation et **suivez la procédure d'élimination** du contenu des éprouvettes décrite dans le présent manuel.

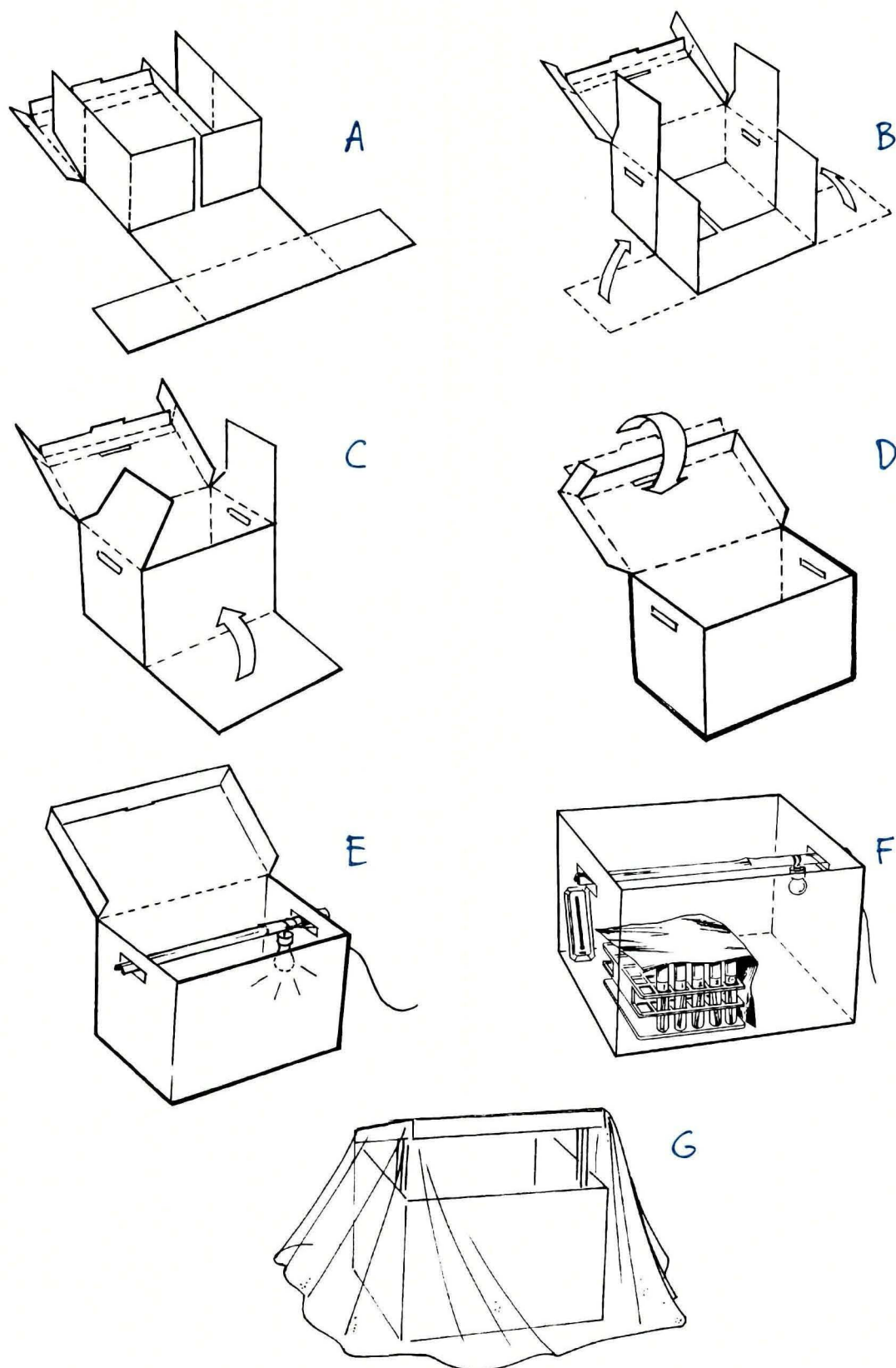
Installation de l'incubateur

L'incubateur est inclus dans la trousse. Cependant, à cause des voltages et des codes nationaux d'usages de l'électricité qui diffèrent généralement d'un pays à un autre, nous n'avons pas inclus l'ampoule et les fournitures électriques attenantes. Chaque école devra fournir celles-ci. Le chauffage de l'incubateur ne sera nécessaire que si la température ambiante sur les lieux de l'expérience se situe en dessous de $27^{\circ}C$. Si la température est plus élevée que $27^{\circ}C$, l'incubation peut être effectuée sans ampoule électrique.

Pour installer l'ampoule dans l'incubateur, vous aurez besoin d'une longueur de fil électrique suffisante pour joindre celle-ci à l'alimentation électrique murale. Vous devrez installer une douille de lampe pouvant recevoir une ampoule de 15 à 30 Watts à une extrémité du fil, ainsi qu'une fiche mâle à l'autre extrémité pour permettre de brancher le système au secteur.

Le professeur devra s'assurer que cette installation électrique rencontre les normes en vigueur et ne représente pas de risques pour les élèves lors d'un usage normal.

Installation de l'incubateur — Illustrations



AQUATOX 2000

Cahier d'activités



Guide de l'élève

A: L'eau et la santé

Importance de l'eau

L'eau est essentielle à toutes les formes de vie. Quelques rares organismes peuvent vivre sans air, mais aucun ne peut survivre sans eau. La qualité de l'eau est déterminante pour la vie des plantes, des animaux et des humains, car ils en ont tous besoin pour vivre.

L'eau et la santé sont indissociables. On a besoin d'eau pour boire, se laver, produire des aliments et fabriquer une multitude d'objets. L'eau potable est essentielle pour la santé et la vie de tous les jours. Sur 100 litres d'eau douce consommée quotidiennement dans le monde, 70 servent à l'irrigation des cultures, 23 à l'industrie et seulement 7 à des fins domestiques.

Les propriétés étonnantes de l'eau

L'eau présente de nombreuses propriétés surprenantes qui la rendent essentielle à la vie.

- **L'eau** est le seul élément présent sur terre sous trois formes différentes en même temps. Elle se trouve en effet dans la nature sous forme **solide** (la glace et la neige), **liquide** (la pluie et les cours d'eau) et **gazeuse** (l'humidité et la vapeur), ce qui lui permet d'être partout (dans les rivières, les océans, les nuages et la pluie) et de s'accumuler dans les calottes polaires.
- **Lorsqu'elle gèle, l'eau prend de l'expansion** au lieu de se contracter (prendre moins de place) comme la plupart des autres substances. Elle est également plus légère sous forme solide (la glace) alors que les autres substances sont en général plus lourdes à l'état solide que liquide. C'est ce qui fait que la glace flotte. Grâce à cette propriété, les humains et les animaux ont pu se déplacer pendant des milliers d'années en empruntant des ponts de glace reliant les terres émergées.
- **L'eau peut absorber une grande quantité de chaleur** sans beaucoup augmenter de température. Voilà pourquoi il faut être patient quand on attend que l'eau bouille. Cette propriété est très utile à tous les organismes vivant sur la terre, car elle sert à réguler la température et à éviter les changements brusques de climat entre l'été et l'hiver. Puisqu'il est question de contrôle de la température... environ 83 % de notre sang est composé d'eau. C'est la capacité de l'eau à absorber la chaleur qui maintient, grâce à la circulation sanguine, notre corps à une température constante.
- Parmi ses propriétés, il y a celle qui lui permet de s'agglutiner (le nom scientifique est «tension de surface»). **De tous les liquides (sauf le mercure), l'eau est celui dont la tension de surface est la plus grande.** C'est la raison pour laquelle, lorsqu'elle fuit d'un robinet ou se condense dans le ciel, ses particules s'agglutinent et forment des gouttes. Voilà pourquoi, aussi, elle forme une mince pellicule lorsqu'elle tombe sur le sol. Si le sol est sec, elle y pénètre, permettant aux racines de l'absorber. Si, par contre, il est humide, elle a alors tendance à ruisseler à la surface et à former des cours d'eau et des lacs.



- Mais sa **principale propriété est sans doute sa capacité à dissoudre de très nombreuses substances**. Lorsqu'on verse, par exemple, du sel de table dans un verre d'eau, il se dissout et s'y répartit également sous forme de minuscules particules invisibles. Sa fonction de solvant est essentielle à toutes les formes de vie, car c'est elle qui permet de transporter et distribuer les éléments nutritifs (les aliments) nécessaires aux plantes, aux animaux et aux diverses parties de notre corps grâce à la circulation sanguine.

Le cycle de l'eau

Les Anciens vénéraient l'eau car ils croyaient que le cours des fleuves et des rivières était un cadeau des dieux. Ils croyaient aussi qu'elle jaillissait du cœur des montagnes et du centre de la terre. Il a fallu attendre jusqu'à la fin des années 1700 avant que les scientifiques (dont le célèbre astronome Halley) commencent à comprendre que l'eau suit un cycle naturel qui la fait voyager sans cesse entre la terre et l'atmosphère.

Ce mouvement perpétuel s'appelle le «cycle de l'eau». Elle s'évapore du sol humide, des feuilles, des plantes et des arbres, des lacs et des cours d'eau, sans emporter le sel. Dans l'air, sous forme de vapeur, elle forme les nuages avant de retourner sur la terre sous forme de pluie qui alimente les lacs, les rivières et les fleuves qui la ramènent dans les océans. Puis elle recommence son cycle, montant sans arrêt des océans et de la terre vers l'atmosphère pour retomber dans les océans et sur la terre. L'eau ne se perd jamais. D'une certaine façon, on peut dire que nous buvons la même eau que les dinosaures!

SAVIEZ-VOUS QUE...

L'eau contaminée
et les problèmes
d'hygiène causent
30 000 décès par
jour dans le monde,
soit autant que
l'écrasement de
100 gros avions
de passagers.

La qualité et la pollution de l'eau

Par son cycle incessant, l'eau dissout les minéraux (ou sels naturels) et transporte de petites particules de sol et de poussière. L'eau emporte bien des choses sur son chemin. Sa qualité varie donc selon le lieu et la saison, mais aussi selon les roches et le sol sur lesquels elle coule. Telles sont, en gros, les causes naturelles qui influent sur la qualité de l'eau. Mais il faut ajouter l'activité humaine.

Le mot «pollution» ne signifie pas la même chose pour tout le monde. Voici une définition simple : «Toute détérioration de la qualité de l'eau qui la rend nocive pour la vie et impropre à son utilisation». Autrement dit, toutes les fois que nous jetons dans l'eau quelque chose qui la rend insalubre pour les humains, les animaux et les plantes, nous la polluons.

Types de pollution

La pollution se présente sous plusieurs formes. Il peut s'agir de germes pathogènes (contamination microbienne), de produits chimiques toxiques (pollution chimique), d'un excès de particules minérales ou de sol ou d'un changement de la température de l'eau (pollution physique). La pollution de l'eau survient d'habitude lorsqu'un facteur étranger au cycle naturel de l'eau vient rompre l'équilibre de la vie.

Pollution microbienne : La contamination microbiologique de l'eau est l'une des grandes causes de maladies et de décès dans le monde. Dans bien des populations, les maladies sont causées par l'ingestion d'eau contaminée par des excréments d'humains ou d'animaux : directement lorsqu'on boit de l'eau, indirectement lorsqu'on absorbe des aliments ou des boissons contaminés par de l'eau polluée ou accidentellement lorsqu'on en avale en nageant ou en se baignant. Certains organismes infectieux peuvent aussi pénétrer dans la peau de ceux qui se baignent dans de l'eau polluée. Bon nombre de micro-organismes fécaux peuvent toutefois survivre longtemps à l'extérieur du corps humain, notamment dans l'eau et parfois dans le sol. Les collectivités où les mesures d'hygiène sont déficientes s'exposent à voir leurs sources d'approvisionnement en eau contaminées par des bactéries, des virus, des protozoaires et des helminthes pathogènes. (Vérifiez ces termes dans le glossaire, à la fin du manuel.)

Pollution chimique : Les pesticides et les engrais chimiques agricoles, les déchets miniers et les eaux usées qui ne sont pas traitées ou le sont en partie polluent les cours d'eau, les lacs et les océans avec des produits chimiques. Et souvent les déchets que nous enfouissons dans le sol polluent la nappe d'eau souterraine, très difficile à nettoyer en raison de son inaccessibilité. La pollution atmosphérique influe sur la qualité de l'eau de pluie et celles des plans d'eau où elle tombe. Les pluies acides risquent, par exemple, de rompre l'équilibre chimique naturel des sources d'eau. Les émissions de gaz des usines et des voitures sont les principaux coupables. Bien entendu, certains métaux se trouvent naturellement dans l'eau en très faibles quantités sans danger pour les humains et les animaux. Toutefois, les pluies acides peuvent accroître les taux de métaux comme le mercure, l'aluminium et le plomb en modifiant la composition naturellement saine de l'eau. L'eau à teneur trop élevée en métaux est nocive pour la santé. On ne parle pas des centaines de nouveaux produits chimiques qu'on invente chaque année, qui contaminent les sources d'eau et dont on ne sait rien des effets à long terme sur la santé en raison de leur nouveauté.

Pollution physique : La modification de l'environnement risque également d'introduire des polluants dans le réseau hydrographique. Les mauvaises techniques agricoles et la déforestation sont deux problèmes fréquents, car elles causent l'érosion continue du sol. De plus, les fortes pluies emportent le sol, souvent contaminé par des pesticides et d'autres produits chimiques qu'elles rejettent dans les cours d'eau. Une surconsommation d'eau peut également influencer sur la qualité de l'eau des cours d'eau, des lacs et mêmes de l'eau souterraine. En effet, la baisse du niveau d'eau des cours d'eau et des lacs a pour effet d'accroître la concentration des contaminants, car il y a alors moins d'eau pour les diluer. De plus, le pompage excessif de l'eau souterraine des zones côtières favorise l'infiltration de l'eau salée dans les terres intérieures venant compenser la perte d'eau, d'où contamination des sources d'eau douce par le sel.

Contaminants naturels : Dans certaines régions du monde, on trouve des produits chimiques à l'état naturel selon des concentrations dangereuses pour la santé. Nous parlons de métaux comme l'arsenic, le plomb ou de composés radioactifs tels le radium et l'uranium.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Près de 80 % de la surface de la terre est recouverte d'eau. De toute cette eau, 94 % est salée, 3 % souterraine, 2 % sous forme de glace, et il y a seulement 1 % d'eau douce que nous pouvons consommer.

SAVIEZ-VOUS QUE...

L'eau constitue environ 70 % du poids et 90 % du volume de notre corps. Une perte d'eau d'à peine 12 % signifie la mort.

Que pouvons-nous faire ?

Il faut penser en fonction du développement durable, et utiliser et gérer les ressources afin d'assurer un environnement sain pour la génération actuelle et aux suivantes. Éviter la pollution des sources d'eau et garantir la salubrité de l'eau sont deux aspects fondamentaux des efforts visant à protéger la santé publique, à offrir une bonne qualité de vie et à permettre un développement durable. Cela commence par l'évaluation de la qualité de l'eau dans notre collectivité et la recherche de façons d'éviter la pollution. Il faut sans cesse se rappeler que ce qui se passe quelque part sur la planète touche tout le monde. Sans la coopération de tous, c'est tout notre environnement qui est en danger. Si nous voulons qu'il fasse bon vivre sur notre planète, chacun doit faire sa part.

SAVIEZ-VOUS QUE...

L'eau ne disparaît «jamais». L'eau douce voyage sans cesse entre les océans, les cours d'eau, les glaciers, le sol, l'atmosphère et les êtres vivants. Nous buvons pour ainsi dire la même eau que celle qui a éteint la soif des dinosaures.

Il faut être au courant de la situation de notre milieu en cherchant à savoir d'où provient l'eau que nous consommons, si elle est salubre, à quoi elle sert, si elle est polluée et quoi faire pour éviter qu'elle ne le soit. Les membres de la collectivité ont le droit d'être bien informés, mais aussi le devoir de participer aux décisions concernant la qualité et la surveillance de l'eau potable et de leur environnement. En étant informé, vous pouvez inciter votre collectivité à prendre les décisions politiques nécessaires à la protection de la santé et de l'environnement.

Malheureusement, la pollution de l'eau est parfois difficile à détecter, car une eau limpide et inodore n'est pas nécessairement exempte de polluants. Avec les quatre tests de la trousse, vous pourrez vérifier l'existence d'une pollution invisible. Ces tests biologiques faciles à réaliser et à interpréter font appel à la réaction des organismes vivants à une situation donnée. On peut savoir si l'eau est toxique simplement d'après cette réaction. Les trois premiers tests (ceux des bulbes d'oignon, des graines de laitue et des hydres d'eau douce) servent à mesurer la pollution chimique de l'eau. Quant au quatrième, celui du H_2S , il permet de déterminer si elle est contaminée par des microbes.

Les quatre tests simples de la trousse vous renseigneront sur la qualité de l'eau dans votre région. De plus, grâce à l'internet vous pourrez communiquer avec des élèves, des professeurs et des scientifiques afin de partager les résultats de vos recherches, savoir ce qui se fait ailleurs dans le monde et connaître l'état des ressources mondiales en eau.

B: La démarche scientifique

Tout le monde, enfants, adolescents ou adultes, se pose à peu près les mêmes questions : « Que se passerait-il si... », « Je me demande pourquoi... », « Comment se fait-il que... » ou « Pourquoi... ». Ce sont toutes ces questions, et les réponses qui en découlent, qui nous permettent d'apprendre. La science n'est rien d'autre qu'une façon de poser des questions et d'obtenir des réponses. Mais comme nous sommes tous différents, les réponses à nos questions diffèrent aussi, même si en général nous procédons tous à peu près de la même façon pour résoudre un problème.

Les scientifiques suivent une démarche logique appelée méthode scientifique. Or, si l'on y pense bien, c'est exactement ce que nous faisons lorsque nous avons un problème à résoudre, car nous avons tous tendance à respecter certaines étapes. Voici les étapes que suivent les scientifiques pour résoudre un problème.

La méthode scientifique

Commencez par donner un titre à votre étude et notez la date ainsi que votre nom et ceux de vos collègues, s'il y a lieu.

1. Cernez le problème à résoudre (le «but»).

Il ne doit y avoir qu'un seul but, une seule question à laquelle vous désirez répondre. Souvent, d'autres questions surgissent en cours de route. Elles feront l'objet d'autres expériences.

Notez votre but, afin que tous les membres sachent que vous travaillez sur le même problème. Cela évite de perdre de vue en chemin le but qu'on s'est fixé.

2. Faites la liste des choses à faire au cours de l'étude «Matériel et accessoires».

Cela demande un peu de recherche. Consultez des ouvrages, la bibliothèque et l'internet. Une personne habituée à résoudre le même genre de problème (professeur, confrère ou consœur de classe, parent, grand-parent) est une excellente source d'information. Cette recherche sert à déterminer ce qu'il vous faut pour réaliser votre expérience.

3. Au cours de votre recherche, recueillez de l'information sur votre sujet.

Prenez des notes. L'information que vous recueillez vous aidera à supposer une réponse à la question que vous vous posez. Si vous avez une idée de la réponse, notez-la. C'est ce qu'on appelle une hypothèse.

L'hypothèse peut être simple ou complexe. Elle peut comprendre la façon dont vous ferez vos observations, effectuerez vos mesures et utiliserez ces mesures pour tirer une conclusion.

N'oubliez pas qu'une hypothèse est seulement une idée de départ. Tant mieux si elle est exacte, mais la plupart du temps ce n'est pas le cas et c'est bien comme ça. Cela vous donnera l'occasion de faire une nouvelle prévision.

SAVIEZ-VOUS QUE...

L'eau dissout davantage de substances que tout autre liquide. Elle transporte des minéraux dissous nécessaires à notre organisme, mais également des produits chimiques et des organismes qui lui sont nocifs. D'où l'importance de vérifier régulièrement sa qualité.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Nous pouvons survivre
plusieurs semaines
sans nourriture, mais
pas plus de quatre
jours sans eau.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Environ 83 % de notre
sang est constitué
d'eau. C'est elle qui
maintient notre corps
à une température
constante.

4. Notez les précautions à prendre.

Après avoir fait la liste du matériel et des accessoires nécessaires et prévu la façon de vérifier votre hypothèse, notez les précautions à prendre, c'est-à-dire les «choses auxquelles vous devez faire attention». Lorsque vous préparerez la prochaine étape, vous aurez sans doute d'autres précautions à ajouter à votre liste. Ne croyez pas qu'elles vont de soi. Votre liste sera utile, à vous et à tous ceux qui mènent la même expérience.

5. Planifiez les étapes à suivre pour répondre à votre question.

Ce plan s'appelle une «procédure». Il décrit les étapes nécessaires, suivant l'ordre à respecter. Certaines personnes aiment la décrire en détail, mais elle est plus facile à suivre si l'on s'en tient aux points essentiels. Notez les étapes dans l'ordre que vous entendez respecter. **C'est très important.**

6. À chaque étape de la procédure, certaines mesures et observations sont nécessaires. Notez-les.

Notez toutes les mesures à effectuer et vos observations. Les observations sont importantes, car elles aident à comprendre ce qui se passe. Réfléchissez à l'organisation des mesures et des observations ainsi qu'aux calculs que vous désirez faire. La présentation de différents types d'information peut varier. La création de tableaux au cours d'une expérience est une bonne façon de conserver l'information et de ne pas oublier certaines mesures. Les tableaux sont très utiles pour réaliser une analyse, car ils permettent de détecter les tendances ou les changements soudains de vos résultats. Enfin, ils facilitent les calculs en organisant l'information de façon claire et logique.

Nota : Les expériences sur la qualité de l'eau visent à déterminer l'incidence de la pollution sur les êtres vivants (plantes et organismes). Pour ce faire, vous devez comparer vos «échantillons» et vos «témoins». Les témoins sont des échantillons spéciaux qui servent à vérifier comment les êtres vivants se comportent, croissent et changent dans des conditions que vous connaissez puisque vous les avez créées. Il s'agit de comparer les résultats des échantillons prélevés sur le terrain avec les échantillons témoins «positifs». Vous devez utiliser les témoins positifs et les témoins normaux. Dans les échantillons normaux constitués d'eau il ne devrait y avoir aucune influence toxique d'origine externe. Quant aux témoins positifs, vous connaîtrez exactement la source et le niveau de toxicité puisque c'est vous qui les aurez préparés.

Autrement dit, en plus de faire des expériences avec les échantillons d'eau recueillis, vous devez aussi préparer deux échantillons ou témoins spéciaux (l'un utilisant de la bonne eau et l'autre de l'eau toxique) afin de comparer leurs résultats. Soyez sans crainte, le témoin positif n'est rien d'autre qu'un mélange d'eau et de sel de table servant à simuler la toxicité.

7. Vous êtes maintenant prêt à réaliser votre expérience.

- a. Rassemblez votre matériel (tout ce dont vous avez besoin).
- b. Préparez votre équipement.
- c. Préparez les témoins. (Votre professeur vous expliquera comment.)
- d. Prenez vos échantillons. (Voir «Cueillette des échantillons d'eau», dans la section suivante.)
- e. Suivez la procédure.
- f. Effectuez et notez vos observations et vos mesures.
- g. Faites vos calculs.

8. Voici la partie la plus intéressante de l'expérience : celle où vous vérifiez votre hypothèse.

Vos observations et vos calculs vous permettent de tirer une **conclusion**, c'est-à-dire d'obtenir la réponse à la question que vous vous posiez, qui constituait le but de l'expérience.

Votre hypothèse était-elle exacte ? Si tel n'est pas le cas, il se peut que vous ayez à recommencer l'expérience OU émettre une nouvelle prédiction (ou hypothèse) fondée sur vos résultats. C'est à vous de décider. Souvent, les résultats d'une expérience suscitent de nouvelles questions et d'autres expériences. C'est ainsi qu'on accroît ses connaissances.

9. Commentez vos résultats.

Étant donnée que d'autres liront votre rapport et feront la même expérience, il est bon que vous fassiez des **commentaires** afin d'expliquer vos résultats et aider les autres à réussir leur expérience. Voici un exemple de **commentaire** : Si vous deviez recommencer cette expérience, que feriez-vous pour l'améliorer ?

SAVIEZ-VOUS QUE...

L'eau, contrairement à la plupart des liquides, augmente de volume lorsqu'elle gèle (d'environ 10 %). Sous sa forme solide, elle flotte au lieu de s'enfoncer dans l'eau.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Tous les êtres vivants, des plus petits insectes jusqu'aux plus grands arbres, ont besoin d'eau pour vivre.

Rapport sommaire

(S.V.P., utilisez une feuille séparée)

Nom(s) _____ Date : _____

Titre de l'expérience : *(Il doit être bref et pertinent)*

But : *(raison de l'expérience... une seule)*

Matériel et accessoires : *(liste des choses dont vous avez besoin)*

Hypothèse : *(ce que vous prévoyez comme résultat)*

Précautions : *(choses auxquelles faire attention)*

Procédure : *(étapes à suivre selon un certain ordre)*

Observations et calculs : *(ce que vous voyez et mesurez)*

Conclusion : *(Votre hypothèse était-elle exacte ou erronée ? Pourquoi ?)*

Commentaires ou discussion : *(Que feriez-vous pour améliorer cette expérience ?)*

C: Cueillette des échantillons d'eau

Les expériences que vous allez réaliser pour vérifier la pollution chimique et bactériologique des échantillons d'eau prélevés dans votre localité sont simples. Avec votre professeur, prévoyez les sources d'eau que vous pouvez analyser et prenez vos échantillons avec lui. Votre professeur doit vous accompagner. Et n'oubliez pas :

LA PRUDENCE EST DE MISE !

- Évitez les endroits où il y beaucoup de courant.
- Évitez les sources fortement contaminées, près des rejets d'usine par exemple.
- Évitez les égouts, les bassins d'épuration et les sites d'enfouissement de déchets dangereux.
- Si vous avez un doute quant à la sécurité d'un lieu, choisissez-en un autre.

Matériel et équipement

L'équipement nécessaire dépend de l'endroit où vous prévoyez prendre les échantillons. Voici quelques articles utiles quel que soit l'endroit où vous faites l'expérience :

- un petit seau propre muni d'une corde solide bien fixée à la poignée
- des serviettes de papiers ou un linge propre pour assécher le matériel
- deux bouteilles propres d'un litre munies de bouchons qui vissent (de vieilles bouteilles lavées à l'eau et au savon et bien rincées suffisent)
- deux petits contenants servant à vérifier le pH de vos échantillons d'eau (de petites bouteilles en verre que vous aurez récupérées puis lavées avec de l'eau et du savon et rincées avec de l'eau embouteillée ou bouillie)
- une trousse de vérification du pH
- du ruban-cache et un stylo ou un crayon afin de marquer les échantillons

Règle générale

Prenez les contenants propres et **rincez-les** avec l'eau de la source choisie, puis prenez votre échantillon. Remettez le bouchon et marquez tout de suite le contenant.

Nota :

- Le test du sulfure d'hydrogène (H_2S) **doit** être commencé immédiatement sur place. Pour ce test, prenez les échantillons d'eau directement dans le seau d'eau du robinet. Suivez attentivement les instructions pour la cueillette des échantillons.
- Pour les tests utilisant des graines de laitue, des bulbes d'oignon et des hydres, rappez les échantillons des bouteilles marquées à l'école et commencez l'expérience dans les trois heures suivantes. Si c'est impossible, vous pouvez conserver les échantillons pendant environ 24 heures SI vous les placez au réfrigérateur, à la température d'environ 4° C, ou sur de la glace fondante.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Nous utilisons l'eau à de nombreuses fins.
Sur 100 litres d'eau, 70 servent à l'irrigation des terres agricoles, 23 à des fins industrielles et 7 à des fins domestiques.

Comment recueillir les échantillons de sources différentes

Cueillette de l'échantillon dans un lac ou un étang

Restez au bord. Attachez une corde à un sceau **propre** et lancez le sceau le plus loin possible dans l'eau. Ramenez vite le sceau avant qu'il ne se remplisse complètement et s'enfonce dans l'eau (les $\frac{2}{3}$, c'est suffisant). Il faut prendre l'eau à la surface, et non remuer le fond. Rincez le sceau avec cette eau puis rejetez-la au bord. Lancez de nouveau le sceau et prenez votre échantillon.

Remplissez la bouteille d'échantillon avec l'eau du sceau selon la technique d'embouteillage décrite plus bas.



Cueillette de l'échantillon dans un puits

Descendez un sceau propre dans le puits. Rincez-le avec l'eau du puits et **rejetez-la... mais, attention, pas dans le puits !** Redescendez-le afin de prendre l'échantillon et remplissez la bouteille selon la technique décrite plus bas. Si vous prenez l'échantillon à l'aide d'une pompe manuelle, donnez plusieurs coups de pompe et remplissez la bouteille directement sous le bec de la pompe. **Ne laissez pas** le goulot de la bouteille toucher au bec.

Cueillette de l'échantillon sous un robinet

Si vous prenez l'échantillon sous un robinet ou à partir d'un puits muni d'une pompe électrique, laissez couler l'eau pendant environ 30 secondes, afin d'obtenir de l'eau fraîche. Remplissez la bouteille directement sous le robinet, rincez-la, jetez l'eau et prenez votre échantillon selon la technique ci-dessous.

Mesure du pH des échantillons

Lorsque vous remplissez vos bouteilles d'échantillon, versez un peu d'eau à échantillonner dans un contenant propre, rincez-le et jetez l'eau. Remplissez ensuite le contenant d'eau d'échantillon et mesurez le pH. Suivez les instructions de la trousse de vérification du pH. Notez le pH de votre échantillon sur la feuille de données d'échantillon (Il y a des modèles de feuilles de données dans la section Procédures de test).

Technique d'embouteillage

1. Marquez d'abord les bouteilles d'une étiquette (à l'aide du ruban-cache). Vous pouvez marquer les bouteilles avant de prendre les échantillons ou pendant que vous les recueillez. **N'oubliez pas d'indiquer :**
 - le nom de votre école
 - le nom de votre professeur
 - l'endroit où vous avez pris l'échantillon
 - la date et l'heure de chaque échantillon
2. Rincez les bouteilles et les bouchons avant de prélever l'échantillon (rejetez l'eau de rinçage).
3. Remplissez les bouteilles **sans laisser d'espace pour l'air**.
4. Refermez-les et scellez le bouchon avec du ruban-cache.
5. Asséchez les bouteilles et **vérifiez si elles ont une étiquette**.
6. **Lavez-vous les mains**. Si l'eau que vous échantillonnez risque d'être contaminée, lavez-vous les mains avec de l'eau propre et du savon dès que vous avez rempli et asséché les bouteilles d'échantillon.
7. Notez sur la feuille de données l'information concernant les échantillons que vous venez de prendre (Il y a des modèles de feuille de données à la section Procédures de test).

Nota : Il est sage de faire une carte simple de l'endroit où vous avez pris les échantillons. Pour y indiquer les endroits exacts, comptez le nombre de pas à partir d'endroits caractéristiques du terrain. Par exemple, Rivière Argentée : prise de l'échantillon 1 sur le bord avec un sceau et une corde, à 40 pas en aval du pont en bois et à la croisée du chemin de ferme et de la route 7.

Test afin de vérifier si l'eau du robinet est chlorée

Le chlore qui est ajouté à l'eau du robinet sert à tuer les bactéries nocives pour la santé. Il risque toutefois d'influer sur la germination des graines et des bulbes d'oignon et la croissance des hydres.

La meilleure façon de déchlorer l'eau (enlever le chlore qu'elle contient) est de verser l'eau d'échantillon dans un contenant propre et de la laisser toute une nuit, sans couvercle, au réfrigérateur à la température de 4° C. Le chlore s'évapore de l'eau en une nuit. Vous pouvez refermer le contenant le matin.

D: Procédures de test

La présente section décrit les étapes à suivre, selon l'ordre prévu, pour chacune des quatre expériences. Vous y trouverez aussi des modèles de feuille de données et de tableau à utiliser pour noter vos observations et vos calculs. Lisez attentivement les procédures avant le début de chaque expérience.

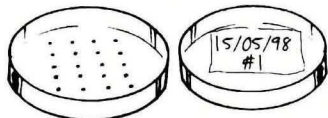
Nota : Ces procédures sont une version simplifiée des méthodes originales du réseau WaterTox, spécialement modifiées pour le réseau scolaire international AQUAtox 2000. Pour obtenir de l'information au sujet des procédures de test originales, communiquez par courrier électronique ou par la poste avec la :

Coordinatrice du projet AQUAtox 2000
Initiative de Programme Écosystèmes et santé humaine
Centre de recherches pour le développement international
B.P. 8500, Ottawa, Canada
K1G 3H9

ou par télécopieur en composant le **(613) 567-7748**.

Test des graines de laitue

Évaluation de la toxicité de l'eau à l'aide de graines de laitue



But

Déterminer la toxicité de l'eau par la germination de graines de laitue.

Contexte

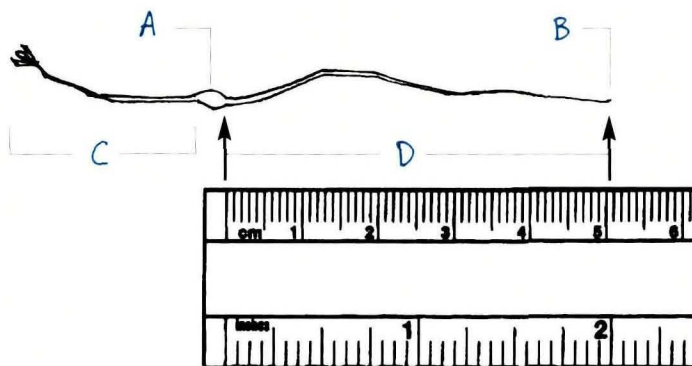
Les produits chimiques toxiques peuvent influencer sur la croissance normale des plantes, spécialement à leurs tout premiers stades de développement (la germination et la formation des racines). L'observation des jeunes racines, leur longueur et leur comparaison avec celles du témoin normal permettront de détecter la présence de produits chimiques toxiques dans l'environnement.

Au contact de l'eau, les graines se mettent à germer, mais la pollution de l'eau peut nuire à la germination. Celle-ci risque en effet d'être moindre ou nulle s'il y a des polluants dans l'eau. L'eau polluée peut également avoir une incidence sur le développement des racines.

Ce test permet d'étudier l'effet de l'eau du test : 1) sur le nombre de graines qui germent (germination) et 2) sur la longueur des racines (développement des racines). Les résultats seront ensuite comparés avec ceux des tests utilisant des témoins normaux et des témoins positifs. Le témoin normal illustre la germination et le développement des graines avec de l'eau propre. Celles-ci devraient croître normalement. Dans le cas d'un témoin positif, cela signifie que quelque chose **empêche les graines de se développer** comme elles devraient. L'eau volontairement polluée ou salée donnera un résultat positif.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Les êtres humains ont besoin d'environ seulement cinq litres d'eau par jour pour préparer leurs aliments et boire, et de 25 à 30 litres pour se laver et laver leurs vêtements et les ustensiles de cuisine.



A : noeud, B : apex de racine, C : semis, D : racine

Matériel et accessoires

- 80 graines de laitue
- 4 boîtes de Pétri en plastique (100 × 15 mm)
- 8 rondelles de papier absorbant découpées de manière à s'adapter dans les boîtes de Pétri (2 par boîte)
- 4 pipettes de transfert
- au moins 300 ml d'eau embouteillée non gazéifiée
- solution mère saline (Voir Instructions pour démarrer – Solution mère) servant de témoin positif
- un cylindre gradué de 100 ml
- 2 bouteilles de 1 litre marquées Échantillon 1 et Échantillon 2
- 1 règle
- 4 carrés de papier d'aluminium (assez grands pour envelopper les boîtes de Pétri)
- 1 rouleau de papier-cache
- des pincettes
- 1 crayon

Notes et Conseils

1. Ce test dure cinq jours. Il est donc bon de planifier.
2. Idéalement, les tests doivent débiter dans les trois heures suivant la cueillette des échantillons. Si vous devez les garder jusqu'au lendemain, mettez-les au réfrigérateur (à 4° C) ou sur de la glace fondante pendant au plus 24 heures.
3. Marquez-les avec du ruban-cache.
4. **Prenez prudemment** deux échantillons d'eau (l'un marqué Échantillon 1 et l'autre Échantillon 2) et suivez les instructions de la section précédente (Cueillette des échantillons d'eau).

Précautions

N'oubliez pas que l'eau est peut-être contaminée. Ne vous touchez donc pas les yeux ou la bouche avec les doigts au cours de l'expérience. Lavez-vous comme il faut les mains après chaque étape.

Procédure

A. Préparation de la solution témoin positive

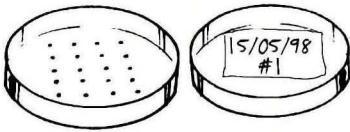
1. Utilisez un contenant propre d'au moins 500 ml muni d'un couvercle non métallique.
2. À l'aide du cylindre gradué, versez 250 ml de solution mère de NaCl dans le contenant de 500 ml.
3. Ajoutez 250 ml d'eau embouteillée non gazéifiée dans le contenant de 500 ml
4. Refermez-le, agitez-le bien et marquez-le d'une étiquette indiquant «Laitue (+) 5 g/L». Inscrivez la date.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Le Canada possède la plus grande réserve d'eau douce de la planète. Pour 10 litres d'eau douce dont dispose un jeune Canadien, un jeune Américain dispose de 1 litre, un jeune Indien de 0,2 litre et un jeune Égyptien de 0,01 litre.

B. Procédure pour le test

1. Marquez le dessus et le dessous de chaque boîte de Pétri à l'aide d'un morceau de papier-cache et d'un crayon en inscrivant N pour «témoin normal», P pour «témoin positif», E1 pour «échantillon 1» et E2 pour «échantillon 2».
2. Découpez huit rondelles de papier absorbant s'ajustant parfaitement dans le fond des boîtes de Pétri et placez-en deux par boîte.
3. À l'aide d'une pipette propre, ajoutez juste assez d'eau non gazéifiée pour humidifier le papier absorbant de la boîte de Pétri marqué d'un N.
4. À l'aide d'une autre pipette propre, répétez l'étape précédente, mais en remplissant cette fois-ci la boîte marquée P de solution témoin positive.
5. À l'aide d'une pipette propre, ajoutez de l'eau de l'échantillon 1 dans la boîte de Pétri marquée E1.
6. À l'aide d'une autre pipette propre, ajoutez de l'eau de l'échantillon 2 dans la boîte de Pétri marquée E2.



Nota : N'ajoutez pas trop d'eau, sinon les graines ne germeront pas. Il faut 3 à 4 ml de liquide par boîte de Pétri.

Les prochaines étapes sont les plus difficiles. Elles exigent de la patience.

7. Placez quelques graines sur un morceau de papier propre.
8. Avec les pincettes, placez vingt graines (selon 5 rangées de 4 graines ou 4 rangées de 5 graines) dans **chaque boîte de Pétri**. Choisissez des graines de grosseur, de forme et de couleur analogue.
9. Placez les couvercles appropriés sur les boîtes de Pétri.
10. Enveloppez bien chaque boîte avec du papier d'aluminium afin de protéger les graines de la lumière (elles ont besoin d'obscurité pour germer). **Ne mettez pas les boîtes la tête en bas.**
11. Mettez un morceau de ruban-cache marqué «Haut» sur chaque boîte enveloppée.
12. Placez les boîtes dans un endroit sûr, à la température de la pièce, pendant cinq jours.

Conseils :

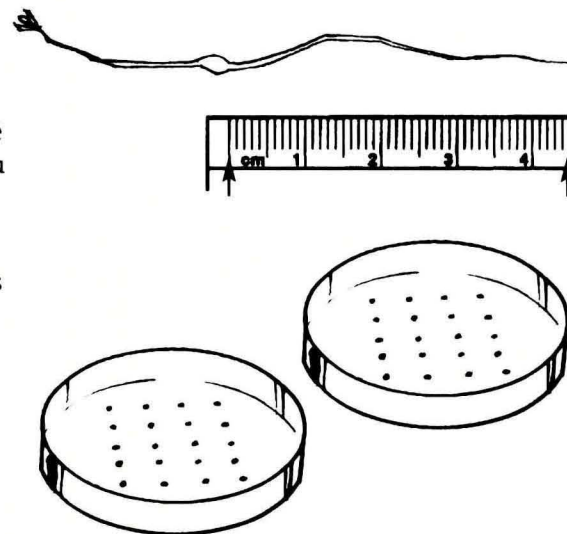
- Vous pouvez placer les boîtes de Pétri enveloppées dans sac de plastique pour garder l'humidité. Évitez de les agiter ou de les placer la tête en bas, car les graines doivent rester sur le papier humide.
- Votre trousse expérimentale renferme un petit contenant dans lequel il y a assez de graines pour 20 séries d'expériences. Prenez seulement le nombre de graines nécessaires pour chaque expérience (environ 100) et **ne remettez pas** les graines excédentaires dans le contenant. N'oubliez pas de refermer le contenant tout de suite après y avoir pris des graines. Assurez-vous de garder **aussi sèches que possible** les graines qui serviront aux futures expériences. Rangez-les dans un endroit sombre et frais. (Si vous le pouvez, enveloppez le contenant avec du papier d'aluminium et placez-le au réfrigérateur, à 4° C.)

C. Observation et mesures

Après cinq jours (120 heures)

1. Attention ! **Ne mettez pas les boîtes de pétri la tête en bas**
2. Développez soigneusement chaque boîte.
3. Comptez et notez le nombre de graines qui ont germé dans chaque boîte (Prenez soin de noter le nombre au bon endroit sur la feuille de données.)
4. Enlevez chaque graine germée puis mesurez et notez la longueur de chaque racine sur la feuille de données (voir l'illustration ci-dessous).

Conseil : Vous trouverez plus facile de mesurer les racines si vous déposez les graines germées sur une surface foncée. Placez la règle sur la surface et «étirez soigneusement les racines» au complet.



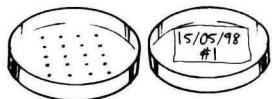
D. Nettoyage

1. N'oubliez pas de prendre des précautions. Enveloppez les graines dans du papier et donnez-les à votre professeur pour qu'il les jette.
2. Lavez et rangez comme il faut le matériel.
3. Nettoyez votre aire de travail et demandez au professeur de la désinfecter avec une solution au chlore.
4. Lavez-vous les mains avec de l'eau et du savon.

Il ne vous reste plus qu'à faire vos calculs et à tirer une conclusion.

Bravo !

Nota : Pour interpréter les résultats, il faut comparer la longueur moyenne des racines de vos échantillons d'eau avec celles de la solution témoin normale. Plus il y a de différence entre la solution témoin normale et l'échantillon du test, plus il est probable qu'il y a des produits chimiques toxiques dans l'eau.



MODÈLE DE FEUILLE DE DONNÉES

Test biologique des graines de laitue

Imprimez-le

Expérience : _____

Nom de l'école et niveau : _____

Votre nom : _____ Date du début du test : _____

Nom du professeur : _____ Date de la fin du test : _____

Échantillon #1

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

Échantillon #2

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

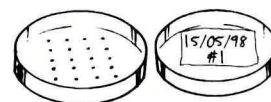
Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

OBSERVATIONS ET RÉSULTATS : Test biologique des graines de laitue



Notez la longueur de chaque racine en millimètres. (Si les 20 graines que vous avez déposées dans les boîtes de Pétri n'ont pas toutes germé, ce n'est pas grave.) Notez les mesures de chaque échantillon au bon endroit.

	Témoin normal	Échantillon #1	Échantillon #2	Témoin positif
Longueur des racines (mm)	1. _____	1. _____	1. _____	1. _____
	2. _____	2. _____	2. _____	2. _____
	3. _____	3. _____	3. _____	3. _____
	4. _____	4. _____	4. _____	4. _____
	5. _____	5. _____	5. _____	5. _____
	6. _____	6. _____	6. _____	6. _____
	7. _____	7. _____	7. _____	7. _____
	8. _____	8. _____	8. _____	8. _____
	9. _____	9. _____	9. _____	9. _____
	10. _____	10. _____	10. _____	10. _____
	11. _____	11. _____	11. _____	11. _____
	12. _____	12. _____	12. _____	12. _____
	13. _____	13. _____	13. _____	13. _____
	14. _____	14. _____	14. _____	14. _____
	15. _____	15. _____	15. _____	15. _____
	16. _____	16. _____	16. _____	16. _____
	17. _____	17. _____	17. _____	17. _____
	18. _____	18. _____	18. _____	18. _____
	19. _____	19. _____	19. _____	19. _____
	20. _____	20. _____	20. _____	20. _____
Somme des Longueurs	mm	mm	mm	mm
Nombre de graines germées				
Longueur moyenne	mm	mm	mm	mm
Taux de croissance des racines	—	%	%	%
Taux de germination	—	%	%	%

Longueur moyenne =

$$\frac{\text{Sommes des Longueurs}}{\text{Nombre de graines germées}}$$

Taux de croissance =
des racines

$$\frac{\text{Longueur moyenne (échantillon)} - \text{Longueur moyenne (témoin normal)}}{\text{Longueur moyenne du témoin normal}} \times 100$$

Taux de =
germination

$$\frac{\text{Nombre de graines germées (échantillon)} - \text{Nombre de graines germées (témoin normal)}}{\text{Nombre de graines germées du témoin normal}} \times 100$$

Utilisez l'espace ci-dessous pour interpréter vos observations et les résultats de votre expérience. Vos hypothèses étaient-elles exactes ? Pourquoi ? Sinon, expliquez pourquoi.

[illegible]

Notez l'information qui devrait vous aider à expliquer vos résultats à ceux qui les liront. Vous attendiez-vous à obtenir ces résultats ? Avez-vous eu de la difficulté à réaliser les expériences ? Si vous deviez recommencer l'expérience, que feriez-vous pour l'améliorer ?

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Test du sulfure d'hydrogène (H_2S)

But

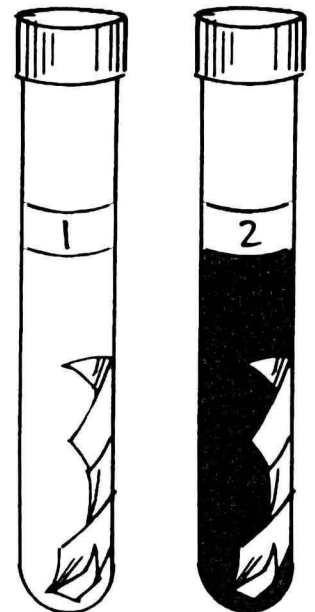
Le test du sulfure d'hydrogène (H_2S) sert à détecter la présence de micro-organismes dans l'eau. Certains sont dangereux pour la santé.

Contexte

Il y a bien des sortes de micro-organismes sur la terre. Certains sont utiles aux humains et d'autres peuvent les rendre malades, mais ils sont tous trop petits (micro) pour être observés sans un bon microscope. Certains d'entre eux, comme les bactéries coliformes, se trouvent dans les intestins des animaux à sang chaud, dont les humains. Ces bactéries sont excrétées de l'organisme (rejetées comme déchets) en grande quantité dans les matières fécales. Parmi celles-ci, il y en a qui produisent un gaz, le H_2S , en se développant dans le tube digestif malgré le peu ou l'absence d'oxygène. Leur présence dans l'eau **signifie** que celle-ci est peut-être contaminée par des excréments humains ou animaux.

Ce test sert à déterminer la présence de H_2S . Pour vérifier la présence de ces bactéries sentinelles dans l'eau, nous les déposerons sur une bande de papier imbibée d'une substance nutritive et d'un indicateur qui noircit au contact du sulfure d'hydrogène. Si la bande noircit, cela signifie qu'il y a production de H_2S et, par conséquent, des bactéries d'origine fécale dans l'échantillon d'eau.

Au cours des expériences grâce à ce test, vous devez verser des échantillons d'eau dans des éprouvettes stériles contenant des bandes-test de H_2S et les laisser incuber pendant trois jours à la température de 26° et 39° C. Les bandes-test contiennent un milieu de culture offrant une alimentation idéale aux entérobactéries (coliformes et autres). Puisque la température et l'alimentation sont idéales, les bactéries proliféreront s'il y en a dans les échantillons d'eau et produiront du H_2S , qui déclenchera une réaction avec les produits chimiques des bandes de papier et les fera noircir.



Matériel et accessoires

- 1 bouteille (scellée) de 250 ml d'eau non gazéifiée
- 5 éprouvettes stériles munies d'un bouchon qui visse ainsi que des bandes indicatrices de H_2S
- 1 éprouvette vide munie d'un bouchon qui visse servant à marquer le volume
- 1 support d'éprouvettes
- 1 rouleau de ruban-cache
- 1 incubateur
- 1 cylindre gradué de 100 ml en plastique
- 1 contenant pour la cueillette des échantillons (un sceau, par exemple)

Précautions d'hygiène et de sécurité

Étant donné la présence toujours possible d'**organismes pathogènes** dans les échantillons, **suivez à la lettre** les consignes d'hygiène et de sécurité lorsque vous les testez.

- Avoir les ongles courts et s'attacher les cheveux s'ils sont longs.
- **Toujours** se laver les mains avec de l'eau chaude et du savon **avant** et **après** chaque expérience.
- Détourner la tête de l'aire de travail pour tousser ou éternuer.
- **Toujours** gardez l'aire de travail propre et sèche.
- Informer **immédiatement** le professeur en cas d'accident ou de dégât.
- **Ne jamais** se toucher les yeux ou la bouche au cours des tests.
- **Ne jamais** effectuer les tests quand on est malade.
- **Ne jamais** manger ou boire au-dessus de l'aire de travail.

Avant de commencer l'expérience, il faut stériliser les éprouvettes et les **nouvelles bandes** indicatrices de H_2S . Le professeur doit procéder lui-même à la stérilisation ou la surveiller de près afin d'éviter toute contamination. Cela doit se faire au moins une journée d'avance.

Procédure

A. Stérilisation des éprouvettes et des bandes de papier

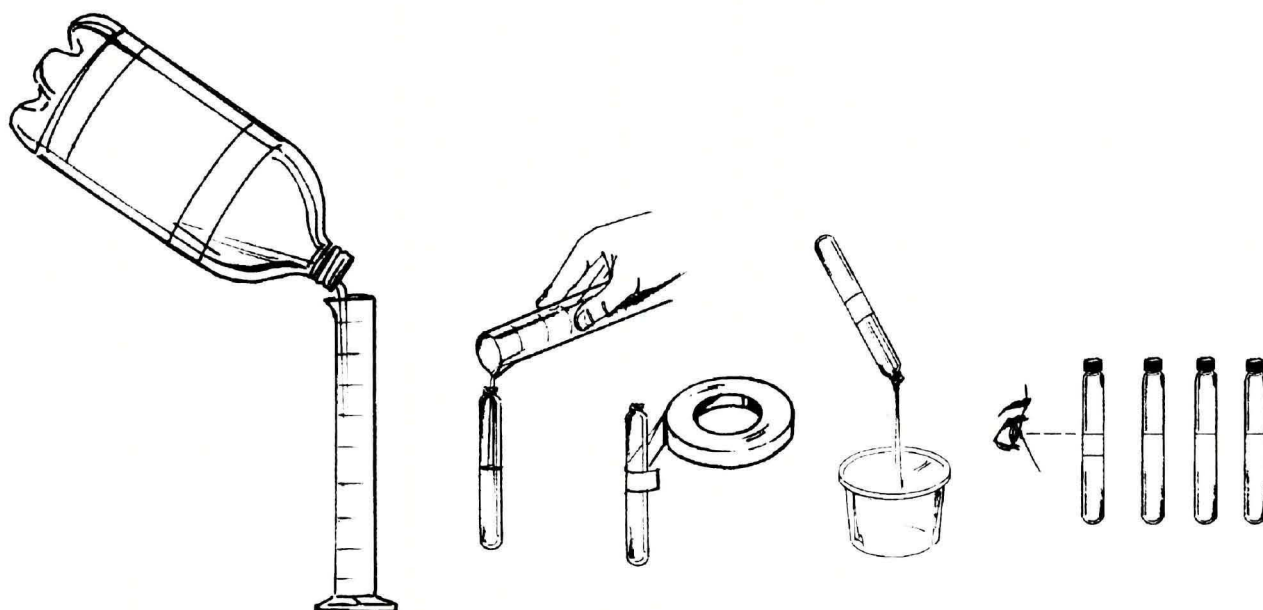
1. Lavez les bouchons et les éprouvettes comme il faut et laissez-les sécher à l'air (pour les laver, utilisez du savon et une brosse à éprouvette et rincez-les bien avec de l'eau propre).
2. Pour chacune des éprouvettes à préparer :
 - a. découpez un morceau de papier de la trousse en fines bandes entrant facilement dans une éprouvette.
 - b. déposez soigneusement les fines bandes dans l'éprouvette.
 - c. placez un bouchon sur chaque éprouvette, mais ne le serrez pas trop.
 - d. recouvrez chaque bouchon d'un petit morceau de papier d'aluminium afin de le protéger de la chaleur (les bouchons dureront ainsi plus longtemps).
 - e. Mettez les éprouvettes munies d'un bouchon (et les bandes qui s'y trouvent) au four, à $150^{\circ}C$, pendant trois à quatre minutes.
Attention ! Ne laissez pas brûler les bandes.
 - f. Retirez soigneusement les éprouvettes du four.
 - g. Laissez-les refroidir pendant 10 minutes.
 - h. Serrez les bouchons et enlevez le papier d'aluminium.
3. Vous pouvez ranger les éprouvettes stérilisées dans un endroit sombre pendant 12 mois.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Les Américains et les Canadiens sont les plus grands consommateurs d'eau, et consomment à peu près 350 litres par jour. Un Européen consomme en moyenne 140 litres, alors qu'un habitant rural du Mexique en utilise moins de 60.

B. Préparation des éprouvettes (marquées d'une étiquette indiquant 10 ml)

1. Installez et réglez l'incubateur de manière à ce que la température se maintienne entre 26 et 39° C (Lire Instructions pour démarrer dans le *Guide du professeur*).
2. Lorsque les éprouvettes (et les bandes qui s'y trouvent) sont stérilisées, **ne les ouvrez pas** tant que vous n'êtes pas prêt à prendre les échantillons.
3. À l'aide du cylindre gradué, versez 10 ml d'eau dans une éprouvette vide (sans la bande de papier).
4. Placez une bande de ruban-cache sur l'éprouvette de manière à ce que le **haut de la bande corresponde exactement avec la surface** des 10 ml d'eau.
5. Jetez l'eau et inscrivez «Éprouvette de référence».
6. À l'aide de l'éprouvette de référence, mettez du papier-cache à la même hauteur sur les cinq éprouvettes stérilisées munies d'un bouchon. (Voir l'illustration.)
7. Inscrivez sur les éprouvettes N pour «témoin normal», E1A pour «échantillon 1A», E1B pour «échantillon 1B», E2A pour «échantillon 2A» et E2B pour «échantillon 2B»



C. Cueillette des échantillons (sur le terrain)

1. **N'ouvrez pas** les éprouvettes tant que vous n'êtes pas prêt à y mettre les échantillons.
2. **Attention de ne pas contaminer** les bouchons et les éprouvettes. Ne tenez pas les bouchons par la partie qui va dans l'éprouvette et ne les déposez pas n'importe où. Tenez l'éprouvette d'une main et le bouchon de l'autre.
3. Si vous prenez l'échantillon dans un plan d'eau, rincez le contenant (le sceau) avec de l'eau de l'endroit où vous le prendrez et rejetez cette eau, **mais ailleurs** qu'à l'endroit de cueillette de l'échantillon.
 - a. Prenez **soigneusement** l'échantillon. (Voir Cueillette des échantillons).
 - b. Utilisez le contenant (le sceau).
 - c. Versez lentement 10 ml d'eau (jusqu'au haut de la bande de papier-cache) dans chacune des éprouvettes marquées. **N'oubliez pas... vous devez remplir deux éprouvettes** pour chaque type d'eau à tester.
 - d. Remettez immédiatement les bouchons sur les éprouvettes.
4. Si vous prenez les échantillons à partir d'un robinet ou d'un tuyau,
 - a. **faites attention** car l'eau atteindra vite le haut de la bande de papier-cache. Évitez de laisser déborder les éprouvettes, même si cela arrive, ça n'empêche pas de réaliser l'expérience.
 - b. Remettez **immédiatement** le bouchon sur l'éprouvette et serrez-le comme il faut.
 - c. Entourez d'un morceau de papier-cache le bouchon et l'éprouvette afin de vous souvenir **de ne pas ouvrir** l'éprouvette jusqu'au moment de jeter le contenu dans les toilettes ou les latrines à la fin de l'expérience.
5. Notez la date, l'heure, le lieu de cueillette et la description des échantillons d'eau sur la feuille de données.
6. Placez les échantillons dans l'incubateur sans tarder.

Nota : Lorsque vous rapportez les éprouvettes à l'école, ne les exposez pas directement au soleil, sinon les rayons risquent de tuer les bactéries qui s'y trouvent.

SAVIEZ-VOUS QUE...

La conservation de l'eau signifie qu'il faut réduire la quantité d'eau que nous gaspillons. Un robinet qui fuit à raison d'une goutte par seconde gaspille 25 litres d'eau par jour, soit 10 000 litres par année.

D. Préparation de la solution témoin normale (N) (À l'école)

1. Ouvrez la petite bouteille d'eau non gazéifiée **juste avant** d'en mettre dans l'éprouvette.
2. Versez 10 ml d'eau non gazéifiée dans l'éprouvette marquée d'un N (jusqu'au haut de la bande de papier-cache). Vous pouvez aussi utiliser de l'eau qui a bouilli pendant une minute comme témoin normal.
3. Refermez immédiatement l'éprouvette, placez-la dans l'incubateur avec les quatre autres éprouvettes et couvrez-les toutes les cinq d'un morceau de papier d'aluminium afin de les protéger contre la lumière de l'incubateur.

Notes et Conseils :

1. Le volume des échantillons est de SEULEMENT 10 ml. Aussi, évitez de trop dépasser la marque (si vous en mettez juste un petit peu trop, ce n'est pas grave, les résultats seront tout de même valides).
2. Vous devez réaliser deux tests avec chacun des deux échantillons (deux avec l'échantillon 1 et deux autres avec l'échantillon 2).
3. Pour des raisons de sécurité et parce que ce n'est pas vraiment nécessaire, il n'y a pas de test positif.
4. Pour ne pas perdre de temps, planifiez d'avance. Le test du H_2S doit débuter dès la cueillette de l'échantillon. Stérilisez et marquez les éprouvettes avant de vous rendre sur le terrain.
5. **N'utilisez pas** de bandes de papier indicateur de H_2S qui soient humides ou noircies.
6. Lorsque vous retirez une bande de papier de son emballage de plastique, refermez-le comme il faut tout de suite après.
7. Si le test du témoin normal noircit (résultat positif), les tests NE SONT PAS bons. Une bande noircie dans l'éprouvette de test du témoin normal signifie qu'il y a quelque chose que vous ne faites pas comme il faut et que vous ne pourrez tirer de conclusions de votre expérience. Vous devrez recommencer en vous assurant de ne rien contaminer.
8. Pendant l'incubation, ne laissez pas la température dépasser $39^{\circ}C$, sinon elle risque de tuer les bactéries que vous voulez détecter.

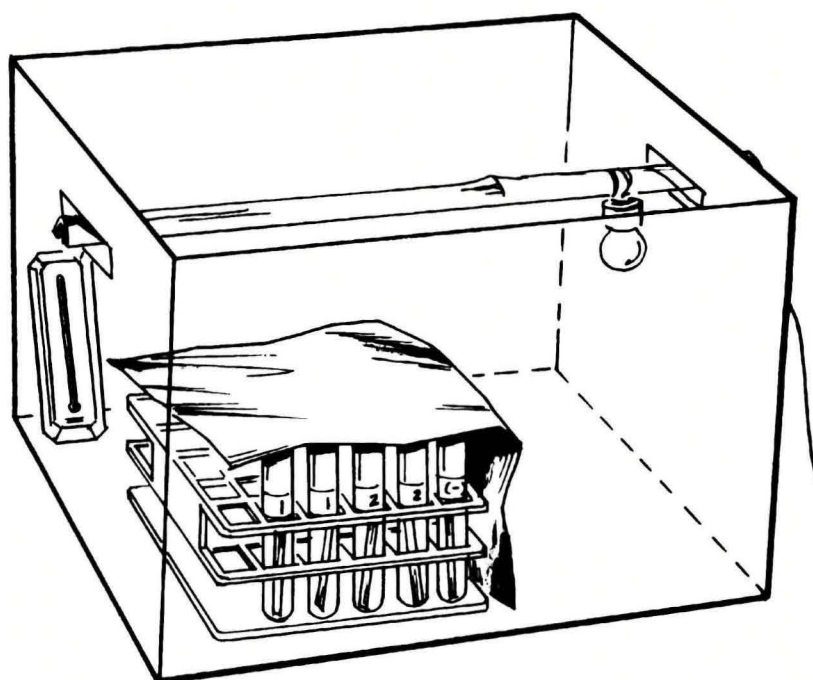
SAVIEZ-VOUS QUE...

Toutes les huit secondes, un enfant meurt des suites d'une maladie causée par l'eau.

E. Observations

1. Observez quotidiennement les échantillons pendant trois jours... ou cinq si la température est inférieure à 30° C. (Les bactéries prolifèrent plus lentement quand la température est plus basse.)
2. Notez le résultat de vos observations quotidiennes sur la feuille de données.
3. Interpréter les résultats à l'aide du guide, au bas de la feuille de données.

Nota : Un résultat négatif (les bandes de papier n'ont pas noirci) est BON. Cela signifie qu'il n'y a pas de bactéries sentinelles. Un résultat POSITIF (le contenu des éprouvettes devient noir) signifie, par contre, qu'il y en a.



Nota : Le test du sulfure d'hydrogène permet de vérifier la qualité de l'eau potable. Il est très sensible et peut détecter d'infimes concentrations de bactéries. Si vous l'utilisez pour vérifier la pollution des cours d'eau, des lacs ou des étangs, vous constaterez souvent des concentrations élevées de bactéries. Même si cette eau n'est pas potable, elle peut être néanmoins assez propre pour s'y baigner, pourvu que la concentration de bactéries soit inférieure à 1000 coliformes par 100 ml.

E. Procédure d'élimination des échantillons (Votre professeur s'en chargera.)

Précautions

Lorsque vous utilisez une puissante solution de chlore, mettez des gants de caoutchouc et des lunettes protectrices

- Préparez la solution désinfectante dans un contenant de plastique (à moitié plein).
- Ajoutez une partie d'eau de Javel (5 % de chlore) dans cinq parties d'eau.
- Versez les échantillons dans les toilettes ou les latrines. (Il se peut que des bandes de papier restent dans les éprouvettes.)
- Placez les éprouvettes vides et les bouchons dans le désinfectant pendant 30 minutes.
- Retirez les éprouvettes et les bouchons ET rincez-les à l'eau du robinet.
- Lavez-les avec la brosse à éprouvette, de l'eau et du savon.
- Rincez-les plusieurs fois avant de les ranger.
- Jetez le désinfectant dans les toilettes ou les latrines.
- Lavez le contenant avec de l'eau et du savon.

SAVIEZ-VOUS QUE...

L'accès à l'eau potable et une bonne hygiène peuvent réduire la mortalité infantile de près de 60 % dans certains pays.



MODÈLE DE FEUILLE DE DONNÉES

Test de H_2S

Imprimez-le

Expérience : _____

Nom de l'école et niveau : _____

Votre nom : _____ Date du début du test : _____

Nom du professeur : _____ Date de la fin du test : _____

Échantillon #1

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

Échantillon #2

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

OBSERVATIONS ET RÉSULTATS :

Test de H₂S



Date du début : _____

Heure : _____

Date de la fin : _____

Date : _____

Dates d'inscription des données : _____

	Temp. d'incubation	Vol. de l'échant. (ml)	Témoin normal	Échantillon 1A	Échantillon #1B	Échantillon #2A	Échantillon #2B
Jour 1							
Jour 2							
Jour 3							
Jour 4							
Jour 5							
Estimation de la pollution (bactéries/100 ml)							
Observations (intensité du noir et jour)							

Nota :

1. Pour chacune des boîtes, inscrivez, dans le tableau ci-dessus, P (positif) s'il y a du noir ou N (négatif) s'il n'y en a pas.
2. Estimation de la pollution
 - a. **S'il n'y a pas de noir après 72 heures**, cela signifie qu'il n'y a pas ou presque pas de bactéries dans l'eau (il y a moins de 10 bactéries par 100 ml). (Inscrivez : "<10 bactéries / 100 ml" dans la case correspondante)
 - b. **Si le noir met 24 à 72 heures à apparaître**, cela signifie que l'eau est probablement polluée et n'est pas bonne à boire tant qu'elle n'a pas été traitée (il y a plus de 10 bactéries par 100 ml). (Inscrivez : "> 10 bactéries / 100 ml" dans la case correspondante.)
 - c. **Si le noir apparaît après au plus 24 heures**, cela signifie que l'eau est moyennement ou très polluée et qu'elle n'est pas bonne à boire tant qu'elle n'a pas été traitée (il y a plus de 100 bactéries par 100 ml). (Inscrivez : "> 100 bactéries / 100 ml" dans la case correspondante.)
3. Effectuer des lectures le quatrième et le cinquième jours seulement si la température d'incubation est inférieure à 30° C.

Conclusions : Test du H_2S

Utilisez l'espace ci-dessous pour interpréter vos observations et les résultats de votre expérience. Vos hypothèses étaient-elles exactes ? Pourquoi ? Sinon, expliquez pourquoi.

Observations :

Notez l'information qui devrait vous aider à expliquer vos résultats à ceux qui les liront. Vous attendiez-vous à obtenir ces résultats ? Avez-vous eu de la difficulté à réaliser les expériences ? Si vous deviez recommencer l'expérience, que feriez-vous pour l'améliorer ?

Test des bulbes d'oignon

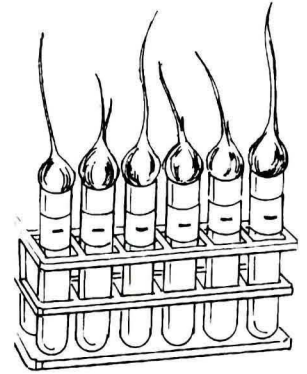
Évaluation de la toxicité de l'eau au moyen de bulbes d'oignon

But

Vérifier la toxicité de l'eau à l'aide de bulbes d'oignon d'après la croissance des racines.

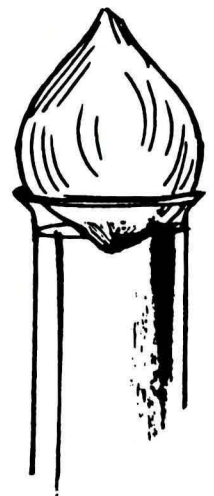
Contexte

Les plantes, comme les humains, ont besoin d'un milieu sain pour se développer et, comme pour les humains, des produits chimiques toxiques peuvent nuire à leur développement normal, surtout aux tout premiers stades. Chez les plantes, le développement des racines est très sensible aux polluants. En observant, mesurant et comparant la longueur des jeunes racines dans un milieu non toxique (la solution témoin normale), dans un milieu toxique (la solution témoin positive) et dans deux échantillons d'eau différents, on peut tirer des conclusions quant à la toxicité de l'eau des échantillons. Les tests assurent aux bulbes la quantité maximale d'eau qu'ils consommeraient dans leur environnement normal (autant qu'il leur en faut). Ce test peut servir à évaluer l'eau de différentes sources : lacs, cours d'eau, puits, réseau d'adduction.



Matériel et accessoires

- 24 bulbes d'oignon que vous placerez sur le dessus des éprouvettes. (Voir l'illustration.)
- 2 litres d'eau embouteillées non gazéifiée
- solution mère saline (Voir Instructions pour démarrer dans le *Guide du professeur*) pour servir de témoin positif
- un cylindre gradué de 100 ml
- 1 contenant propre en verre ou en plastique pour faire tremper les bulbes après les avoir pelés
- un vieux journal afin de couvrir l'aire de travail
- un linge propre afin d'essuyer les dégâts (Et il y en aura !)
- 1 couteau de plastique
- 4 pipettes de transfert
- 1 petite règle
- 1 rouleau de ruban-cache
- 24 éprouvettes
- 1 support d'éprouvettes



Précautions

N'oubliez pas que l'eau est **peut-être contaminée**. Ne vous touchez donc pas les yeux ou la bouche avec les doigts au cours de l'expérience. Lavez-vous comme il faut les mains après chaque étape.

Procédure

A. Préparation de la solution témoin positive

Nota : Cette solution saline inhibe la croissance des racines, exactement comme la pollution.

1. Utilisez un contenant d'au moins 500 ml muni d'un couvercle non métallique.
2. Versez 500 ml solution mère de NaCl dans le contenant de 500 ml.
3. Remettez le couvercle et marquez le contenant d'une étiquette indiquant «Oignon (+) 10 g/L». Inscrivez la date.

Nota : Cette solution peut être conservée un jour ou deux, mais mieux vaut préparer une solution témoin positive avant chaque expérience.

B. Préparation des bulbes en vue du test

1. Choisissez des bulbes qui resteront **sur** les éprouvettes. Essayez d'utiliser des oignons de la même taille pour chaque série d'expériences.
2. Couvrez l'aire de travail avec un journal ou un linge absorbant.
3. Marquez six éprouvettes de la lettre P pour «témoin positif», six de la lettre N pour «témoin normal», six d'un 1 pour «échantillon 1» et six d'un 2 pour «échantillon 2».
4. Placez les éprouvettes sur le support.
5. Marquez les pipettes d'un P, d'un N, d'un 1 et d'un 2.
6. Remplissez chaque éprouvette jusqu'au bord avec la solution correspondante. Il risque de déborder un peu d'eau.

Nota : Gardez assez d'eau de chaque échantillon pour remplir les éprouvettes au cours des trois prochains jours. Vous pouvez conserver assez d'échantillon et de solution témoin dans d'autres éprouvettes marquées correctement (N, P, 1 et 2). Vous aurez besoin de deux éprouvettes pour chaque solution et chaque témoin). Couvrez l'ouverture des éprouvettes avec du papier d'aluminium afin d'éviter l'évaporation.

Notes et Conseils

1. Ce test dure trois jours. Aussi, il est bon de planifier.
2. Il y a beaucoup à faire. Aussi, vous désirerez sans doute travailler en groupes.
3. Choisissez bien vos bulbes, afin qu'ils restent comme il faut sur les éprouvettes. Essayez de les prendre de la même grosseur.
4. **Attention de ne pas enlever ou de ne pas endommager** les racines des bulbes avec les mains.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Les dix années les plus chaudes jamais enregistrées l'ont été au cours des 15 dernières. Les années 1990 ont été plus chaudes que les années 1980 (la décennie la plus chaude selon les statistiques) de près de 0,1° C.

C. Début du test

1. Enlevez soigneusement la pelure brune des oignons, sans endommager les racines.
2. À mesure que vous finissez d'enlever la pelure extérieure, placez les bulbes dans un pot à moitié rempli d'eau embouteillée propre pour les empêcher de sécher.
3. Prenez les bulbes dans le pot et placez-les sur une serviette de papier afin d'en lever le surplus d'eau.
4. Placez chaque bulbe, **les racines vers le bas**, sur une éprouvette.
5. Placez les éprouvettes et les bulbes dans un endroit sûr et éclairé, mais pas exposé directement au soleil, et n'y touchez pas **pendant trois jours**. (Si vous le désirez, vous pouvez mettre un journal ou un linge sous les supports d'éprouvettes.)



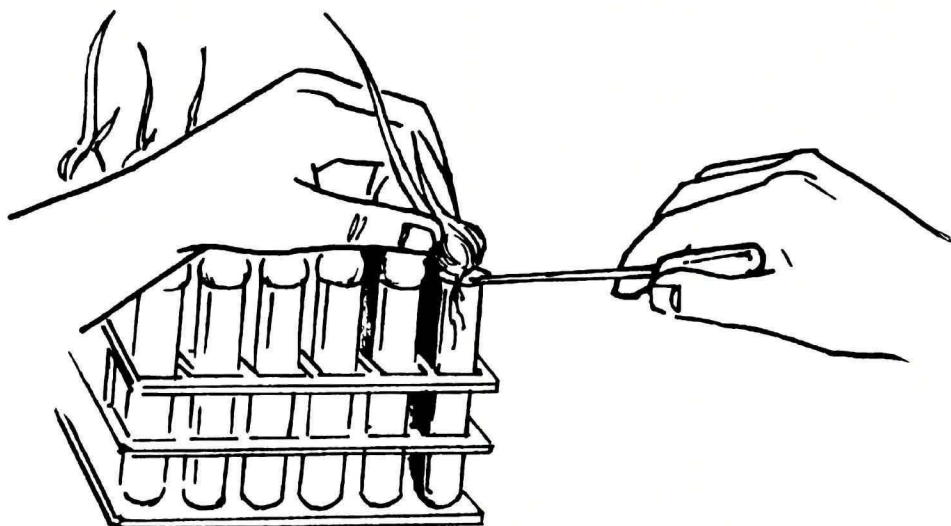
Nota : Les racines doivent tremper dans la solution.

D. Remplissage des éprouvettes

En germant, les bulbes d'oignon absorberont de l'eau par les racines. Il faut donc en rajouter dans chaque éprouvette. **Utilisez le bon échantillon d'eau et la bonne pipette pour remplir chaque éprouvette.** Attention de ne pas contaminer la solution.

Au moins une fois par jour, au cours des deux prochains jours, inclinez légèrement chaque bulbe et remplissez l'éprouvette à l'aide de la solution appropriée.

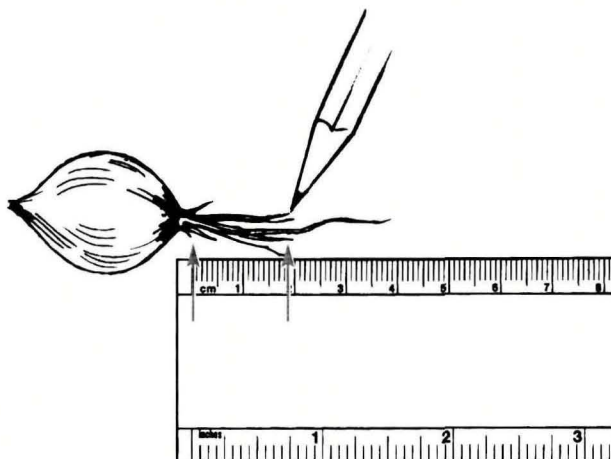
Nota : Si les racines sont longues et que vous enlevez les bulbes complètement, vous risquez d'avoir de la difficulté à les remettre dans les éprouvettes. Mieux vaut soulever les bulbes légèrement au-dessus des éprouvettes d'une main, en laissant le plus possible de racines à l'intérieur, et remplir l'éprouvette de l'autre, avec la bonne pipette.



E. Observation et mesures

Trois jours plus tard

1. Enlevez les bulbes d'oignon par groupe de six (chaque groupe manipulé séparément). Jetez celui dont les racines sont les plus courtes. Il peut arriver qu'il y en ait un qui ne soit pas bon. Enlevez-le, cela permettra de composer avec ce phénomène naturel.
2. Mesurez la longueur du paquet de racines des cinq autres bulbes, en omettant celles qui sont exceptionnellement longues ou courtes. (Voir l'illustration ci-dessous.)
3. Notez la longueur de racines de chaque paquet sur la feuille de données.
4. Répétez les étapes précédentes avec les trois autres groupes de bulbes d'oignon.
5. Calculez la longueur moyenne du paquet de racines de chaque groupe à l'aide de la formule de la feuille de données.

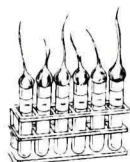


F. Nettoyage

1. Prenez des précautions. Jetez les bulbes dans un endroit sûr (dans les latrines, par exemple).
2. Lavez comme il faut votre matériel avec de l'eau et du savon et rangez-le.
3. Nettoyez votre aire de travail et demandez au professeur de la désinfecter avec une solution de chlore.
4. Lavez-vous les mains avec de l'eau et du savon.

G. Calculs et Conclusion.

Nota : Pour interpréter les résultats, comparez la longueur moyenne des racines de chaque échantillon d'eau avec celles de la solution témoin normale. Plus il y a de différence entre la solution témoin normale et l'échantillon, plus il risque d'y avoir des produits chimiques toxiques dans l'eau.



MODÈLE DE FEUILLE DE DONNÉES

Test des bulbes d'oignon

Imprimez-le

Expérience : _____

Nom de l'école et niveau : _____

Votre nom : _____ Date du début du test : _____

Nom du professeur : _____ Date de la fin du test : _____

Échantillon #1

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

Échantillon #2

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

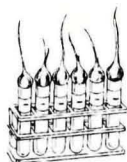
Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____



OBSERVATIONS ET RÉSULTATS :

Résultats du test des bulbes d'oignon

Date du début : _____

Heure : _____

Date de la fin : _____

Heure : _____

	Témoin normal	Échantillon 1	Échantillon 2	Témoin positif
Longueur des racines (en mm)	1. _____	1. _____	1. _____	1. _____
	2. _____	2. _____	2. _____	2. _____
	3. _____	3. _____	3. _____	3. _____
	4. _____	4. _____	4. _____	4. _____
	5. _____	5. _____	5. _____	5. _____
Somme des Longueurs	mm	mm	mm	mm
Longueur moyenne	mm	mm	mm	mm
Taux de croissance des racines	—	%	%	%

Longueur moyenne des racines =

$$\frac{\text{Sommes des Longueurs}}{\text{Nombre de paquets de racines}}$$

(Dans ce cas-ci : 5)

Taux de croissance =

$$\frac{\text{Longueur moyenne (échantillon)} - \text{Longueur moyenne (témoin normal)}}{\text{Longueur moyenne (témoin normal)}} \times 100$$

Conclusions : Test biologique des bulbes d'oignon

Utilisez l'espace ci-dessous pour interpréter vos observations et les résultats de votre expérience. Vos hypothèses étaient-elles exactes ? Pourquoi ? Sinon, expliquez pourquoi.

Observations :

Notez l'information qui devrait vous aider à expliquer vos résultats à ceux qui les liront. Vous attendiez-vous à obtenir ces résultats ? Avez-vous eu de la difficulté à réaliser les expériences ? Si vous deviez recommencer l'expérience, que feriez-vous pour l'améliorer ?

Test des hydres

Évaluation de la toxicité aiguë de l'eau au moyen d'hydres d'eau douce

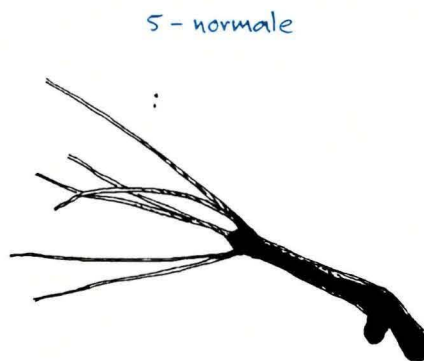
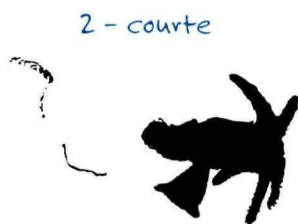
But

Évaluer la réaction des hydres aux composants toxiques se trouvant dans l'eau potable. Le test peut servir à vérifier la toxicité de l'eau à usage domestique, mais aussi des eaux de rejet industrielles, de surface ou souterraine traitées ou pas.

Contexte

L'hydre est un animal pluricellulaire présent dans la nature (d'habitude dans les étangs, les lacs et les cours d'eau), qui a besoin d'un environnement sain pour croître normalement. Sa grande sensibilité à la pollution en fait un bon indicateur de pollution. Lorsqu'elle est exposée à des polluants toxiques pendant une période prolongée (quatre jours, par exemple), son organisme se déforme selon le degré de pollution (Voir l'illustration ci-dessous.)

Certaines hydres présentent alors des «tentacules en massue», des «tentacules courts», une «phase tulipe» ou une désintégration de leur organisme. Ces déformations témoignent toutes de la présence de toxines dans l'échantillon d'eau. Au cours de cette expérience, nous exposerons des hydres à des échantillons d'eau pendant 4 jours (96 heures), puis nous observerons et compterons les hydres qui ont atteint le «stade tulipe» ou qui sont mortes.



Matériel et accessoires

- 1 cylindre gradué de 100 ml
- 1 bouteille propre d'au moins 500 ml munie d'un bouchon
- 100 ml de solution mère de témoin positif
- 400 ml d'eau embouteillée non gazéifiée
- une solution témoin négative (le milieu de culture «hydre»)
- 1 bol rond en plastique translucide d'environ 10 cm de diamètre
- 1 microplaque à 12 cupules
- 4 boîtes de Pétri en plastique (35 × 10 mm)
- 8 pipettes graduées en polyéthylène
- 1 loupe grossissant 10 fois
- des hydres dans un milieu de culture «hydre» (fournies à condition d'en faire la demande)
- 2 échantillons d'eau à tester (Voir Cueillette des échantillons d'eau)

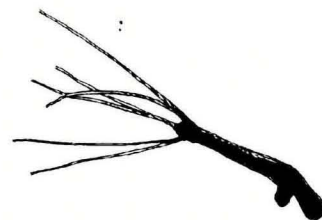
Précautions

N'oubliez pas que **l'eau est peut-être contaminée**. Ne vous touchez donc pas les yeux ou la bouche avec les doigts au cours de l'expérience. Lavez-vous comme il faut les mains après chaque étape.

Notes et Conseils

Ce test demande plus de planification que les autres, surtout si votre professeur a décidé d'élever des hydres pour les expériences. Dans certains cas, un laboratoire expérimental de votre pays les élèvera et les enverra à votre professeur à temps pour vos expériences. Vous **devez** alors être prêt à réaliser les tests dans les 24 heures suivant la réception des hydres.

N'oubliez pas... un test négatif est BON. Il signifie que les organismes se développent normalement et que l'échantillon ne présente pas un niveau anormal de pollution. Un test positif, par contre, N'EST PAS BON. Il signifie que quelque chose déclenche une mauvaise réaction de la part des organismes. Si vous obtenez un résultat POSITIF, l'échantillon est fort probablement pollué.



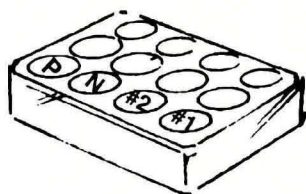
Procédure

Notes : Suivre les étapes A et B **avant la réception des hydres**

A. Préparation de la solution témoin positive

1. À l'aide de ruban-cache, marquez la bouteille de 500 ml propre d'une étiquette indiquant «Hydres (P) 2 g/L».
2. Indiquez la date de préparation.
3. Avec le cylindre gradué, versez 100 ml de solution mère dans la bouteille de 500 ml qui est marquée.
4. Ajoutez 400 ml d'eau embouteillée non gazéifiée dans la bouteille marquée.
5. Fermez-la bien et agitez-la comme il faut.
6. Vous pouvez conserver la solution jusqu'à deux semaines même s'il est préférable de préparer une solution fraîche avant chaque expérience.

B. Installation de l'équipement



1. À l'aide de ruban-cache, marquez le dessus et le dessous de la micro-plaque à 12 cupules : 1 rangée de 3 cupules marquées P pour «témoin positif», une rangée de 3 cupules marquée N pour «contrôle négatif», ainsi qu'une rangée de 3 cupules marquée 1 et une autre marquée 2 pour chacun des deux échantillons.
2. Marquez l'extérieur et les couvercles des boîtes de Pétri : l'une d'un P, l'une d'un N, l'une d'un 1 et une autre d'un 2. Ces boîtes de Pétri serviront de cupules de transfert intermédiaires pour les hydres. Elles permettent de rincer les organismes AVANT de les placer sur la micro-plaque à 12 cupules.
3. Marquez chacune des pipettes graduées de manière à ce qu'elles correspondent aux boîtes de Pétri (P, N, 1 et 2)

C. À la réception des hydres

Conservez-les à la température de 20 à 24° C sous un éclairage diurne et nocturne normal (environ 16 heures de lumière et huit heures d'obscurité). Les tests doivent commencer dans les 24 heures suivant la réception des hydres.

Nota : Si vous prévoyez conserver les hydres plus de 24 heures, vous devez les nourrir. Suivez la procédure intitulée «Conservation des hydres», dans la section *Guide du professeur* du présent manuel. **Ne nourrissez pas les hydres 24 heures avant le test.** Lorsque vous êtes prêt pour le test, suivez la procédure suivante.



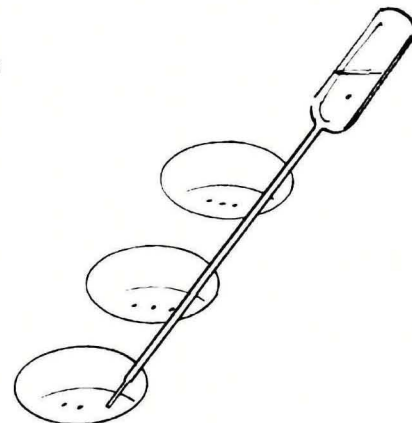
1. À l'aide d'une pipette propre, transférez 4 ml de solution témoin positive dans chacune des trois cupules marquées d'un P et 4 ml dans la boîte de Pétri marquée d'un P.
2. À l'aide de la pipette appropriée, faites de même pour les cupules et la boîte de Pétri marquées N et celles marquées 1 et 2.
3. Versez du milieu de culture «hydre» (de l'eau embouteillée non gazéifiée) dans un petit bol translucide, à peu près jusqu'aux deux tiers.
4. **Lavez-vous les mains**, puis rassemblez les hydres au centre du bol de culture (celui dans lequel elles ont été livrées), en agitant le milieu de culture «hydre» avec l'index.

Nota : L'agitation du support avec le doigt pendant 15 à 20 secondes dans le même sens suffira à entraîner les hydres au centre du contenant.

5. À l'aide d'une pipette propre, prélevez environ 50 hydres et transférez-les dans le petit contenant rempli de milieu de culture «hydre».
6. Avec une pipette propre, prélevez des hydres saines et placez-en 15 dans chacune des quatre boîtes de Pétri.

Nota : Mieux vaut sélectionner des hydres sans bourgeon ou ayant un bourgeon légèrement formé. Leurs tentacules, une fois déployés, doivent être de la même longueur que leur corps.

7. Au moyen de la pipette marquée P, transférez trois hydres saines dans la boîte de Pétri marquée P et placez-les dans l'une des trois microcupules marquées de la même lettre, puis faites de même pour les deux autres microcupules.
8. Avec la pipette appropriée, faites la même chose pour les trois cupules marquées N, 1 et 2. Chaque cupule de la microplaque doit contenir trois hydres saines provenant de la boîte de Pétri correspondante.
9. À l'aide d'une loupe grossissant 10 fois, observez et notez la forme des hydres tout de suite après les avoir placées dans les cupules (heure du début : 0 heure).
10. Couvrez la microplaque avec son couvercle et placez-la dans un endroit éclairé sûr, à l'abri des rayons du soleil, sans y toucher pendant quatre jours (ne nourrissez pas les hydres pendant la durée de l'expérience).



D. Observations et mesures

Après quatre jours (environ 96 heures)

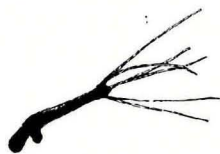
À l'aide la loupe grossissant 10 fois, observez et notez la forme des hydres sur les feuilles de données.

Nota : Notez les changements possibles quant à la forme de leur corps : déformation légère (tentacules en forme de massue), déformation modérée (tentacules courts), déformation importante (stade tulipe ou décès). Il est utile de faire des croquis de vos observations.

Interprétation des changements de forme des hydres avec celles de la solution normale : Rappelez-vous que la solution témoin normale est un exemple de bonne eau. Il ne devrait pas y avoir de décès d'hydres dans la solution normale, **mais** il peut néanmoins arriver qu'il y en ait un sur neuf. Si plus d'un organisme sur neuf présentent des tentacules courts ou atteignent le stade tulipe, les résultats des autres échantillons ne sont probablement pas valables. Autrement dit, la population d'hydres que vous avez utilisée n'était pas saine, de sorte que les autres échantillons du test ne permettent pas de tirer de conclusion.

Interprétation des changements de forme des hydres avec celles des échantillons d'eau : Plus il y a d'hydres qui ont atteint le stade tulipe ou sont mortes après 96 heures, plus l'échantillon d'eau risque d'être toxique. Si, dans une rangée, cinq hydres ou plus sur neuf sont mortes, cela signifie que leur taux de mortalité est supérieur à 50 %. Vous pouvez conclure que l'échantillon est probablement contaminé par des toxines. Le temps qu'il faut aux hydres pour présenter des effets mauvais (positifs) constitue une bonne indication de la puissance des toxines de l'échantillon.

Nota : Avec la solution témoin positive, **toutes** les hydres devraient être mortes au bout de 96 heures.



MODÈLE DE FEUILLE DE DONNÉES

Test biologique des hydres

Imprimez-le

Expérience : _____

Nom de l'école et niveau : _____

Votre nom : _____ Date du début du test : _____

Nom du professeur : _____ Date de la fin du test : _____

Échantillon #1

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

Échantillon #2

Vérification du pH _____

Provenance de l'eau (puits, ruisseau, étang, rivière, fleuve, etc.) : _____

Endroit (ville, village, ferme, etc.) : _____

Lieu de cueillette de l'échantillon (près d'une usine, dans la nature, à la ferme, etc.) : _____

Est-ce que l'eau était claire ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il des sédiments (de petites particules de sol) dans l'eau ?
(Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ NonY avait-il une odeur ? (Encerclez la bonne réponse.) ☐ Oui ☐ Non

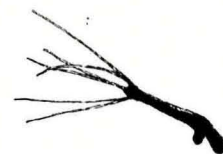
Si vous avez répondu «Oui», l'odeur était-elle forte ? _____

Depuis combien de temps avait-il plu lorsque vous avez pris l'échantillon ? _____ jours

Était-ce une ☐ pluie abondante ☐ légère ?

Autres renseignements au sujet de l'échantillon : _____

OBSERVATIONS ET RÉSULTATS : Test biologique des hydres



Date du début : _____

Heure : _____

Date de la fin : _____

Heure : _____

Nombres d'hydres à chaque stade (forme de l'organisme)

STADE :	À l'heure du début	Total d'hydres	(96 h) N	(96 h) S	(96 h) T et D	% M
Témoin normal						%
Témoin Positif						%
Échantillon d'eau 1						%
Échantillon d'eau 2						%

Symboles : N = aucun changement. S = tentacules courts ou en massue. T = stade tulipe. D = Décès (désintégration).
% M = taux de mortalité après 96 heures

Nota : Pour déterminer le taux de mortalité, utilisez le nombre total d'hydres après 96 heures, y compris celles qui viennent de naître s'il y a lieu.

Taux de mortalité =
$$\frac{(\text{Nombre total d'hydres arrivées au stade tulipe ou décédées après 96 h} \times 100)}{\text{Nombre total d'hydres après 96 h dans chacune des trois cupules}}$$

ou %M =
$$\frac{T + D}{N + S + (T + D)} \times 100$$

Utilisez l'espace ci-dessous pour interpréter vos observations et les résultats de votre expérience. Vos hypothèses étaient-elles exactes ? Pourquoi ? Sinon, expliquez pourquoi.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Notez l'information qui devrait vous aider à expliquer vos résultats à ceux qui les liront. Vous attendiez-vous à obtenir ces résultats ? Avez-vous eu de la difficulté à réaliser les expériences ? Si vous deviez recommencer l'expérience, que feriez-vous pour l'améliorer ?

[illegible]

E. Utilisation de l'internet pour le projet AQUAtox 2000

Qu'est-ce que l'internet ?

L'internet, aussi appelé la Toile, n'est pas vraiment «quelque chose». Il s'agit plutôt d'un concept, c'est-à-dire une idée. La Toile c'est un réseau qui permet aux ordinateurs partout dans le monde de communiquer électroniquement entre eux, au moyen de câbles et de machines spéciales. Lorsque vous accédez à l'internet, vous communiquez avec un autre ordinateur, quelque part, qui lui peut communiquer avec un autre ordinateur lui-même capable de communiquer avec un autre ordinateur, et ainsi de suite à la grandeur de la planète.

Assis devant votre ordinateur, vous pouvez communiquer avec quelqu'un ou un ordinateur et visiter des sites web partout dans le monde. Tout ce que vous avez à faire, c'est composer un numéro et lancer un logiciel de navigation. Avant même de le savoir, vous pourrez échanger de l'information et des messages avec d'autres personnes, n'importe où dans le monde.

Pourquoi utiliser l'internet ?

L'internet est un élément important du projet AQUAtox 2000. Le site web du projet est le centre auquel les élèves, les professeurs et les scientifiques ont accès et où ils peuvent afficher et échanger de l'information sur l'eau, la santé et l'état de l'environnement dans le monde. Tous les membres du projet AQUAtox 2000 peuvent communiquer entre eux régulièrement, de façon rapide, efficace et amusante. Comme membre, vous pourrez partager les résultats de vos expériences avec d'autres élèves dans le monde et discuter avec eux de l'importance de l'eau pour la qualité de vie.

Adresse de notre site web :

<http://www.idrc.ca/aquatox>

La première fois que vous accéderez au site, vous verrez s'afficher la page d'accueil du projet AQUAtox 2000. Vous avez le choix entre trois langues : l'espagnol, l'anglais ou le français. Il y également un moteur de recherche qui sert à trouver et récupérer de l'information. Si vous avez une question, vous obtiendrez rapidement une réponse.

La page d'accueil comprend cinq sections

Trousse expérimentale

Cette section contient une copie du manuel, une description étape par étape de la façon de réaliser les tests et de l'information qui vous aideront à réaliser le projet. Il y a également des liens avec les documents de base décrivant la version originale des tests.

Ressources

Cette section vous permet de vérifier vos connaissances sur l'eau au moyen d'un questionnaire interactif. Vous trouverez également des liens donnant accès à d'autres sites internet traitant d'éducation et d'environnement, à des sources d'information utile et à une banque d'images (des photos) et de dessins envoyés par les écoles du projet.

Babillard

Le Babillard permet d'échanger de l'information avec d'autres élèves, professeurs ou scientifiques du projet AQUAtox en échangeant des messages, et d'accéder aux connaissances et à l'expérience des différentes écoles dans le monde.

Pour les professeurs, il y a également une «salle des professeurs» où ils peuvent échanger des idées et des théories.

Résultats

Cette section permet aux élèves d'entrer les résultats de leurs expériences, mais aussi de consulter une carte du monde indiquant dans quel pays et quelle région se trouvent les écoles membres du projet. Pour obtenir de l'information au sujet d'une école ainsi que ses élèves et ses professeurs, il suffit de pointer et cliquer sur l'école qui vous intéresse. Vous pouvez également consulter la «page des résultats» pour vous informer du déroulement des expériences ailleurs dans le monde.

Quoi de neuf

Cette section comporte trois volets. Les **Annonces**, qui informent les participants des événements et des activités du projet AQUAtox, le **Compte-rendu du mois**, qui présente des travaux d'élèves, et les **Contributions spéciales**, qui servent à remercier ceux qui ont envoyé des documents au site web (compte-rendu, images, dessins, etc.).

F: Glossaire

Bactéries : Ces organismes unicellulaires (constitués d'une seule cellule), comme les *Salmonella* et les *Shigella*, peuvent causer des maladies aux humains et aux animaux.

Contamination chimique : Elle peut nuire à la reproduction et à la croissance normale des êtres vivants et causer le cancer et des intoxications ou endommager notre matériel génétique.

Cycle de l'eau : Moins de 1 % de l'eau sur la planète est de l'eau douce. Celle-ci est sans cesse recyclée par la nature grâce à l'évaporation, la condensation et la pluie et voyage constamment entre les océans, les cours d'eau, le sol, l'atmosphère et les êtres vivants.

Eau souterraine : Source d'eau potable qui se trouve sous le sol.

Effet de serre : Réchauffement de l'atmosphère de la planète causé par l'accumulation des émissions de dioxyde de carbone et d'autres gaz. Bien des scientifiques croient que ce phénomène permet aux rayons du soleil de réchauffer la planète et empêche la chaleur de s'échapper de l'atmosphère. C'est exactement ce qui se produit dans une serre, sauf que celle-ci utilise des vitres au lieu de gaz.

Engrais chimique : Produit chimique ou mélange de produits chimiques favorisant la croissance et le développement des plantes.

Helminthe : Ver qui peut parasiter les intestins (ou l'estomac)

Microbes : Êtres vivants minuscules observables uniquement à l'aide d'un microscope. Certains microbes peuvent causer des maladies à d'autres organismes ou encore aux humains, aux animaux et aux plantes. Ils sont responsables de maladies hydriques comme le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie bacillaire, l'hépatite infectieuse et de bien d'autres.

Pesticide : Produit chimique ou mélange de produits chimiques servant à détruire les insectes ou les organismes nuisibles pour les plantes de culture ou les animaux.

Pluie acide : Eau de pluie, contaminée par des produits chimiques rejetés dans l'atmosphère par les émissions d'usine et de voiture, plus acide que la pluie normale.

Pollution : Tout ce qui, ajouté à l'environnement, est nocif pour les êtres vivants.

Protozoaires : Organismes microscopiques, unicellulaires eux aussi, mais plus gros et plus complexes que les bactéries. Certains protozoaires peuvent vivre dans une grande variété d'animaux et chez les humains et sont excrétés dans les selles. Les amibes ou *cryptosporidia* causent souvent la diarrhée.

Réchauffement de la planète : La pollution atmosphérique accroît l'effet de serre en produisant davantage de gaz qui retiennent la chaleur dans l'atmosphère et créent une augmentation de température.

Solution témoin normale (ou *témoin négatif*) : Échantillon de «bonne» eau non toxique comparé avec d'autres échantillons d'eau. La *solution témoin négative* sert d'exemple (ou de point de référence) quant aux résultats des tests effectués avec de l'eau propre.

Témoin positif : Solution permettant d'obtenir des résultats semblables à ceux que donnerait de l'eau contaminée.

Test biologique : Essai d'une substance (comme l'eau ou les effluents industriels) sur des organismes afin d'en déterminer la qualité ou le danger pour la santé et l'environnement.

Toxicité : Possibilité ou capacité d'une substance à causer des effets nocifs pour les organismes vivants.

Virus : Organismes plus petits que les bactéries qui se reproduisent en infectant les cellules vivantes.