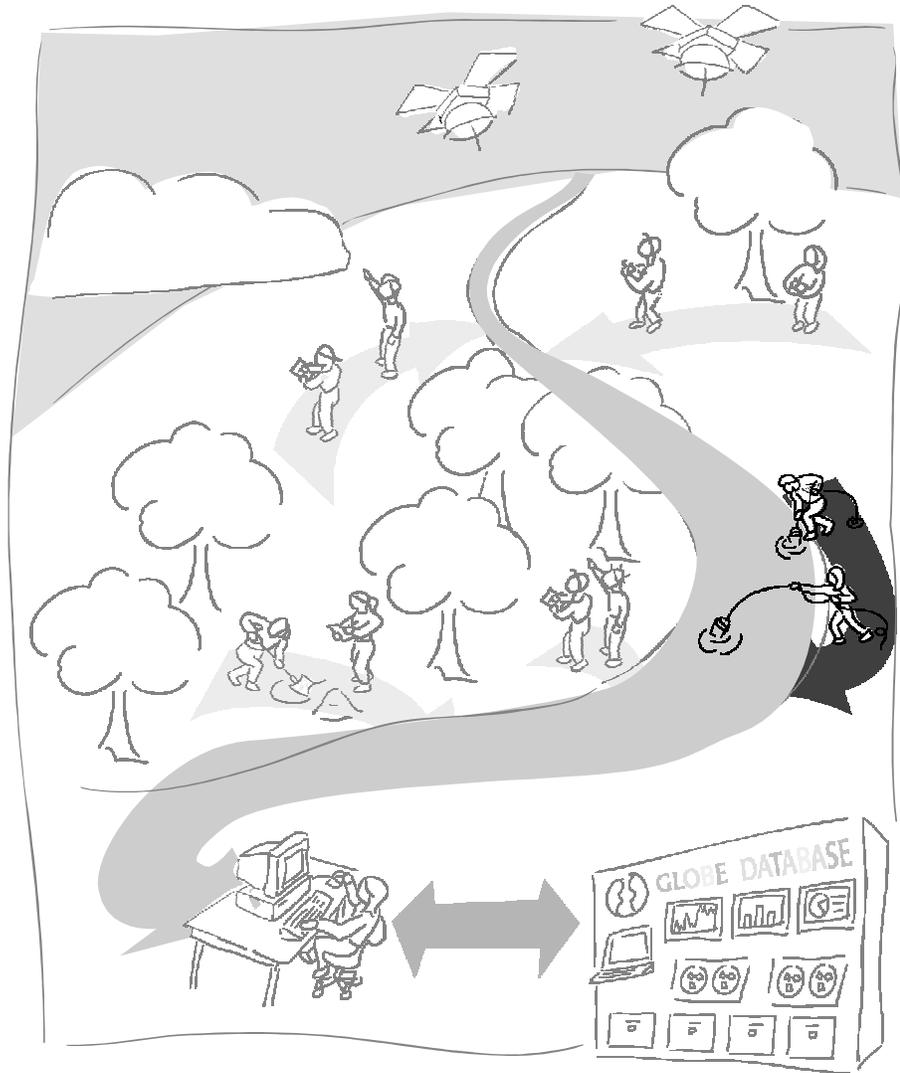


Etude de l'hydrologie



Une unité d'apprentissage GLOBE®



Aperçu de l'étude de l'hydrologie



Protocoles

Mesures Hebdomadaires

Transparence
Température de l'eau
Taux d'oxygène dissous
Conductivité électrique
Salinité
pH
Alcalinité
Nitrate

Mesures facultatives

Titration de la salinité (hebdomadaire)
Macro-invertébrés d'eau douce (deux fois par an)

Séquence recommandée des activités

- Lisez l'introduction, particulièrement les sections « *les Mesures GLOBE* » et « *au travail* ».
- L'activité d'apprentissage « *La marche de l'eau* » jettera les bases d'une première approche de l'hydrologie et éveillera l'intérêt des élèves au sujet du site choisi.
- L'activité « *Modélisation du bassin versant* » donne une vue d'ensemble du bassin local et du site d'étude de l'eau par rapport à celui-ci.
- Cartographiez votre site d'étude. Au début de votre étude, pour mieux définir votre site d'étude, faites une carte du site et prenez des photos pour les envoyer à GLOBE.
- L'activité d'apprentissage « *Pratique des protocoles* » apprend à vos élèves comment utiliser les instruments et suivre les protocoles pour collecter des données.
- Commencez à recueillir des échantillons. Allez sur le site et commencez les mesures hebdomadaires sur l'eau.
- Utilisez la section « *Analyser les données* » à la fin de chaque protocole comme guide pour interpréter vos données, posez des questions et interprétez ce que vous avez trouvé. Commencez à comparer vos résultats avec d'autres mesures GLOBE.
- Concentrez-vous sur les concepts scientifiques clés en effectuant les activités suivantes :
 - « *Détectives de l'eau* » et « *jeu du pH* » présentent aux élèves les variables essentielles de la chimie de l'eau et soulignent la nécessité d'utiliser des instruments pour certaines mesures
 - « *Modélisation du bilan hydrique* » apprend aux élèves à utiliser leurs données à des fins de modélisation.

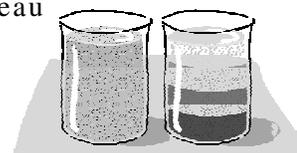


Table des matières

Introduction

Pourquoi s'intéresser aux eaux de surface ?.....	Introduction 1
Vue d'ensemble	Introduction 2
Les mesures GLOBE.....	Introduction 3
Au travail.....	Introduction 7

Protocoles

Construction des instruments, sélection du site, documentation du site et cartographie, procédures d'échantillonnage

Protocole de mesure de la transparence de l'eau

Protocole de mesure de la température de l'eau

Protocole de teneur en oxygène dissous

Protocole de mesure de la conductivité électrique

Protocole de mesure de la salinité

Protocole de mesure du pH

Protocole de mesure d'alcalinité

Protocole de mesure du nitrate

Protocoles facultatifs

Protocole des Macro-invertébrés d'eau douce*

 Substrats rocheux dans l'eau

 Multi-habitat (échantillons de lac, étang, cour d'eau au fond sableux ou boueux)

Protocole de Macro-invertébrés marins*

Protocole de mesure de la salinité par titrage*

Activités d'apprentissage

La marche de l'eau*

Modélisation du bassin versant

Pratiques des protocoles*

Les détectives de l'eau*

Le jeu du pH

Modélisation du bilan hydrique

Appendice

Fiche de définition du site hydrologique Appendice 2

Fiche de relevé des données de contrôle qualité Appendice 4

Fiche de relevé des données hydrologiques Appendice 5

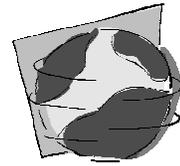
Feuille de relevé de données d'identification des macro-invertébrés..... Appendice 9

Carte du site hydrologique..... Appendice 11

Glossaire Appendice 12

* Voir la version électronique complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site Internet GLOBE et sur CD-rom.

Introduction



Quel est l'état des étendues d'eau sur terre – des ruisseaux, rivières, lacs, et autres bords de mer? Comment les conditions varient-elles au fil des années? Et changent-elles d'année en année?

Grâce à l'étude de l'hydrologie, vous pourrez répondre à ces questions en surveillant les eaux près de votre école. Notre connaissance des grands procédés de mesure de l'eau est basée sur l'analyse de très peu de sites. Et ces analyses ont seulement été faites quelques fois. Par exemple, les données que nous disposons sur les lacs sont basées sur des analyses qui n'ont été faites qu'une ou deux fois depuis dix ans.

Dans le but d'évaluer les changements d'état des étendues d'eau, nous avons besoin d'informations fiables au sujet des conditions actuelles et passées. Et si des changements sont en train de se produire, comparer les analyses de nombreux sites à de multiples endroits peut nous aider à comprendre ce qu'il se passe.

Pourquoi étudier les eaux de surface ?

L'eau n'est pas seulement quelque chose que nous buvons, elle fait partie de nous. L'eau constitue 50 à 90 pour cent du poids de tous les organismes vivants. C'est l'une des substances les plus abondantes et importantes de la terre. L'eau assure la subsistance des plantes et des animaux, joue un rôle essentiel dans les conditions atmosphériques, façonne la surface du globe par l'érosion et autres processus, et couvre environ 70% de la surface de la terre.

Les mesures du taux d'oxygène dans l'eau et de son pH renseignent directement sur la capacité d'une eau à accueillir la vie aquatique. Il est intéressant de suivre à la fois le cycle annuel de certains paramètres, tels que le taux

d'oxygène, l'alcalinité et le pH, mais aussi d'effectuer des comparaisons entre les différents types d'eau.

Nous pouvons nous poser des questions telles que: est-ce que le niveau d'oxygène dissout est toujours le taux maximum autorisé par la température de l'eau ou bien est-ce qu'il est en déclin durant une partie de l'année ? Si ce taux est faible, nous voulons connaître la cause. On peut voir si le pH diminue juste après une chute de pluie ou après une grosse fonte des neiges dans un lac ou un ruisseau. Si nous trouvons une baisse de pH, nous sommes en droit d'attendre un faible taux d'alcalinité. En fait, nous pouvons déduire d'une eau à faible alcalinité qu'elle a subi une chute de pH suite à une pluie ou une fonte des neiges. Nous devons toutefois effectuer les mesures pour voir si oui ou non, c'est bien ce qui s'est passé. Développer une base de données avec ces mesures nous permettra de répondre à de telles questions.

En dépit de son abondance, la plus grosse partie de l'eau sur terre n'est pas utilisable. Si l'on représente l'eau de la terre par 100 litres, 97 sont constitués d'eau salée et les 3 restants sont essentiellement de la glace. De ces 100 litres, uniquement trois millilitres peuvent être consommés ; cette eau est pompée du sol ou issue des fleuves ou des lacs.

Dans de nombreux pays, les actuels programmes de mesures ne couvrent que quelques étendues d'eaux et cela quelques fois pas ans seulement. Nous espérons que les mesures GLOBE que vous prendrez pourront aider à combler le fossé et à améliorer notre compréhension des ressources d'eau sur terre. Cette connaissance peut nous aider à prendre des décisions plus intelligentes au sujet de notre façon d'utiliser, de gérer et de profiter de ces ressources.

Vue d'ensemble

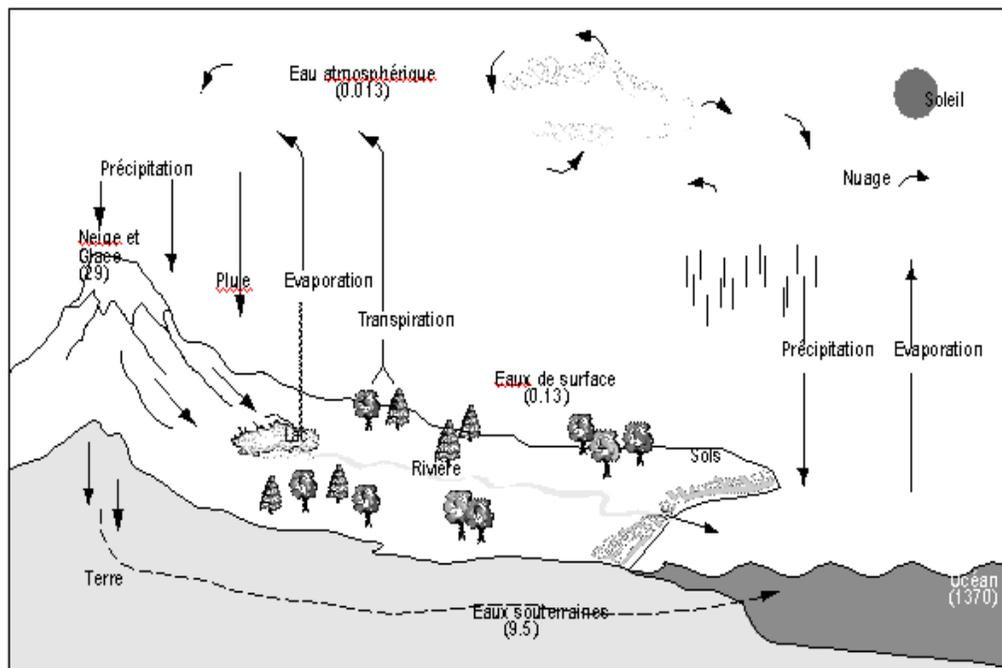
Le cycle hydrologique

L'eau passe continuellement de la surface de la Terre à l'atmosphère selon un processus appelé le cycle hydrologique. Ce cycle de l'eau est l'un des processus fondamentaux de la nature. Sous l'effet du rayonnement solaire et d'autres influences, l'eau des océans, des fleuves, des lacs, des sols et de la végétation s'évapore dans l'air et devient de la vapeur d'eau. La vapeur d'eau s'élève dans l'atmosphère, refroidit et se transforme en eau liquide ou en glace, formant des nuages. Lorsque les gouttelettes d'eau ou les cristaux de glace deviennent suffisamment gros, ils retombent à la surface de la terre sous forme de pluie ou de neige. Au sol, l'eau se comporte de trois façons : une grande partie s'infiltrate dans le sol où elle est soit absorbée par les plantes soit percolée et forme des nappes souterraines ; une autre partie ruisselle dans les cours d'eau, et finalement dans les océans ; le reste s'évapore.

L'eau des lacs, la neige des montagnes, l'humidité de l'air et la rosée font toutes partie du même système. Au cours de l'année, la perte annuelle d'eau à la surface du globe est égale aux précipitations totales. Si l'on change une partie du système, telle que la couverture végétale d'une région ou l'utilisation des terres, le reste est affecté.

L'eau joue un rôle dans de nombreuses réactions chimiques importantes et c'est un bon solvant. L'eau à l'état pur ne se trouve que rarement dans la nature car elle transporte de nombreuses impuretés au cours du cycle hydrologique. La pluie et la neige capturent les particules de poussières (aérosols) qui se trouvent dans l'air. De plus, les eaux acides dissolvent les rochers. Des fragments de roches, petits, mais visibles, se retrouvent en suspension dans l'eau et contribuent à la turbidité de l'eau. Lorsque l'eau percole dans le sol, elle vient en contact étroit avec des roches et en dissout les minéraux. Ces impuretés dissoutes ou en suspension dans l'eau déterminent sa qualité.

Figure HY-1-1: Cycle Hydrologique- Les nombres en parenthèses représentent les capacités en milliers de kilomètres cubes des réservoirs d'eau disponible.



D'après Mackenzie and Mackenzie, 1995, et Gaillardet and Gutzler, 1993

Les mesures GLOBE

Quelles mesures prendre ?

Par différents prélèvements, les étudiants mesureront les paramètres suivants :

Transparence

Température

Teneur en oxygène dissous

Conductivité électrique

Salinité

pH

Alcalinité

Teneur en nitrates

Optionnel (Protocoles dans le guide en ligne GLOBE): Titrage de la salinité,

Macro-invertébrés d'eau douce

Mesures individuelles

Transparence

La lumière solaire, indispensable à la croissance des plantes vertes, se propage mieux dans l'eau claire que dans l'eau trouble qui contient des solides en suspension et l'eau colorée. Deux méthodes sont couramment utilisées pour mesurer la transparence de l'eau, c'est à dire la profondeur à laquelle la lumière pénètre dans l'eau, à savoir le disque de Secchi et le tube de turbidité. Les premières mesures de transparence de l'eau ont été effectuées en 1865 par le Père Pietro Angelo Secchi, conseiller scientifique du Pape. Cette technique simple et courante consiste à immerger un disque noir et blanc de 20 cm de diamètre dans de l'eau et à mesurer la profondeur à laquelle il devient invisible, puis visible de nouveau quand on le remonte. Une autre technique consiste à verser de l'eau dans un tube dont le fond est semblable à un disque de Secchi et à noter la hauteur de l'eau dans le tube lorsque le motif noir et blanc n'est plus visible. On utilise le disque de Secchi dans les eaux calmes, profondes, et le tube de transparence dans les eaux tranquilles ou vives, et aussi pour mesurer les eaux peu profondes ou la couche supérieure des eaux profondes.

Température

La température de l'eau est en grande partie déterminée par la quantité d'énergie solaire

absorbée par l'eau, ainsi que par le sol et l'air environnant. Plus l'énergie est absorbée, plus la température monte. Les eaux utilisées à des fins industrielles et rejetées dans une masse d'eau peuvent également en augmenter la température. L'évaporation à la surface peut également diminuer la température de l'eau, mais seulement dans une couche superficielle très mince. Pour chaque relevé, l'origine de l'eau doit être indiquée. En effet, les températures près de la source seront proches de celle de la source (l'eau de fonte des neiges sera froide alors que l'eau au sol est plus douce). Les températures de l'eau loin de la source sont influencées par la température atmosphérique. D'autres paramètres, tels que la conductivité électrique ou la teneur en oxygène dissous, sont dépendants de la température de l'eau. C'est également un facteur primordial pour la vie aquatique.

Oxygène dissous

L'eau est une molécule constituée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène, d'où la formule H₂O. Néanmoins, toute masse d'eau contient non seulement des molécules d'eau mais aussi des molécules d'oxygène gazeux (O₂) dissous dans l'eau. L'oxygène dissous constitue une impureté naturelle de l'eau. Les animaux aquatiques, tels que les poissons et le zooplancton dont ils se nourrissent, ne respirent pas l'oxygène des molécules d'eau, mais les molécules d'oxygène dissous dans l'eau. Si la teneur en oxygène dissous est insuffisante, la vie aquatique ne peut plus survivre. Les teneurs en oxygène dissous inférieures à 3mg/l sont stressantes pour la plupart des organismes aquatiques.

PH

Le pH est la mesure de l'acidité de l'eau. Le pH de l'eau influe sur la plupart de ses processus chimiques. L'eau ne contenant aucune impureté (et sans contact avec l'air) a un pH de 7. L'eau contenant des impuretés a un pH de 7 lorsque ses acides et ses bases s'équilibrent. Un pH inférieur à 7 indique que l'eau est acide et un pH supérieur à 7 que l'eau est basique.

Conductivité électrique

L'eau par elle-même conduit mal l'électricité. Ce sont les impuretés de l'eau, telles que les sels dissous, qui lui donnent ses propriétés conductrices. Comme il n'est pas pratique d'analyser l'eau en termes de substances qu'elle contient, la conductivité électrique (facilité avec laquelle un courant électrique passe dans l'eau) est un bon indicateur de la teneur totale en impuretés. Plus la teneur en impuretés est élevée, plus la conductivité électrique augmente.

Salinité

L'eau de mer est salée. Sa teneur en matières dissoutes est nettement supérieure à celle de l'eau douce. La salinité de l'eau est caractérisée par sa teneur en sel exprimée en grammes d'impuretés par kilogramme d'eau (g/kg). La salinité moyenne des océans est de 35g/kg, le chlorure de sodium (NaCl), le constituant principal du sel de cuisine, y contribuant le plus. Comme la teneur en chlorures de l'eau de mer ne varie guère d'un endroit à l'autre, on peut mesurer la teneur en chlorures (chlorinité) pour estimer la salinité totale. La salinité varie beaucoup dans les baies et les estuaires, car c'est là que l'eau douce se mélange à l'eau de mer. Tous les continents de la Terre ont des lacs intérieurs salés. Les exemples les plus connus sont la mer Caspienne en Asie Centrale, le Grand Lac Salé en Amérique du Nord et plusieurs autres dans la Grand Rift d'Afrique de l'Est. Certains de ses lacs sont plus salés que les océans. Les eaux deviennent salées car les fleuves transportent des sels provenant du lessivage ou de la dissolution des roches continentales. Lorsque l'eau s'évapore, les sels demeurent et s'ajoutent aux matières dissoutes. Lorsque l'eau est saturée de matières solides, celles-ci précipitent et se déposent. La salinité des océans ne change que très lentement, sur des milliers d'années, alors que celle des lacs intérieurs peut changer rapidement d'une heure à l'autre ou sur des années, en fonction des changements de régime de précipitations (pluie ou neige).

Alcalinité

L'alcalinité est la mesure de la résistance de l'eau à l'abaissement du pH lorsque des acides y sont ajoutés. Les apports d'acides proviennent en général des chutes de pluie ou de neige, mais aussi du sol dans certaines régions. L'alcalinité provient de la dissolution par l'eau de roches contenant du carbonate de calcium sous forme de calcite ou de calcaire. Lorsqu'un lac ou une rivière ont une alcalinité insuffisante (inférieure à 100 mg/l), un gros apport d'acides par une grosse chute de pluie ou une fonte des neiges rapide peut détruire l'alcalinité de l'eau de sorte que le pH tombe à un niveau nuisible aux amphibiens, aux poissons et au zooplancton.

Nitrate

Les plantes d'eau douce et d'eau sale nécessitent trois substances nutritives principales pour leur croissance, à savoir le carbone, l'azote et le phosphore. En fait, la plupart des plantes utilisent ces trois substances nutritives dans la même proportion et ne peuvent pas croître si l'une d'entre elles est insuffisante. Le carbone est relativement abondant dans l'air sous forme de dioxyde de carbone et se dissout dans l'eau. Pour cette raison, le manque d'azote ou de phosphore limite en général la croissance des plantes aquatiques. Dans certains cas, les substances nutritives telles que le fer à l'état de trace peut également limiter la croissance. L'azote est présent dans les étendues d'eau sous de nombreuses formes, telles que l'azote moléculaire dissous (N₂), des composés organiques, l'ammonium (NH₄⁺), les nitrites (NO₂⁻) et les nitrates (les plus importants pour la croissance des plantes).

Macro-invertébrés d'eau douce

Des millions de créatures peuplent les étendues d'eau douce, les lacs, les rivières et les marécages. Les macro-invertébrés, qui consistent en une variété d'insectes, de larves, de crustacés, de mollusques, de vers, tous invertébrés, vivent dans la boue, le sable, le gravier ou bien dans les plantes submergées et les souches. Ils jouent un rôle crucial dans l'écosystème et particulièrement dans la

chaîne alimentaire puisqu'ils sont une source de nourriture pour les animaux plus gros. Les micro-invertébrés, tels que les moules par exemple, aident à filtrer l'eau. D'autres sont charognards et mangent les matières mortes dans l'eau, tandis que certains sont les prédateurs de micro-organismes. Les macro-invertébrés nous apprennent beaucoup de choses au sujet des conditions dans les étendues d'eau. En effet, ils sont sensibles aux changements de pH, de taux d'oxygène dissous, de salinité, de transparence de leur habitat. Leur habitat est l'endroit dont l'animal a besoin pour vivre et grandir. Les échantillons de macro-invertébrés nous permettent d'estimer la biodiversité, d'examiner l'écologie d'une étendue d'eau et d'explorer les relations entre les mesures chimiques et les organismes peuplant le site.

Où prendre les mesures?

Toutes les mesures hydrologiques sont prises sur le site d'étude. N'importe quelle étendue d'eau, facile d'accès, sans danger et qui peut être surveillée régulièrement par votre école peut convenir, même si les eaux naturelles sont préférées.

Le site doit contenir (par ordre d'importance):

1. cours d'eau ou rivière
2. lac, réservoir, baie ou océan
3. étang
4. Une fosse d'irrigation ou une étendue d'eau si les situations décrites ci-dessus ne sont pas accessibles.

Quand prendre les mesures?

Les mesures doivent être collectées à la même heure chaque jour, sur une base hebdomadaire. Si votre site d'étude gèle pendant l'hiver ou s'assèche, assurez-vous d'avoir collecté ces informations chaque semaine jusqu'à ce que vous puissiez avoir de nouveau accès au site.

Note: Certaines périodes de l'année peuvent être plus propices pour effectuer des mesures. Lorsqu'une fonte de neige de printemps a lieu dans une rivière, l'augmentation du niveau d'eau et des sédiments changera les données très significativement. Une ou plusieurs fois par an, les lacs peuvent totalement changer et

l'eau du lac peut se mélanger. Cela peut se produire au printemps, à la fonte des neiges. Ces changements peuvent causer des changements surprenants dans vos mesures. Observez bien les changements saisonniers et mensuels. Utilisez la section *Commentaires de* la page d'entrée des données GLOBE pour enregistrer vos observations pour aider à l'interprétation de vos résultats.

Collecter des informations sur les macro-invertébrés d'eau douce deux fois par an, une fois au printemps et à la fin de l'été ou au début de l'automne avant les premières gelées.

Si vos saisons alternent entre humide et sèche, choisissez une date dans la seconde moitié de la saison humide et la seconde date à la saison sèche, six mois après le premier prélèvement si possible. Si vous n'avez pas de changement cyclique marqué, demandez aux experts locaux de vous dire quand vous pourriez trouver la plus large diversité de macro-invertébrés dans l'eau. Faites un prélèvement à ce moment là et faite en un autre six mois plus tard.

Participation des élèves ?

Les élèves doivent être répartis en groupe de 2 ou 3 pour faire les mesures. Les tâches à répartir au sein d'un groupe sont le prélèvement des échantillons d'eau, le traitement des échantillons et l'enregistrement des données. Si possible, il est préférable que plusieurs groupes mesurent le même paramètre (deux groupes, par exemple, peuvent mesurer la teneur en oxygène dissous). Plus d'élèves peuvent ainsi participer et de ce fait assurer un certain contrôle de la qualité des mesures. Les groupes d'élèves faisant les mêmes mesures doivent se communiquer les résultats afin de déterminer s'ils sont en accord. Si le même échantillon donne des résultats différents, les élèves doivent vérifier leurs procédures et recommencer les mesures afin de déterminer les sources éventuelles d'erreurs. Le contrôle de la qualité des données constitue un élément critique de l'apprentissage.

Tableau HY-1-1: Niveau des élèves pour la réalisation des mesures hydrologiques et temps estimés

Niveau	Mesures	Temps (minutes)
<i>Débutant</i>	Transparence	10
	Température	10
	pH	10
	Conductivité	10
	Salinité	10
<i>Intermédiaire ou avancé</i>	Oxygène dissous	20
	pH	10
	Alcalinité	15
	Nitrate	20
<i>Optional</i>	Salinité	10
	Macro-invertébrés d'eau douce	3-6 heures

Combien de temps faut-il pour prendre les mesures ?

Le temps nécessaire à la prise de mesure dépendra de la distance entre l'école et le site d'étude, de la compétence des élèves, et de comment le groupe est organisé. Si chaque groupe d'élève procède à toutes les mesures, cela prendra plus de temps que si de petits groupes sont responsables de différents jeux de mesures chaque semaine.

Au travail

Pour les protocoles hebdomadaires, les élèves prendront des échantillons d'eau à partir d'une étendue d'eau sélectionnée, détermineront leur composition, et analyseront les données pour mieux comprendre l'eau et ses impacts sur l'environnement. Chaque année, il est demandé aux étudiants d'établir une carte et de photographier le site d'étude. L'une des raisons majeures qui limite l'utilisation des données est la pauvreté de la documentation à propos du site d'étude.

Pour le protocole des Macro-invertébrés d'eau douce, les élèves prendront des échantillons de l'eau de leurs sites deux fois par an pour déterminer le nombre et le type de Macro-invertébrés. Les élèves compareront ces données avec les données chimiques,

historiques et d'autres indices pour comprendre le modèle et les tendances de l'eau qu'ils étudient.

Objectifs pédagogiques

Les élèves participant à ces activités pourront améliorer leurs capacités à comprendre les concepts expliqués dans ce chapitre. Ces capacités incluent l'utilisation d'un large éventail d'instruments et de techniques de mesures ainsi que l'analyse de données. Les capacités scientifiques listées dans le tableau gris sont basées sur la supposition que le professeur a complété le protocole en incluant le chapitre Analyse des données. Si cette section n'est pas utilisée, toutes les aptitudes décrites ne seront pas obtenues. Les concepts scientifiques correspondent aux programmes de l'éducation nationale américaine recommandés par le Conseil national de la recherche américain et incluent également les concepts des sciences de la terre et de l'espace. Les concepts géographiques sont tirés des programmes nationaux de géographie. Les concepts facultatifs d'enrichissement ont été également pris en compte. Le tableau gris au début de chaque protocole ou de chaque activité donne les concepts clef et les compétences scientifiques correspondants.

Références

T.E. Graedel and P.J. Crutzen (1993) *Atmospheric Change: An Earth System Perspective*. W.H. Freeman and Company, New York
 F.T. Mackenzie and J.A. Mackenzie (1995) *Our Changing Planet: An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change*. Prentice Hall, New Jersey.



Construction des instruments, sélection, renseignement et cartographie, procédures d'échantillonnage.

Des instructions pour construire des équipements sont fournies, ainsi que sur la manière de sélectionner, décrire et cartographier un site d'étude d'hydrologie. On montre également aux étudiants comment prélever un échantillon d'eau à analyser.

Protocole de mesure de la transparence de l'eau

Les étudiants commencent à mesurer la transparence de l'eau sur leur site d'étude avant qu'il soit perturbé, en utilisant un disque de Secchi ou un tube de transparence.

Protocole de mesure de la température de l'eau

Les étudiants mesurent la température de l'eau

Protocole de teneur en oxygène dissous

Les étudiants mesurent la teneur en oxygène dissous dans l'eau de leur site en utilisant un kit d'oxygène dissous.

Protocole de conductivité électrique

Les étudiants mesurent la conductivité électrique de l'eau dans les sites d'eau douce.

Protocole de mesure de la salinité

Les étudiants mesurent la salinité d'un échantillon d'eau salée ou saumâtre en utilisant un hydromètre et un thermomètre.

* Voir la version complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site Web GLOBE et sur CD-ROM.

Protocole de mesure du pH

Les étudiants mesurent le pH de l'eau en utilisant du papier pH ou un pH-mètre.

Protocole d'alcalinité

Les étudiants mesurent l'alcalinité de l'eau en utilisant un kit de test d'alcalinité

Protocole de mesure du nitrate

Les étudiants mesurent la teneur en nitrate-azote de l'eau en utilisant un kit de test de nitrate.

Protocole des macro invertébrés d'eau douce*

Les étudiants collectent, identifient et comptent les macro invertébrés sur les sites d'eau douce.

Protocole des invertébrés marins*

Les étudiants estiment la densité de certaines espèces animales trouvées dans la zone intertidale aux emplacements côtiers.

Protocole de mesure de la salinité par titrage*

Les étudiants mesurent la salinité de l'eau salée en utilisant un kit de titrage pour la salinité.

* Voir la version complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site Web GLOBE et sur CD-ROM.

Construction d'instruments

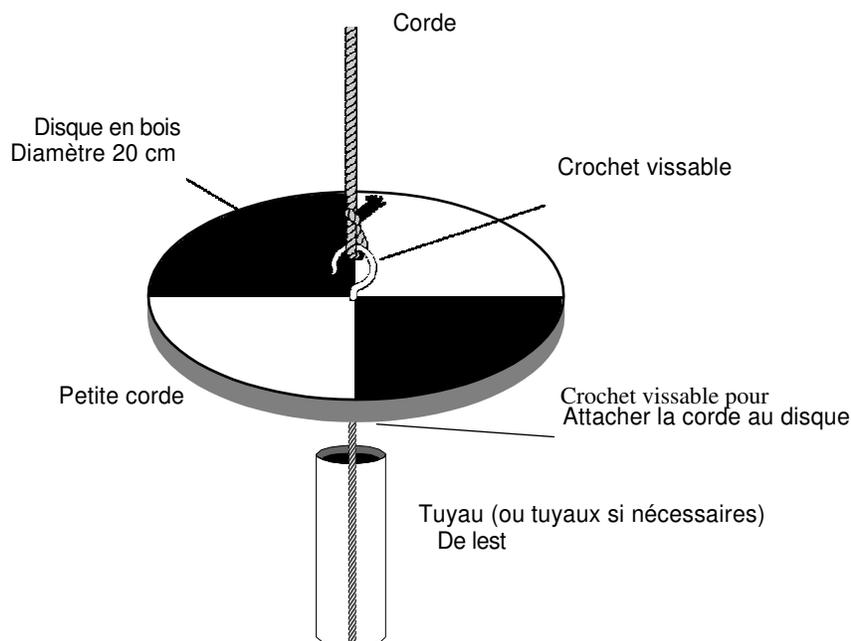
Instructions pour fabriquer un disque de Secchi pour mesurer la transparence de l'eau

Matériel

- q Disque en bois (20 cm de diamètre)
- q Peinture (blanche et noire)
- q 2 crochets vissables (2-3 cm)
- q Tuyaux de lest
- q 5 mètres de corde (ou plus selon la profondeur de l'eau)
- q Mètre adhésif
- q marqueurs indélébiles à l'eau (noir, rouge, bleu)
- q Petit morceau de corde (approximativement 50 cm- 1 m)

Consignes de construction

1. Divisez la face supérieure du disque en quatre cadrans égaux. Tracez légèrement au crayon deux droites formant un angle de 90 degrés pour identifier les cadrans.
2. Peignez les cadrans opposés en blanc et noir.
3. Vissez les crochets au centre des faces supérieures et inférieures du disque. Nouez la corde de 5 m (ou plus) sur la vis supérieure.
4. Nouez le petit morceau de corde sur le crochet inférieur. Nouez la corde au tuyau. Faites un gros noeud à travers le tuyau pour qu'il ne tombe pas lorsqu'il est suspendu verticalement sous le disque.
5. Mesurez et marquez la corde la plus longue au marqueur noir tout les 10 cm.
6. Mesurez et marquez la corde la plus longue au marqueur bleu tout les 50 cm, et au marqueur rouge tout les mètres.



Construction d'instruments

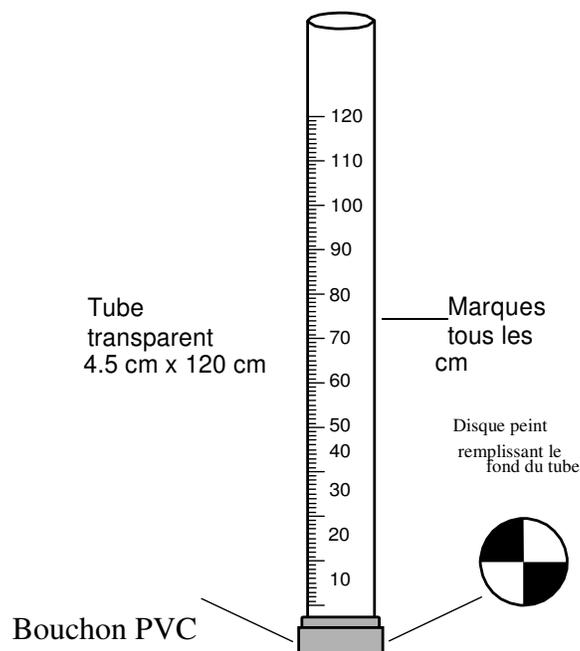
Instructions pour fabriquer un tube de transparence pour mesurer la transparence de l'eau

Matériel

- q Tube transparent (environ 4.5 x 120 cm)
- q Bouchon en PVC ajusté au tube
- q Marqueur noir permanent indélébile à l'eau
- q Mètre adhésif

Consignes de construction

1. Dans le fond du bouchon en PVC, dessinez un disque de Secchi (cadrans noirs et blancs alternés) au marqueur noir.
2. Mettez le bouchon en PVC sur le tube. Le bouchon doit s'ajuster de manière à ce que l'eau ne s'infilte pas.
3. Utilisez le marqueur et le mètre pour tracer une échelle sur le côté du tube. Le fond du bouchon qui contient le disque de Secchi est à 0 cm. Marquez chaque cm à partir de ce point.



Construction d'instruments

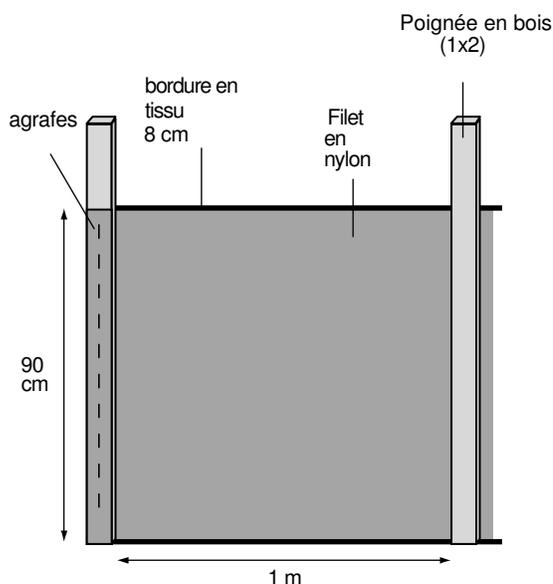
Instructions pour fabriquer un filet pour attraper des macros invertébrées d'eau douce

Matériel

- | | |
|--|--|
| q Filet en nylon de 95 cm x 132 cm (Maille de 0.5 mm) | q Agrafes |
| q Filet en nylon de 120 cm x 150 cm (ou plus) maille de 0,5 mm) pour une cheminée(optionnel) | q 2 morceaux de Jean ou tissu lourd (8 cm x 132 cm chacun) |
| q 2 barreaux (132 cm de long, 4 à 5 cm de diamètre) | q Aiguille et fil, ou ruban adhésif étanche épais |

Consignes de construction

1. Pliez chaque bande de jean sur les bords du long filet (maille 0,5mm). Maintenez en place en cousant, ou en utilisant le ruban adhésif.
2. Attachez le filet en nylon et le tissu aux barreaux avec des agrafes. Les barreaux doivent être au niveau du filet et dépasser de manière à former des poignées.
3. Attachez les barreaux afin que le filet emballe les barreaux jusqu'à ce que le filet mesure 1m, et agrafez à nouveau.
4. Optionnel: Au centre, coupez un carré de 30 x 30 cm pour coudre un filet en forme de cheminée. Ce n'est pas nécessaire mais peut-être très utile pour regrouper les organismes et les transférer dans le seau. Si vous avez plus de filet, vous pouvez donner à l'ensemble du filet une forme de cheminée commençant à 90 cm, et prenant une forme de filet à papillon.



Construction d'instrument

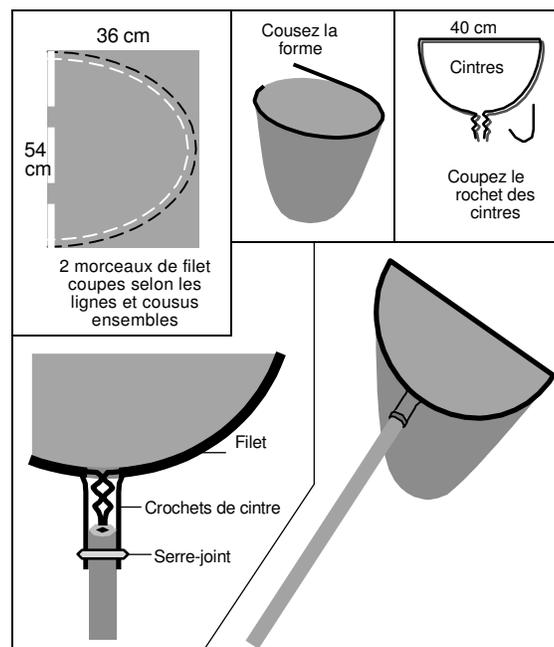
Instructions pour fabriquer un filet en D pour récolter les macros invertébrés d'eau douce

Matériel

- q 2 filets de nylon (36 x 53 cm) (maille de 0,5mm)
- q 1 mètre de câble très raide, ou 3 cintres
- q Tissu épais (8 x 91 cm) (ex jean)
- q Aiguille et fil, ou ruban épais résistant à l'eau
- q Manche de 152 cm (balais, ou râteau)
- q Serre-joint de 4cm

Consignes de Construction

1. Étendez les deux morceaux de filet, l'un face à l'autre. Coupez une forme de filet, et cousez-les ensemble (cf. diagramme).
2. Ouvrez le filet afin que les coutures soient à l'intérieur. Cousez les bandes de tissu (8 x 91 cm) sur les bords de l'ouverture du filet, laissant une ouverture pour laisser les poignées.
3. Glissez le câble dans la housse de tissu et croisez les extrémités à l'ouverture. Utilisez le ruban épais pour lier les cintres.
4. Percez un trou dans la poignée assez grand pour insérer les extrémités des câbles.
5. Attachez le filet au manche en insérant les câbles percés au bout du manche. Bouclez un petit morceau de câble sur le filet et utilisez le serre-joint pour sécuriser le filet sur le manche.



Construction d'instruments

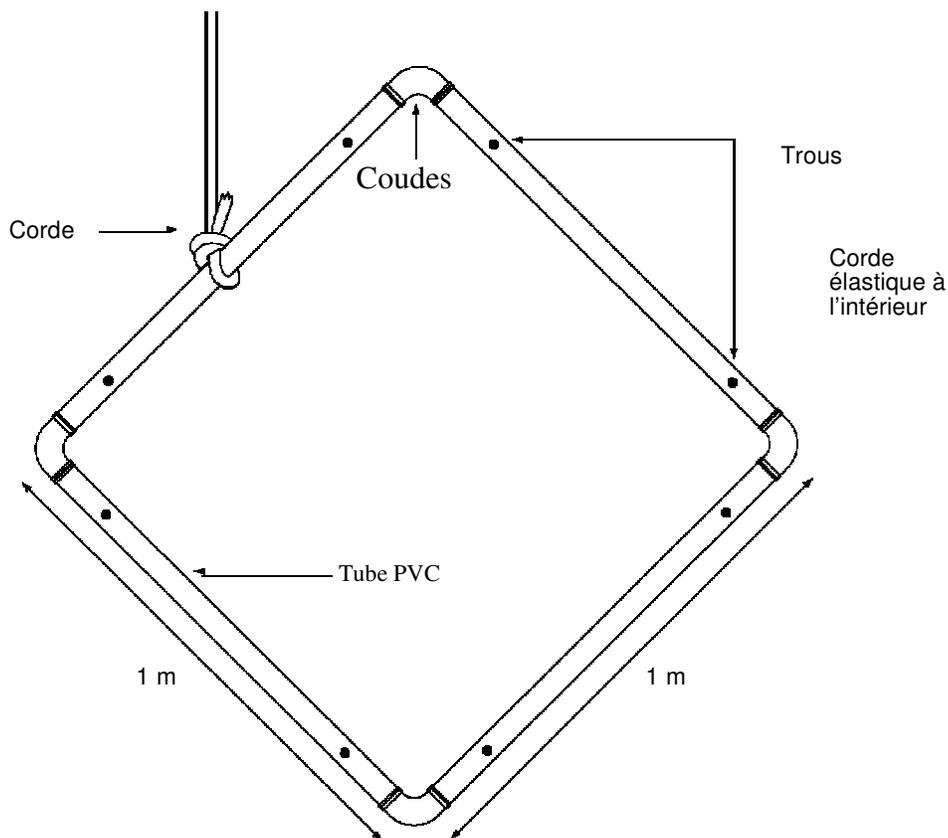
Instructions pour fabriquer un cadre à utiliser lors de la collecte de macros invertébrées d'eau douce

Matériel

- q 4 manches creux en PVC (100 cm)
- q 3.5 mètres de corde élastique
- q 4 coudes creux en PVC
- q 3 mètres de corde, plus si nécessaire

Consignes de construction

1. Assemblez les quatre coudes avec les manches et ajustez-les de manière à obtenir un cadre intérieur de 1 x 1 m.
2. Percez les quatre manches pour permettre à l'eau de pénétrer et pour éviter au cadre de couler.
3. Enfilez la corde élastique dans les quatre manches et nouez les extrémités. Elle solidarise le cadre dans l'eau et vous permettra de le plier.
4. Attachez la corde au cadre pour pouvoir le sortir de l'eau après échantillonnage.



Construction d'instruments

Instructions pour fabriquer des tamis à utiliser lors de la collecte de macros invertébrés d'eau douce

Matériel

- q Filet en nylon, coton ou métal de 25 x 25 cm (Maille de 0.5 ou moins)
- q Colle
- q Cylindre en métal ou plastique rigide (5 cm de haut, 20 de diamètre, ces dimensions pouvant changer selon utilisation)
- q Bâton ou spatule
- q ciseaux

Consignes de Construction

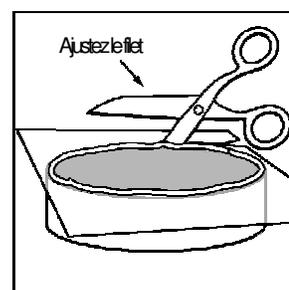
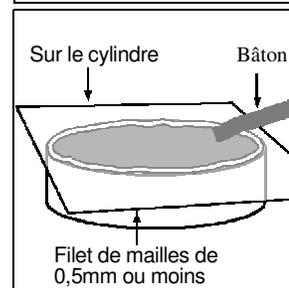
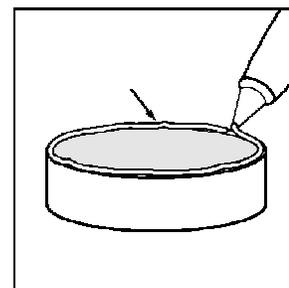
1. Les cylindres doivent avoir deux ouvertures. Ajoutez de la glue sur la bordure supérieure.

2. Placez le cadre de filet sur la glue, et utilisez le bâton ou la spatule pour compresser le filet.

3. Ajoutez à nouveau de la colle sur le filet.

4. Laissez la glue sécher complètement (suivez les instructions de la colle).

5. Une fois la glue sèche, coupez la portion de filet qui dépasse.



Construction d'instrument

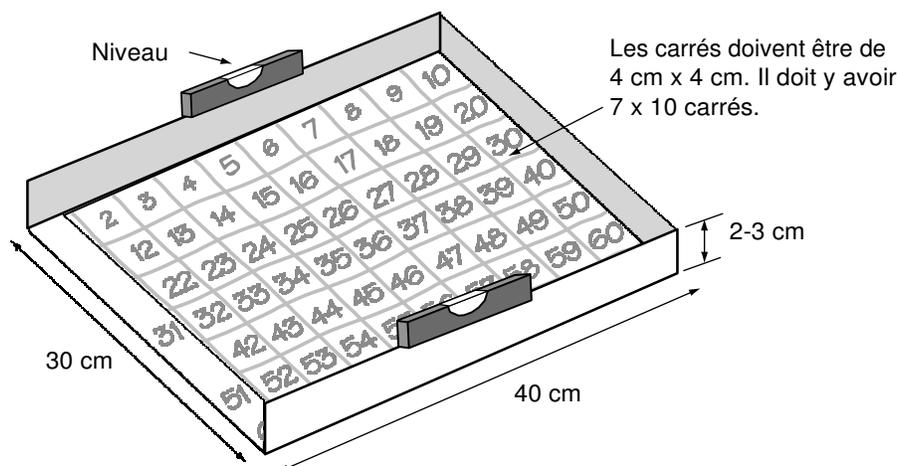
Instructions pour fabriquer la grille de sous échantillonnage à utiliser lors de la collecte de macro invertébrés d'eau douce

Matériel

- q Morceau de plastique rigide, planche ou carton (30 x 40 cm) avec une bordure d'au moins 2-3 cm OU un couvercle plat en métal ou plastique (30 x 40 cm)
- q Règle
- q Marqueur indélébile résistant à l'eau
- q Eprouvette graduée
- q Joint silicone isolant résistant à l'eau
- q Peinture non toxique, résistant à l'eau (Si votre plateau ou couvercle n'est pas blanc)
- q deux petits niveaux

Consignes de Construction

1. Si vous utilisez un morceau de plastique plat, une planche, ou un carton, coupez le à la bonne taille, puis peignez le avec la peinture blanche, non toxique, et résistante à l'eau. La bordure le long du tableau doit pouvoir supporter 2 à 3 cm d'eau.
2. Tracez une grille sur la feuille composée de 4 cm x 4 cm.
3. Utilisez le joint silicone pour tracer ce quadrillage, en construisant des lignes de 5mm d'épaisseur.
4. Numérotez les cadres.
5. Collez les deux niveaux de part et d'autre de la grille.
6. Mesurez le volume d'eau nécessaire pour couvrir la grille d'eau afin que chaque carré soit rempli jusqu'à la limite en joint. Cela contiendra les macros invertébrées vivant dans leurs grilles.
7. Notez ce volume, et le nombre de carrés sur la *feuille de d'identification de macros invertébrés d'eau douce...*
8. Entraînez-vous à lire la grille et à remplir les carrés.



Questions fréquemment posées

1. Comment dois-je lester mon Disque Secchi?

Utilisez assez de poids pour que le disque coule verticalement.

2. Quelle doit être la longueur de la corde du Disque de Secchi?

La longueur de corde nécessaire dépendra de la transparence de l'eau, et de l'endroit où vous effectuerez la mesure. Si vous mesurez depuis un pont ou d'un quai par exemple, vous aurez besoin de quelques mètres de plus pour atteindre la surface de l'eau. Si l'eau à évaluer est plutôt trouble et que vous mesurez depuis un point proche de l'eau, vous ne devriez pas avoir besoin de plus que de quelques mètres

3. Ou puis-je trouver un long tube transparent pour réaliser mon tube de transparence?

De nombreuses drogueries vendent de longs tubes pour protéger les ampoules fluorescentes. Ils feront d'excellents tubes de transparence. S'il n'y en a pas de disponibles, un tube transparent de plastique de dimension approprié pourra être utilisé. La longueur du tube est plus importante que son diamètre.

4. Que faire si mon tube fuit au niveau du bouchon?

Si votre tube fuit, utilisez du joint silicone étanche pour sceller le bouchon.

5. Est-il envisageable de percer un petit trou dans le tube de transparence près du fond, remplir le tube avec de l'eau, puis la vider jusqu'à ce que le disque apparaisse?



Cette méthode est acceptable pourvu que la mesure soit effectuée très rapidement. Les particules s'amassent très facilement, spécialement si elles sont drainées par l'eau qui s'écoule dans le trou. La lecture doit être faite avant que les particules ne s'amassent et n'obscurcissent le disque. Ces tubes doivent être vidés et rincés entre les mesures pour être sûr de ne pas entâcher la mesure précédente.

6. Un tube de transparence peut-il être plus long ou plus court que 120 cm?

La longueur du tube devrait être d'environ 120 cm. Quelques écoles ne testeront que des eaux dont la transparence n'excèdera pas 20 centimètres, et ils n'auront pas besoin de plus long tube. D'autres pourront étudier des eaux dont la transparence est supérieure à 120 cm. La distance standard de 120 cm devrait toutefois être conservée, pour standardiser la mesure.

Sélection du site

Idéalement, le *site d'étude hydrologique* sera situé dans les 15 km x 15 km du site d'étude GLOBE. Dans cette zone, sélectionnez un site ou les mesures hydrologiques (température de l'eau, transparence, pH, oxygène dissoute, alcalinité, conductivité électrique ou salinité, nitrate, ou macro invertébrés d'eau douce) pourront être prises. Vous pouvez aussi sélectionner une masse d'eau qui suscite votre intérêt dans le site d'étude GLOBE. Les masses d'eau qui intéressent le plus les scientifiques sont, par ordre de préférence :

1. Fleuve ou rivière
2. Lac, réservoir, baie ou océan
3. Etang
4. Un fossé d'irrigation ou toute autre masse d'eau choisie car aucune de celles-ci n'est accessible ou disponible dans votre site d'étude GLOBE.

Vous devez récolter tous les échantillons d'eau depuis le même endroit sur votre *site hydrologique*. On parlera de *site d'échantillonnage*.

Si votre site est une masse d'eau en mouvement, comme un fleuve ou une rivière, placez votre *site d'échantillonnage* sur une zone où l'eau est turbulente, mais ne bouge pas trop rapidement, par rapport à des eaux calmes ou à des rapides. Si votre site est une masse d'eau inerte, comme un lac ou un réservoir, trouvez un *site d'échantillonnage* près de la zone aval, ou vers le milieu de cette zone, mais pas près d'un affluent. Un pont, ou une jetée sont deux bons choix.

Si votre masse d'eau salée ou saumâtre est soumise à des marées, vous aurez à en connaître les horaires, pour un endroit aussi proche que possible de votre *site hydrologique*.

L'échantillonnage de macros invertébrées d'eau douce est effectué dans des endroits près de votre *site d'échantillonnages* pour les tests de qualité. En effet, puisque des créatures vivent dans des habitats différents, les sites d'échantillonnages dépendront des types d'habitats représentés près de votre site. Les protocoles vous amèneront à sélectionner et à échantillonner différents habitats.

Si d'autres études sont menées sur votre site de recherche, prenez-en connaissance avant que vos étudiants ne prennent leurs mesures, afin qu'ils n'interfèrent pas avec les autres recherches. Vos étudiants pourront peut-être contribuer à la poursuite des recherches avec leurs mesures.

Documenter votre site d'étude hydrologique

Les informations concernant votre site hydrologique GLOBE sont essentielles pour que les étudiants et les scientifiques interprètent les données de votre école. Les étudiants doivent conserver des registres scientifiques précis, rapportant les découvertes inusuelles, et essayer de comprendre les données spatiotemporelles. Cela signifie la compréhension de ce que sont les limites de leur masse d'eau, et comment leur zone évolue dans le temps. Les étudiants repèreront les changements saisonniers, et ils pourront aussi déterminer des changements et tendances à long termes.

On vous demandera de fournir des informations sur votre site de trois manières : commentaires écrits, photographies, et carte du terrain.

Commentaires

On demande aux étudiants de fournir des informations spécifiques lorsqu'ils définissent leur site, en remplissant la *feuille de définition de site hydrologique*.

En plus de fournir cette information, vous devez aussi observer attentivement et rapporter tout élément pouvant affecter les propriétés de l'eau sur votre site. Par exemple, vous pourrez observer les migrations dans votre étang, une tempête aura couché des arbres dans le fleuve, ou un nouveau pont aura été construit en amont de votre site d'échantillonnage. Vous pouvez aussi recueillir d'autres données GLOBE comme les précipitations, le pH de la terre, ou des éléments pouvant affecter l'eau. Les enseignants peuvent soulager les étudiants en les aidant à accéder à d'autres ressources, comme des cartes, des rapports, d'autres groupes ou agences gouvernementales, experts locaux, et d'autres personnes qui peuvent avoir une vision particulière du sujet.

Comme requis par votre feuille de définition de site hydrologique, fournissez le nom du fabricant, et le modèle des kits. Si vous changez de kit, mettez à jour les informations de définition du site.

Toutes les observations doivent être renseignées sur votre rapport. Ils doivent être rapportés dans votre feuille de définition de site hydrologique, dans commentaires, et rapportés à GLOBE.

Photographies

Une fois par an, prenez des photographies de votre site d'étude hydrologique, et envoyez les à GLOBE. Prenez quatre photographies, une dans chaque direction cardinale (Nord, Sud, Est, Ouest) alors que vous êtes lorsque vous recueillez vos échantillons. Imprimez deux séries de photos, une pour vos archives, une pour GLOBE. Etiquetez chaque photographie avec le nom et l'adresse de votre école, le nom de votre site d'étude hydrologique, et la direction cardinale. Soumettez les copies étiquetées des photographies à GLOBE en les postant à l'adresse donnée dans le *guide d'implémentation*.

Carte du terrain

Tracez et soumettez une carte du terrain de votre site hydrologique chaque année, en suivant les consignes données dans le Guide pour tracer une carte de votre site d'étude hydrologique. La carte du terrain permettra de devenir familière avec votre site et d'identifier les micros habitats et les éléments terrestres pouvant affecter l'eau.

Support pour l'enseignant

Chaque fois que vous établissez un nouveau site hydrologique, vos étudiants devront remplir une nouvelle feuille de définition de site hydrologique, prendre des photographies du site et faire une carte selon les instructions des guides documenter votre site hydrologique, et tracer une carte de votre d'étude hydrologique. Après la description initiale du site, vous devez mettre à jour vos informations de définition de site, prendre de nouvelles photos, tracer une nouvelle carte, et soumettez les à Globe une fois par an. Idéalement, cela devrait être fait au début de l'année scolaire. Si vous travaillez avec un nouveau groupe d'étudiants, profitez en pour explorer et renseigner tout changement ayant pu se produire depuis l'année précédente. Il est indispensable pour l'interprétation de vos données qu'une fois par an vous mainteniez les informations concernant votre site à jour, fournissiez de nouvelles cartes et photographies de votre site d'étude hydrologique.

Lorsque vous créez la carte de votre site d'étude hydrologique, sélectionnez une étendue d'au moins 50 mètres de long le long de la berge qui contient le site ou vous effectuez vos mesures hydrologiques, et autant d'habitats différents que possible. Le Guide permettant de tracer le site d'étude hydrologique impose aux étudiants de descendre 50 mètres le long de la berge ou ils effectuent leurs mesures hydrologiques. Cela ne sera fait que si la situation est suffisamment sûre. Si votre site est une rivière ou un fleuve, vous trouverez probablement les habitats suivants,

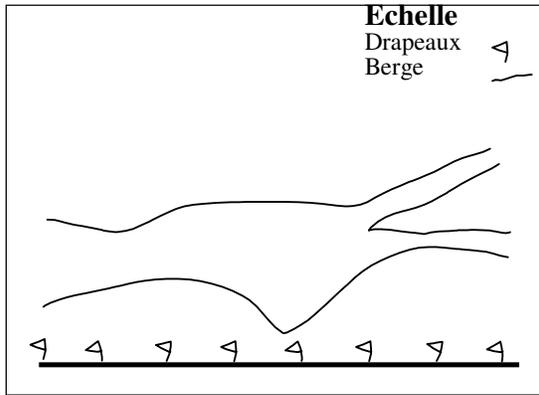
- Zones courantes - ou l'eau coule librement et sans turbulences;
- Zones stagnantes - ou l'eau est inerte; les sédiments les plus fins se déposeront ici;
- Zones perturbées - ou il y a des obstructions rocheuses dans le lit de la rivière produisant des turbulences; les roches demeurent ici;
- Bancs de gravier - dépôts de gravier dans le courant, au dessus du niveau normal de l'eau;

- Bancs de sable - dépôts de sable dans le courant, au dessus du niveau normal de l'eau.

Si votre site d'étude est un lac, un étang, un réservoir, une baie, un océan ou autre, vous trouverez probablement les habitats suivant:

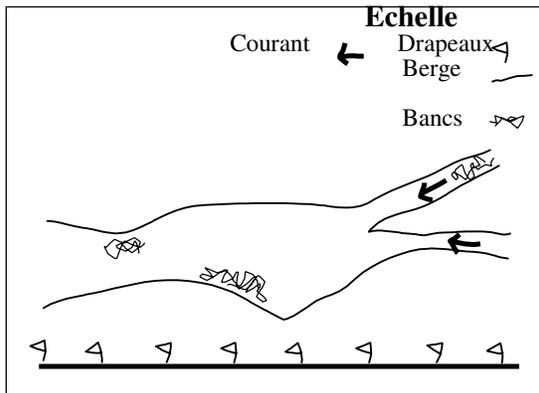
- Berges envahies par la végétation : zones ou la végétation pousse et tombe dans l'eau;
- Rondins ou amas : zones où des bûches ou arbres sont entièrement ou partiellement submergés, ou d'autres végétations;
- Végétation aquatique : zones où les plantes grandissent;
- Gravier, sables ou limons, zones sans plantes ni débris.

La suite est un exemple illustré de carte de terrain de site d'étude hydrologique.

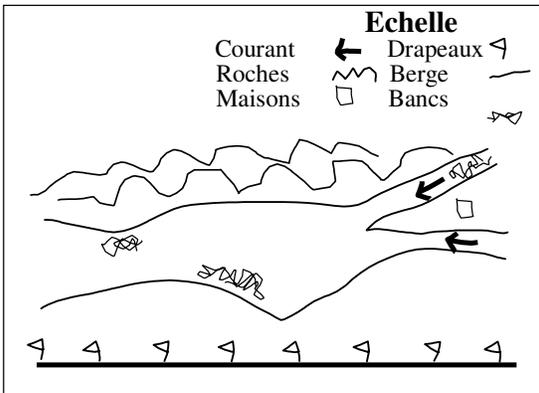


Commencez par marquer tous les intervalles transversaux de trois mètres par des drapeaux. Chaque carreau sur votre feuille représentera la distance entre deux drapeaux.

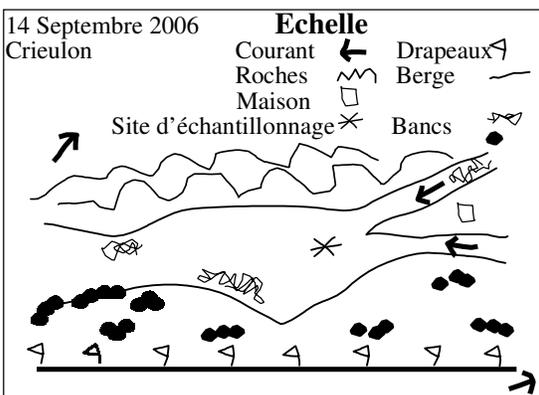
Dessinez la berge ou la côte en mesurant la distance depuis la section transversale. Si la berge opposée est trop loin pour être indiquée sur votre carte, indiquez la avec une flèche et précisez la distance.



Ajoutez les caractéristiques de votre site. Montrez les zones des différents habitats, problèmes, barrage, bancs de sable, etc. Utilisez un symbole différent de la légende pour indiquer la direction vers laquelle l'eau coule, ou entre et sort si possible.



Ajoutez les caractéristiques environnantes comme les zones résidentielles, les arbres, les forêts ou prairies, les zones agricoles, parkings, etc.



Ajoutez les autres caractéristiques qui pourraient aider à identifier votre site ou à interpréter les données, comme les roches, les arbres, quais, affleurements calcaires, dépôts d'argile, etc.

Les caractéristiques importantes qui ne sont pas visibles sur la carte comme les industries, ou barrages amont, peuvent être indiqués avec une flèche donnant leur distance approximative.

Ajoutez le nom du votre école et du site, de la masse d'eau, le Nord et datez

Renseigner votre site d'étude hydrologique

Guide de terrain

But

Décrire et localiser votre site d'étude hydrologique.

Ce dont vous avez besoin

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------|
| Q | <i>Feuille de définition de site hydrologique</i> | Q | Récepteur GPS |
| Q | <i>Guide de terrain de protocole GPS</i> | Q | Appareil photo |
| Q | <i>Crayon ou stylo</i> | Q | Journal de bord GLOBE |
| Q | Boussole | | |

Sur le terrain

1. Complétez les informations sur le haut de votre *feuille de définition de site hydrologique*.
2. Nommez votre site en utilisant un nom unique qui décrit le lieu de votre site.
3. Localisez votre site d'étude hydrologique en suivant le *guide de terrain du protocole GPS*.
4. Notez le nom de la masse d'eau que vous échantillonnez, utilisez pour cela son nom d'usage dans les cartes. Si votre masse d'eau n'a pas de nom d'usage, utilisez le nom de l'entité dans laquelle elle se déverse, ou celle qui l'alimente, voire les deux. Par exemple, rivière anonyme, affluent de la Garonne; rivière anonyme, bras du Rhône; rivière anonyme, affluent du Gard, bras du Rhône.
5. Notez s'il s'agit d'eau douce ou d'eau salée.
6. Si votre masse d'eau est en mouvement, précisez s'il s'agit d'un fleuve, d'une rivière, ou d'autre chose, et de sa largeur en mètre.
7. Si votre masse d'eau est stagnante, notez s'il s'agit d'un étang, d'un lac, d'un réservoir, d'une baie, d'un océan ou autre, et si elle est plus petite, plus grande ou égale à une zone de 50 m x 100 m. Si possible, donnez l'aire approximative (km²) et la profondeur (mètres).
8. Notez si votre lieu d'échantillonnage est un affluent, une rive, un pont, un bateau, une arrivée d'eau ou un quai.
9. Notez si vous pouvez apercevoir le fond de l'eau.
10. Précisez la composition de la rive ou du canal.
11. Notez le type de lit rocheux, si possible.
12. Notez le fabricant et le numéro de lot pour chaque test chimique que vous utilisez, si tel est le cas.

13. Notez dans la section commentaires toute information pouvant être utile à la compréhension des observations d'eau sur votre site. Quelques unes de ces observations peuvent être:
 - a. Une arrivée d'eau quelconque dans l'eau
 - b. Si le débit ou le niveau de l'eau est régulé ou naturel (par exemple, le débit est piloté par un barrage amont).
 - c. Types de plantes et d'animaux observés
 - d. Quantité de végétation dans la rivière
 - e. Utilisation humaine du point d'eau : pêche, baignade, voile, eau potable, irrigation, etc.
 - f. Autre information expliquant pourquoi le site a été sélectionné.
14. Tenez vous droit à l'endroit où vous effectuez vos échantillons d'eau, prenez quatre photographies de votre site d'échantillonnage, une dans chaque direction (N, S, E, W). Utilisez une boussole pour identifier la direction.
15. Imprimez deux jeux de photos et étiquetez chaque photo avec le nom de votre école et son adresse, le nom de votre site d'étude hydrologique, et la direction cardinale. Conservez un jeu pour vos archives.
16. Soumettez l'autre jeu de photographies à GLOBE en les envoyant à l'adresse donnée dans le *guide d'utilisation GLOBE*.

Réaliser une carte de votre site d'étude

Guide de terrain

But

Réaliser une carte à l'échelle de votre site hydrologique

Matériel

- Q Feuille de cartographie de votre site, quadrillée
- Q Drapeaux
- Q Ruban de mesure (50 cm)
- Q Crayon et gomme
- Q Boussole

Sur le terrain

1. Sélectionnez une portion sur la berge d'au moins 50 mètres le long de votre site d'étude, si possible. Vous pouvez considérer la masse d'eau entière si celle-ci n'est pas trop grande. La zone doit contenir votre site d'étude et une variété d'habitat.
2. Utilisez le ruban gradué pour considérer une section d'au moins 50 mètres, parallèle à la berge, dans les 10 mètres de la berge. La section sera à distance variable de la berge si celle-ci n'est pas droite.
3. Placez les drapeaux aux deux extrémités, puis tout les 2 mètres le long de votre section.
4. Commencez à dessiner la carte en utilisant les drapeaux pour rester à l'échelle.

Remarque: Utilisez la feuille de cartographie de votre site ou un papier quadrillé de 1 cm, chaque carreau devant représenter 2 mètres. Indiquez cette échelle sur votre carte.

5. Indiquez la section et la position des drapeaux sur la carte.
6. Tracez la forme de la berge en mesurant sa distance depuis chaque drapeau, en marquant sur la carte un petit point, puis reliez les points avec une ligne pointillée pour indiquer la berge.
7. Tracez la berge opposée ou indiquez sa distance approximative si celle-ci est connue.
8. Utilisez une flèche pour indiquer la direction dans laquelle l'eau s'écoule, ou les arrivées et sorties d'eau.
9. Créez des symboles dans votre légende pour indiquer les caractéristiques spéciales découvertes sur votre site. Utilisez ces symboles pour indiquer si ces caractéristiques spéciales sont présentes sur la carte. Ces caractéristiques peuvent être:
 - Au sein des zones d'échantillonnages : zones courantes, stagnantes, végétaux, branches, zones rocheuses, bancs de graviers, bancs de sable, ponts, docks, etc.

- Autour de la zone d'échantillonnage : terrain et éléments terrestres, caractéristiques géologiques comme les falaises ou les avancées rocheuses, les caractéristiques humaines, telles les maisons, les parkings, les usines, routes, déchetteries, etc.
10. Indiquez le lieu de votre site d'échantillonnage hydrologique.
 11. Indiquez sur la carte les informations suivantes:
 - Nom du site
 - Nom de la masse d'eau
 - Flèche du Nord
 - Date
 - Echelle (i.e., 1 cm = 3 m)
 - Symboles utilisés sur la carte
 12. Photocopiez votre carte et conservez l'original pour vos archives.
 13. Soumettez la copie à GLOBE en l'envoyant à l'adresse donnée par le *guide d'utilisation GLOBE*.
- Note:** Indiquez bien le nom de votre école et son adresse, ainsi que le nom de votre site d'étude hydrologique.

Questions fréquemment posées

1. Même si les sites naturels sont préférables, les sites aménagés peuvent être utilisés. De nombreux lacs et étangs sont aménagés par l'homme.

2. Ma côte est courbée. Ce site est-il approprié? Vous ne trouverez que rarement une berge parfaitement rectiligne. Essayez de repérer une zone rectiligne si possible, ou une zone où la berge est représentative de la masse d'eau.

3. Il y a des champs au nord de mon site. Comment les indiquer? Dans la catégorie *commentaires*, notez tout ce qu'il vous paraît apporter un plus. Sur la carte de terrain, notez la direction et la distance approximative aux éléments principaux qui pourraient affecter l'eau.

4. Ma plage a des berges rocheuses et sablonneuses. Dois-je choisir un mélange, ou essayer de trouver un site présentant un unique habitat? Essayer de trouver un site ne présentant qu'un type d'habitat. Les procédures d'échantillonnage pour les différents types de côtes sont différentes.

5. Nous vivons tout près d'une rivière, mais ma classe ne peut pas aller si loin pour effectuer les échantillonnages hebdomadaires.



Devons-nous choisir un site moins significatif, mais plus proche? Essayez d'échantillonner des masses d'eau significatives de votre zone, même si vous devez adopter pour cela une stratégie d'échantillonnage réduite. Les sites les plus proches de l'école, qui peuvent être échantillonnés hebdomadairement, peuvent aussi être choisis comme sites secondaires. Cela permet ainsi d'effectuer des comparaisons intéressantes entre les sites.

6. Puis-je choisir un site qui sera de temps en temps asséché? Les sites cibles peuvent s'assécher, geler, s'inonder, empêchant ainsi la récolte d'échantillons. Si vous vous retrouvez dans une de ces positions, précisez sur la feuille de données 'sec', 'gelé' ou 'inondé' pour chaque semaine ou vous n'aurez pu collecter les échantillons. Cela permettra aux chercheurs de s'assurer que le site est toujours observé, même si aucune donnée n'a pu être collectée.

7. Dois-je disposer de plus d'un site sur une rivière ou un lac? Il est judicieux de disposer plusieurs sites. Des différences significatives peuvent être observées sur des sites de profondeur différente, près d'affluents.

Procédures d'échantillonnage

Assurance qualité et contrôle de qualité

Un plan d'assurance qualité et de contrôle de qualité (AQ/CQ) est nécessaire afin de s'assurer que les résultats soient aussi précis et justes que possible. La justesse d'une mesure est sa proximité par rapport à la valeur réelle. Sa précision d'une mesure est la capacité à obtenir une mesure significative. Une mesure juste et précise pourra être obtenue en

- appliquant les techniques de mesure des protocoles;
- collectant les échantillons d'eau ou d'invertébrés comme indiqués;
- pratiquant les tests immédiatement après l'échantillonnage;
- Calibrant soigneusement, utilisant et maintenant l'équipement en état de marche;
- suivant exactement comme décrits les consignes des protocoles;
- répétant les mesures afin d'éprouver leur justesse et déterminant tout source d'erreur;
- minimisant la contamination des stocks chimiques et de l'équipement de test;
- vérifiant que les données transmises à Globe sont bien celles enregistrées sur les *feuilles de données hydrologiques* ;
- critiquant vos données.

Calibration

La calibration est une procédure réalisée afin de vérifier la précision de l'équipement. Par exemple, pour s'assurer que les instruments pH fonctionnent parfaitement, une solution de pH connu est testée. Les procédures de calibration dépendent au cours des mesures et sont détaillées dans chaque protocole. Certaines calibrations doivent être faites sur le terrain juste avant que la mesure ne soit effectuée. D'autres calibrations sont effectuées en classe.

Rassembler les échantillons d'eau

Si les étudiants peuvent accéder en toute sécurité à la berge et au cours d'eau, alors la température de l'eau, le pH, l'oxygénation et la conductivité électrique peuvent être mesurées depuis la berge. Cependant, les mesures d'alcalinité, de salinité, et des taux de nitrates nécessitent un échantillonnage, avec un seau, selon la procédure d'échantillonnage avec un seau. Pour la conductivité électrique, si la température de l'échantillon est en dehors de la fourchette de 20-30°C, alors placez l'échantillon dans cette situation avant d'effectuer la mesure.

Important: L'ordre dans lequel les mesures sont effectuées est essentiel pour leur justesse et leur précision. La mesure de transparence doit être effectuée la première, suivie immédiatement par les mesures de température, d'oxygénation, de conductivité électrique, de salinité, pH, d'alcalinité, et enfin de nitrates.

Si vous faites des mesures lorsque les étudiants recueillent des macros invertébrées d'eau douce, effectuez les mesures de qualité de l'eau d'abord.

Les tests de transparence, de température et d'oxygénation doivent être effectués directement sur le site (in situ) immédiatement après l'échantillonnage. Ne laissez pas le seau d'eau plus de 10 minutes (plutôt moins) avant de faire les mesures, et protégez le du soleil. Après 10 minutes, utilisez un nouvel échantillon.

Les échantillons d'eau de surface peuvent être utilisés avec un tube de transparence. La mesure au disque de Secchi n'est appropriée que pour des eaux plus profondes, et les mesures sont en général effectuées d'un pont, ou d'un quai, le plus souvent loin de la berge.

Le test de dissolution de l'oxygène peut-être commencé sur le terrain puis terminée deux heures plus tard en classe. Pour cela, l'échantillonnage est d'abord effectué sur le terrain (cf. les consignes de votre Kit d'oxygène dissout pour établir la mesure).

Important: Les mesures d'oxygène dissout ne sont utilisées qu'associées à la température de l'eau. Ne mesurez la concentration en oxygène dissoute que si vous pouvez mesurer la température de l'eau. Si votre site est constitué d'eau salé ou saumâtre, vous devez aussi mesurer la salinité afin d'interpréter les mesures d'oxygène dissoute.

Les échantillons peuvent être embouteillés et les tests de pH, alcalinité, nitrate, salinité ou conductivité électrique réalisés une fois en classe. Les mesures de pH et de nitrate doivent être effectuées dans les deux heures après la collecte. L'alcalinité, la conductivité ou salinité doivent être mesurées dans les 24 heures. Cependant, il est toujours nécessaire de mesurer la conductivité électrique avant le pH pour être sûr que la conductivité électrique est suffisante pour mesurer le pH. cf. *Protocole de pH*.

Sécurité

Consultez les *feuilles de données de sécurité du matériel* fournies avec les kits de test et solutions tampons. Consultez aussi les consignes de sécurité locales. Si vous étudiez des eaux potentiellement contaminées ou utilisez un kit chimique, des gants de latex et des lunettes de protection sont vigoureusement recommandés.

Se débarrasser des déchets liquides

Après la conduite des tests nécessaires, les solutions (sauf celles issues des titrages de nitrates et de salinité) doivent être récoltées dans un conteneur en plastique, possédant une large ouverture vissable sur le haut puis vidés dans un évier, alors que l'eau du robinet coule. Sinon, ils doivent être traités en fonction des consignes locales. Les déchets issus de l'analyse des nitrates et du titrage de salinité (qui contient du cadmium et des chromates) doivent être récoltés dans des conteneurs séparés en suivant les consignes de sécurité locales.

Mesures (à effectuer dans l'ordre)	Intervalle de temps maximum entre la collecte d'échantillons et la mesure
Transparence (disque de Secchi)	Mesure toujours faite <i>in situ</i>
Transparence (tube)	10 minutes
Température de l'eau	10 minutes
Oxygénation	10 minutes sur site, dans les 2 heures après mise en bouteille
pH (avec le papier)	10 minutes sur site, dans les 2 heures après mise en bouteille
pH (avec le mètre)	10 minutes sur site, dans les 2 heures après mise en bouteille
Conductivité	10 minutes sur site, dans les 24 heures après mise en bouteille
Salinité (hydromètre)	10 minutes sur site, dans les 24 heures après mise en bouteille
Salinité (kit de titrage)	10 minutes sur site, dans les 24 heures après mise en bouteille
Alcalinité	10 minutes sur site, dans les 24 heures après mise en bouteille
Nitrate	10 minutes sur site, dans les 24 heures après mise en bouteille

Récolter un échantillon d'eau dans un seau

Guide de terrain

But

Obtenir un échantillon d'eau dans un seau pour tests.

Ce dont vous avez besoin

- Q Seau soigneusement attaché à une corde permettant de le soulever
- Q Gants en latex (recommandé)

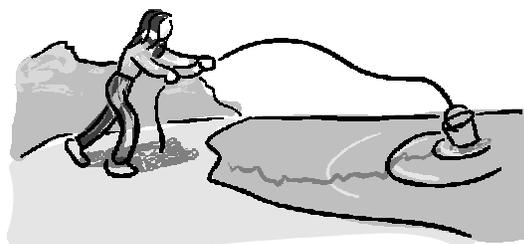
Dans le champ

1. Rincez le seau avec un échantillon d'eau en provenance du site. Pour éviter la contamination, ne reversez pas l'eau dans la zone échantillonnée. Prenez garde à ne pas faire remonter des sédiments. N'utilisez pas d'eau distillée pour rincer le seau, et n'utilisez le seau pour rien d'autre.
2. Tenez fermement la corde. Si votre site d'échantillonnage est une rivière, jetez le seau dans un endroit où l'eau est animée (un rapide), près de la berge. Idéalement, l'eau devrait couler légèrement. Si vous prenez des échantillons dans un lac, une baie, un océan, restez sur la berge et jetez le seau aussi loin que possible pour récolter votre échantillon.
3. Si le seau flotte, laissez-y une portion de corde afin que de l'eau y rentre. Vous devez obtenir un échantillon de l'eau de surface. Faites attention à ce que votre seau ne coule pas trop profondément ou ne draine pas des sédiments.
4. Laissez le seau se remplir aux 2/3 ou aux 3/4 puis ramenez-le.



Rinçage du seau d'eau.

5. Immédiatement après échantillonnage, commencez les procédures de test, ou mettez les échantillons en bouteille (cf. *Mettre en bouteille un échantillon d'eau pour étude en classe*).



Ramener le seau.

Mettre en bouteille un échantillon d'eau pour étude en classe

Guide de terrain

But

Mettre en bouteille un échantillon d'eau pour tests de pH, de conductivité, de salinité, d'alcalinité et de nitrates.

Ce donc vous avez besoin

- Q Bouteille de polyéthylène de 500-mL avec son bouchon
- Q Marqueur indélébile
- Q Ruban adhésif
- Q Gants en latex

Sur le terrain

1. Étiquetez une bouteille de 500 mL de polyéthylène avec le nom de votre école, de votre professeur, le nom du site, la date et l'heure de la collecte.
2. Rincez la bouteille avec de l'eau provenant de l'échantillon trois fois.
3. Remplissez la bouteille avec l'eau échantillonnée jusqu'à ce que l'eau forme une forme de dôme en haut de la bouteille. Ainsi, lorsque vous mettez le bouchon, vous n'emprisonnez pas d'air.
4. Mettez le bouchon, et scellez la bouteille avec du ruban adhésif.

Note: Le ruban adhésif sert d'étiquette, et d'indicateur permettant de savoir si la bouteille a été ouverte. Le ruban adhésif ne doit pas être en contact avec l'échantillon.

5. Stockez ces échantillons dans un réfrigérateur, à 4°C jusqu'à ce qu'ils puissent être testés (dans les deux heures pour le pH et les nitrates et dans les 24 heures pour l'alcalinité et la salinité ou la conductivité électrique).
6. Une fois que vous avez brisé le sceau, faites les tests de salinité ou de conductivité électrique, puis de pH, de nitrate et d'alcalinité. L'échantillon ne doit pas dépasser 20°-27° C avant le test de conductivité électrique. Idéalement, les mesures seront réalisées lors de la même session.

Protocole de mesure de la transparence de l'eau



Objectif général

Déterminer la transparence de l'eau en utilisant un disque Secchi (eau calme, profonde) ou tube de transparence (eau turbulente ou peu profonde)

Objectif spécifique

En eau calme, profonde, les étudiants plongeront un disque de Secchi jusqu'à ce qu'il ne soit plus visible et ensuite le ramèneront vers la surface jusqu'à ce qu'il réapparaisse. En eau turbulente ou peu profonde, les étudiants recueilleront un échantillon d'eau dans un seau et verseront l'eau dans un tube de transparence jusqu'au moment où le fond du tube ne sera plus visible. Les étudiants noteront la profondeur de l'eau dans le tube. La profondeur d'eau à la fois pour le disque Secchi et le tube de transparence dépend de la quantité de particules colorées en suspension dans l'eau.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- utiliser le disque de Secchi ou le tube de transparence;
- examiner les raisons des variations de transparence de l'eau ;
- communiquer les résultats du projet aux autres écoles GLOBE ;
- collaborer avec d'autres écoles GLOBE (dans le pays ou à l'étranger);
- partager les observations en soumettant les données aux archives GLOBE.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

L'eau est un solvant.

Les matériaux terrestres sont les roches solides, les sols, l'eau et l'atmosphère.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes changent l'environnement dans lequel ils vivent.

Les êtres humains peuvent changer les environnements naturels.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources tout en vivant dans un environnement en perpétuel changement

Compétences scientifiques

- Utiliser un tube de transparence ou un pour mesurer la transparence de l'eau.
- Identifier les questions à poser.
- Concevoir et conduire une investigation scientifique.
- Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.
- Développer des descriptions et des explications en utilisant des preuves.
- Reconnaître et analyser d'autres explications.
- Communiquer des procédures et des explications

Durée

10 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Hebdomadaire

Matériel et instruments

Relevé d'analyses hydrologiques

Guide d'utilisation du dispositif anti-buée

Gants en latex

Les mesures du disque de Secchi

- *Guide d'utilisation du disque de Secchi*
- Disque de Secchi (avec une corde)
- Règle graduée
- Épingles à nourrice (optionnel)

Les mesures du tube de transparence

- *Guide d'utilisation du tube de transparence*
- *Manuel de collecte d'échantillon d'eau*
- Tube de transparence
- Entonnoir pour verser l'eau dans le tube

Préparation

Si le disque de Secchi ou le tube de transparence n'est pas fournis, en faire un.

Pré requis

Une brève discussion sur la manière d'utiliser le disque de Secchi ou le tube de transparence est nécessaire avant que les étudiants ne fassent leur première mesure.

Protocole pratique avant de prendre des mesures

Protocole de mesure de la transparence de l'eau – Introduction

Quelle est la clarté de l'eau? Cette question est importante pour ceux d'entre nous qui boivent de l'eau. C'est une question encore plus importante pour les plantes et les animaux qui vivent dans l'eau. Les particules en suspension dans notre eau se comportent comme des poussières dans l'atmosphère. Elles réduisent la profondeur de pénétration de la lumière. C'est la lumière du soleil qui fournit l'énergie pour la photosynthèse (le processus par lequel les plantes grandissent en absorbant du carbone, de l'azote, du phosphore et des autres nutriments et en rejetant de l'oxygène). La profondeur de pénétration de la lumière dans l'eau détermine la profondeur à laquelle les plantes peuvent grandir.

La transparence diminue avec la présence des molécules et des particules qui peuvent absorber ou disperser la lumière. Les matériaux noirs ou sombres absorbent la plus grande partie des longueurs d'ondes, tandis que les matériaux blancs ou brillants en reflètent une majeure partie. La taille d'une particule est également importante : les petites particules (diamètre inférieur au μm) peuvent diffracter la lumière.

La destinée de la lumière au sein de l'eau dépend de la quantité de la composition, et de la taille des éléments dissous et en suspension. Les particules de l'eau des lacs calcaires avec beaucoup de CaCO_3 en suspension dispersent préférentiellement du bleu-vert, tandis que celles des lacs avec des matériaux organiques apparaissent plus verts ou jaunes. Les rivières qui charrient beaucoup de sédiments sont souvent de leur couleur (brun).

Les sédiments peuvent être de source humaine ou naturelle. Les terrains avec une faible couverture végétale (les zones agricoles ou déforestées par exemple) peuvent être des sources majeures de sédiments. Les matériaux organiques colorés peuvent être produits *in situ* comme les détritiques.

GLOBE permet de mesurer la transparence par deux techniques. Si l'eau du site hydrologique est profonde et calme (avec peu de courant), utiliser le disque Secchi. Si elle est peu profonde et agitée, alors utiliser le tube de transparence. Ces deux mesures sont reliées mais assez différentes. Les deux mesurent la transparence mais les mesures respectives des instruments ne peuvent être comparées entre les sites.

Figure HY-TR-1: Mesure de la transparence en eau peu profonde ou agitée

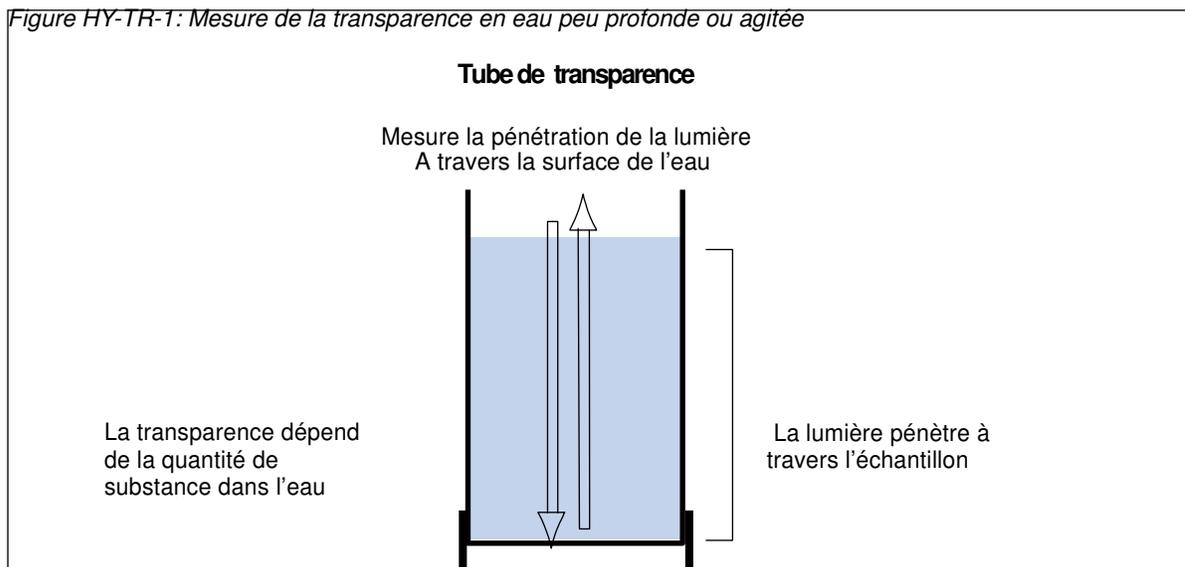
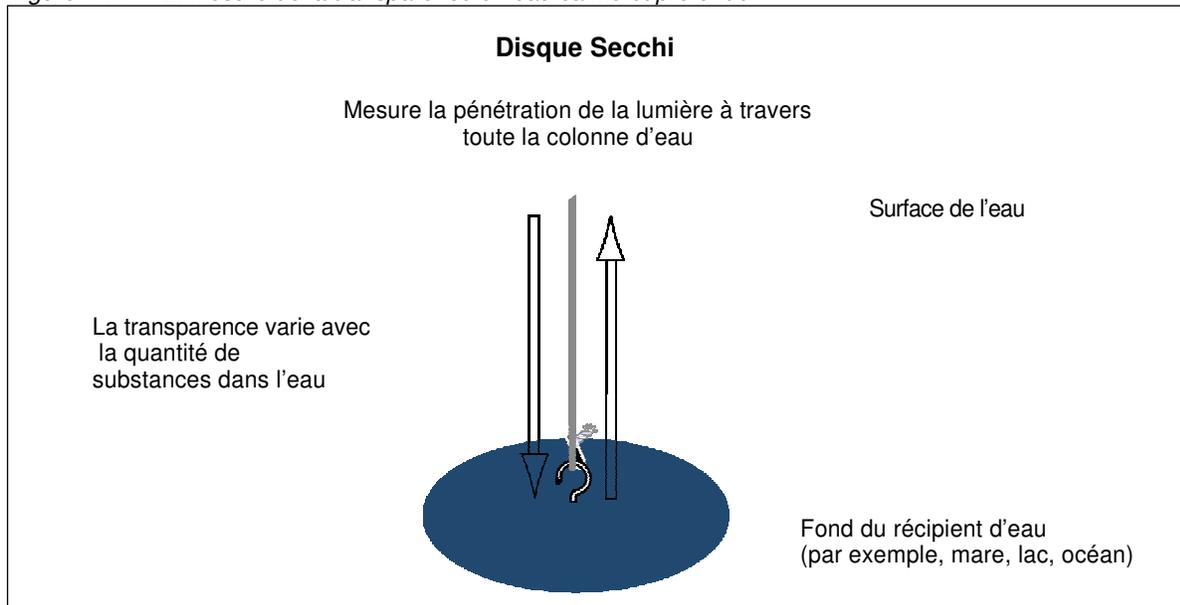


Figure HY-TR-2: Mesure de la transparence en eau calme et profonde



Le disque de Secchi mesure une colonne d'eau. La pénétration de la lumière peut varier avec la profondeur de cette colonne d'eau. Toute la lumière réfléchiée par le disque passe à travers l'eau à partir de la surface. Le tube de transparence quant à lui mesure la transparence d'un échantillon d'eau pris juste au-dessous de la surface. La lumière peut entrer dans le tube de transparence aussi bien par le dessus que par les côtés. Du fait que l'échantillonnage de l'eau est différent (une colonne / un échantillon de surface) et que l'instrument utilisé ne permette pas une pénétration de lumière équivalente, les deux mesures ne sont pas directement comparables. Les figures HY-TR-1 et HY-TR-2 illustrent ces différences.

Support pour l'enseignant

Protocoles de référence

Atmosphère: les données atmosphériques comme les précipitations et la température peuvent être importants pour interpréter convenablement les mesures de transparence. En effet la transparence de l'eau est sensible aux ajouts d'eau provenant de sources extérieures tels que les précipitations ou la fonte des neiges. La fonte des neiges sera à prendre en compte quand la température sera suffisante pour faire fondre la neige.

Couverture du terrain: les variations saisonnières de la couverture du terrain peut jouer sur la transparence. Par exemple les rejets des champs agricoles lorsqu'ils sont labourés peuvent avoir des influences sur la transparence. Les changements de la couverture végétale peuvent augmenter le taux d'érosion en exposant les sols. Il est très utile de connaître le renouvellement de la couverture végétal du site hydrologique étudié pour pouvoir interpréter les données sur la transparence.

Activités de référence

Le *protocole de transparence* peut être utilisé afin d'illustrer comment les différentes variables influent sur les mesures. (*Essayez votre protocole: Transparence*). Les étudiants peuvent

tracer dans leurs données les variations résultant d'une prise de mesure au soleil, à l'ombre, avec des lunettes de soleil, attendre plus ou moins avant de prendre les mesures, etc. Ces expériences aident les étudiants à comprendre l'importance de suivre les protocoles ainsi qu'à identifier les paramètres qui influent sur la transparence.

Procédures de mesure

Le *Protocole de transparence* nécessite des mesures de couverture nuageuse. (voir le *Protocole de mesure de la couverture nuageuse dans l'Etude de l'atmosphère*.)

Les mesures de transparence sont faites dans l'ombre. Les reflets du soleil dans l'eau ou des différences de visibilité entre les mesures réalisées les jours nuageux ou ensoleillés peuvent affecter les mesures. Pour standardiser les données, les mesures seront faites à l'ombre.

Le protocole du disque de Secchi

Le *Protocole du disque Secchi* requiert trois mesures: 1) la distance entre la surface de l'eau et l'endroit où le disque disparaît 2) la distance entre la surface de l'eau et l'endroit où le disque réapparaît et 3) la distance entre l'observateur et la surface de l'eau. Si les mesures sont prises depuis la surface cette dernière mesure vaut 0. La connaissance de la distance observateur-surface de l'eau aide les scientifiques à mieux interpréter et comparer les données entre les sites.

Si le disque Secchi atteint le fond avant d'avoir disparu noter la profondeur de l'eau avec un signe supérieur (i.e > 30 m).

Ne rien marquer sur la corde du disque Secchi pour faire les mesures de distance en espérant lire les profondeurs directement sur la corde. Souvent les cordes rétrécissent quand elles sont mouillées. Il est préférable d'utiliser le bâton gradué que de marquer la corde.

Règles de sécurité

Les étudiants doivent porter des gants lorsque l'eau prélevée peut contenir des substances potentiellement dangereuses comme des bactéries ou des déchets industriels.

Entretien des instruments

1. Rincer le tube de transparence ou le disque de Secchi avec de l'eau propre après l'utilisation, ensuite laisser égoutter et sécher complètement.
2. Ranger le tube avec un bouchon en PVC pour protéger l'ouverture des dommages.
3. Ne pas mettre le bâton à l'intérieur du tube. –l'humidité pourrait gauchir le bâton ou détacher le vernis.

Questions pour aller plus loin

Est-ce que la transparence de l'eau est fonction d'autres paramètres comme les précipitations, la température de l'eau, la vitesse du vent et sa direction, les saisons et la couverture végétale ?

Protocole du disque de transparence de Secchi

(eaux profondes, calmes)

Guide de terrain

But

Mesurer la transparence de votre échantillon d'eau

Matériel

- Feuille de relevé de données hydrologiques.
- Guide de terrain du protocole de couverture nuageuse
- Disque de Secchi attaché à une corde
- Bâton gradué
- Crayon ou stylo
- Epingle (option)
- Gants en Latex

Mode opératoire

1. Remplir la partie supérieure du *Feuille de relevé de données hydrologiques*.
2. Enregistrer la couverture nuageuse (voir *Le guide de terrain du protocole de couverture nuageuse dans l'Etude de l'atmosphère*)
3. Se placer de telle sorte que le disque Secchi soit dans l'ombre ou utiliser un parapluie pour ombrager la zone où la mesure sera effectuée.
4. Si vous ne pouvez atteindre la surface de l'eau, établissez une référence de hauteur. Cela peut être une balustrade, la hanche d'une personne, ou le bord d'un quai. Toutes les mesures doivent être prises de ce point. Mettez les gants en latex puisque vous toucherez probablement la corde mouillée par l'échantillon.
5. Plonger progressivement le disque dans l'eau jusqu'à ce qu'il disparaisse.
6. Repérez la corde à la surface de l'eau avec une épingle, ou si vous ne pouvez pas atteindre la surface de l'eau (par exemple si vous êtes sur un ponton ou un pont), marquer la corde au niveau de votre référence de hauteur.
7. Plongez le disque d'encre 10 cm dans l'eau, et remontez le ensuite jusqu'à ce qu'il réapparaisse.
8. Repérez la corde à la surface de l'eau avec une épingle ou par rapport à votre référence.
9. Il doit maintenant y avoir deux points marqués sur la corde. Notez la longueur de la corde entre chaque marque dans votre *Relevé d'investigations hydrologiques* arrondie au cm. Si les profondeurs diffèrent de plus de 10cm, refaites les mesures et notez les nouvelles mesures sur le relevé.
10. Si la corde est marquée au niveau de la surface noter « 0 » comme distance entre l'observateur et la surface de l'eau.
11. Si la corde a été marquée au niveau du point de référence, descendre le disque jusqu'à ce qu'il touche la surface de l'eau et marquer alors la corde au point de référence. Noter la longueur de la corde entre la marque et le disque Secchi en tant que distance entre l'observateur et la surface de l'eau.
12. Répétez les étapes 5-11 deux fois ou plus avec différents élèves en observateurs.

Questions fréquentes

1. Lors de la comparaison des données est ce qu'il faut faire un ajustement entre celles prises au niveau de la surface de l'eau et celles prises d'un pont ou d'un quai ?

Cette distance n'est pas utilisée pour ajuster les mesures du disque de Secchi. Cependant, noter la distance entre l'observateur et la surface de l'eau peut aider pour l'interprétation des mesures.

2. Mes élèves utilisent un étang pour faire nos mesures hydrologiques. Ils partent en bateau et utilisent un disque de Secchi pour mesurer la transparence de l'eau



Nous ne sommes pas sûrs des deux mesures que nous sommes censés donner. Ils mesurent la distance de la surface de l'eau à la partie supérieure du disque quand il disparaît et réapparaît. Quelle est l'autre mesure ?

Pour l'autre mesure, la distance depuis laquelle vous observez la corde au niveau de la surface de l'eau, vous devez mettre zéro. Certaines écoles qui font les relevés de disque de Secchi depuis un pont ou une jetée, et notent la distance à la surface en utilisant un niveau de référence qui n'est pas la surface de l'eau mais une certaine distance au-dessus d'elle. C'est pourquoi ils ont besoin de la hauteur entre la jetée et l'eau. De cette façon nous avons toutes les données brutes nécessaires dans la base de donnée.

Protocole du tube de transparence

(eau agitée ou peu profonde)
Guide de terrain

But

Mesurer la transparence de votre échantillon d'eau.

Matériel

- Relevé d'analyses hydrologiques*
- Manuel de collecte d'échantillon d'eau dans un seau*
- Guide de terrain du protocole de couverture nuageuse*
- Tube de transparence
- Coupe pour verser l'eau dans le tube
- Gants en latex
- Crayon ou stylo

Mode opératoire

1. Remplir la partie supérieure du *Feuille de relevé de données hydrologiques*.
2. Enregistrer la couverture nuageuse (voir *Le guide de terrain du protocole de couverture nuageuse dans l'Etude de l'atmosphère*)
3. Mettre les gants
4. Collecter un échantillon à la surface. Voir le *Manuel de collecte d'un échantillon d'eau dans un seau*.
5. Se tourner dos au soleil de telle sorte que le tube de transparence soit dans l'ombre.
6. Verser l'échantillon doucement dans le tube en utilisant la coupe. Regarder droit au fond du tube avec vos yeux proche de l'ouverture du tube. Ne plus ajouter d'eau dès que le motif au fond du tube n'est plus visible.
7. Faire tourner le tube doucement afin de s'assurer que le motif ne soit pas visible.
8. Noter le niveau d'eau dans le tube sur *le relevé d'analyses hydrologiques* au cm près. Nota bene : si le motif est toujours visible même lorsque le tube est complètement rempli, noter profondeur > 120 cm.
9. Reverser l'eau du tube dans le seau contenant l'échantillon ou mélanger cet échantillon prélevé.
10. Répéter la mesure deux fois ou plus avec différents observateurs en utilisant le même échantillon

Questions fréquentes



1. Est-ce possible de faire un petit trou dans le tube près du fond, puis

remplir le tube avec de l'eau, et ensuite vider lentement l'eau jusqu'à ce que le motif au fond apparaisse ?

Cette méthode est acceptable si la mesure est faite très rapidement. Les particules se déposent rapidement, surtout si elles sont entraînées vers le fond par l'eau qui s'échappe par le fond. La lecture doit être faite avant que les particules ne se déposent et cachent le motif.

Protocole de mesure de la transparence de l'eau – Analyse des données

Les données sont elles cohérentes ?

Comme toujours, la première chose que se demande un chercheur lorsqu'il examine des données c'est : est-ce que ces mesures sont cohérentes, est ce qu'elles ont un sens ? Cependant lorsque l'on regarde des données de transparence ce n'est pas une question facile. La plupart des eaux ont une valeur de transparence comprise entre 1 et quelques mètres. Une faible valeur, moins de un mètre, serait obtenue pour une eau prolifique (i.e avec beaucoup de micro algues). Une faible valeur peut également être due à une forte concentration de solides en suspension. Les lacs particulièrement clairs, les eaux côtières et les zones autour des récifs coralliens peuvent avoir une transparence allant jusqu'à 30-40m.

Toutefois les valeurs de transparence peuvent être très variables même avec un seul site de mesure. Les particules en suspension qui changent de nature affectent la transparence de l'eau. Le sol, les algues et les autres organismes du plancton, les feuilles en décomposition et les polluants en font partie. La transparence peut donc changer dans le temps. Par exemple des violentes pluies peuvent radicalement réduire la transparence d'un ruisseau, d'une rivière ou d'un étang en quelques minutes en introduisant des eaux troubles. Un réchauffement soudain pendant le printemps peut produire un afflux important de neige fondue qui peut augmenter la transparence. Comme la transparence est très spécifique au site, la meilleure façon de voir si les mesures sont raisonnables est de conserver les échantillons collectés quelques années ou plus. Les données de la figure HY-TR-3 semblent raisonnables parce que les points de cette mesure montrent une dépendance temporelle. Le grand nombre de points cohérents fait apparaître cette tendance. Lorsque l'on regarde la figure HY-TR-4 l'irrégularité des mesures nous empêchent de savoir si ces données sont cohérentes. Un enregistrement plus important de données aurait pu montrer que cette tendance est effectivement confirmée. Toutefois ces données peuvent être tout à fait raisonnables sans la présence d'une dépendance temporelle parce que sa nature irrégulière peut

être due à une combinaison des facteurs mentionnés ci-dessus.

Qu'est ce que les scientifiques cherchent dans ces données ?

La transparence peut donner une bonne indication sur la productivité biologique de l'eau. Typiquement un lac productif aura une faible transparence due à une abondance de biotopes (particulièrement les algues). Si la profondeur Secchi est plus petite que 1 m, des changements mineurs dans les apports en substance nutritive causent de grands changements de la productivité et donc de la transparence. Par temps chaud dans les lacs très productifs, l'éjection d'oxygène peut apparaître, tuant de nombreux poissons. La profondeur de pénétration de l'eau détermine la profondeur où les plantes à racines peuvent pousser.

Les tendances annuelles sur la transparence peuvent être utilisées pour enquêter sur les cycles annuels de l'eau. Les mesures de la figure HY-TP-3 prises dans l'arrivée d'eau d'un réservoir en république tchèque est un très bon exemple. Apparemment il y a une augmentation de la transparence pendant les mois d'hiver, et une diminution pendant la saison estivale. Une explication possible est que les algues sont un facteur majeur qui affecte la transparence. Pendant la saison estivale, les algues sont plus abondantes, ce qui provoque une diminution de la transparence. Pendant l'hiver la diminution de l'ensoleillement et les températures froides sont responsables d'une faible production d'algue, ce qui explique l'augmentation de la transparence. Les variations saisonnières de précipitation peuvent aussi être observées sur les mesures de transparence.

La transparence n'est pas un bon indicateur de qualité de l'eau. Elle nous renseigne uniquement sur le nombre de particules dans l'échantillon, mais ne nous révèle pas la nature de ces particules. De plus une eau claire avec une forte transparence peu contenir des substances dangereuses alors qu'un échantillon plus trouble avec une plus faible transparence peut être sain.

Exemple de projet étudiant

Formuler une hypothèse

Un étudiant décide de s'intéresser aux variations saisonnières des mesures de transparence de GLOBE. D'abord il cherche les écoles GLOBE qui ont les données de transparence. Afin d'avoir assez de données pour tirer des conclusions, il ne regarde que les écoles qui ont pris plus de 30 mesures.

Il trouve une tendance intéressante dans les données de l'école de la crique Elk, Californie. Les mesures du site, montrent une forte transparence pendant l'été et une faible transparence pendant la saison hivernale. Cet étudiant réalise que cette tendance est à l'opposé de ce qu'il était sensé trouver si la croissance des algues était le facteur primaire contrôlant la transparence. L'étudiant se rappelle avoir appris quelque part que les moins d'hiver sont pluvieux sur la côte est des Etats-Unis.

Puisque l'augmentation des précipitations est assez souvent associée à une augmentation du débit, il fait l'hypothèse qu'à la crique Elk, le niveau de transparence sera plus bas pendant la saison des pluies et plus élevé pendant la saison sèche.

Rassembler et analyser les données

En utilisant le site web de GLOBE, l'étudiant trace à la fois les mesures du tube de transparence et les précipitations de la crique d'Elk de Juillet 1998 à Juillet 2001. Sur le graphique, il apparaît qu'il y a une corrélation entre les deux sets de mesures. Voir Figure HY-TR-5.

Ensuite il télécharge le taux mensuel de précipitation moyen et les mesures du tube de transparence de ce site. (Table HY-TR-1). Puis il trace les données sur deux axes différents avec un programme informatique. Il semble maintenant évident qu'il y a effectivement une corrélation entre la transparence et les précipitations dans le croissant d'Elk (Figure HY-TR-6). La corrélation est la plus flagrante sur le relevé de l'été 1998 à l'hiver 1999. La courbe de transparence est inversement proportionnelle aux précipitations pour cette période. Autrement dit la transparence décroît exactement comme les précipitations croissent. Certains pics de transparence ne peuvent toutefois pas être expliqués. De nombreux autres paramètres influencent la transparence.

Les précipitations pour 2000 étaient plus sporadiques. La tendance saisonnière était beaucoup moins marquée que les autres années. C'est aussi visible sur les courbes de transparence pour cette période.

A partir de ces résultats, il peut conclure que l'hypothèse initiale a été partiellement vérifiée.

La transparence de la crique Elk est reliée aux précipitations mais il existe d'autres facteurs qui doivent être pris en compte.

Recherche future

Il veut maintenant contacter l'école de la crique Elk et discuter de cette hypothèse avec eux. L'école devrait être capable de lui apporter d'autres preuves ou d'autres facteurs influençant la transparence.

Table HY-TR-1

Mois	Qté. Pluie (mm)	Qté. Turb. Tube (cm)
7/1998	0	125
8/1998	0	125
9/1998	0	125
10/1998	88.3	101
11/1998	431.4	
12/1998	265.0	101
1/1999	188.4	96
2/1999	390.1	102
3/1999	103.6	90
4/1999	62.3	119
5/1999	72.5	104
6/1999	4.5	113
7/1999	1.0	110
8/1999	11.5	115
9/1999	4.0	77
10/1999	43.0	115
11/1999	137.0	99
12/1999	143.4	86
1/2000	470.5	92
2/2000	316.7	83
3/2000	306.3	94
4/2000	452.0	105
5/2000	451.2	85
6/2001		125

Figure HY-TR-3

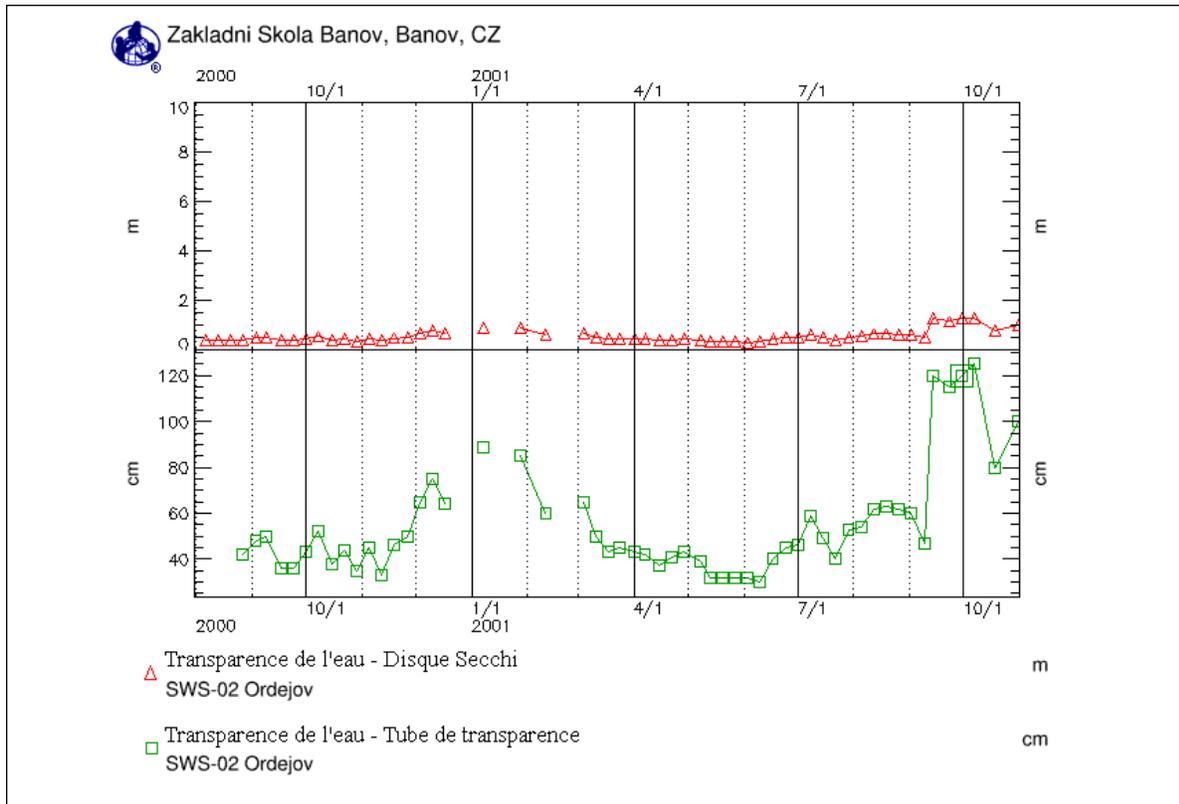


Figure HY-TR-4

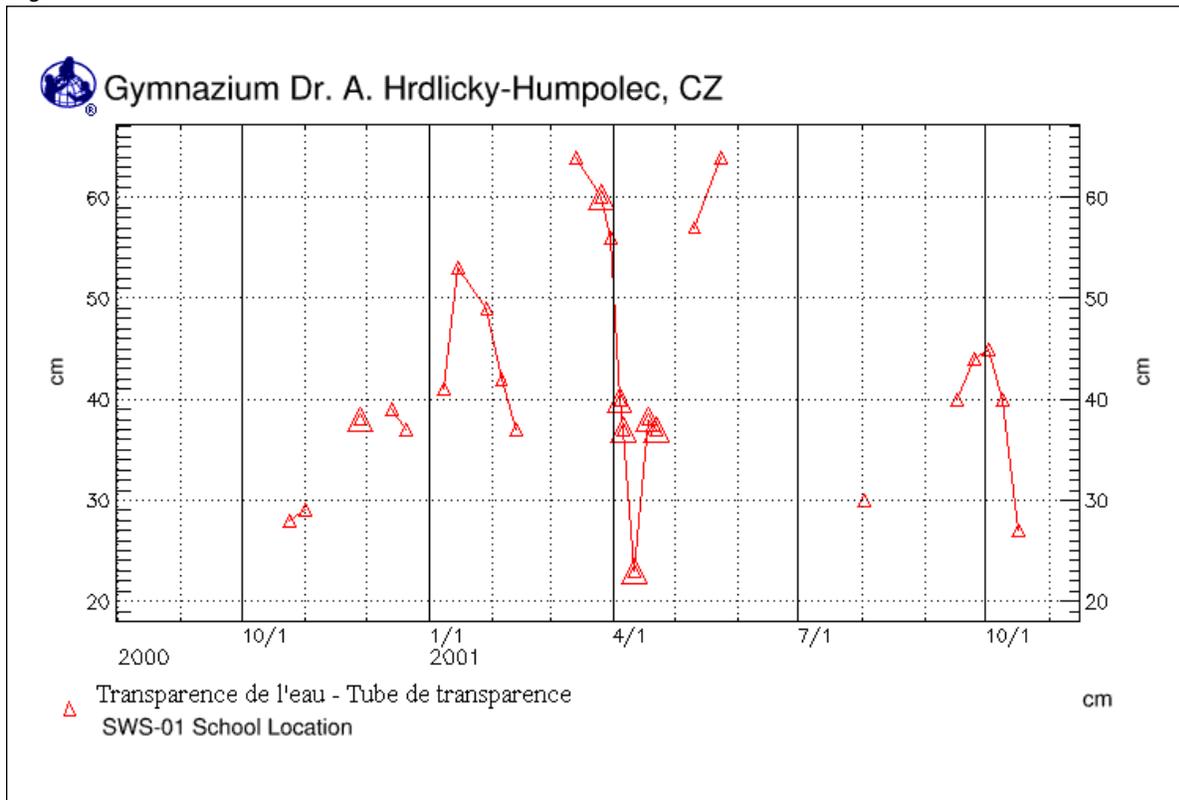


Figure HY-TR-5

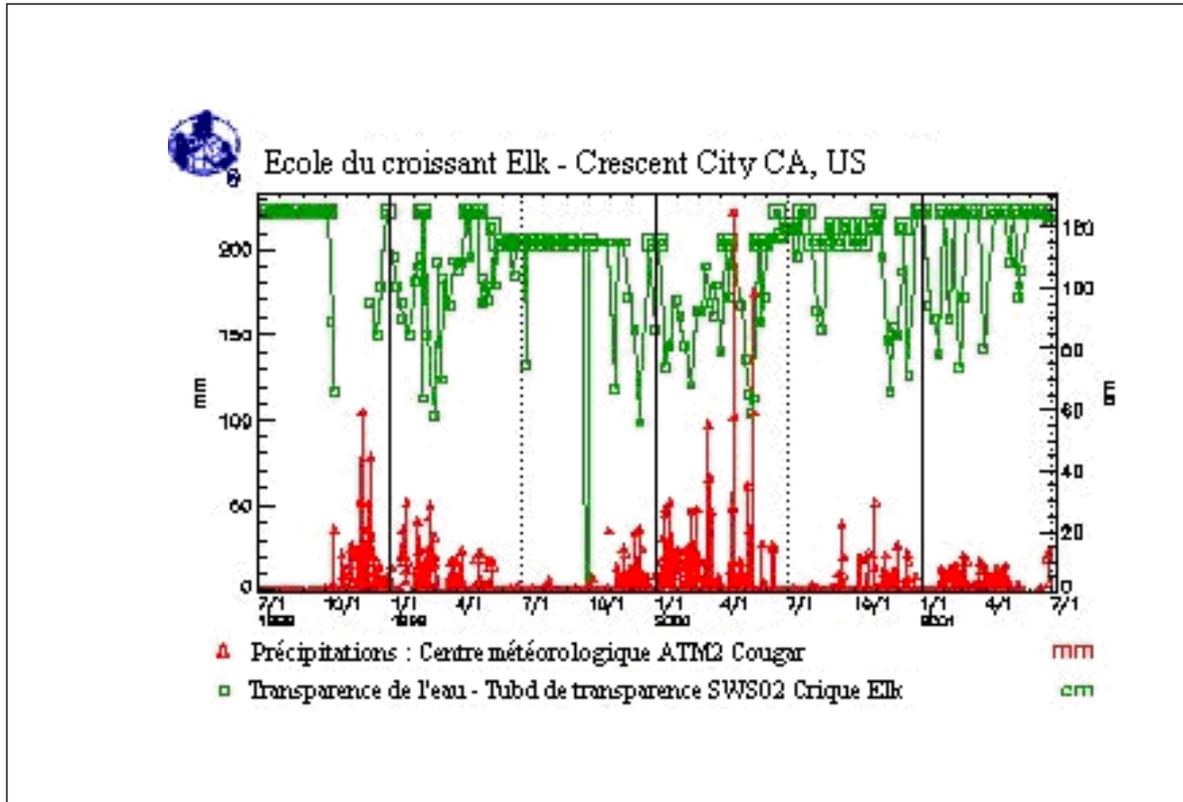
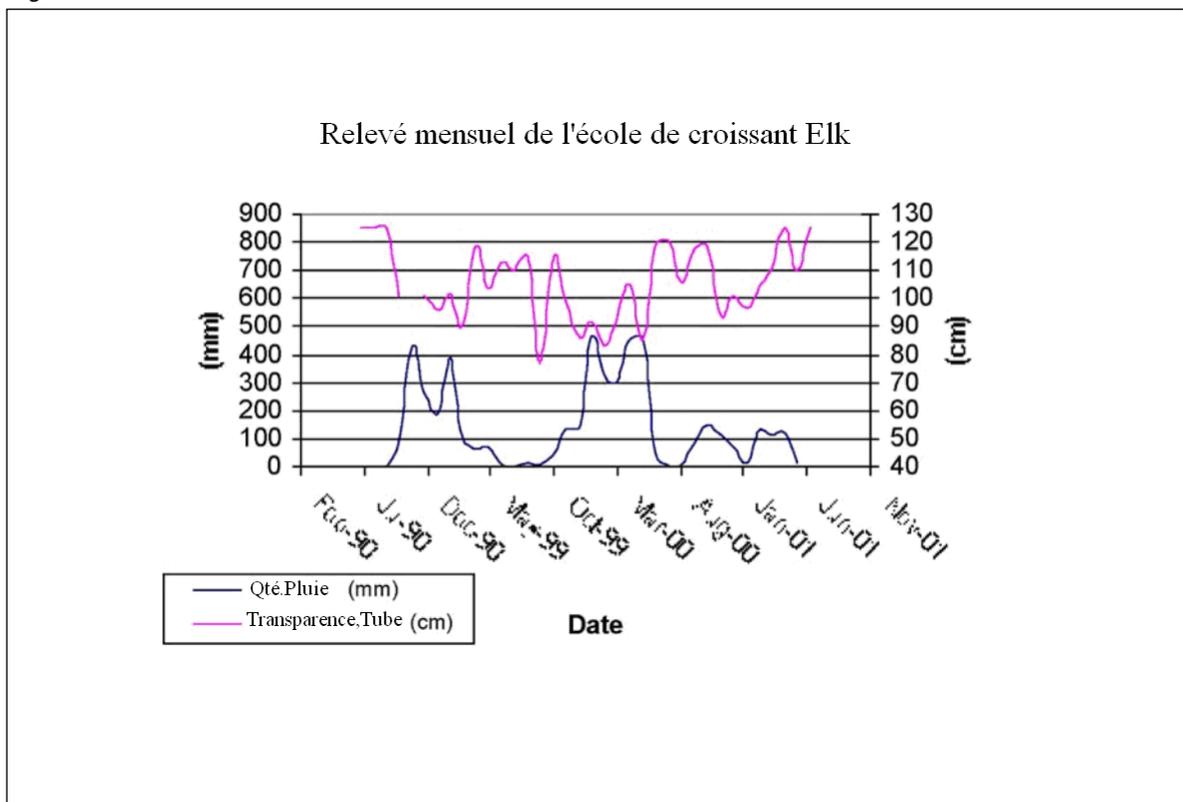


Figure HY-TR-6



Protocole de mesure de la température de l'eau



Objectif général

Mesurer la température d'un échantillon d'eau

Objectif spécifique

Les étudiants utilisent un thermomètre rempli d'alcool ou une sonde pour mesurer la température de l'eau.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- utiliser un thermomètre ;
- étudier les raisons d'une variation de température d'un milieu aqueux ;
- communiquer les résultats d'un projet avec les autres établissements GLOBE ;
- collaborer avec les autres établissements GLOBE (au sein d'un même pays ou à l'étranger) ; et
- partager des observations en soumettant des données aux archives du GLOBE.

Concepts Scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

La Terre est constituée de roches solides, de terre, d'eau et d'une atmosphère.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent survivre uniquement dans des environnements dans lesquels leurs besoins peuvent être satisfaits.

La Terre a de nombreux environnements différents qui maintiennent différentes combinaisons d'organismes.

Les êtres humains peuvent affecter leur environnement naturel.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources d'un environnement en continu changement.

Compétences scientifiques

Utiliser un thermomètre pour mesurer la température de l'eau

Identifier les questions susceptibles de réponse.

Construire et conduire les recherches scientifiques.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Développer des descriptions et des explications en s'appuyant sur des preuves.

Trouver et analyser des explications alternatives.

Communiquer les procédures et les explications.

Durée

10 minutes ; Calibration : 5 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Hebdomadaire

Calibration tous les 3 mois

Matériel et Instruments

Fiche technique pour la Recherche Hydrologique et Protocole de mesure de la température de l'eau

Thermomètre rempli d'alcool ou un thermomètre-sonde

Gants en latex

Horloge ou montre

Assez de ficelle pour descendre le thermomètre dans l'eau

Elastique

Pour la Calibration:

- Guide de laboratoire pour la calibration du thermomètre hydrologique
- Thermomètre
- 400 mL de glaçons
- Eau distillée
- Bêcher de 500 mL

Préparation

Aucune

Pré requis

Aucun

Protocole de mesure de Température de l'Eau – Introduction

La température est une grandeur facilement mesurable. Elle n'en n'est pas moins importante, permettant aux scientifiques de mieux comprendre d'autres mesures hydrologiques telles que l'oxygène dissous, le pH et la conductivité.

La température influence toute la vie aquatique dans sa diversité et sa capacité. Les lacs froids qui n'ont que peu de vie végétale en hiver et foisonnent au printemps et en été lorsque les températures augmentent et que les eaux profondes riches en nutriments se mélangent aux eaux de surface. A cause du mélange et des températures plus chaudes des eaux, le changement printanier est suivi d'une période de rapide croissance des microorganismes aquatiques animal et végétal. De nombreux animaux aquatiques se multiplient également à cette période de l'année lorsque les températures augmentent et que la nourriture est abondante. Les lacs peu profonds sont une exception à ce cycle de vie comme ils effectuent ce mélange des deux eaux toute l'année.

La température de l'eau est aussi importante puisque des eaux chaudes peuvent être fatales à des espèces sensibles à des variations de température, telles que la truite ou le saumon, qui ont besoin de froid et d'un environnement riche en oxygène.

Finalement, la température de l'eau est importante à la compréhension des conditions climatiques locales et mondiales. La température des eaux varie différemment de la température des masses d'air en raison de la plus grande capacité calorifique de l'eau. L'eau aide également à changer la température de l'air par des procédés d'évaporation et de condensation.

Support pour l'Enseignant

Préparation

Utiliser le document *Pratique des protocoles : Activité d'apprentissage sur la température de l'eau* pour aider les élèves à explorer des sources d'erreur dans l'ensemble des procédures de mesure de température.

S'assurer que le thermomètre à alcool a bien été calibré depuis moins de 3 mois.

Les sondes de températures doivent être calibrées avant toute utilisation.

Protocoles de référence

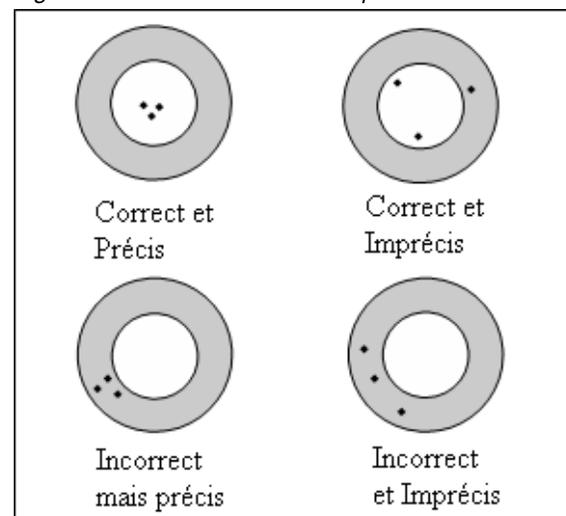
Les Protocoles de mesure de température du Sol et de l'Air : L'intégration de la température de l'eau avec celle de l'atmosphère et du terrain fournissent un exemple excellent de la manière dont les différentes substances transfèrent et retiennent différemment la chaleur, ce qui permet de comprendre le système de transfert et de stockage de l'énergie sur Terre.

Activités de référence

La mesure de la température de l'eau fournit une bonne occasion pour les enseignants d'introduire quelques bases sur les données correctes et précises.

Des données sont correctes lorsque la moyenne de l'échantillon (moyenne des observations des élèves) est égale à la véritable moyenne. Des données sont précises lorsque les observations sont proches les unes des autres. Des résultats peuvent être corrects mais imprécis lorsque les étudiants ont une large gamme de résultats dans leurs observations.

Figure HY-TE-1 : Etre correct ou précis



Des résultats peuvent être précis mais incorrect lorsque les mesures sont proches les unes des autres mais la moyenne n'est pas égale à la véritable moyenne.

Le Protocole de mesure de températures en *Hydrologie* GLOBE a été conçu pour que les données reportées par les étudiants soient à la fois correctes et précises. Les étudiants doivent prendre au moins trois mesures et ensuite en calculer la moyenne. Si une mesure est à plus d'1.0°C de la moyenne, la mesure doit être renouvelée pour améliorer la précision des données.

Procédures de mesure

En raison de la facilité à prendre les mesures de températures, les étudiants ne sont pas très attentifs aux consignes du protocole. Des sources d'erreur peuvent consister à ne pas laisser suffisamment longtemps le thermomètre dans l'eau pour que la valeur se stabilise, à enlever le thermomètre de l'eau avant lecture ou ne pas lire en se mettant face à la valeur.

En dehors de la transparence, la température de l'eau est relevée avant n'importe quelle autre mesure. Prendre la mesure de température de l'eau aussitôt que l'échantillon d'eau est prélevé parce que la température a tendance à varier rapidement après le prélèvement.

Lire la valeur de température sur le thermomètre ou autre capteur de température lorsque l'embout est plongé dans l'eau. La température lue peut varier rapidement dès que le thermomètre est hors de l'eau et tout particulièrement si la température de l'air est très différente de la température de l'eau ou s'il y a du vent. Le vent peut provoquer une évaporation par abaissement de la température, évaporation qui peut avoir lieu très vite.

Il est important que la température de l'eau soit relevée au même endroit chaque jour. Il peut y avoir quelques degrés de différence sur un même domaine étroit de l'aquifère : le domaine pouvant être plus ensoleillé ou plus à l'ombre, plus en surface ou plus en profondeur.

Pour l'utilisation des sondes de température, on aura des références différentes pour chaque sondes ou capteur de mesure de température. Pour clarifier un peu les choses, les sondes sont un instrument de mesure de tension ou de résistance d'un échantillon d'eau. Les capteurs sont des instruments qui convertissent une tension ou une résistance en concentrations.

Pour mesurer la température (ou tout autre type de mesure), il faut avoir à la fois une sonde et un capteur. Parfois, les sondes et les capteurs sont rassemblés en un seul instrument et ne peuvent être séparés. D'autres instruments ont des sondes qui peuvent être séparés du capteur et elles ont besoin d'être connectées au capteur afin de prendre les mesures de l'eau.

Pour l'utilisation d'un thermomètre à alcool, attacher une ficelle assez longue que l'eau atteigne le haut du thermomètre. Attacher un élastique à l'autre extrémité de la ficelle. Que les étudiants glissent l'élastique sur leur poignet lorsqu'ils font la mesure de température afin d'éviter de faire tomber ou de perdre l'instrument.

Il peut y avoir des bulles dans la colonne d'alcool, et ce tout particulièrement si le thermomètre n'a pas été stocké droit, dans la bonne position. On demandera aux étudiants de vérifier leur instrument et d'aviser le professeur si le prob **Qualité** me se présente. La colonne peut être homogénéisée en tenant par le haut le thermomètre et en le secouant en le balançant vers le bas.

Contrôle qualité

Les thermomètres à alcool

Utiliser un bain d'eau glacée pour calibrer le thermomètre tous les trois mois.

Les Sondes thermométriques avec Capteurs

Les capteurs de température doivent être calibrés avant usage. Vérifier avec le constructeur que la calibration récente est bien conservée. Si c'est le cas, le capteur de température doit être calibré en classe ou en laboratoire avant d'aller sur le site hydrologique. S'il ne garde pas la calibration la plus récente, il faudra recalibrer avant chaque mesure en faisant attention à éteindre le capteur ou tout autre calculateur associé.

Précautions à prendre

Les étudiants porteront des gants lors de toute manipulation avec l'eau qui peut potentiellement contenir des substances dangereuses telles que des bactéries ou des déchets industriels.

Entretien des instruments

Les thermomètres à alcool

1. S'assurer que la ficelle et l'élastique attachés au thermomètre sont en bon état avant chaque usage.
2. Stocker le thermomètre droit dans un bécher ou un autre container. Stocker le thermomètre sur une de ses extrémités en évitant que des bulles se forment et que le liquide se sépare.
3. S'assurer que la colonne d'alcool forme un milieu homogène et qu'il n'y ait pas de séparation.

Sondes thermométriques

1. La sonde doit être stockée avec un couvercle.
2. La sonde doit être rincée avec de l'eau distillée après utilisation afin d'éviter l'accumulation de dépôts minéraux.
3. La sonde doit être périodiquement nettoyée à l'alcool.

Conseils

Pour calibrer le thermomètre à alcool, utiliser le Guide le laboratoire de la calibration du thermomètre en hydrologie pour vérifier la justesse d'un nouveau thermomètre. Si le thermomètre n'est pas lu correctement, contacter le fabricant.

Questions pour aller plus loin

De quelle manière une variation soudaine de la température peut affecter la température de l'eau ?

La gamme de température de l'air est-elle différente à proximité d'un grand aquifère que loin d'un aquifère ?

Comment la température de l'eau peut-elle être comparée à la température de l'air en hiver ? en été ?

Calibrer le thermomètre hydrologique

Guide de laboratoire

But

Calibrer le thermomètre à alcool ou la sonde de température.

Matériel

- Thermomètre à alcool ou sonde de température
- 100 mL 'eau distillée
- Un bécher de 500 mL
- 400 mL de glaçons

Mode opératoire

1. Mélanger 100 mL d'eau et 400 mL de glaçons dans le bécher pour faire un bain d'eau glacé.
2. Laisser reposer le bain d'eau glacé 10 à 15 minutes afin d'atteindre sa température la plus basse.
3. Mettre le bout du thermomètre dans le bain. Mélanger doucement le thermomètre dans le bain d'eau glacé.
4. Laisser le thermomètre 3 minutes dans l'eau.
5. Lire la température sans mettre hors de l'eau le bout du thermomètre.
6. Laisser reposer le thermomètre dans l'échantillon d'eau encore 1 minute.
7. Lire de nouveau la température. Si celle-ci n'a pas changée, aller à l'étape 8. Si la température a changé depuis le dernier relevé, répéter l'étape 6 jusqu'à ce que la température reste la même.
8. Le thermomètre doit être précis à plus ou moins 0.5° C.
9. Si le thermomètre à alcool ou le capteur avec sonde ne donne pas la bonne température, prévenir l'enseignant. Les thermomètres à alcool ne peuvent être recalibrés et doivent être remplacés si on n'arrive pas à lire la température à la précision attendue ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$). Certains capteurs et sondes peuvent être ajusté par recalibration. Suivre les instructions pour recalibrer la sonde. Si la sonde ne peut être recalibrée, elle doit être remplacée.

Protocole de mesure de température de l'eau pour les sondes thermométriques

Guide de terrain

But

Mesurer la température de l'eau en utilisant un capteur et une sonde de température calibrés.

Matériel

- Feuille de relevé de données hydrologiques.
- Un capteur et une sonde calibrés
- Un stylo ou un crayon
- Une montre ou une horloge
- Des gants en latex

Mode opératoire

1. S'assurer que la sonde et le capteur de température ont bien été calibrés dans les 24h auparavant (voir le *Guide de laboratoire sur la calibration du thermomètre hydrologique*)
2. Remplir la partie du haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*.
3. Mettre la sonde dans l'échantillon d'eau à une profondeur de 10 cm
4. Laisser la sonde dans l'eau pendant 3 minutes.
5. Lire la température sur le capteur sans enlever la sonde de l'eau.
6. Laisser la sonde du thermomètre dans l'échantillon d'eau 1 minute supplémentaire.
7. Lire de nouveau la température. Si celle-ci n'a pas changée, aller à l'étape 8. Si la température a changé depuis le dernier relevé, répéter l'étape 6 jusqu'à ce que la température reste la même.
8. Reporter la température sur la fiche technique de recherche en hydrologie.
9. 2 autres étudiants répèteront les mesures sur les mêmes échantillons.
10. Calculer la moyenne des trois mesures.
11. Toutes les températures doivent être déterminées à $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de la valeur moyenne de température. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures.

Protocole de mesure de température de l'eau pour les Thermomètres

Guide de terrain

But

Mesurer la température de l'eau en utilisant un thermomètre à alcool.

Matériel

- Feuille de relevé de données hydrologiques.
- Thermomètre à alcool (avec ficelle et élastique attaché entre eux)
- Une montre ou une horloge
- Des gants en latex
- Un stylo ou un crayon

Mode opératoire

1. Remplir la partie du haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*.
2. Mettre les gants.
3. Glisser l'élastique autour de votre poignet de sorte que le thermomètre ne soit pas accidentellement perdu ou ne soit pas lâché dans l'eau.
4. Vérifier l'uniformité de la colonne d'alcool sur votre thermomètre pour s'assurer qu'il n'y a aucune bulle d'air emprisonnée dans le liquide. Si la ligne de liquide est discontinue, informer votre professeur.
5. Mettre le bout du thermomètre dans l'échantillon d'eau à une profondeur de 10 cm.
6. Laisser le thermomètre dans l'eau 3 minutes.
7. Lire la température sans enlever le bout du thermomètre de l'eau.
8. Laisser le thermomètre dans l'échantillon d'eau 1 minute supplémentaire.
9. Lire de nouveau la température. Si celle-ci n'a pas changée, aller à l'étape 10. Si la température a changé depuis le dernier relevé, répéter l'étape 8 jusqu'à ce que la température reste la même.
10. Reporter la température sur la fiche de relevé des mesures en hydrologie.
11. 2 autres étudiants répèteront les mesures sur les mêmes échantillons.
12. Calculer la moyenne des trois mesures.
13. Toutes les températures doivent être déterminées à $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de la valeur moyenne de température. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures.

Questions Fréquentes

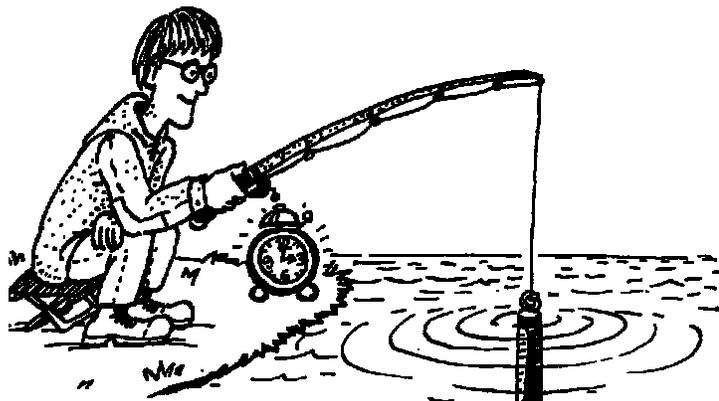
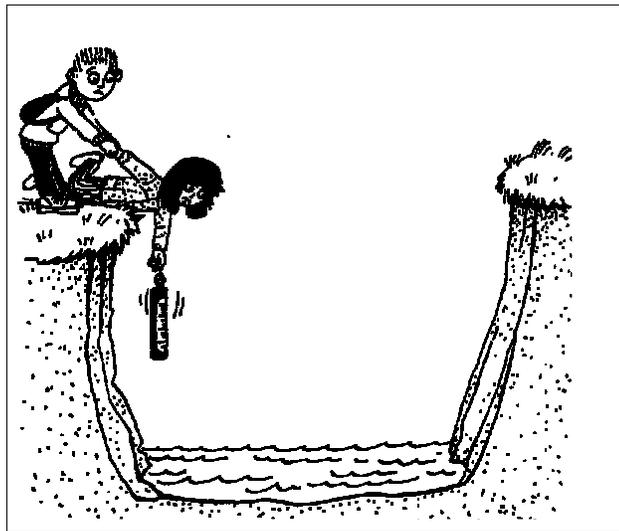
1. J'ai noté sur le site Web du GLOBE que quelques écoles reportaient des températures de l'eau au-dessous de 0.0° C. Est-ce possible ?

Oui. L'eau distillée gèle à 0.0° C, mais ajouter des particules dissoutes dans l'eau peut abaisser le point de congélation.

2. Pourquoi la température de l'eau est-elle parfois plus froide et parfois plus chaude que la température de l'air ?



L'eau a une chaleur spécifique plus élevée que l'air. Ceci signifie que l'eau met plus de temps à se réchauffer et plus de temps pour se refroidir que l'air. Par conséquent, l'air réagit beaucoup plus rapidement que l'eau aux changements de la température.



Source : Jan Smolik, 1996, TEREZA, Association pour l'Education Environnementale, République Tchèque

Protocole de mesure de la température – Analyser les données

Les données sont-elles cohérentes ?

En général, la température de l'eau suit des modèles saisonniers forts. Représenter graphiquement la température de l'eau en fonction du temps pour visualiser ces modèles. Il devrait être facile de reconnaître les observations très aberrantes. Une observation aberrante est une mesure qui a une valeur très différente des valeurs d'autres données prises à quelques jours d'intervalle. De la même manière, représenter graphiquement la température de l'eau en fonction de la température de l'air. Comme la température de l'eau varie généralement plus lentement que la température de l'air, il y aura un retard (de quelques jours à quelques semaines) entre la variation de température de l'eau et celle de la température de l'air. La gamme des températures de l'eau sera également plus étroite.

La température de l'eau peut-elle être en-dessous de zéro ? Beaucoup d'étudiants pensent que c'est une erreur si la température de l'eau est négative. Cependant, 0.0°C n'est le point de congélation que pour l'eau distillée. L'eau avec des minéraux dissous a un point de congélation plus bas.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

La température de l'eau est parfois considérée comme une variable majeure parce que presque toutes les propriétés de l'eau, aussi bien que les réactions chimiques s'y produisant, sont affectées par la température. L'oxygène dissous est fortement corrélé avec la température. Un graphique de la température de l'eau et de l'oxygène dissous prouve que la solubilité de l'oxygène augmente pour des températures plus froides.

Les augmentations ou les diminutions brutales de température de l'eau sont peu communes. L'eau a une capacité calorifique plus élevée (sa chaleur spécifique) que l'air, ainsi l'eau chauffe et se refroidit plus lentement. On pourra étudier le comportement saisonnier dont on attend des oscillations inhabituelles de température de l'eau. Identifier

l'aquifère de votre emplacement. Les raisons possibles de ces changements de température soudains pourraient être la libération des eaux des barrages, des usines, ou de la neige fondue des sommets.

Exemple de projet étudiant

Projet 1

Formuler des hypothèses

Les étudiants en République Tchèque étudient des graphes de température de l'eau. Ils tracent la moyenne mensuelle des températures d'eau pour plusieurs emplacements d'eau de surface en République Tchèque. Ils notent une tendance intéressante des données pour SWS-01, données rassemblées par Zakladni Skola Bystrice NAD Perstejnem. Les métadonnées d'emplacement indiquent que cet aquifère correspond au fleuve de Bystrice. D'après le graphe de la figure HY- TE-2, la température moyenne mensuelle de l'eau en été (juin, juillet, août) semble augmenter tous les ans de 1997 à 2001.

Les étudiants font l'hypothèse que la hausse de la température de l'eau est le résultat de la hausse de la température de l'air.

Collecter et analyser les données

Les étudiants créent un graphe combinant la température de l'air moyenne à la température de l'eau de surface sur la même chose tracent la figure HY-TE-3. La température de l'air augmente distinctement en été et sur la même période de temps, excepté en juillet 2000, lorsque la température de l'air et la température de l'eau ont été toutes deux plus faibles. Par conséquent, les étudiants concluent que l'augmentation de la température de l'air en été est responsable de la hausse de température des fleuves. Leur hypothèse est correcte.

NB. : Dans la Figure HY-TE-3, l'échelle de température de l'eau est du côté gauche du graphique, et l'échelle de température de l'air est du côté droit du graphique. Les échelles ne sont pas identiques. Le téléchargement et le traçage des données sur une même échelle - voir la figure HY-TE-4 par exemple - peuvent également être utiles, et vous permettent de comparer plus facilement les valeurs réelles, et pas seulement les tendances.

Communiquer des résultats

Les étudiants présentent ce résultat à leur classe et l'utilisent comme point de départ d'une discussion. Ils se posent ensuite la question : cette tendance est-elle observée sur tous les emplacements voisins ?

Projet 2

Formuler des hypothèses

Les étudiants qui ont travaillé sur le projet précédent seront intéressés de continuer leur recherche. Ils pourront maintenant savoir si les tendances qu'ils ont observées pour l'eau de surface dans le fleuve de Bystrice apparaissent dans d'autres secteurs voisins. En d'autres termes, est-ce que cette occurrence est locale ou assez répandue ?

Ils ont fait l'hypothèse que *tous les sites à proximité devraient montrer une même augmentation de la température de l'eau et de l'air.*

Rassembler et analyser les données

Ils observent les données d'eau de surface pour leur pays sur le serveur de GLOBE et se rendent compte que les quatre écoles ayant le plus de données d'eau de surface sont : Zakladni Skola - Ekolog. Praktikum à Jicin; Zakladni Skola, Bystrice Nad Perstejnem à Bystrice; Zakladni Skola Banov à Banov; et Zakladni Skola, Postoloprty à Postoloprty.

Ils ont déjà étudié les données pour le fleuve Bystrice. Les trois autres emplacements d'eau de surface sont le fleuve de Cidlina à Jicin, le réservoir d'Ordejov à Banov, et le fleuve d'Ohre à Postoloprty. (**Note :** Pour voir les noms et les descriptions de certains de ces ensembles hydrologiques il est utile de consulter l'information/métadonnées sur les sites !).

Tout d'abord ils font une combinaison des graphes de température de l'eau pour toutes écoles et les tracent. Les trois nouveaux sites ont leurs résultats sur les figures HY-TE-5 jusqu'à HY-TE-7.

Pour les deux établissements, Zakladni Skola Banov et Zakladni Skola Jicin, le nombre de site a changé entre le lieu même de l'établissement SWS-01 et un nouveau nombre de sites avec le nom approprié de l'aquifère (la rivière Cidlina et le réservoir Ordejov). C'est la raison pour laquelle plus d'un seul site d'eau de surface est représenté.

Les étudiants ne verront aucune tendance apparente de la température des fleuves en été (pour le fleuve Cidlina ou le fleuve Ohre). Il semble qu'il y ait une légère augmentation de

température de l'air en été à Banov, mais elle n'est pas aussi grande que l'augmentation à Bystrice NAD Perstejnem. Un changement de température de l'eau n'est pas non plus également évident. Il n'y a aucune donnée sur la température de l'eau pour l'été 1999, par conséquent il est difficile de trouver une tendance générale pour les cinq dernières années.

Les étudiants concluront que l'augmentation de la température de l'eau et de l'air qui s'est produite à Bystrice NAD Perstejnem n'a pas eu lieu dans au moins deux des trois autres sites. Ils concluront que leur hypothèse n'est pas vérifiée.

Communiquer des Résultats

Les étudiants combinent le résultat de ce projet avec le projet précédent et écriront un rapport pour la classe. Ils soumettront leur rapport au site du GLOBE à la page Recherche Etudiante.

Pour aller plus loin

Quelle est l'évolution de la température de l'eau sur ces sites 2001 ?

Est-il possible de retrouver sur d'autres sites cette tendance d'augmentation (ou de diminution) de la température ?

A quel point la température de l'eau peut augmenter avant que l'oxygène dissous n'atteigne un niveau dangereusement bas ? Y aura-t-il des aquifères en danger ?

Figure HY-TE-2

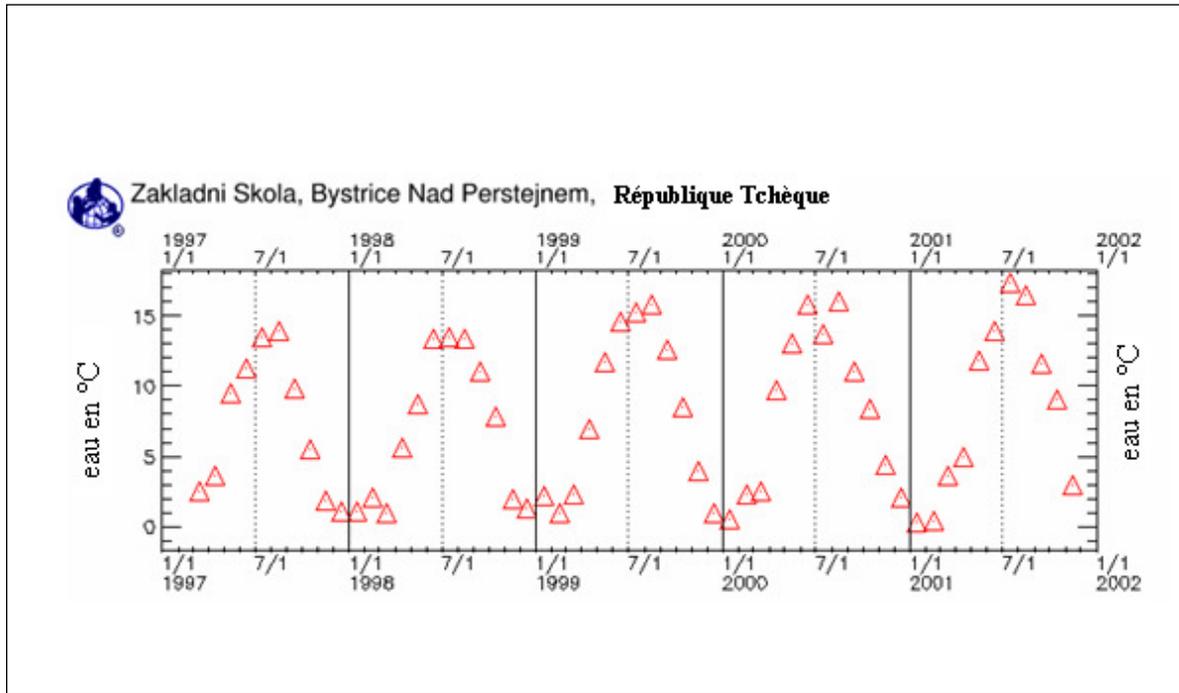


Figure HY-TE-3

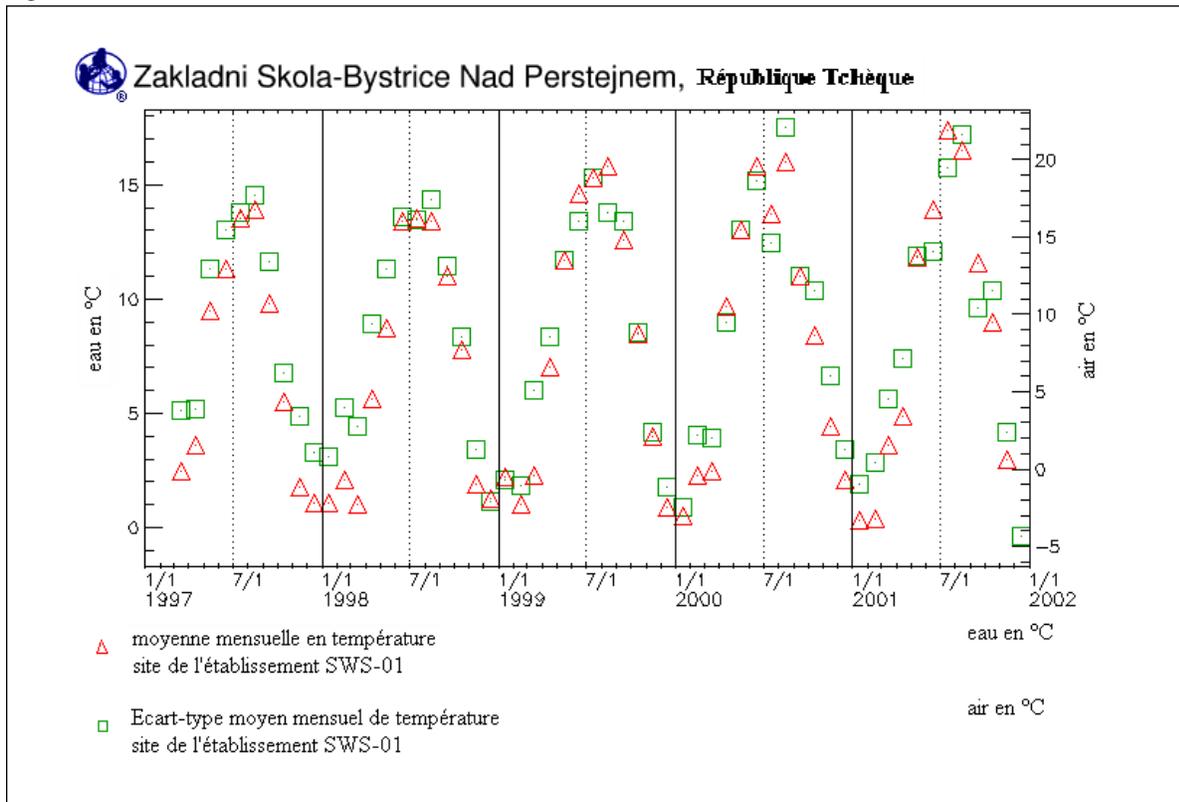


Figure HY-TE-4

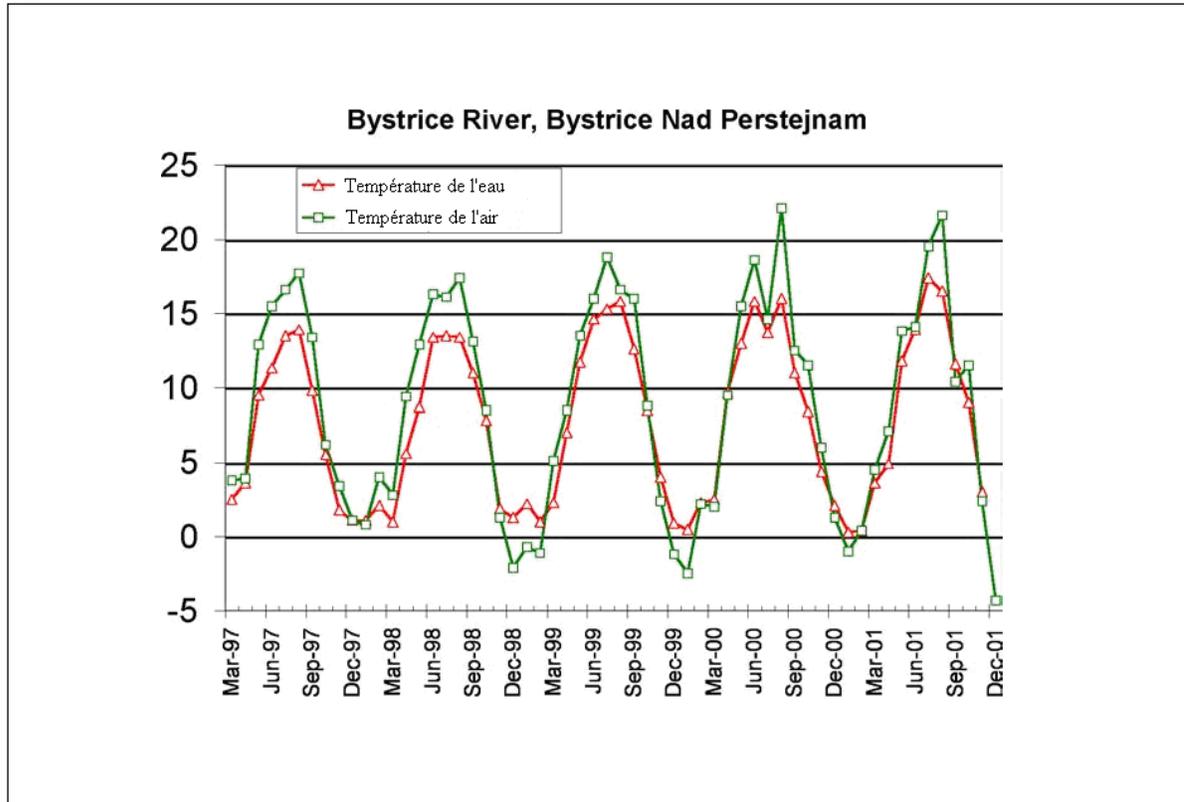


Figure HY-TE-5

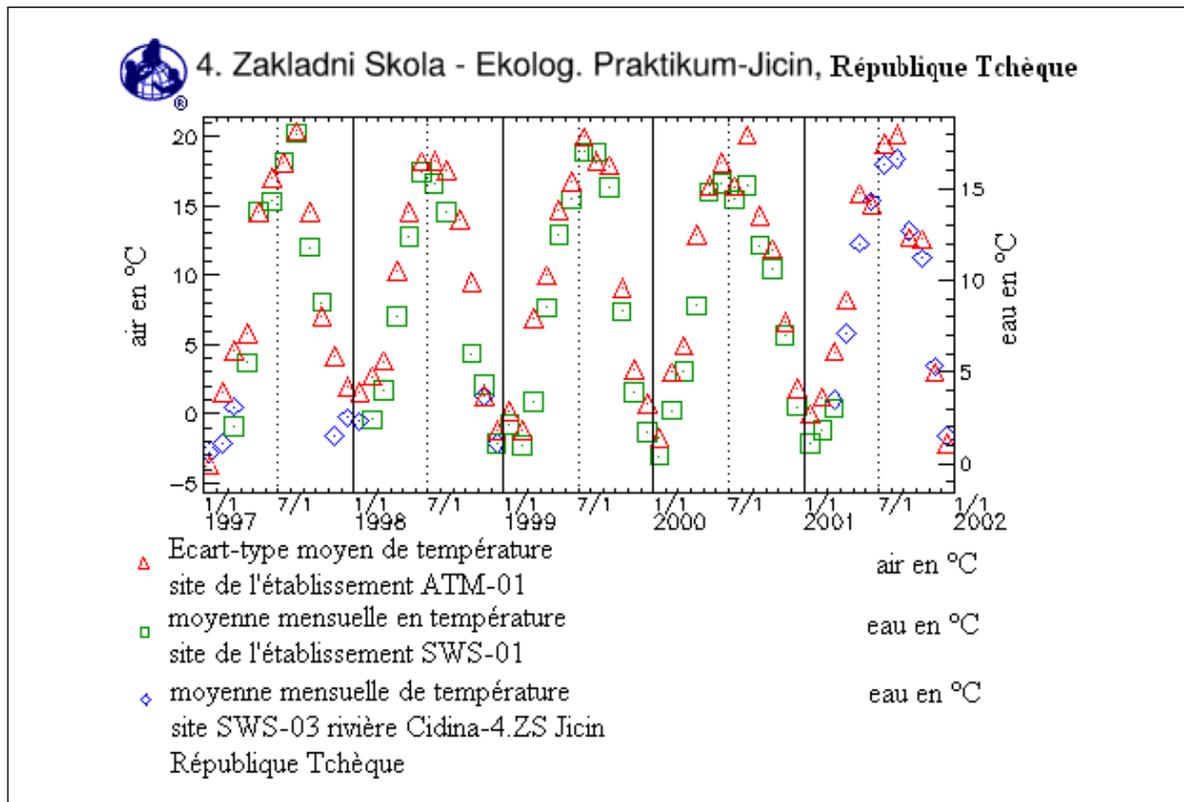


Figure HY-TE-6

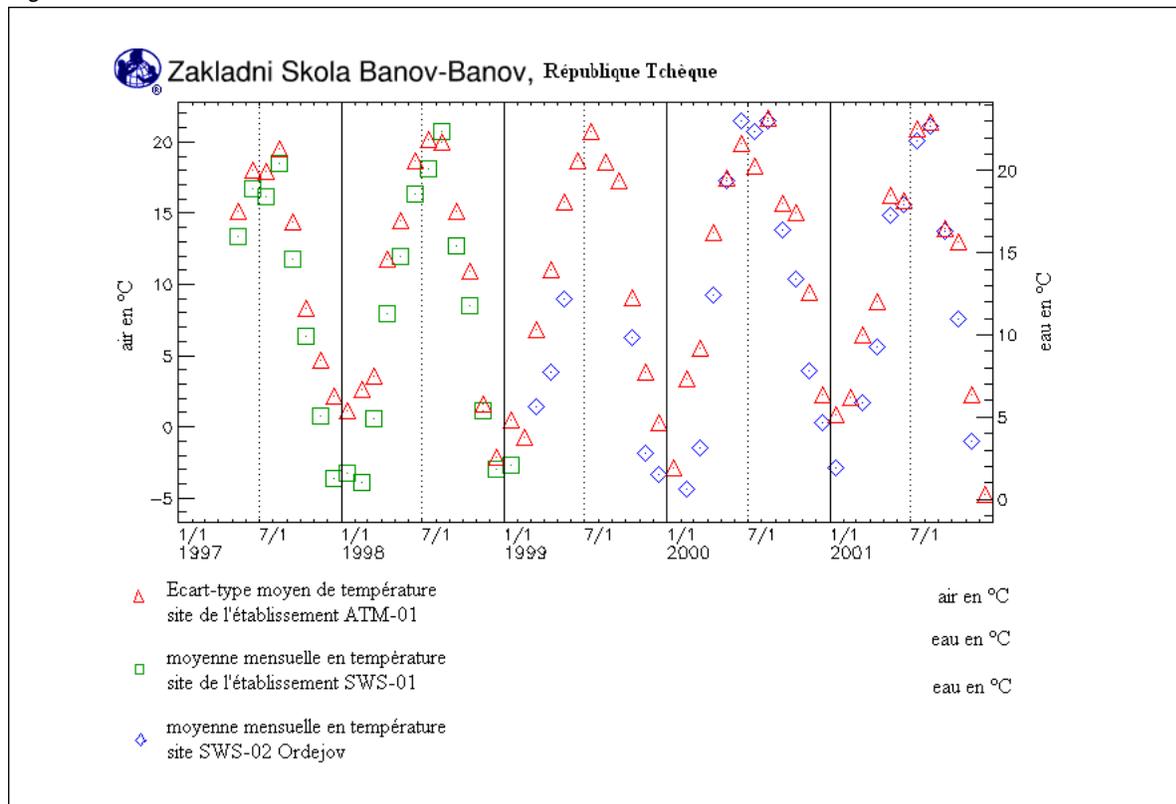
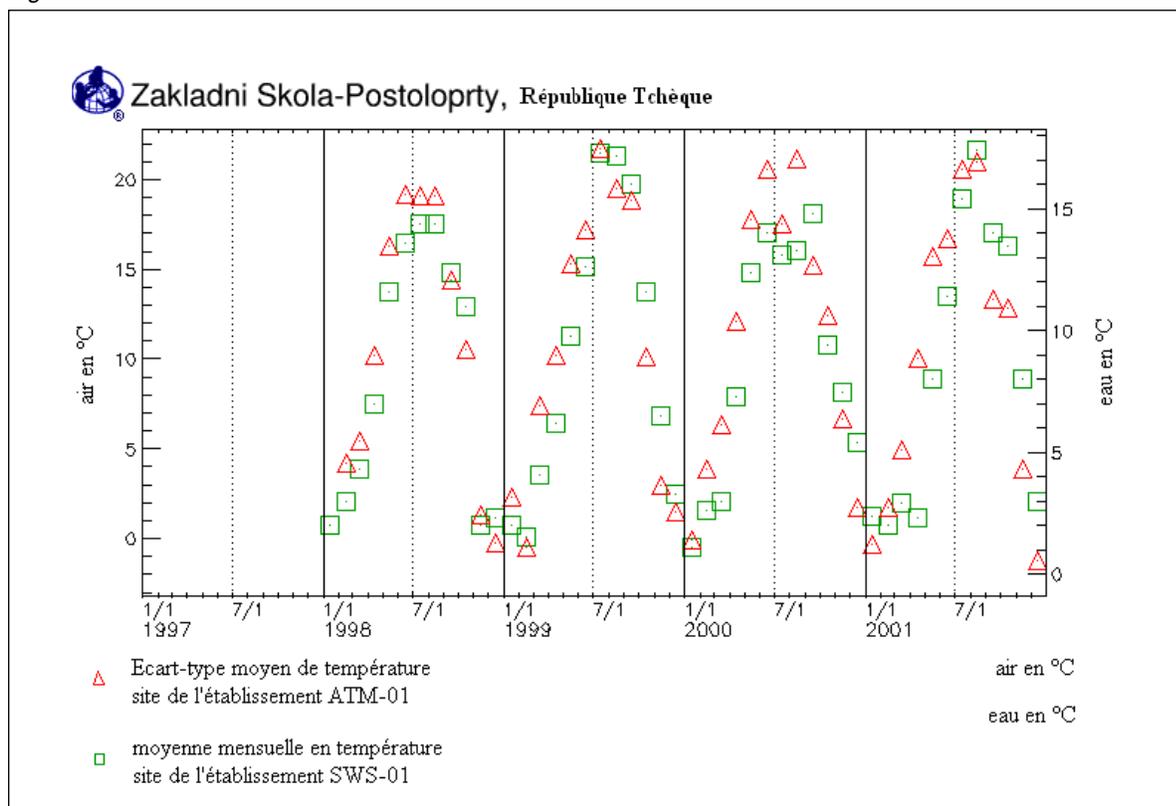


Figure HY-TE-7



Protocole de teneur en Oxygène Dissous (O.D.)



Objectif général

Mesurer la teneur en oxygène dissous de l'eau.

Objectif spécifique

Les étudiants utiliseront un kit de mesure ou une sonde pour mesurer la teneur en oxygène dissous dans l'eau de leur site hydrologique. La procédure exacte dépend des instructions relatives au kit de mesure d'oxygène dissous ou à la sonde utilisé.

Compétences

Les étudiants vont apprendre à :

- utiliser un kit de mesure ou une sonde;
- utiliser des technologies dans la salle de classe;
- examiner les raisons des changements de l'oxygène dissous présent dans une solution aqueuse;
- partager les résultats avec d'autres écoles GLOBE
- collaborer avec d'autres écoles GLOBE (du même pays ou de pays étrangers)
- partager leurs observations en envoyant leurs données aux archives GLOBE

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les composants de la Terre sont les roches solides, le sol, l'eau et l'atmosphère.

L'eau est un solvant.

Chaque élément voyage dans différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère).

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent vivre uniquement dans des environnements où ils trouvent leurs besoins.

La Terre a de nombreux environnements différents qui présentent différentes combinaisons d'organismes.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

L'Homme peut modifier son environnement naturel.

Tous les organismes sont capables de trouver et d'utiliser des ressources bien qu'ils vivent dans un environnement en constante évolution.

Compétences scientifiques

- Utiliser un kit de chimie ou une sonde pour mesurer la teneur en oxygène dissous.
- Identifier les problèmes résolubles.
- Elaborer et conduire une investigation scientifique.
- Utiliser des outils mathématiques appropriés pour analyser des données.
- Développer des descriptions et des explications à partir d'observations.
- Reconnaître et analyser des solutions alternatives.
- Communiquer des procédures et des explications

Durée

Kit : 20 minutes

Procédure de contrôle qualité du kit : 20 minutes

Fonctionnement de la sonde : 20 – 30 minutes

Mesures avec la sonde : 10 minutes

Niveau

Niveaux moyen et secondaire

Fréquence

Hebdomadaire

Procédure de contrôle qualité tous les six mois

Calibration de la sonde : à chaque utilisation

Matériel et instruments

Fiche de relevé des données de l'étude hydrologique

Guide de terrain du protocole de teneur en oxygène dissous (kit de test)

Guide de terrain du protocole de teneur en oxygène dissous (sonde)

Kit de mesure de teneur en oxygène dissous ou sonde

Gants en latex et lunettes de sécurité

Bouteille vide et son bouchon

Eau distillée

Pour la procédure de contrôle qualité du kit :

- Eprouvette graduée de 100 mL
- Bouteille en polyéthylène de 250 mL et son couvercle
- Chronomètre

- Thermomètre
- Tables de solubilité de l'oxygène
- Tables d'étalonnage d'altitude
- Feuille de relevé de données du contrôle qualité de l'étude hydrologique pour les kits de mesure de teneur en oxygène dissous
- Guide de laboratoire de la procédure de contrôle qualité pour les kits de mesure de teneur en oxygène dissous

Pour la procédure de contrôle qualité de la sonde :

- Solution désoxygénée (si appropriée pour la sonde)
- Eau distillée
- Bouteille en polyéthylène de 250 mL et son couvercle
- Bécher de 100 mL
- Thermomètre

- Tables de solubilité de l'oxygène
- Tables d'étalonnage d'altitude
- Baromètre (si disponible)

Préparation

Activité suggérée : *Travaillez vos protocoles : L'oxygène dissous.*

Déterminer l'étalonnage correspondant à l'altitude de votre école.

Les sondes d'oxygène dissous doivent être calibrées avant chaque utilisation.

Pré requis

Présentation des consignes de sécurité relatives à l'utilisation des kits de tests chimiques

Protocole de salinité (au moment approprié)

Protocole de teneur en O.D. – Introduction

Le Protocole de teneur en oxygène dissous de GLOBE mesure la quantité de molécules d'oxygène (O₂) dissoutes dans l'eau. Il ne mesure pas la quantité de molécules d'oxygène (O₂) dans la molécule d'eau (H₂O). Les étudiants confondent souvent l'oxygène composant la molécule d'eau (le O dans H₂O) avec l'oxygène dissous (O₂).

Tout comme les animaux terrestres, les animaux aquatiques ont besoin d'oxygène pour respirer. Toutefois, il y a beaucoup plus d'oxygène disponible pour la respiration des animaux dans l'atmosphère que dans l'eau. Grossièrement, deux molécules sur dix sont des molécules d'oxygène dans l'air alors que dans l'eau il y a seulement cinq ou six molécules d'oxygène pour un million de molécules d'eau. La quantité d'oxygène dissous dans l'eau détermine quels organismes peuvent vivre dans ce milieu. Certains animaux comme le saumon ou la larve éphémère ont besoin de plus fortes concentrations d'oxygène que d'autres animaux tels que le poisson-chat ou la sangsue.

La quantité d'oxygène dissous que peut contenir l'eau (dans des conditions données) est appelée solubilité de l'oxygène dissous. La température de l'eau, la pression atmosphérique et la salinité sont parmi les facteurs qui influencent cette solubilité.

L'eau froide peut dissoudre plus d'oxygène que l'eau chaude. Par exemple, à 25°C, la solubilité de l'oxygène dissous est de 8,3 mg/L alors qu'elle est de 13,1 mg/L à 4°C. Lorsque la température augmente, l'eau libère une partie de son oxygène dans l'air. L'eau peut contenir moins d'oxygène dissous aux

hautes altitudes car la pression y est plus faible. La solubilité de l'oxygène dissous diminue aussi lorsque la salinité augmente.

L'eau peut absorber de l'oxygène dissous grâce aux plantes lors de la photosynthèse, par diffusion avec l'atmosphère ou par aération. L'aération se produit lorsque l'eau est mélangée avec l'air. De tels mélanges se produisent dans les vagues et les chutes d'eau.

La quantité d'oxygène dissous est aussi influencée par les organismes qui vivent dans l'eau. Tout comme la photosynthèse des plantes terrestres ajoute de l'oxygène dans l'air que nous respirons, la photosynthèse des plantes aquatiques contribue à l'oxygène dissous dans l'eau. L'eau peut devenir sursaturée, c'est-à-dire que la quantité d'oxygène dissous est supérieure à sa solubilité. L'oxygène dissous excédentaire peut alors être relâché dans l'air ou être éliminé grâce à la respiration.

Les organismes vivants des écosystèmes aquatiques représentent une très faible proportion du total des matières organiques présentes dans ces systèmes. La plupart des matières organiques dans les écosystèmes aquatiques ne sont pas vivantes et elles sont généralement référencées comme des détritiques. Les matières organiques peuvent être produites sur place ou pénétrer dans l'eau depuis les sols environnants (de sources naturelles ou humaines). Le passage incessant du carbone organique entre les matières vivantes et non vivantes est appelé le cycle du carbone. La matière organique est produite durant la photosynthèse et est consommée durant la respiration. Pendant qu'ils respirent, les organismes vivants (poissons, bactéries, etc.) consomment de l'oxygène dissous.

Support pour l'enseignant

Protocoles de référence

Température de l'eau : La solubilité de l'oxygène dépend de la température. Il est donc très important de noter les températures correspondant aux mesures de teneur en oxygène dissous.

Salinité : La solubilité de l'oxygène dépend de la salinité. Pour déterminer la solubilité, il est donc important de noter le niveau de salinité dans les étendues d'eau où la salinité n'est pas négligeable. Si la salinité de l'eau est inférieure à 1 ppt (1000 mg/L), il n'est pas nécessaire de la prendre en compte.

Protocoles pour l'atmosphère : Les données atmosphériques comme la couverture nuageuse, les précipitations et la température de l'air peuvent aussi être utiles pour l'interprétation des mesures d'oxygène dissous. Une augmentation de la couverture nuageuse peut par exemple entraîner une diminution de la photosynthèse au cours de la journée.

Nature des sols environnants : Il est aussi utile pour les mesures hydrologiques de connaître la nature des sols bordant l'eau. La nature des sols environnants peut influencer la quantité de matière organique présente dans l'environnement aquatique.

Préparation

Kits de mesure de teneur en O.D.

Il est recommandé que les étudiants mettent en œuvre la procédure de contrôle qualité telle qu'elle est décrite dans le *Guide de laboratoire de la procédure de contrôle qualité pour les kits de mesure de teneur en oxygène dissous* afin de tester à la fois la justesse de leur procédure et la précision des kits. Faire le contrôle qualité permettra aux étudiants, aux professeurs et aux scientifiques d'être sûrs que les tests ont été faits correctement.

Déterminez l'altitude du lieu (école) où la procédure de contrôle qualité sera effectuée.

Sonde à oxygène dissous

La mesure de la teneur en oxygène dissous nécessite l'utilisation de sondes de conductivités et de compteurs. En résumé, les sondes sont des

instruments qui mesurent la tension ou la résistance dans un échantillon d'eau. Les compteurs sont des instruments qui convertissent des mesures électriques (tension ou résistance) en concentrations. Pour mesure la teneur en oxygène dissous (ou pour d'autres types de mesures), sondes et compteurs sont nécessaires. Parfois ils sont rassemblés sur un seul instrument et ne peuvent être séparés. D'autres instruments présentent des sondes qui peuvent être séparées du compteur et qui doivent être connectées à ceux-ci afin de prendre les mesures.

Les sondes à oxygène dissous doivent être calibrées avant utilisation. Vérifier auprès du constructeur que les sondes gardent en mémoire la calibration la plus récente. Si elles ne peuvent pas, il est nécessaire de calibrer la sonde juste avant de prendre les mesures en faisant bien attention à ne pas éteindre la sonde ou tout logiciel qui pourrait y être associé.

Déterminez l'altitude de votre site de mesure si vous n'utilisez pas de baromètre.

Procédure de mesure

Kits de mesure de teneur en O.D.

Les kits de mesure de teneur en oxygène dissous comportent deux éléments : la préservation (stabilisation) de l'échantillon et la mesure de l'échantillon. La préservation comprend l'ajout d'un produit chimique qui réagit avec l'oxygène dissous, puis l'ajout d'un autre produit chimique qui colore la solution. La mesure comprend l'ajout goutte-à-goutte d'une solution titrante jusqu'à ce que la couleur disparaisse. La teneur en oxygène dissous est calculée à partir du volume de solution titrante ajoutée.

La quantité d'oxygène dissous dans l'eau peut varier rapidement après que l'échantillon ait été recueilli. Il est donc important d'effectuer le test dès que l'échantillon a été collecté. L'échantillon d'eau utilisé pour le test doit être « stabilisé » sur le site de collecte (suivre les instructions relatives au kit). Une fois l'échantillon « stabilisé », il peut être transporté jusqu'à l'école pour finir le test.

En suivant les instructions relatives au kit de test, les techniques suivantes devraient être utilisées.

Assurez-vous qu'il n'y a pas d'air dans la bouteille contenant l'eau à tester. Pour vérifier qu'il n'y a pas de bulle dans la bouteille,

retournez la bouteille fermée et observer la présence ou non de bulles.

- Tenez les bouteilles et les compte-gouttes verticalement lorsque vous ajoutez des gouttes de réactif dans votre échantillon d'eau afin que toutes les gouttes de réactif aient la même taille.
- Si les étudiants veulent mélanger, ils doivent fermer la bouteille et faire un mouvement d'essuie-glaces afin de mélanger les réactifs avec douceur.
- Le précipité est obtenu lorsque une ligne nette apparaît entre le liquide limpide sur le dessus et le matériel installé au fond (eau douce). Le précipité peut mettre un long moment à se former (plus de 15 minutes) dans une eau salée et saumâtre.
- Assurez-vous qu'il n'y a pas de bulle d'air dans votre titrant lorsque vous le remplissez.
- Si votre kit vous demande de titrer jusqu'à l'obtention d'un jaune pâle, mettez une feuille de papier blanc derrière la bouteille et continuez le titrage jusqu'à ce que le liquide soit presque limpide avant d'ajouter la solution d'amidon.

Vous n'avez pas besoin d'effectuer la compensation d'altitude lors de la mesure de la quantité finale d'oxygène dissous dans l'échantillon d'eau provenant de votre site hydrologique. L'étalonnage est seulement nécessaire durant la procédure de contrôle qualité.

Sondes à oxygène dissous

La mesure de la teneur en oxygène dissous avec une sonde électronique DOIT être effectuée sur place. Les échantillons ne peuvent pas être transportés puis analysés au laboratoire.

Préparez votre sonde conformément aux instructions du manuel d'utilisateur. Beaucoup de sondes nécessitent une période de préchauffage avant de produire des mesures correctes. Certaines sondes ont besoin d'être maintenues allumées après la calibration afin de pouvoir garder cette calibration en mémoire. Assurez-vous de bien suivre les instructions relatives à votre sonde.

Pour les mesures de teneur en oxygène dissous dans des eaux salées (conductivité supérieure à 1000 mg/L ou salinité supérieure à 1 ppt), il est nécessaire d'appliquer un facteur de correction dû à la salinité aux mesures effectuées avec la sonde. L'eau salée peut contenir moins d'oxygène que

l'eau douce à température et pression égales. Les sondes ont chacune leur propre procédure pour cette correction. Pour certaines, la correction doit être effectuée avant la mesure en oxygène dissous ; pour d'autres, elle doit être effectuée après. Référez-vous s'il-vous-plait au manuel de votre sonde. Comme cette correction peut affecter vos mesures, il est nécessaire de mesurer la salinité à chaque mesure de teneur en O.D. et de la noter sur votre *Fiche de relevé des données de l'étude hydrologique*.

Contrôle qualité

Kits de mesure de teneur en O.D.

Pour la procédure de contrôle qualité, les étudiants comparent la teneur en oxygène dissous mesurée dans la solution étalon avec la valeur saturée fournie par les tables afin de déterminer si leur kit et leurs procédures sont corrects.

Pour réaliser une solution étalon saturée, les étudiantsaturent de l'eau distillée en remuant pendant 5 minutes une bouteille d'eau distillée partiellement remplie. Puisque la solubilité décroît lorsque la température augmente, lorsque la salinité augmente ou lorsque la pression atmosphérique diminue, il faut contrôler ces variables dans la solution étalon en utilisant de l'eau distillée et en effectuant les corrections relatives à la température de l'eau et à l'altitude (qui traduit indirectement la pression). Vous avez besoin de connaître l'altitude du lieu où la procédure va être effectuée (par exemple votre école). Le tableau HY-DO-2 contient les valeurs des corrections pour différentes valeurs de pressions atmosphériques et d'altitudes.

Une fois remuée, la solution étalon peut être versée directement dans la bouteille échantillon jusqu'à ce que celle-ci soit complètement pleine. De l'oxygène ne risque pas d'être ajouté à l'échantillon car celui-ci est déjà saturé en oxygène. Une fois la bouteille contenant l'échantillon remplie, suivez les instructions relatives au kit pour mesurer la teneur en oxygène dissous.

Sonde à oxygène dissous

Les sondes à oxygène dissous doivent être calibrées avant utilisation. Vérifiez auprès du fabricant que la sonde garde en mémoire la calibration la plus récente. Si cela est le cas, la sonde doit être calibrée au maximum 24 heures

avant la prise de mesures. Si votre sonde ne garde pas la calibration la plus récente en mémoire, il est nécessaire de calibrer la sonde juste avant de prendre les mesures en faisant bien attention à ne pas éteindre la sonde ou tout logiciel qui pourrait y être associé.

Une fois sur le terrain, vérifiez que la calibration a bien été maintenue en plaçant la sonde dans une eau saturée à 100% d'air. Si la différence de mesure est supérieure à 0,2 mg/L, recalibrez la sonde sur place. Rappelez-vous qu'une température différente sur le site peut modifier la teneur en oxygène d'une eau saturée à 100%. Cela ne signifie pas donc nécessairement que votre calibration a disparue. Vérifiez au moyen des tables la teneur en oxygène à saturation pour cette température.

Ne rendez JAMAIS compte de mesures prises au moyen d'un instrument qui n'a pas été calibré avant utilisation.

Consignes de sécurité

- Les étudiants doivent porter des gants et des lunettes protectrices lorsqu'ils manipulent les produits chimiques et l'eau qui peuvent contenir des substances potentiellement dangereuses telles que des bactéries ou des déchets industriels.
- Vous devez vous renseigner auprès des autorités locales sur les procédures d'enlèvement des produits chimiques utilisés.

Conseils utiles

Marquez chaque élément du même kit avec une touche de peinture ou de vernis à ongles de la même couleur. Repérez les autres kits avec d'autres couleurs afin d'éviter les échanges de produits chimiques ou de solutions titrantes entre les différents kits.

Lors de l'ouverture des produits chimiques, notez la date et débarrassez vous de façon appropriée de tous les produits chimiques après la date limite d'utilisation.

Encadrement des étudiants

Si tous les étudiants n'ont pas le temps de mesurer la teneur en O.D. de trois échantillons différents sur le site hydrologique, assurez vous qu'au moins l'un d'entre eux effectue l'ensemble des mesures. Puis, plus tard, faites mesurer le même échantillon « stabilisé » par les autres étudiants dans la salle de classe ou le laboratoire.

Entretien des instruments

Kits de mesure de teneur en O.D.

1. Les produits chimiques doivent être fermés correctement immédiatement après utilisation.
2. Rincez les récipients contenant les échantillons et la burette de titrage avec de l'eau distillée après utilisation.
3. Jetez les produits chimiques présents dans le compte-gouttes et la burette. Ils ne doivent pas être récupérés car ils ont pu être contaminés.
4. Ne rincez pas le titreur avec de l'eau distillée tant qu'il n'a pas été utilisé. Rincer avec de l'eau distillée laisse souvent dans le titreur une goutte d'eau difficile à éliminer.
5. Enlevez le piston du titreur pour le stocker afin d'éviter que le plastique ne se colle au tube.

Sondes à oxygène dissous

Les sondes à O.D. nécessitent un entretien méticuleux pour maintenir leur précision et augmenter leur durée de vie. Consultez le manuel de votre sonde pour connaître les instructions relatives à l'entretien et au stockage de celle-ci.

Questions pour aller plus loin

Comment une variation de la teneur en O.D. affecte-t-elle les organismes vivants aquatiques ?

Comment un réchauffement ou un rafraîchissement de l'atmosphère peut-il affecter la teneur en O.D. de votre eau ?

Comment des changements de la nature des sols environnants de votre site hydrologique peuvent-ils affecter la teneur en O.D. de l'eau ?

Procédure de contrôle qualité pour kits de mesure de teneur en O.D.

Guide de laboratoire

But

Vérifier la précision de votre kit de mesure de teneur en O.D. S'entraîner à utiliser le kit correctement.

Matériel

- o Feuille de relevé de données de contrôle qualité de l'étude hydrologique
- o Eau distillée
- o Eprouvette graduée de 100 mL
- o Bouteille en polyéthylène de 250 mL et son couvercle
- o Thermomètre
- o Bouteille et son couvercle pour les produits chimiques à jeter
- o Kit de mesure de teneur en O.D.
- o Gants en latex
- o Lunettes de protection
- o Stylo ou crayon à papier
- o Chronomètre ou montre

Procédure

1. Mettez les gants et les lunettes protectrices.
2. Rincez deux fois la bouteille de 250 mL avec de l'eau distillée.
3. Versez 100 mL d'eau distillée dans la bouteille de 250 mL.
4. Fermez la bouteille. Secouez la vigoureusement pendant 5 minutes. Ceci est l'étalon que vous utiliserez pour tester votre kit.
5. Débouchez la bouteille et relevez la température de l'eau (voir *Le guide de terrain du protocole de mesure de la température de l'eau*). Assurez-vous que le bout du thermomètre ne touche pas le fond ou les côtés de la bouteille.
6. Notez la température de l'étalon sur *La feuille de relevé de données de contrôle qualité*.
7. Versez l'étalon dans la bouteille d'échantillon de votre kit. Remplissez la bouteille jusqu'en haut. Fermez la bouteille. Renversez la bouteille à l'envers. Il ne doit y avoir aucune bulle.

Remarque : Il n'est pas nécessaire d'immerger la bouteille d'échantillon dans l'eau pour recueillir l'échantillon lors du contrôle qualité.

8. Suivez les instructions du manuel de votre kit de mesure de teneur en O.D. pour mesurer la teneur en O.D. de votre étalon.

9. Notez la teneur en O.D. (mg/L) de votre étalon sur votre *Feuille de relevé de données*.
10. Consultez les *Tables de solubilité de l'oxygène* pour la température que vous venez de relever. Voir le tableau HY-DO-1.
11. Notez la solubilité correspondant à la température de votre étalon.
12. Cherchez dans les *Tables d'étalonnage d'altitude* l'altitude correspondant le mieux à celle du lieu où vous vous trouvez. Voir le tableau HY-DO-2
13. Notez la valeur de la correction correspondant à votre altitude.
14. Multipliez la solubilité de votre échelon par la valeur de la correction d'altitude. Vous obtenez alors la teneur nominale en O.D. de votre étalon.
15. Comparez la teneur en O.D. que vous avez mesurée avec le kit avec la teneur nominale de votre étalon.
16. Si l'écart est inférieur à 1 mg/L, notez la teneur en O.D. sur la *Feuille de relevé de données du contrôle qualité*. Si il est supérieur, répétez entièrement la procédure de contrôle qualité.
17. Si vos mesures ne sont toujours pas bonnes, notez la valeur que vous obtenez et indiquez au professeur que le kit ne fonctionne pas correctement.
18. Versez tous les produits chimiques utilisés dans la bouteille des déchets. Nettoyez votre kit avec de l'eau distillée.

Tableau HY-DO-1: Solubilité de l'Oxygène dans l'eau douce exposée à l'air libre à 1013.65 mB

Temp (°C)	Solubilité (mg/L)	Temp (°C)	Solubilité (mg/L)	Temp (°C)	Solubilité (mg/L)
0	14.6	16	9.9	32	7.3
1	14.2	17	9.7	33	7.2
2	13.8	18	9.5	34	7.1
3	13.5	19	9.3	35	7.0
4	13.1	20	9.1	36	6.8
5	12.8	21	8.9	37	6.7
6	12.5	22	8.7	38	6.6
7	12.1	23	8.6	39	6.5
8	11.9	24	8.4	40	6.4
9	11.6	25	8.3	41	6.3
10	11.3	26	8.1	42	6.2
11	11.0	27	8.0	43	6.1
12	10.8	28	7.8	44	6.0
13	10.5	29	7.7	45	5.9
14	10.3	30	7.6	46	5.8
15	10.1	31	7.4	47	5.7

Tableau HY-DO-2: Valeurs des corrections pour différentes pressions atmosphériques et altitudes

Pression (millibars)	Altitude (m)	Correction (%)	Pression (millibars)	Altitude (m)	Correction (%)
1023	-84	1.01	841	1544	0.83
1013	0	1.00	831	1643	0.82
1003	85	0.99	821	1743	0.81
993	170	0.98	811	1843	0.80
988	256	0.97	800	1945	0.79
973	343	0.96	790	2047	0.78
963	431	0.95	780	2151	0.77
952	519	0.94	770	2256	0.76
942	608	0.93	760	2362	0.75
932	698	0.92	750	2469	0.74
922	789	0.91	740	2577	0.73
912	880	0.90	730	2687	0.72
902	972	0.89	719	2797	0.71
892	1066	0.88	709	2909	0.70
882	1160	0.87	699	3203	0.69
871	1254	0.86	689	3137	0.68
861	1350	0.85	679	3253	0.67
851	1447	0.84	669	3371	0.66

HY-DO-3: Solubilité de l'Oxygène dans l'eau salée au niveau de la mer (1013.65 mB) en fonction de la température et de la salinité

Température (°C)	Salinité (ppt)												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1	14.2	13.7	13.3	12.8	12.4	12.0	11.5	11.2	10.8	10.4	10.1	9.7	9.4
2	13.8	13.4	12.9	12.5	12.1	11.6	11.3	10.9	10.5	10.2	9.8	9.5	9.2
3	13.5	13.0	12.6	12.2	11.7	11.4	11.0	10.6	10.3	9.9	9.6	9.3	8.9
4	13.1	12.7	12.3	11.8	11.5	11.1	10.7	10.4	10.0	9.7	9.4	9.0	8.7
5	12.8	12.4	11.9	11.6	11.2	10.8	10.5	10.1	9.8	9.5	9.1	8.8	8.6
6	12.4	12.0	11.7	11.3	10.9	10.5	10.2	9.9	9.6	9.2	8.9	8.6	8.4
7	12.1	11.7	11.4	11.0	10.6	10.3	10.0	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2
8	11.8	11.5	11.1	10.7	10.4	10.1	9.7	9.4	9.1	8.8	8.6	8.3	8.0
9	11.6	11.2	10.8	10.5	10.2	9.8	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9
10	11.3	10.9	10.6	10.3	9.9	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2	7.9	7.7
11	11.0	10.7	10.3	10.0	9.7	9.4	9.1	8.8	8.6	8.3	8.0	7.8	7.5
12	10.8	10.4	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9	7.6	7.4
13	10.5	10.2	9.9	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2	8.0	7.7	7.5	7.2
14	10.3	10.0	9.7	9.4	9.1	8.8	8.6	8.3	8.0	7.8	7.6	7.3	7.1
15	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9	7.7	7.4	7.2	7.0
16	9.9	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2	8.0	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9
17	9.7	9.4	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4	7.1	6.9	6.7
18	9.5	9.2	8.9	8.7	8.4	8.2	7.9	7.7	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6
19	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2	8.0	7.8	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5
20	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4
21	8.9	8.7	8.4	8.2	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.8	6.7	6.5	6.3
22	8.7	8.5	8.3	8.0	7.8	7.6	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.4	6.2
23	8.6	8.3	8.1	7.9	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1
24	8.4	8.2	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.1	6.0
25	8.3	8.0	7.8	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0	5.9
26	8.1	7.9	7.7	7.5	7.2	7.0	6.8	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9	5.8
27	8.0	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.4	6.2	6.0	5.9	5.7
28	7.8	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.9	5.8	5.6
29	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.2	6.0	5.8	5.7	5.5
30	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1	5.9	5.7	5.6	5.4
31	7.4	7.2	7.0	6.8	6.7	6.5	6.3	6.1	6.0	5.8	5.7	5.5	5.4
32	7.3	7.1	6.9	6.7	6.6	6.4	6.2	6.0	5.9	5.7	5.6	5.4	5.3
33	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.9	5.8	5.6	5.5	5.3	5.2
34	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.2	6.0	5.9	5.7	5.6	5.4	5.3	5.1
35	6.9	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1	5.9	5.8	5.6	5.5	5.3	5.2	5.1
36	6.8	6.7	6.5	6.3	6.2	6.0	5.8	5.7	5.5	5.4	5.2	5.1	5.0
37	6.7	6.6	6.4	6.2	6.1	5.9	5.7	5.6	5.5	5.3	5.2	5.0	4.9
38	6.6	6.4	6.3	6.1	6.0	5.8	5.7	5.5	5.4	5.2	5.1	5.0	4.8
39	6.5	6.3	6.2	6.0	5.9	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	5.0	4.9	4.8
40	6.4	6.2	6.1	5.9	5.8	5.6	5.5	5.4	5.2	5.1	5.0	4.8	4.7

Questions fréquentes

Pourquoi la teneur en oxygène dissous que j'ai mesurée ne correspond pas avec celle que j'ai calculée ?

Deux raisons peuvent expliquer pourquoi les deux valeurs diffèrent. Premièrement, vous n'avez peut-être pas scrupuleusement suivi les instructions du manuel de votre kit ou vous avez commis des petites erreurs dans la procédure que vous avez utilisée. Voici quelques conseils pour éviter les problèmes :

1. Assurez-vous qu'il n'y a aucune bulle d'air dans la bouteille d'échantillon ou dans le titreur (pour les kits utilisant un titreur). Pour vérifier la présence de bulles dans une bouteille, retournez la bouteille fermée à l'envers et regardez si il y a des bulles.
2. Faites des mesures précises. Si vous ajoutez des gouttes avec une bouteille, tenez la bouteille verticalement afin que toutes les gouttes aient la même taille.
3. Laissez le temps aux précipités de se former. Si vous avez secoué la bouteille trop violemment avant que le précipité se

forme, la formation du précipité peut prendre 10 minutes voire plus.

4. Relevez précisément les données. Si le manuel de votre kit prévoit un comptage des gouttes, deux personnes doivent effectuer le comptage pour assurer la précision. Si le manuel prévoit l'usage d'un titreur, lisez les instructions correspondant à la lecture du titreur de votre kit.
5. Si vous faites des tests dans de l'eau salée, faites bien attention à utiliser le tableau HY-DO-3 pour déterminer la teneur maximale en oxygène qu'une eau avec un tel taux de salinité peut contenir. L'eau salée complètement saturée peut en effet contenir moins d'oxygène que l'eau douce.

La seconde raison pour laquelle la valeur que vous avez mesurée peut ne pas correspondre à celle que vous avez calculée est qu'il peut y avoir un problème avec les produits chimiques de votre kit. Dans ce cas, vous allez devoir prendre de nouveaux produits chimiques.



Protocole de teneur en O.D. (kit)

Guide de terrain

But

Mesurer la teneur en O.D. de votre échantillon d'eau en utilisant un kit.

Matériel

- Feuille de relevé de données hydrologiques
- Eau distillée
- Gants en latex
- Bouteille et son couvercle pour les déchets chimiques
- Lunettes protectrices
- Stylo ou crayon à papier
- Kit de mesure de teneur en O.D.

Mode opératoire

1. Remplissez le haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*.
2. Mettez les lunettes protectrices et les gants.
3. Rincez vos mains et la bouteille d'échantillon avec l'échantillon d'eau à trois reprises.
4. Fermez la bouteille vide.
5. Coulez la bouteille dans l'échantillon d'eau.
6. Enlevez le capuchon et laissez la bouteille se remplir d'eau. Remuez doucement la bouteille ou tapotez la pour évacuer les bulles.
7. Rebouchez la bouteille en la laissant toujours sous l'eau.
8. Sortez la bouteille de l'eau. Renversez-la pour observer les bulles d'air. Si vous en voyez, jetez cet échantillon et collectez en un nouveau.
9. Suivez les instructions du manuel de votre kit de mesure pour tester votre échantillon d'eau.
10. Notez la teneur en O.D. de votre échantillon sur la *Feuille de relevé de données* comme *Observateur 1*.
11. Faites faire la même mesure à deux autres étudiants en utilisant un nouvel échantillon d'eau à chaque fois.
12. Notez leurs mesures sur la *Feuille de relevé de données* comme *Observateurs 2 et 3*.
13. Calculez la moyenne des trois mesures.
14. Chacune des trois mesures doit être à moins de 1 mg/L de la moyenne. Si l'une des trois mesures est trop loin de la moyenne, calculez la moyenne des deux autres mesures. Si ces deux mesures sont à moins de 1 mg/L de la nouvelle moyenne, notez cette moyenne.
15. Jetez tous les produits chimiques utilisés dans le conteneur à déchets. Nettoyez votre kit de mesure avec de l'eau distillée.

Protocole de teneur en O.D. (sonde)

Guide de terrain

But

Mesurer la teneur en O.D. de votre échantillon d'eau en utilisant une sonde à O.D.

Matériel

- Feuille de relevé de données hydrologiques
- Sonde à Oxygène Dissous
- Solution désoxygénée (si utilisable avec votre sonde)
- Bouteille en polyéthylène de 250 mL et son couvercle
- Gants en latex
- Eau distillée
- Tables de correction de salinité (si besoin)
- Baromètre
- Stylo ou crayon à papier

Mode opératoire (au laboratoire ou sur le terrain)

Calibration (à réaliser dans les 24 heures précédant la prise de mesures)

1. Préchauffez la sonde comme cela est décrit dans le manuel de la sonde.
2. Utilisez le baromètre pour mesurer la pression atmosphérique sur votre site. Si vous n'avez pas de baromètre, utilisez l'altitude pour évaluer la pression atmosphérique du site.
3. Suivez les instructions du manuel pour rentrer les paramètres de calibration dans la sonde.
4. Suivez les instructions du manuel pour mesurer le premier point de calibration (zéro oxygène)
5. Rincer la sonde à l'eau distillée et séchez la sans toucher la membrane.
6. Suivez les instructions du manuel pour mesurer le second point de calibration (100% d'oxygène)

Mode opératoire (sur le terrain)

1. Préchauffez la sonde comme cela est décrit dans le manuel de la sonde.
2. Mettez le bout de la sonde dans l'eau que vous voulez mesurer et remuez la doucement d'avant en arrière. Si vous mesurez un ruisseau ou une rivière et que l'eau part derrière la sonde, vous pouvez maintenir la sonde immobile.
3. Quand l'indication est stabilisée, notez la teneur en O.D. de l'eau sur la *Feuille de relevé des données de l'étude hydrologique*.
4. Répétez deux autres fois la mesure et notez la teneur en O.D. comme Observateurs 2 et 3.
5. Vérifiez que les trois mesures ne divergent pas les unes par rapport aux autres de plus de 0,2 mg/L. Si cela n'est pas le cas, continuez à prendre des mesures jusqu'à ce que les trois dernières vérifient cette condition.
6. Appliquez la correction due à la salinité (si cela est nécessaire).
7. Calculez la moyenne des trois mesures (corrigées si l'eau est salée).
8. Rincez l'électrode à l'eau distillée et séchez la. Mettez le couvercle sur l'électrode pour protéger la membrane et éteignez la sonde.

Questions fréquentes

1. Pourquoi devons-nous effectuer les mesures au même moment de la journée ?

La teneur en O.D. peut varier au cours de la journée lorsque l'eau commence à se réchauffer. Plus la lumière pénètre dans l'eau, plus la photosynthèse est importante. Cela peut entraîner une augmentation de la teneur en O.D. C'est pour cela qu'il est important d'effectuer vos mesures hydrologiques chaque semaine au même moment de la journée.

2. Qu'est-ce qui peut faire varier la teneur en O.D. au cours de l'année ?

En plus des différences de température, les variations saisonnières du débit de votre ruisseau, de la transparence ou de la productivité (taux de croissance des plantes et des animaux dans l'eau) entraînent des variations de la teneur en O.D.

3. Comment la salinité influence-t-elle la saturation en oxygène ?

Lorsque la quantité de sel dans l'eau augmente, la quantité de molécules d'oxygène

pouvant être dissoutes diminue. Par conséquent, lorsque la salinité augmente, la teneur en O.D. à saturation diminue l'eau (à température et pression constantes).



4. Qu'est-ce que la teneur en O.D. à saturation ?

La teneur en O.D. à saturation représente la quantité maximale d'oxygène que l'eau peut contenir dans des conditions de température, de pression et de salinité données. Lorsque vous calibrez votre sonde à O.D., le point de 100% d'oxygène correspond à la teneur en O.D. à saturation.

5. Pourquoi devons-nous mesurer la salinité à chaque fois ?

Dans les régions arides et semi-arides, les niveaux de salinité et de conductivité varient selon la saison (sèche ou humide). Dans les estuaires, la salinité peut varier suivant les marées et même suivant les années (sèches ou pluvieuses).

Protocole de teneur en O.D.

– Analyse des données

Les mesures sont-elles cohérentes ?

La teneur en O.D. que vous mesurez dépend de l'eau de votre site d'étude. L'oxygène dissous est ajouté dans l'eau par aération (lorsque l'eau coule ou fait des éclaboussures), par diffusion et par photosynthèse des plantes aquatiques. Il est utilisé pour la respiration. La quantité maximale d'oxygène dissous que l'eau peut contenir (solution saturée) dépend de l'altitude de votre site (pression atmosphérique), de la température de l'eau et de la salinité de votre échantillon. La teneur en O.D. dans les eaux naturelles peut varier de 0 mg/L à environ 16 mg/L. La solubilité de l'eau distillée à 0 °C est de 14,6 mg/L au niveau de la mer. Des eaux chaudes et immobiles peuvent présenter une teneur en O.D. de 4 à 5 mg/L. Des eaux froides et agitées présentent une teneur en O.D. de 13 à 14 mg/L. Des teneurs plus fortes sont possibles du fait de la photosynthèse des plantes, tout comme des teneurs plus faibles sont possibles du fait de la respiration.

Comme la teneur en O.D. dépend de la température de l'eau ainsi que d'autres variables comme la photosynthèse et la respiration dans l'eau, il est utile d'observer les tendances saisonnières. Tracez les courbes des variations sur un an de la teneur en O.D. et de la température de l'eau. Cherchez des similarités dans les mesures effectuées au cours d'une même saison. La teneur en O.D. doit être mesurée chaque semaine au même moment de la journée puisque celle-ci varie au cours de la journée au fur et à mesure que la photosynthèse et la température de l'eau augmentent. Des mesures effectuées à différents moments de la journée vont rendre l'interprétation des tendances saisonnières plus difficile. En plus de vous aider à trouver les tendances saisonnières, réaliser des graphiques va vous permettre de déceler des erreurs potentielles comme une erreur dans le placement d'une virgule.

Sur le graphique HY-DO-1, la teneur en O.D. de 3 mg/L du 7 février 1999 est extrêmement faible. Ceci n'est pas une valeur normale pour une eau à cette période de l'année. On aurait plutôt attendu une valeur dans les 11-13 mg/L. Si vous rencontrez de telles valeurs, contactez l'école et demandez leur de vérifier leur *Feuille de relevé de données* afin de s'assurer que c'est bien la bonne valeur.

Après avoir collecté quelques échantillons, vous devriez connaître approximativement la valeur que vous devriez obtenir. Si vous obtenez une mesure fantaisiste (plus forte ou plus faible que ce à quoi vous vous attendiez au vu de la température de l'air et des valeurs des semaines précédentes), refaites la mesure avec un nouvel échantillon d'eau et nettoyez la bouteille d'échantillon. Si vous obtenez le même résultat, notez sur la *Feuille de relevé de données* que vous avez remarqué l'anormalité de la mesure à cette date mais qu'elle est bien correcte.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

La plupart des organismes ne peuvent vivre lorsque la teneur en O.D. est inférieure à 3 mg/L. Certains organismes fragiles ne vivent pas en dessous de 7,5 mg/L. Les baisses de teneur en O.D. vers des valeurs faibles (moins de 5 mg/L) sont inquiétantes. Un excès de nutriments dans l'eau (fertilisateurs ou eaux usées riches en matières organiques par exemple) peut entraîner une croissance excessive de la végétation et des algues, causant une augmentation de la quantité de pourriture présente dans l'eau. Or les bactéries qui décomposent la matière organique respirent et consomment de l'oxygène.

En plus d'observer la teneur en O.D. de l'eau, il est aussi intéressant de comparer cette teneur avec la valeur calculée de saturation. Cela peut nous renseigner sur la productivité du corps aquatique. Dans une eau productive, les plantes vont produire de l'oxygène par photosynthèse. La teneur en O.D. varie au cours de la journée, avec une valeur maximale en début d'après-midi et des valeurs minimales durant la nuit (lorsque la respiration n'est pas compensée par la photosynthèse). A certains moments de la journée (typiquement en

début d'après-midi), certaines eaux peuvent présenter une teneur en O.D. supérieure à la valeur de saturation, indiquant que la production d'oxygène par photosynthèse est plus importante que la consommation d'oxygène par respiration. Aussi, les eaux qui sont très agitées laissent peu pénétrer la lumière et ont donc une faible productivité. Elles présentent typiquement de faibles teneurs en O.D.

Les pages Web du site Internet de GLOBE donnent les valeurs de saturation en O.D. pour votre site que vous pouvez comparer graphiquement avec vos mesures finales.

Exemple de projet étudiant

Formuler une hypothèse

Une étudiante intéressée par l'oxygène dissous étudie le graphique temporel de la teneur en O.D. sur le site SWS-02 du Reynolds Jr High School (graphique HY-DO-2). Elle remarque que les teneurs en O.D. entre la fin décembre 2000 et le début janvier 2001 sont plus faibles que lors des hivers précédents. Durant cette période, la teneur en O.D. est restée entre 7 et 10 mg/L pendant environ un mois. Durant les trois hivers précédents, la teneur était toujours entre 11 et 15 mg/L. Ces teneurs faibles sont similaires à celles que l'on retrouve durant les périodes plus chaudes. Sachant que la teneur en O.D. à saturation dépend en général de la température, elle formule l'hypothèse que la température de l'eau durant cette période a été supérieure à la normale et que cette température forte est responsable de la faiblesse des teneurs en O.D.

Elle contacte alors l'école et apprend que l'eau étudiée provient de la rivière Shenango.

Rassembler et analyser les données

Elle commence par tracer la courbe des valeurs moyennes mensuelles de teneur en O.D. et de température. Voir le graphique HY-DO-3.

Lorsque l'on regarde les moyennes mensuelles, le mois de janvier 2001 anormalement bas est encore plus flagrant. Cependant, il semble qu'il n'y ait pas eu parallèlement de hausse de la température de l'eau, qui était d'environ 3°C.

Comme la température était normale, la teneur en O.D. à saturation aurait dû être normalement élevée. Cela signifie que le déficit en O.D., qui est

	Temp. Eau degrés (°C)	Teneur en O.D. (mg/L)	O.D. à saturation (mg/L)	Déficit d'O.D. (mg/L)
Date				
02/01/1998	5	11.2	12.8	1.6
10/01/1998	5.5	10.5	12.6	2.1
17/01/1998	2	12.1	13.8	1.7
24/01/1998	1.5	12.6	14	1.4
31/01/1998	2	11.7	13.8	2.1
Moyenne	3.2	11.6	13.4	1.8
Date				
09/01/1999	0	12.3	14.6	2.3
16/01/1999	0	12.3	14.6	2.3
23/01/1999	1	10.8	14.2	3.4
30/01/1999	0.5	11.6	14.4	2.8
Moyenne	0.4	11.8	14.5	2.7
Date				
06/01/2000	3	13.6	13.5	-0.1
13/01/2000	1.2	13	14.1	1.1
20/01/2000	0	13	14.6	1.6
27/01/2000	0	13.3	14.6	1.3
Moyenne	1.1	13.2	14.2	1.0
Date				
1/5/2001	6	9.8	12.4	2.6
1/12/2001	1	9.8	14.2	4.4
1/19/2001	2	8.5	13.8	5.3
1/26/2001	1	7.4	14.2	6.8
Moyenne	2.5	8.9	13.7	4.8

la différence entre la teneur en O.D. à saturation et celle mesurée, est anormalement élevée pour diverses raisons.

Les pages de visualisation GLOBE calculent les moyennes mensuelles de la température de l'eau et de la teneur en O.D. mesurée, mais pas celles de la teneur en O.D. à saturation. L'étudiante décide donc de calculer elle-même les moyennes mensuelles de la teneur en O.D. à saturation. Elle génère alors un graphique représentant la teneur en O.D., la teneur à saturation et la température de l'eau ; puis elle crée un tableau de valeurs. Elle transfère alors ces informations sur un tableau.

Elle extrait toutes les valeurs pour les mois de janvier de chacune des quatre années (tableau HY-DO-3). Puis elle calcule le déficit en O.D. (teneur en O.D. à saturation – teneur en O.D. mesurée). Puis, pour chaque année, elle calcule la moyenne pour chacun des quatre termes.

En 2001, la teneur en O.D. moyenne était de 8,9 mg/L. Entre 1998 et 2000, elle était respectivement de 11,6, 11,8 et 13,2 mg/L.

Cependant, la température de l'eau était quasiment la même pour les quatre mois de janvier : 3,2°C, 0,4°C, 1,1°C et 2,5°C. La température était même plus chaude en janvier 1998 qu'en janvier 2001 alors que la teneur en O.D. mesurée était supérieure. Par conséquent, la baisse de la teneur en O.D. ne semble pas être due à la température.

La moyenne du déficit en O.D. était entre 1 et 2,7 mg/L pour les trois premières années, et de 4,8 mg/L en 2001. Le déficit en O.D. en janvier 2001 est donc presque le double de celui du second mois de janvier le plus élevé (en 1999) où il était de 2,7.

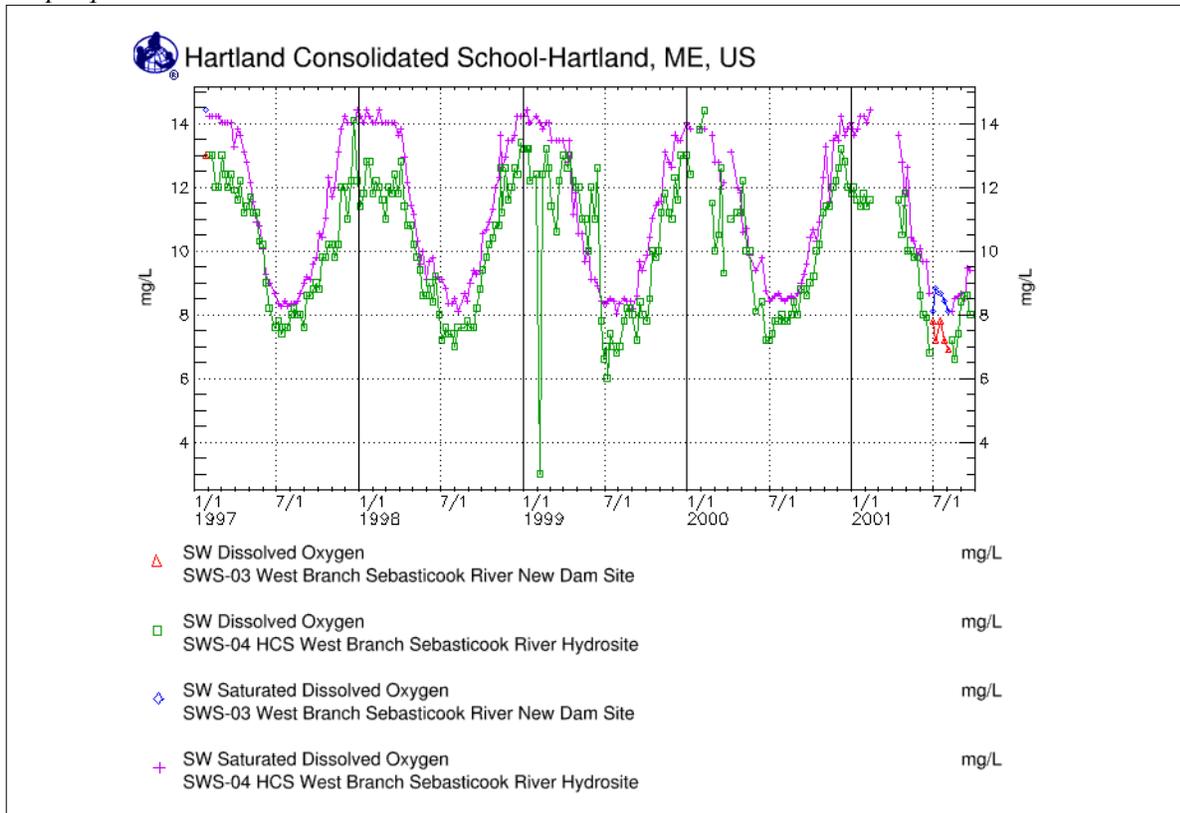
L'étudiante conclue alors que : *Les teneurs en O.D. mesurées ont été plus faibles en janvier 2001 que durant les mois de janvier de 1998 à 2000. La température de l'eau et la teneur en O.D. à saturation étant quasiment les mêmes, la baisse de la teneur en O.D. n'était donc pas due à une variation de la température de l'eau.*

Par conséquent, son hypothèse selon laquelle une eau plus chaude était la cause de la faiblesse de la teneur en O.D. est rejetée. Il est tout à fait normal de rejeter vos propres hypothèses. Les scientifiques font de même régulièrement. Souvent, en trouvant que ses hypothèses sont incorrectes, on débouche sur des solutions alternatives qui conduisent à une meilleure compréhension du problème.

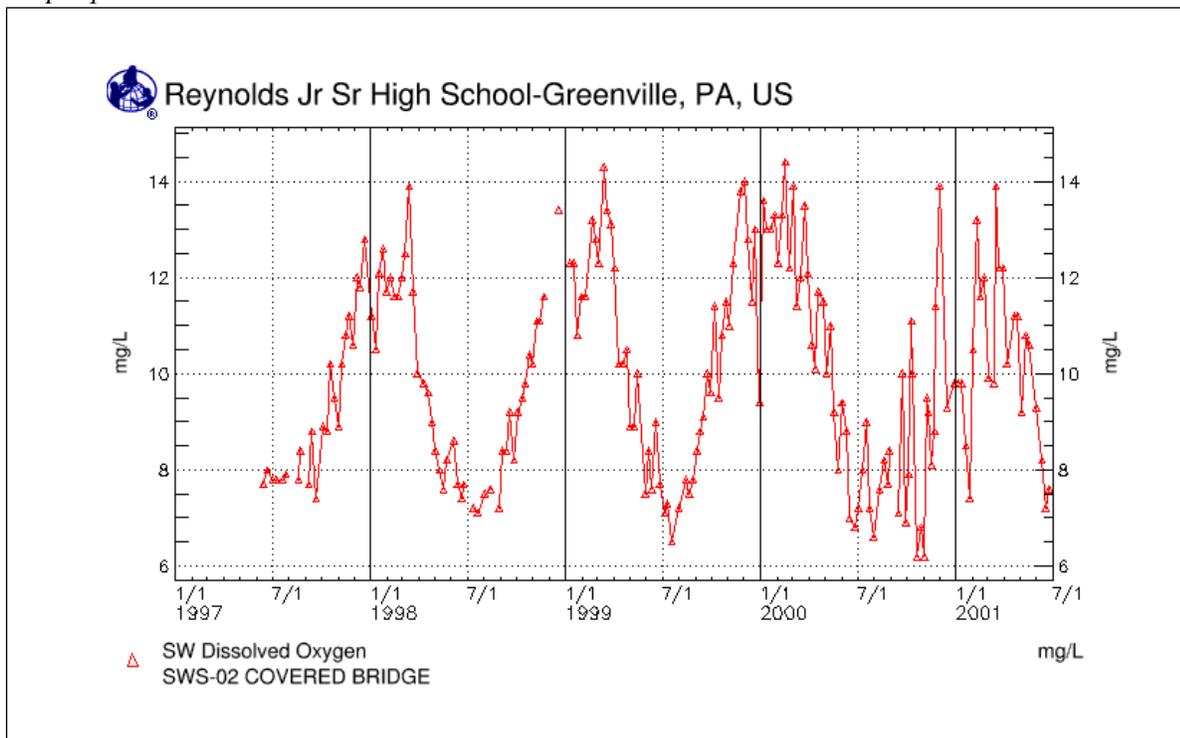
Pour aller plus loin

Il n'y a rien dans les données qui permette d'expliquer pourquoi la teneur en O.D. était si faible durant l'hiver 2001. L'étudiante a remarqué que l'hiver 2000-2001 semble avoir été plus long que les hivers précédents mais ne voit pas comment cela aurait pu affecter la teneur en O.D. plus tardivement dans l'hiver. Elle remarque aussi que la teneur en O.D. durant l'été 2000 semble avoir été plus variable que dans les années précédentes. Quelque chose d'autre a peut être changé dans la rivière et a entraîné une plus grande consommation d'oxygène dissous. Une raison pourrait être que les bactéries (comme celles associées aux matières organiques en décomposition provenant des égouts) étaient plus nombreuses dans l'eau. Un étudiant pourrait étudier si oui ou non il y a eu des changements extérieurs dans l'environnement du cours d'eau.

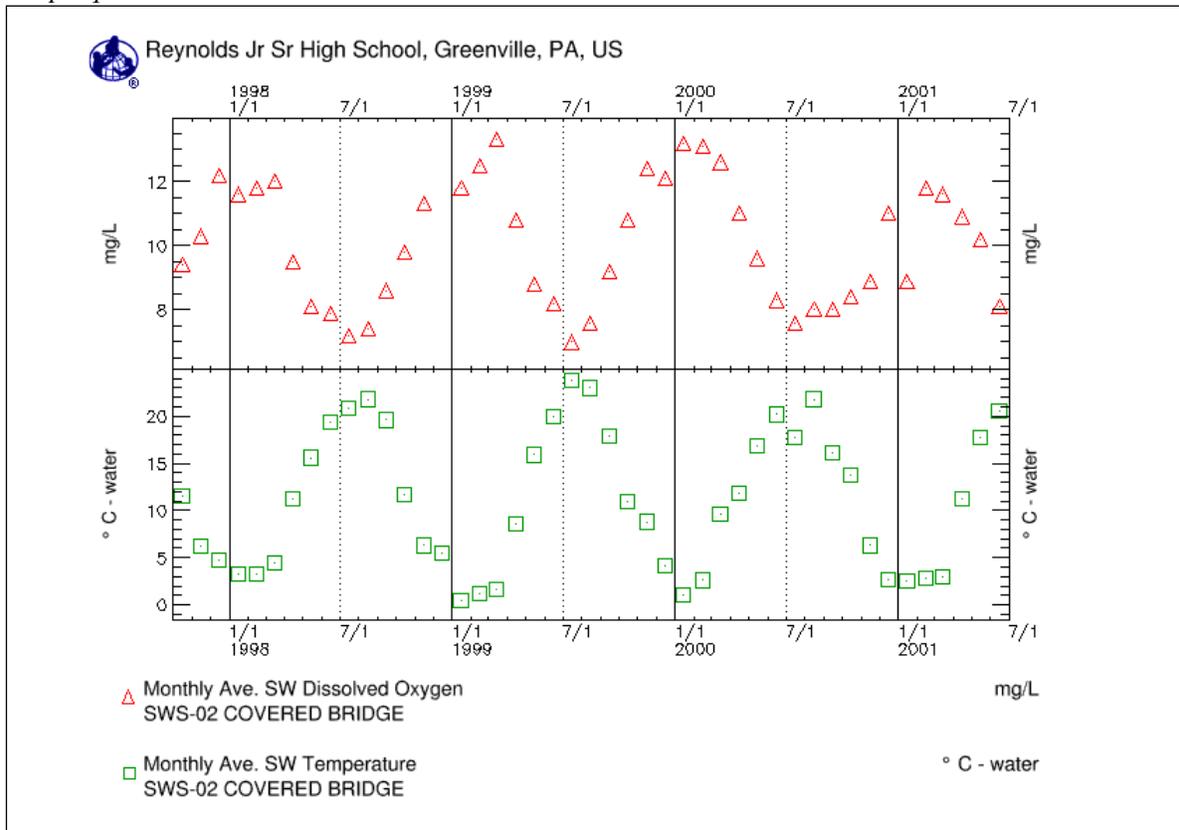
Graphique HY-DO-1



Graphique HY-DO-2



Graphique HY-DO-3



Protocole de mesure de la conductivité électrique



Objectif général

Mesurer la conductivité de l'eau sur un site hydrologique d'eau douce.

Objectif spécifique

Les étudiants mesureront indirectement la conductivité en utilisant un conductimètre électrique.

Les étudiants estimeront, à partir des mesures de la conductivité électrique, les quantités de solides dissous.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- utiliser un conductimètre électrique;
 - examiner les raisons des changements de la conductivité électrique d'un corps aqueux;
 - communiquer les résultats du projet avec les autres écoles GLOBE;
 - utiliser une technologie en salles de classe
 - collaborer avec les autres écoles GLOBE (dans leur pays ou à l'étranger);
- et
- partager les observations en transmettant les données à aux archives de GLOBE.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les matériaux terrestres sont les roches solides, les sols, l'eau et l'atmosphère.

L'eau est un solvant.

Chaque élément se déplace entre les différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère).

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements dans lesquels leurs besoins sont satisfaits

La Terre a beaucoup d'environnements différents qui supportent différentes combinaisons d'organismes.

L'Homme peut changer un environnement naturel.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources lorsqu'ils vivent dans un environnement en constante évolution.

Compétences scientifiques

Utiliser un conductimètre pour

mesurer la conductivité de l'eau

Identifier les questions auxquelles il est possible de répondre.

Concevoir et mener des investigations scientifiques.

Utiliser à bon escient les mathématiques pour analyser les données.

Développer des descriptions et des explications en utilisant des évidences.

Reconnaître et analyser des explications alternatives.

Communiquer les procédures et les explications.

Durée

10 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Hebdomadaire

Matériel et instruments

Feuille de données de recherches en hydrologie

Guide du protocole de conductivité électrique

Conductimètre électrique

Thermomètre

Eau distillée en bouteille

Tissu doux

Deux bécchers de 100 mL

Gants en latex

600-700 ml d'eau en bouteille plastique

Pour la calibration, ce qui précède plus :

- Solution tampon
- Petit tournevis (si nécessaire)
- *Guide de calibration en laboratoire pour le protocole de conductivité électrique*

Préparation

Activités d'apprentissage suggérées:

Exercer vos protocoles : recherche de la conductivité électrique de l'eau (guide électronique uniquement)

Pré requis

Aucun

Protocole de conductivité électrique – Introduction

N'avez vous jamais laissé l'eau s'évaporer d'un plat? Que reste-t-il après que l'eau se soit évaporée?

L'eau contient de nombreuses impuretés naturelles – incluant les sels et les minéraux, dissous dans l'eau, et que l'on ne peut ni voir ni sentir. Lorsque l'eau rentre en contact avec les roches et le sol, des minéraux se dissolvent dedans. D'autres impuretés peuvent apparaître dans l'eau par la libération d'eau usagée. Si l'eau contient de grandes quantités de sels dissous, cela peut être dangereux de l'utiliser pour arroser les cultures.

On appelle la quantité d'impuretés minérales et de sels dans l'eau les Matières Totales Dissoutes. (MTD en abrégé). On mesure les MTD en parts par million (ppm). Cela nous dit alors combien il y a d'unités d'impuretés pour un million d'unités d'eau, par unité de masse. Pour l'eau que l'on utilise à la maison, on préfère un taux de MTD inférieur à 500 ppm, bien qu'une eau avec un taux de MTD plus élevé est encore inoffensif. L'eau utilisée pour l'agriculture doit avoir un taux de MTD en dessous de 1200 ppm pour que les cultures sensibles ne soient pas endommagées. La fabrication, spécialement des composants électroniques requiert une eau sans aucune impureté.

On utilise une mesure indirecte pour trouver le taux de MTD dans l'eau. Une manière de mesurer les impuretés de l'eau est de savoir comment celle-ci conduit l'électricité. L'eau pure est un mauvais conducteur d'électricité. Quand certains solides (comme les sels) sont dissous dans l'eau, ils se dissocient et forment des ions. Les ions transportent une charge électrique soit positive soit négative). Ainsi plus il y aura d'ions dans l'eau, meilleure sera la conductivité de l'eau.

Le conductimètre électrique mesure la quantité d'électricité qui passe à travers un centimètre d'eau. Si on regarde la sonde du conductimètre, on peut voir des électrodes éloignées d'un centimètre. La conductivité est mesurée en micro siemens par cm ($\mu\text{S/cm}$). Il s'agit de la même unité que les micro ohm.

Pour convertir la conductivité électrique d'un échantillon d'eau ($\mu\text{S/cm}$) en une concentration approximative de matières totales dissoutes (ppm), on doit multiplier la conductivité par un facteur de conversion. Le facteur de conversion dépend de la

composition des solides dissous et peut être entre 0.54 et 0.96. Par exemple, les sucres n'affectent pas la conductivité parce qu'ils ne forment pas d'ions quand ils sont dissous. La valeur de 0.67 est communément utilisée comme approximation.

$$\text{MTD (ppm)} = \text{Conductivité } (\mu\text{S/cm}) \times 0.67$$

C'est mieux d'utiliser un facteur de conversion qui a été déterminé par votre échantillon d'eau plutôt que celui approximatif puisque les impuretés entre les différents types d'eau peuvent énormément varier. De l'eau potable avec une conductivité de $750 \mu\text{S/cm}$ aura une concentration approximative en STD de 500 ppm. De la neige provenant de zones éloignées a une conductivité d'environ $5\text{-}30 \mu\text{S/cm}$.

Tableau HY-EC-1: Conversion estimée de la conductivité ($\mu\text{S/cm}$) en Matières Totales Dissoutes (ppm) basée sur un facteur moyen de conversion de 0.67

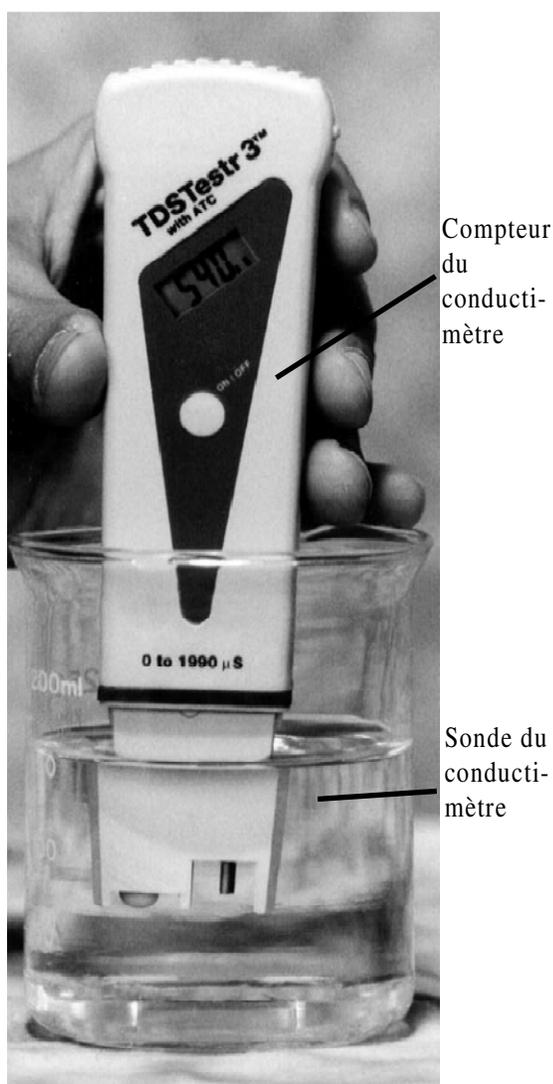
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	MTD (ppm)	Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	MTD (ppm)
0	0	1050	704
50	34	1100	737
100	67	1150	771
150	101	1200	804
200	134	1250	838
250	168	1300	871
300	201	1350	905
350	235	1400	938
400	268	1450	972
450	302	1500	1005
500	335	1550	1039
550	369	1600	1072
600	402	1650	1106
650	436	1700	1139
700	469	1750	1173
750	503	1800	1206
800	536	1850	1240
850	570	1900	1273
900	603	1950	1307
950	637	2000	1340
1000	670	>2000	>1340

Support pour l'enseignant

Procédure de mesure

Il y a plusieurs fabricants et modèles de conductimètre. Des modèles peuvent mesurer la conductivité avec un incrément de $10\mu\text{S}/\text{cm}$, d'autres avec un incrément de $1\mu\text{S}/\text{cm}$. Si votre modèle mesure des incréments de $10\mu\text{S}/\text{cm}$, il faudra l'étalonner aussi précisément possible avec la solution tampon. Votre précision ne sera jamais meilleure que $10\mu\text{S}/\text{cm}$. L'appareil a besoin d'être étalonné avant l'expérience. Ceci peut être fait soit en classe avant d'aller sur le site hydrologique, soit au site hydrologique même.

Figure HY-EC-1: Utiliser un conductimètre



Pour mesurer la conductivité électrique, vous cherchez des références sur les sondes ou sur les compteurs. Pour clarifier tout cela, les sondes sont les instruments qui mesurent la tension et la résistance d'un échantillon d'eau. Le compteur est un instrument qui convertit les mesures électriques (résistance ou tension) en concentration. Dans le but de mesurer la conductivité électrique (ou d'autres types de mesures), les deux instruments, sonde et compteur, sont nécessaires. Quelques fois, la sonde et le compteur sont regroupés en un seul et même appareil et ne peuvent être utilisés séparément. D'autres appareils possèdent des sondes séparées des compteurs et ont besoin d'une connexion entre les deux pour réaliser des mesures conductimétriques.

Des conductimètres peuvent avoir aussi une compensation automatique de la température (ATC). Des tests réalisés par l'équipe hydrologique de GLOBE indiquent que la compensation de la température sur les conductimètres n'est généralement pas nécessaire. Pour cette raison, tous les échantillons d'eau doivent être amenés à température ambiante ($20^{\circ} - 30^{\circ} \text{C}$) pour les tests, MEME SI LE CONSTRUCTEUR PRETEND QUE LE COMPTEUR COMPENSE LA TEMPERATURE. C'est vraiment important de prendre la température de l'eau lors de la mesure de la conductivité. La température de l'eau au moment de la mesure aidera à identifier les erreurs provenant du conductimètre plutôt que d'un changement actuel de matières totales dissoutes.

Si l'eau de votre site hydrologique n'est pas entre 20°C et 30°C , vous devez soit laisser l'eau se réchauffer dans un seau ou dans un récipient séparé pendant que les étudiants prennent d'autres mesures hydrologiques sur le site, soit collecter un échantillon dans une bouteille d'eau et le rapporter en classe. Après que l'eau atteigne $20^{\circ} - 30^{\circ} \text{C}$, les élèves pourront mesurer la conductivité de l'eau.

Ne jamais immerger entièrement le conductimètre. Seule la partie indiquée dans le mode d'emploi doit être immergée.

La plupart des conductimètres ne peuvent pas mesurer la haute conductivité caractéristique des eaux salées. Si votre site hydrologique est en eau de mer, vous devrez suivre le protocole de salinité.

Contrôle qualité

Le conductimètre électrique doit être étalonné avant l'utilisation. Vérifiez avec votre fabricant pour être sûr qu'il mémorise la plus récente calibration. Si c'est le cas, le conductimètre doit être étalonné dans la classe ou le labo avant d'aller sur le site. Si votre appareil ne mémorise pas la plus récente calibration, vous devrez l'étalonner juste avant de prendre vos mesures, en prenant soin de ne pas éteindre l'appareil ou les logiciels associés. La température de la solution tampon doit être proche de 25°C.

Protocoles

Température de l'eau : il est important de prendre la température de l'eau sur le site en suivant le *Protocole de température de l'eau*. Si la température sur le site n'est pas entre 20° et 30° C, il est important de laisser l'échantillon d'eau atteindre cette fourchette de température.

Caractéristiques du sol et composition du terrain : Les données des caractéristiques du sol et de la composition du terrain fournissent des informations sur les possibles origines des matières dissoutes dans l'eau.

Atmosphère : Les données atmosphériques, particulièrement les précipitations, peuvent aussi affecter la concentration de matières totales dissoutes dans l'eau.

Activités

Une discussion au sujet des bons et mauvais conducteurs peut aider les élèves à mieux comprendre leurs mesures. Pour illustrer la conductivité de l'eau, les élèves peuvent faire une mesure pour de l'eau distillée avec un conductimètre. Ils trouveront une valeur proche de zéro. Ajoutez une petite quantité de sel dans l'eau et regardez la conductivité augmenter! Que se passe-t-il lorsque l'on ajoute du sucre ?

Les élèves peuvent ainsi profiter d'une discussion sur les mesures indirectes. Certaines choses sont parfois difficiles à mesurer directement. Par exemple, compter les doigts de chaque personne de l'école prendrait un temps très long! Mais on peut avoir une idée du nombre de doigts en comptant le nombre d'élèves et en le multipliant par 10. A quelles autres mesures indirectes les élèves peuvent-ils penser?

Règles de sécurité

Les élèves doivent porter des gants lorsqu'ils manipulent l'eau car celle-ci peut contenir des substances nocives comme des bactéries ou des déchets industriels.

Conseils utiles

Il est judicieux de garder un jeu de piles neuves à portée de mains pour le conductimètre. La plupart utilise de petites piles plates de type « montre ».

Entretien

Conductimètre électrique

1. L'appareil doit être rangé avec son capuchon. Ne jamais mettre le compteur dans de l'eau distillée.
2. Les électrodes doivent être rincées avec de l'eau distillée après utilisation pour éviter l'accumulation de dépôts minéraux.
3. Les électrodes doivent être nettoyées périodiquement avec de l'alcool.

Solution tampon

1. La solution tampon doit être rangée au réfrigérateur dans un récipient bien étanche. Faire un joint d'étanchéité avec du papier cache réduira l'évaporation.
2. Ecrire la date d'achat de la solution sur le récipient. Les solutions tampon doivent être jetées un an après achat.
3. Ne jamais verser de la solution usage dans le récipient.

Questions pour aller plus loin

Est ce que la conductivité de l'eau du site va augmenter ou diminuer après une grosse averse? Pourquoi ?

Vous attendez vous à ce que la conductivité soit plus élevée dans un courant de haute montagne qui reçoit régulièrement de la neige fraîche fondue ou bien dans un lac à basse altitude ?

Pourquoi pensez-vous que de l'eau avec un taux élevé de MTD est dangereuse pour les plantes ?

Protocole de calibration du conductimètre

Guide de laboratoire

But

Etalonner votre conductimètre électrique.

Matériel

- o Conductimètre électrique
- o Solution tampon
- o Thermomètre
- o Eau distillée en bouteille
- o Papier doux
- o Deux gobelets de 100mL ou deux coupe en plastique
- o Gants en latex
- o Petit tournevis

Mode opératoire

1. Amener la solution tampon à la température de la pièce (environ 25°C).
2. Verser de la solution dans chaque gobelet de 100mL sur une hauteur de 2 cm environ.
3. Retirer le capuchon du conductimètre et appuyer sur le bouton On/Off pour l'allumer.
4. Rincer l'électrode de l'appareil avec de l'eau distillée.
5. Sécher doucement les électrodes avec le papier. Attention : Ne pas frotter ou heurter les électrodes pendant le séchage.
6. Introduire la sonde de l'appareil dans le premier gobelet. Agiter doucement pendant 2 secondes afin de retirer toute l'eau distillée.
7. Retirer l'appareil du premier gobelet. Ne PAS rincer les électrodes avec de l'eau distillée.
8. Introduire la sonde dans le deuxième gobelet.
9. Agiter doucement et attendre que les chiffres arrêtent de bouger.
10. Si l'écran n'affiche pas la valeur de votre solution tampon, vous devez ajuster votre appareil afin de lire ce nombre. (Pour la plupart des appareils, vous pouvez utiliser un petit tournevis pour ajuster la vis de calibration de l'appareil jusqu'à ce qu'il affiche la bonne valeur).
11. Rincer les électrodes avec de l'eau distillée et les sécher. Eteindre l'appareil et remettre le capuchon de protection.
12. Vider le contenu des deux gobelets de solution dans un récipient pour déchets. Rincer et sécher les gobelets.

Protocole de conductivité électrique

Guide de terrain

But

Mesurer la conductivité électrique de votre échantillon d'eau.

Matériel

- o Feuille de relevé de données hydrologique
- o Conductimètre électrique
- o Thermomètre
- o Eau distillée en bouteille
- o Chiffon ou papier éponge
- o 2 gobelets de 100-mL
- o Gants en latex
- o Une bouteille propre de 600-700 avec un bouchon pour l'échantillon d'eau

Mode opératoire

1. Remplir la partie haute de la *Feuille de relevé de données hydrologique*
2. Mettre les gants en latex.
3. Mesurer la température de l'eau à tester. Si celle-ci est entre 20° – 30° C, aller à l'étape 5.
4. Si la température de l'eau est en dessous de 20° C ou au-dessus de 30° C, remplir la bouteille propre (600-700 mL) avec l'eau à tester. Fermer la bouteille et la rapporter dans la salle de classe. Laisser l'eau atteindre une température entre 20° – 30°C, mesurer la température et passer à l'étape 5.
5. Rincer deux fois chaque gobelet de 100-mL avec l'échantillon d'eau.
6. Verser environ 50 mL de l'eau à tester dans chaque gobelet.
7. Retirer le capuchon de la sonde du conductimètre et presser le bouton On/Off pour l'allumer.
8. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et la sécher. Ne pas heurter ni frotter les électrodes pendant le rinçage.
9. Mettre la sonde dans l'échantillon d'eau du premier récipient. Agiter doucement pendant quelques secondes. Ne pas laisser l'appareil toucher le fond ou les côtés du bécher.
10. Retirer la sonde du premier gobelet. Agiter doucement pour retirer l'eau et mettre l'appareil dans le second gobelet sans rincer avec de l'eau distillée.
11. Laisser la sonde immergée pendant au moins une minute. Quand les nombres arrêtent de changer, faire noter la valeur sur la *feuille de relevé* par l'observateur 1.
12. Faire deux autres mesures avec deux autres élèves en utilisant d'autres gobelets d'eau à chaque fois. L'appareil n'a pas besoin d'être recalibré pour chaque élève. Noter les résultats en tant qu'observateurs 2 et 3.
13. Calculer la moyenne des trois mesures.
14. Chaque mesure doit être environ égale à 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Si une ou plusieurs mesures ne sont pas au niveau de cette valeur, verser un nouvel échantillon d'eau et recommencer les mesures et le calcul de la moyenne. Si les résultats ne sont toujours pas bons, discuter avec votre professeur des différentes raisons possibles.
15. Rincer la sonde avec de l'eau distillée et la sécher. Mettre le capuchon sur l'appareil. Rincer et sécher les deux gobelets et la bouteille.



Questions fréquentes

1. Pourquoi la lecture de ma conductivité change doucement?

Si votre conductimètre n'est pas équilibré en température avec votre échantillon, la lecture va changer doucement jusqu'à ce que l'appareil et l'échantillon atteignent les mêmes températures. Ainsi si la température de votre échantillon est vraiment différente de la température de l'air, la conductivité changera jusqu'à ce que l'échantillon se refroidisse ou se réchauffe pour s'équilibrer avec l'air.

2. Que se passe-t-il si mon eau est très salée ou saumâtre ?

La plupart des appareils mesureront seulement jusqu'à 1990 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Si votre eau a une conductivité plus grande que ça, l'appareil n'affichera rien. Vous devez utiliser le protocole de salinité pour mesurer les matières dissoutes dans votre eau.

3. Est ce que je risque de prendre une décharge électrique en utilisant l'appareil?

Non, cependant, vous ne devez pas toucher les électrodes pour éviter de les contaminer. L'appareil doit être manipulé avec précautions. S'il tombe dans l'eau, il peut être endommagé.

Protocole de conductivité électrique – Analyse des données

Est ce que les données sont cohérentes?

Le conductimètre mesure une conductivité de 0 to 1990.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Une eau avec une conductivité supérieure à 1990.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ doit être testée pour le taux de matières totales dissoutes par le protocole de salinité. En général, pour de l'eau de source, plus le site de prélèvement est près de la source, plus la conductivité est grande. La plupart des conductimètres augmentent par palier de 10.0 et ont une erreur de 40.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La conductivité peut varier significativement avec le type d'eau utilisé et le site de prélèvement. C'est pourquoi il est important de regarder la conductivité de votre site pendant quelques heures. Tracez le graphe de vos données et examinez celles-ci pour obtenir les tendances ascendantes et descendantes. Accordez une forte attention aux valeurs qui posent des questions. Regardez vos données extérieures ou les données d'autres protocoles comme les précipitations pour savoir si ces valeurs ne peuvent pas s'exprimer par d'autres facteurs expérimentaux.

Que recherchent les scientifiques dans ces données?

Les scientifiques utilisent les données de conductivité pour mesurer la qualité de l'eau. Des valeurs élevées peuvent signifier que l'eau n'est pas bonne ou est trop salée pour l'agriculture. La plupart des rapports municipaux sur la qualité de l'eau potable utilisent des mesures de conductivité ou de MTD pour montrer que l'eau se situe bien dans les limites autorisées. Les scientifiques regardent aussi les tendances dans les données de conductimétrie. Des tendances saisonnières sont souvent observées pour des eaux qui reçoivent une partie de leur eau de la fonte des neiges au printemps, des eaux affectées par les sols ou des eaux qui sont situées dans des zones à pluies saisonnières. Les scientifiques utilisent les données saisonnières pour prévoir la qualité de l'eau dans les années à venir.

Exemple d'un projet étudiant.

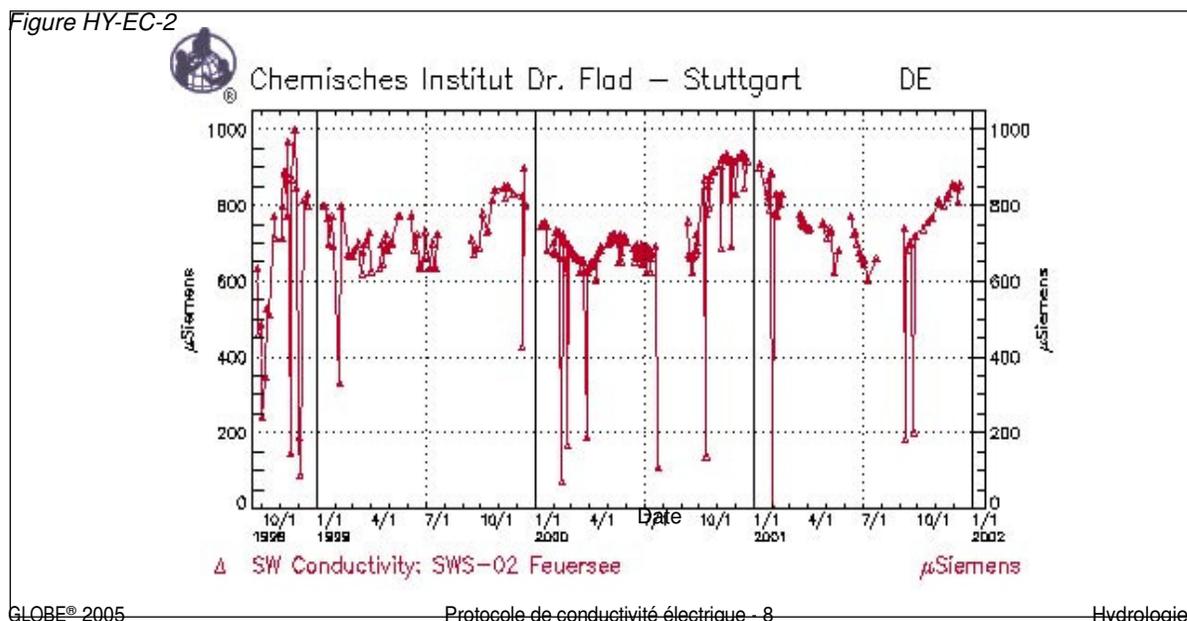
Emettre une hypothèse

Un élève chercheur veut faire des recherches en conductivité. Elle fait l'hypothèse que les fluctuations annuelles ou saisonnières de la conductivité doivent se retrouver dans les mesures de GLOBE.

Rassembler et analyser des données

Elle commence à chercher dans la base de données GLOBE les écoles qui ont fait des mesures de conductivité.

Figure HY-EC-2



Elle élimine ainsi les écoles qui n'ont pas fait de mesures conséquentes depuis au moins un an. Après avoir tracé les courbes des différentes écoles en utilisant le serveur de GLOBE, l'élève remarque une tendance intéressante pour les données du Chemisches Institut Dr. Flad de Stuttgart, Allemagne. Les données sont en figure HY-EC-2.

L'eau à partir de laquelle l'école a réalisé ses mesures provient d'un lac d'eau douce, Feuersee. A partir de ce tableau, l'étudiant remarque que la

Tableau HY-EC-2

Date	Cond. $\mu\text{S/cm}$
9/1998	527
10/1998	519
11/1998	789
12/1998	545
1/1999	754
2/1999	617
3/1999	675
4/1999	677
5/1999	737
6/1999	692
7/1999	665
9/1999	689
10/1999	790
11/1999	840
12/1999	760
1/2000	730
2/2000	639
3/2000	624
4/2000	654
5/2000	706
6/2000	669
7/2000	613
9/2000	681
10/2000	785
11/2000	878
12/2000	907
1/2001	859
2/2001	701
3/2001	755
4/2001	746
5/2001	697
6/2001	712
7/2001	640
9/2001	560
10/2001	752
11/2001	820
12/2001	842

conductivité a tendance à être plus grande en hiver qu'en été. Elle continue ses recherches en téléchargeant sur le site internet de GLOBE les moyennes mensuelles de conductivité mesurée par le Chemisches Institut Dr. Flad. Les données sont en Tableau HY-EC-2.

L'élève importe ensuite ces données dans un tableur et trace les courbes de la Figure HY-EC-3.

A partir de ce trace, les mêmes tendances peuvent être observées, cependant ce n'est pas aussi apparent que sur la Figure HY-EC-1.

L'élève décide ensuite de regarder les tendances saisonnières plutôt que mensuelles. Elle divise l'année en quatre saisons et assigne les mois de Décembre à Février à l'hiver, Mars à Mai au printemps, Juin à Août à l'été et Septembre à Novembre à l'automne. Elle calcule ensuite la moyenne de la conductivité pour chaque saison. Ces données sont dans le tableau HY-EC-3.

Tableau HY-EC-3

Saison	Cond. $\mu\text{S/cm}$
automne-1998	612
hiver-1999	639
printemps-1999	696
été-1999	679
automne-1999	773
hiver-2000	710
printemps-2000	661
été-2000	641
automne-2000	781
hiver-2001	822
printemps-2001	733
été-2001	637
automne-2001	711

L'élève trace ensuite la Figure HY-EC-5.

A partir de ce tableau, elle est capable de voir les tendances annuelles plus clairement. L'élève note aussi qu'il n'y avait aucune donnée acceptable pour le mois d'août pour ces années et donc par conséquent l'été résulte d'une moyenne entre les données de Juin et Juillet seulement. L'étudiant décide finalement de calculer les moyennes de la conductivité pour chaque mois sur une période de quatre ans, comme le montre le Tableau HY-EC-4.

Elle trace ensuite la Figure HY-EC-.

Là aussi, une tendance annuelle se retrouve. L'élève note que les moyennes de novembre, décembre et janvier sont bien plus grandes que les autres mois de l'année. Elle réalise alors qu'elle n'a pas forcément choisi les bons mois pour chaque saison. Peut être que Novembre à Janvier aurait du représenter l'hiver.

Cela aurait plus vraisemblablement permis de distinguer des tendances plus sensibles. Cependant, l'élève est sûre qu'elle a en effet découvert un site qui montre les tendances annuelles de la conductivité.

Pour aller plus loin

Pour des recherches plus avancées, l'élève pourrait contacter l'école et demander s'ils ont une idée des causes de ce cycle.

Elle pourrait aussi demander les données d'autres mesures, comme la précipitation, pour voir si elles peuvent être mises en relation.

Elle pourrait aussi refaire ces études en regardant d'autres données saisonnières et mensuelles de conductivité dans d'autres sites.

Tableau HY-EC-4: Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

	1998	1999	2000	2001	Moyenne
Janvier		754	730	859	781
Février		617	639	701	652
Mars		675	624	755	685
Avril		677	654	746	692
Mai		737	706	697	713
Juin		692	669	712	691
Juillet		665	613	640	639
Août					
Septembre	527	689	681	560	614
Octobre	519	790	785	752	712
Novembre	789	840	878	820	832
Décembre	545	760	907	842	764

Figure HY-EC-3

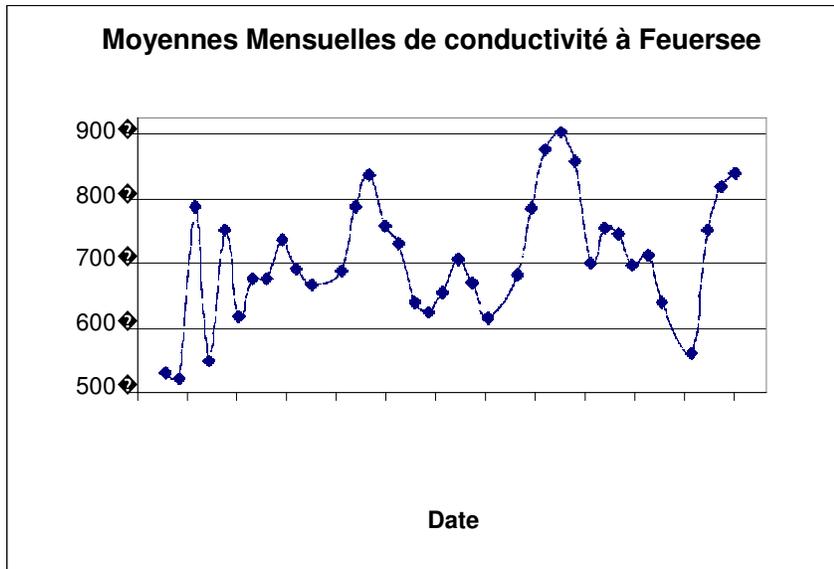


Figure HY-EC-4

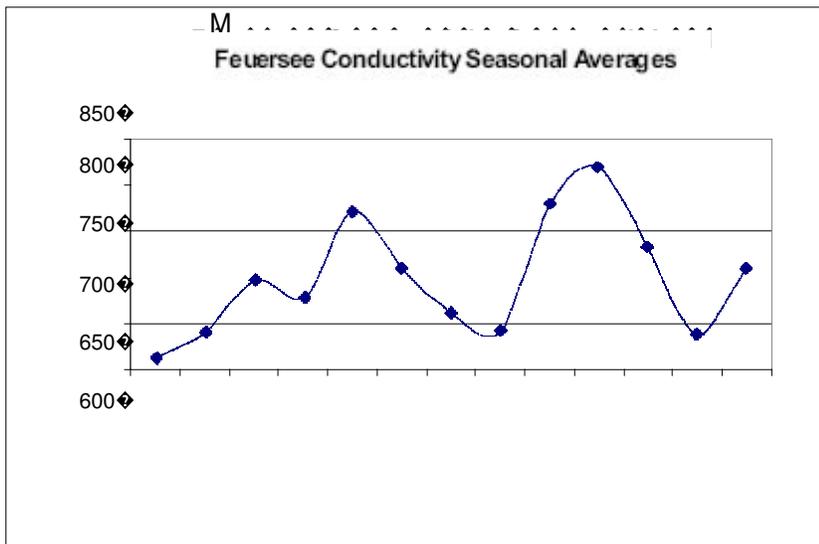
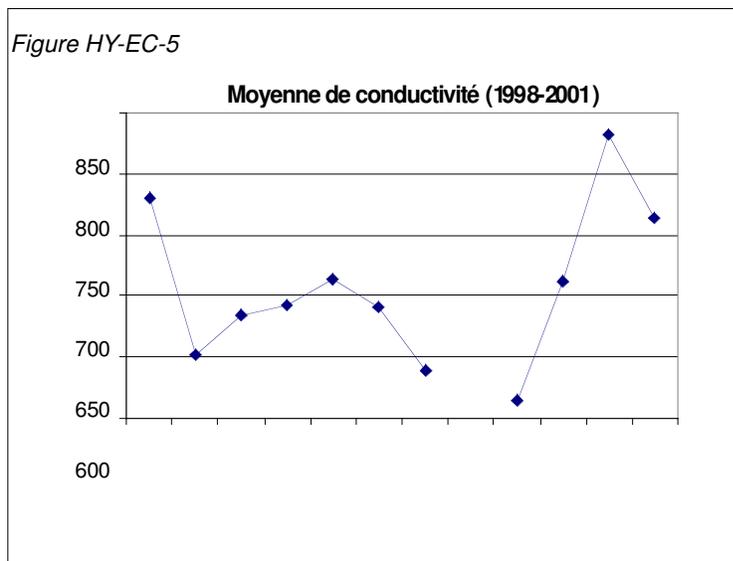


Figure HY-EC-5



Protocole de mesure de la salinité



Objectif général

Mesurer la salinité de l'eau sur le site hydrologique.

Objectif spécifique

Les étudiants utiliseront un hydromètre pour mesurer la pesanteur spécifique de l'échantillon d'eau et un thermomètre pour mesurer la température. Avec ces deux valeurs ils utiliseront des tables pour déterminer la salinité.

Compétences

Les étudiants apprendront à,

- utiliser un hydromètre
- appliquer les concepts de densité et de pesanteur spécifique à la salinité (avancé) ;
- utiliser les tables de pesanteur spécifique et de température pour déterminer la salinité ;
- examiner ce qui influe sur la salinité;
- communiquer les résultats avec d'autres Ecoles GLOBE
- collaborer avec d'autres écoles GLOBE (du pays ou de l'étranger);
- partager les observations en soumettant les données aux archives GLOBE.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les matériaux terrestres sont les roches solides, les sols, l'eau, l'atmosphère.

L'eau est un solvant

Chaque élément bouge suivant différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère)

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes ne peuvent survivre que dans environnement où ils trouvent ce dont ils ont besoin.

La terre possède différents environnements qui supportent différentes combinaisons d'organismes.

Les êtres humains peuvent changer leur environnement

Tous les organismes doivent pouvoir obtenir et utiliser les ressources dans un environnement changeant.

Compétences scientifiques

Utiliser un hydromètre.

Identifier les questions résolubles

Imaginer et conduire une étude scientifique.

Utiliser les mathématiques appropriées pour analyser les données.

Développer des descriptions et des explications en utilisant des preuves.

Reconnaître et analyser d'autres explications.

Communiquer les procédures et les explications.

Durée

10 minutes

Contrôle qualité – 10 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Hebdomadaire

Vérification du contrôle de qualité : 6 mois

Matériel et instruments

Manuel d'analyses hydrologiques

Protocole de mesure de la salinité

Protocole de mesure de température de l'eau

Table des marées de la plus proche région de votre site hydrologique.

Hydromètre

Table de conversion du *Guide d'utilisation*

Cylindre transparent de 500ml gradué

Thermomètre à alcool.

Gants en latex

Pour la procédure du contrôle qualité ajouter :

- *Procédure de contrôle qualité d'enquête hydrologique.*

<ul style="list-style-type: none"> - <i>Protocole laboratoire des procédures de contrôle qualité pour la Salinité.</i> - Sel (NaCl) - Eau distillée - Balance - Deux bouteilles neuves d'un litre étiquetées comme étalons 	<p>Préparation Activités d'apprentissage suggérées : <i>Faites votre protocole : Salinité (e-guide seult)</i> <i>Détectives aqueux (e-guide seult)</i></p> <p>Pré requis Instructions pour la lecture de la table des marées.</p>
---	---

Protocole de mesure de la salinité - Introduction

Pourquoi certains types de plantes et d'animaux vivent dans des estuaires saumâtres alors que d'autres vivent dans des océans et d'autres encore dans l'eau douce des lacs et des rivières ? Une des raisons principales est la différence de salinité entre ces environnements. La salinité est la mesure de la quantité des solides dissous dans l'eau. Il y a différents types de solides dissous mais le plus commun est le chlorure de sodium (NaCl). Les solides dissous sont souvent appelés les sels.

Tous les animaux et les plantes ont des sels dans leurs cellules de leur corps. Leur concentration est d'environ un tiers de celle de l'eau de mer. Les plantes et les animaux qui vivent à la fois dans l'eau douce et salée ont un métabolisme spécial capable de maintenir un équilibre entre leurs cellules et leur environnement. Les organismes d'eau douce sont plus salés que l'eau dans laquelle ils vivent. L'eau douce a tendance à entrer dans leurs cellules et doit être éjectée pour protéger les cellules de la noyade ou de l'explosion. Les animaux comme les poissons d'eau de mer sont moins salés que leur environnement. Beaucoup de poissons de mer sécrètent du sel par leurs branchies et produisent un peu d'urine ce qui leur permet de minimiser la perte de liquide de leur corps. Les requins résolvent le problème en stockant les sels en trop dans leurs cellules et sont ainsi en équilibre avec l'eau dans laquelle ils vivent. Les animaux qui se nourrissent d'organismes vivant dans ces eaux ont aussi développé des moyens de contrôler la concentra -

- tion de sel. Par exemple les oiseaux marins et les tortues marines ont des glandes salivaires spéciales pour évacuer le sel qu'ils ingurgitent avec leur nourriture et leur eau.

Les océans ont une salinité moyenne de 35 parties par milliers (ppt). L'eau douce mesure 0.5 ppt ou moins. Les eaux côtières ou les eaux de surface de l'océan loin des côtes peuvent être moins salées que 35 ppt à cause de l'arrivée d'eau douce du continent ou de la pluie, ou plus salée à cause de la forte évaporation dans les zones chaudes. Certains lacs ou certaines mers sont ainsi de l'eau salée. C'est le cas de la mer Caspienne en Asie centrale, le grand lac salé en Amérique du nord, de quelques lacs de la vallée du grand rift de l'Afrique de l'est. Ces eaux sont salées parce qu'elles s'évaporent peu après être arrivées, laissant les sels dans la mer intérieure ou le lac. Les réservoirs d'eau douce ont des évacuations permettant au sel de s'échapper au lieu de s'accumuler.

Les eaux saumâtres sont plus salées que l'eau douce mais moins que l'eau de mer. On les trouve dans les estuaires et dans les baies où l'eau douce et l'eau de mer se mélangent. Les estuaires sont partiellement coupés de l'océan et ont souvent une rivière comme source d'eau douce. Les marées peuvent affecter la salinité de ces eaux. Lorsque la marée est haute, la salinité doit être plus forte que lorsque la marée est basse. La salinité doit décroître lorsque de grandes quantités d'eau douce sont ajoutées lors de pluies ou de la fonte des neiges. Les plantes et les animaux vivant dans ces eaux doivent pouvoir s'adapter aux changements brutaux de salinité. Les jeunes de beaucoup d'espèces marines, comme les crevettes ou poissons vivent dans les estuaires. Souvent ces jeunes animaux ont la capacité de survivre à des taux de salinité plus larges que les adultes.

Support pour l'enseignant

Conductivité électrique vs. Salinité

La salinité est utilisée pour trouver la totalité des solides dissous d'une eau salée ou saumâtre. Cela peut être sur un site le long de l'océan, un estuaire ou un lac salé. L'eau douce a trop peu de solides dissous pour pouvoir déterminer précisément tous les solides dissous avec l'hydromètre. Les écoles GLOBE utilisent le *Protocole de conductivité électrique* pour trouver la totalité des solides dissous dans leur eau. Le *Protocole de conductivité électrique* pour l'eau douce ne mesure que jusqu'à 2000 microSiemens/cm. Au-delà, il faudra utiliser le *Protocole de mesure de la salinité*.

Concepts abordés

Densité et pesanteur spécifique

La densité est la « légèreté » ou la « lourdeur » d'un matériau. La densité indique la taille des molécules et si elles sont rangées de façon plus ou moins serrée pour une substance donnée. Plus les particules sont grosses et serrées, plus la substance est dense. La densité est la mesure du poids d'une substance par rapport à son volume. On dit qu'une cuillère en métal est plus dense qu'une cuillère en bois de la même taille parce que celle en métal est plus lourde. Quel est le plus dense – une balle de baseball ou de fer solide de même taille ?

La pesanteur spécifique est aussi une mesure de densité. Lorsque l'on mesure la pesanteur spécifique, on compare la densité du matériau à celle de l'eau pure à 4°C. On se sert de l'eau comme standard parce qu'elle est commune. On la prend à 4°C parce que c'est à cette température que l'eau est la plus dense. Par définition la pesanteur spécifique de l'eau pure à 4°C est 1. Une substance plus dense aura une pesanteur spécifique plus grande que 1.

Pesanteur = $\frac{\text{masse d'un objet d'un certain volume}}{\text{masse du même volume d'eau pure}}$

Si on veut connaître la pesanteur spécifique d'un objet comme un rocher, on doit connaître :

1. La masse du rocher
2. Le volume du rocher
3. La masse d'un volume égal d'eau pure

La première donnée est facile à avoir. On

pèse la roche avec une balance. Pour la seconde, on doit parler du déplacement et faire une petite leçon d'histoire.

Archimède vivait dans la Grèce antique. Il a découvert deux choses importantes en s'asseyant dans son bain (d'après l'histoire). La première était que le niveau de l'eau montait lorsqu'il entra dans l'eau. Le niveau montait encore plus lorsqu'il s'asseyait dedans. Il trouva que lorsqu'un corps est placé dans l'eau, il déplace (ou éjecte) un volume d'eau égal à son propre volume.

Ainsi pour trouver le volume de notre roche, verser de l'eau dans un cylindre gradué. Mettre la roche dans l'eau. Noter l'augmentation du volume de l'eau. Cette augmentation est égale au volume de la roche. Nous avons maintenant notre deuxième information.

La seconde découverte importante d'Archimède était qu'un corps placé dans l'eau semblait perdre de la masse. Cette *Perte de masse* est égale au poids du volume d'eau déplacé. Ainsi on peut déterminer la masse d'eau qui a été déplacée pour avoir la troisième information requise. (ou on peut calculer la masse de l'eau à partir de la connaissance du poids d'un mL d'eau : 1.0 gramme).

Maintenant diviser la masse de la roche par la masse de l'eau déplacée et on obtient la pesanteur spécifique de la roche.

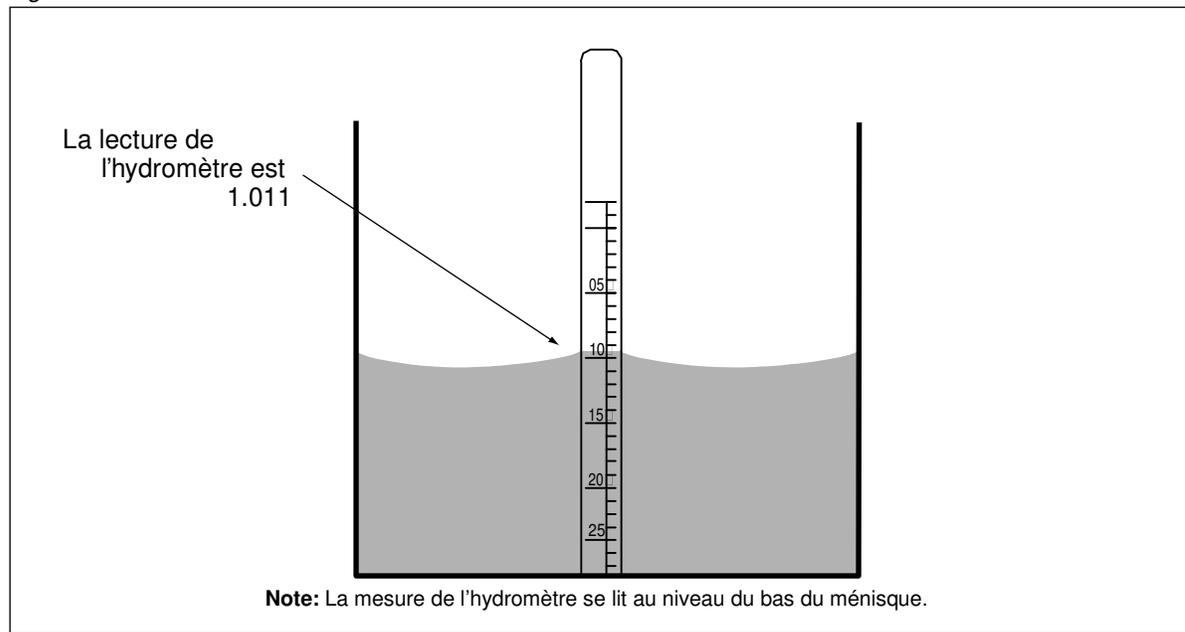
$$\text{Pesanteur spécifique} = \frac{\text{Masse du rocher}}{\text{Masse d'eau déplacée}}$$

Chaque minéral possède une pesanteur spécifique caractéristique. Elle peut donc être utilisée pour reconnaître les différents minéraux. Beaucoup de roches sont faites d'un minéral : la silice, et ont une pesanteur spécifique de 2.65. Pour le *Protocole de mesure de la salinité* on essaie de déterminer la quantité de minéraux dissous. Cela peut être un peu plus difficile à comprendre pour les étudiants puisqu'ils ne peuvent pas voir la roche. Mais le principe est le même. On se sert de l'hydromètre pour calculer le déplacement causé par le rajout de minéraux dissous (solides).

Les marées

Les marées sont causées par l'attraction gravitationnelle de la lune et du soleil.

Figure HY-SA-1



Du fait que la lune est beaucoup plus proche de la terre que le soleil, c'est elle qui exerce la plus grosse attraction. La marée la plus extrême, appelée marée du printemps, se produit pendant la pleine et la nouvelle lune, lorsque la Terre, la Lune et le soleil sont alignés. Pendant le premier et le dernier quartier, la lune, la Terre et le soleil forment un angle droit et le rang des marées (la différence entre la marée haute et la marée basse) est le plus faible. Ces marées sont appelées les mortes-eaux.

La plupart des endroits ont deux marées hautes et deux marées basses par jour, avec une marée basse et une marée haute plus importante que l'autre. On l'appelle la marée semidiurne mélangée (mélangée parce que les deux cycles de marée sont inégaux, semidiurne parce qu'il y a deux sets par jour). Les deux niveaux d'eau bas et élevés se produisent sur environ 24 heures et la montée ou la descente des eaux sur 6 heures. Les cycles de marées durent actuellement un jour lunaire, soit 24 heures et 50 minutes. Deux marées basses successives sont en moyenne espacées de 12 heures 25 minutes. L'heure de la première marée basse se décale de 50 minutes environ chaque jour. La topographie locale peut faire varier ces temps.

La marée zéro (aussi appelée +0 ou « plus 0 ») est la mesure du niveau moyen de la marée basse. Il y a deux définitions utilisées pour la marée zéro : la plus basse marée moyenne ou la marée basse moyenne. La première est la *moyenne des marées les plus basses* pour cette zone.

La seconde est la *moyenne de toutes les marées basses* de cette zone. La marée zéro se trouve dans la légende de la table de marée. Les étudiants devront vérifier sur la feuille de données quelle définition de la marée zéro est utilisée pour leur table.

Procédure de mesure

Utilisation de l'hydromètre

L'hydromètre est un instrument qui nous permet de mesurer la pesanteur spécifique d'un fluide. Rappelez-vous qu'il s'agit de la comparaison de la densité du fluide mesurée avec celle de l'eau pure à 4°C.

Un hydromètre est un petit flotteur avec une échelle sur sa tige. Si vous mettez l'hydromètre dans de l'eau pure à la même température, il va flotter à la même profondeur. Lorsque les sels sont ajoutés, il commence à flotter plus haut. Lorsque l'eau devient plus dense, la plupart de l'hydromètre est exposé. Les marques le long de l'hydromètre permettent de lire la gravité spécifique directement sans avoir besoin de calculer la masse d'eau déplacée.

Pour la plupart des substances, « plus froid, plus dense ». L'eau change de densité selon si elle chauffe ou refroidit. Rappelez-vous. Que la pesanteur spécifique est mesurée par rapport à une eau à 4°C. L'hydromètre peut lire les pesanteurs spécifiques à différentes températures. Regardez sur l'instrument pour voir à quelle température il est calibré.

Table HY-SA-1: Table des marées d'Aberdeen, Washington

Marées prévues (hautes et basses) Août, 2002								
Source: NOAA, Service national américain des océans								
Heure locale								
Jour	Heure	Ht.	Heure	Ht.	Heure	Ht.	Heure	Ht.
1 Th	131am	L 0.6	730am	H 2.0	106pm	L 0.8	740pm	H 2.6
2 F	233am	L 0.5	841am	H 1.9	206pm	L 1.0	832pm	H 2.7
3 Sa	335am	L 0.3	956am	H 1.9	313pm	L 1.1	928pm	H 2.7
4 Su	432am	L 0.1	1105am	H 2.0	417pm	L 1.1	1024pm	H 2.8
5 M	526am	L -0.2	1204pm	H 2.2	516pm	L 1.0	1118pm	H 2.9
6 Tu	616am	L -0.4	1256pm	H 2.3	611pm	L 0.9		
7 W	1209am	H 3.0	703am	L -0.6	143pm	H 2.5	702pm	L 0.8
8 Th	1258am	H 3.2	747am	L -0.7	228pm	H 2.6	751pm	L 0.6
9 F	147am	H 3.2	831am	L -0.8	309pm	H 2.7	839pm	L 0.5
10 Sa	237am	H 3.2	913am	L -0.7	349pm	H 2.8	927pm	L 0.3
11 Su	327am	H 3.2	955am	L -0.6	428pm	H 2.9	1017pm	L 0.2
12 M	419am	H 3.0	1037am	L -0.4	508pm	H 3.0	1109pm	L 0.1
13 Tu	514am	H 2.8	1121am	L -0.1	549pm	H 3.0		
14 W	1206am	L 0.1	614am	H 2.5	1209pm	L 0.2	634pm	H 3.0
15 Th	108am	L 0.1	721am	H 2.3	104pm	L 0.5	725pm	H 3.0
16 F	215am	L 0.0	837am	H 2.1	206pm	L 0.8	824pm	H 2.9
17 Sa	323am	L 0.0	956am	H 2.1	313pm	L 0.9	928pm	H 2.9
18 Su	428am	L -0.1	1110am	H 2.2	419pm	L 1.0	1032pm	H 2.9
19 M	527am	L -0.2	1211pm	H 2.3	521pm	L 0.9	1130pm	H 2.9
20 Tu	618am	L -0.3	101pm	H 2.5	616pm	L 0.8		
21 W	1221am	H 2.9	703am	L -0.3	142pm	H 2.6	705pm	L 0.7
22 Th	106am	H 2.9	744am	L -0.3	220pm	H 2.7	750pm	L 0.6
23 F	148am	H 2.9	821am	L -0.3	254pm	H 2.7	831pm	L 0.5
24 Sa	228am	H 2.8	856am	L -0.2	326pm	H 2.7	910pm	L 0.5
25 Su	307am	H 2.8	928am	L 0.0	355pm	H 2.7	949pm	L 0.4
26 M	346am	H 2.7	1000am	L 0.2	423pm	H 2.7	1027pm	L 0.4
27 Tu	426am	H 2.5	1029am	L 0.3	450pm	H 2.7	1107pm	L 0.4
28 W	510am	H 2.3	1058am	L 0.5	519pm	H 2.7	1152pm	L 0.4
29 Th	600am	H 2.2	1129am	L 0.8	551pm	H 2.7		
30 F	1244am	L 0.4	659am	H 2.0	1208pm	L 1.0	633pm	H 2.6
31 Sa	146am	L 0.4	810am	H 2.0	113pm	L 1.2	730pm	H 2.6

Note: Les hauteurs sont en mètres. Beaucoup de tables aux Etats-Unis et au Canada sont en pieds. Pour convertir les pieds en mètres, diviser par 3.28 ft/m.
Toutes les tables de marée (y compris celle-ci) sont à l'heure locale. Il faudra les convertir en heure universelle.

Si la température de votre eau diffère de la température de calibration de l'hydromètre, il faut ajuster la température avec la table de conversion.

Lire une table des marées

Il faut une table de marée locale pour déterminer les marées de votre site. La table vous donnera les dates, les heures et le niveau d'eau pour les marées hautes et basses. Il est donné par les agences gouvernementales, les pêcheurs privés et les agences de tourisme. On peut également le trouver sur le web, dans les journaux, ou publié dans des fascicules. Comme les marées varient chaque année avec le cycle lunaire, il est nécessaire d'utiliser une table de l'année courante. Les marées varient aussi suivant les localités, donc essayer d'avoir une table pour la zone exacte de l'observation, ou la plus proche possible. Il est possible de devoir consulter deux tables – une première basée sur une station de marée régionale, et une auxiliaire avec des corrections pour les heures et les hauteurs pour le site particulier.

Pour déterminer la hauteur de la marée à un moment donné, lire dans la table de marée les heures des marées hautes et basses pour la date d'observation. Déterminer si la marée est montante ou descendante lors de l'échantillonnage en supposant que la marée a tourné (changé de direction) aux heures de marées hautes ou basses. Par exemple si vous échantillonnez à 16H le premier août 2002 (Table HY-SA-1), la marée était montante parce qu'elle était basse à 13H06 et haute plus tard : 19H40.

Pour déterminer l'heure de la plus basse marée pour un mois, utiliser la table pour trouver les hauteurs des marées pour le mois entier. Le chiffre le plus faible (incluant les chiffres négatifs) est la marée la plus basse, lorsque la mer s'est reculée le plus loin de la côte.

Le chiffre le plus élevé tombe souvent juste après la marée la plus basse. Prendre la table d'Aberdeen, Washington pour Août 2002 comme exemple pour déterminer les heures et les dates des marées les plus hautes et les plus basses pour ce mois. La plus basse de -0.8mètre s'est produit le 9 Août à 8h31 heure locale. Une marée haute de 3.2 mètres s'est produite 6heures 44 minutes plus tôt à 1h47 heure locale. C'est important de savoir quelle marée

zéro est utilisée ici pour interpréter les données. Les chiffres négatifs font référence à des niveaux d'eau en dessous de la marée zéro. Par exemple un niveau de marée de -0.5 est lu « moins un demi mètre en dessous du niveau zéro ».

Activités de référence

Les hydromètres sont utilisés pour comparer les densités de nombreux liquides. Par exemple, la quantité de sucre dans un jus de fruit, la quantité de graisse dans du lait, ou de sel dans l'eau. Vous pouvez fabriquer votre propre hydromètre avec un poids (en argile ou en mastique) sur un bâton en suspension dans l'eau. Prenez trois liquides transparents différents : l'eau douce, l'eau salée, et de l'eau distillée. Identifiez les à l'aide de l'hydromètre. Vous pouvez calibrer l'hydromètre expérimental en le comparant à un calibré.

Conseils utiles

- Le verre de l'hydromètre est fragile. Toujours le reposer doucement. Ne pas le poser à un endroit où il pourrait rouler. Placer l'hydromètre dans le cylindre de 550-mL – ne pas le jeter dedans !
- L'étalon de 35 ppt peut être gardé pendant un an dans une bouteille étanche et peut être utilisé plusieurs fois.
- Après avoir reçu un nouvel hydromètre utiliser l'étalon pour vérifier sa précision. Si elle n'est pas bonne, contacter le fabricant.

Questions pour aller plus loin

L'eau saumâtre est elle bonne pour l'irrigation ? Pourquoi ?

Pourquoi est-ce que tous les océans de la planète ont approximativement la même salinité (35 ppt) ?

Comment l'élévation du niveau des océans peut affecter les estuaires ou les baies ?

Comment se compare la salinité de votre site à celle de sites à latitude identique ou différente ?

Comment les arrivées d'eau des rivières proches influencent la salinité du site ?

Est-ce qu'il y a des modèles saisonniers de l'eau des rivières de votre site ?

Vous attendez vous à trouver des changements saisonniers des niveaux de salinité de votre site ?

Comment varie la salinité avec la température moyenne mensuelle de votre site ?

Protocole de procédure de contrôle qualité pour la salinité

Guide de laboratoire

But

Vérifier la précision de votre hydromètre.

Matériel

- Le guide de terrain de la mesure de température de l'eau
- Feuille de relevé de données sur le contrôle qualité
- L'Hydromètre
- Eau distillée
- Table de conversion de salinité du guide d'utilisation
- Sel (NaCl)
- Cylindre gradué transparent de 500-mL
- Balance
- Thermomètre à alcool calibré

Mode opératoire

Réaliser l'étalon à 35 ppt

1. Peser 17.5 g de sel de table (NaCl) avec une balance.
2. Verser le sel dans le cylindre de 500-mL
3. Remplir le cylindre jusqu'à la barre des 500-ML avec de l'eau distillée
4. Mélanger doucement le sel et l'eau jusqu'à ce que le sel soit dissous. C'est votre étalon 35-ppt.

Vérifier l'hydromètre à l'aide de l'eau distillée

1. Verser 500-mL d'eau distillée dans le cylindre de 500-mL.
2. Mettre le thermomètre dans l'eau distillée. Utiliser le *Guide de terrain du protocole de mesure de la température de l'eau* pour mesurer la température de l'eau. La noter sur la feuille de relevé de mesures hydrologiques.
3. Place doucement l'hydromètre dans l'eau. Une fois qu'il arrête de bouger, lire la pesanteur spécifique à la base du ménisque. Il ne doit pas toucher les bords du cylindre. La lire à trois endroits et la noter sur le *Feuille de relevé de données sur le contrôle qualité*
4. Regarder la pesanteur spécifique et la température dans la table de conversion. La salinité doit être comprise entre 0.0 et 1.0 ppt.
5. Si la salinité n'est pas comprise entre 0.0 et 1.0 ppt, revérifier vos mesures. Si la salinité n'est toujours pas entre 0.0 et 1.0 ppt, votre hydromètre ne fonctionne pas correctement.

Vérifier l'hydromètre à l'aide de l'étalon

1. Mettre l'étalon dans le cylindre de 500-mL.
2. Mettre le thermomètre dans l'eau distillée. Utiliser le *Guide de terrain du protocole de mesure de la température* pour mesurer la température de l'eau. La noter dans le *Feuille de relevé de données sur le contrôle qualité*
3. Placer doucement l'hydromètre dans le cylindre. Lorsqu'il arrête de bouger, lire la gravité spécifique à la base du ménisque. Il ne doit pas toucher les bords du cylindre. La lire à trois endroits et la noter dans le *Feuille de relevé de données sur le contrôle qualité*
4. Regarder la pesanteur spécifique et la température dans la table de conversion pour trouver la salinité de l'eau. Noter la salinité dans le *Feuille de relevé de données sur le contrôle*
5. Si la salinité de l'étalon diffère de plus d'1 ppt, faites un nouvel étalon et répétez la procédure. Si elle diffère encore de plus d'1 ppt, parlez-en avec votre professeur.
6. Jeter l'étalon de 35 ppt ou verser le dans une bouteille propre et sèche d'un litre, mettre un bouchon et l'annoter. Rincer l'équipement avec de l'eau distillée, sécher et ranger.

Protocole de mesure de la salinité

Guide de terrain

But

Mesurer la salinité de votre échantillon d'eau.

Matériel

- Table de marée de la zone du site
- Relevé d'analyses hydrologique*
- Guide protocolaire de température de l'eau*
- Hydromètre
- Cylindre gradué transparent de 500-mL
- Thermomètre
- Table de conversion
- Crayon ou stylo
- Gants en latex

Mode opératoire

1. Remplir la partie supérieure du *Relevé d'analyse hydrologique*.
2. Dans la section salinité du *Relevé d'analyses hydrologique* noter les heures de marée haute et basse qui ont lieu avant et après la prise de mesure de salinité. Noter également l'endroit où les heures de votre table de marées apparaissent.
3. Mettre les gants
4. Rincer le cylindre de 500-mL de l'échantillon deux fois.
5. Remplir le cylindre avec l'échantillon d'eau jusqu'à 2 ou 3 cm du bord.
6. Mesurer et noter la température de l'eau dans le cylindre. (voir *Analyses hydrologiques, Guide protocolaire de la température de l'eau*)
7. Mettre délicatement l'hydromètre dans le cylindre.
8. Attendre que l'hydromètre cesse de bouger. Il ne doit pas toucher les parois du cylindre.
9. Lire l'hydromètre à la base du ménisque. Lire la pesanté spécifique à trois endroits différents. Noter la pesanté spécifique sur le *Relevé d'analyse hydrologique*.
10. Rechercher la pesanté spécifique et la température de l'eau dans la table de conversion afin de trouver la salinité de l'eau. La noter dans le *Relevé d'investigation hydrologique* comme *Observation 1*.
11. Répéter les étapes 3-9 avec de nouveaux échantillons. Noter les mesures de salinité comme *Observation 2 et 3*.
12. Calculer la moyenne des trois mesures.
13. Les trois mesures doivent à plus ou moins 2ppt de la moyenne. Si une ou plus est en dehors de cette marge, répéter la mesure et calculer la nouvelle moyenne. Si les mesures ne sont toujours pas toutes dans cette marge, en parler au professeur.

Table HY-SA-2: Salinité (parties par millier) en fonction de la pesanteur spécifique et de la température (9/2005)

Valeur observée	Température de l'eau(°C)																
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.998																	
0.999																	
1																	
1.001	2	1.9	1.9	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9	2	2.1
1.002	3.3	3.2	3.2	3.1	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6
1.003	4.6	4.5	4.4	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.2	4.2	4.4	4.5	4.6	4.9
1.004	5.8	5.7	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.7	5.8	5.9	6.2
1.005	7.1	7	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.8	6.8	7	7.1	7.2	7.5
1.006	8.3	8.1	8.1	8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	8	8	8.1	8.1	8.3	8.4	8.8
1.007	9.4	9.4	9.3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.3	9.4	9.4	9.6	9.7	10.1
1.008	10.7	10.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.7	10.9	11	11.3
1.009	11.9	11.8	11.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12	12.2	12.3	12.6
1.01	13.2	13.1	13	13	13	13	13	13	13	13.1	13.1	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7	13.9
1.011	14.4	14.3	14.3	14.1	14.1	14.1	14.1	14.3	14.3	14.4	14.4	14.5	14.7	14.8	14.9	15	15.2
1.012	15.6	15.6	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.6	15.6	15.7	15.8	16	16.1	16.2	16.3	16.5
1.013	16.9	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.9	17	17.1	17.1	17.3	17.5	17.6	17.8
1.014	18	18	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	18	18	18.2	18.3	18.3	18.4	18.6	18.8	19	19.1
1.015	19.3	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.3	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20.1	20.3	20.4
1.016	20.5	20.5	20.4	20.4	20.4	20.4	20.5	20.5	20.6	20.6	20.8	20.9	21	21.2	21.4	21.6	21.7
1.017	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.8	21.8	21.9	22.1	22.2	22.3	22.5	22.6	22.9	23
1.018	23	23	23	22.9	22.9	23	23	23	23.1	23.3	23.4	23.5	23.6	23.8	23.9	24.2	24.3
1.019	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.3	24.3	24.4	24.6	24.7	24.8	24.9	25.1	25.2	25.5	25.6
1.02	25.5	25.5	25.5	25.3	25.5	25.5	25.5	25.6	25.6	25.7	25.9	26	26.1	26.4	26.5	26.8	26.9
1.021	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.8	26.8	26.9	26.9	27	27.2	27.3	27.4	27.7	27.8	28.1	28.2
1.022	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9	28.1	28.1	28.2	28.3	28.5	28.6	28.7	29	29.1	29.4	29.5
1.023	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.2	29.2	29.4	29.5	29.6	29.8	29.9	30	30.2	30.4	30.7	30.8
1.024	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.5	30.7	30.8	30.8	31.1	31.2	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1
1.025	31.6	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	31.9	31.9	32	32.1	32.2	32.4	32.6	32.8	33	33.2	33.4
1.026	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	33	33	33.2	33.3	33.4	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5	34.7
1.027	34.1	34.1	34.1	34.2	34.2	34.2	34.3	34.5	34.6	34.7	34.8	35	35.2	35.4	35.6	35.8	36
1.028	35.2	35.4	35.4	35.4	35.4	35.5	35.6	35.8	35.8	36	36.1	36.3	36.4	36.7	36.9	37.1	37.3
1.029	36.5	36.5	36.5	36.7	36.7	36.8	36.8	36.9	37.1	37.2	37.5	37.6	37.7	38	38.1	38.4	38.6
1.03	37.7	37.8	37.8	37.8	38	38	38.1	38.2	38.4	38.5	38.6	38.9	39	39.3	39.4	39.7	39.9
1.031	39	39	39	39.1	39.1	39.3	39.4	39.5	39.7	39.8	39.9	40.2	40.3	40.6	40.7	41	41.2

Table HY-SA-2: Salinité (parties par millier) en fonction de la pesanteur spécifique et de la température (9/2005) - suite

Valeur observée	Température de l'eau(°C)																	
	15	16	17	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23	23.5	24	24.5	
0.998																		
0.999										1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2		
1		1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2	2.1	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	
1.001	2.3	2.5	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	3.8	4	4.1	4.2	4.4	4.5	
1.002	3.7	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	5	5.1	5.3	5.4	5.5	5.7	5.9	6.1	
1.003	5	5.1	5.4	5.5	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7	6.8	7.1	7.2	7.4	
1.004	6.3	6.4	6.7	6.8	7	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	7.9	8	8.3	8.4	8.5	8.7	
1.005	7.6	7.9	8	8.3	8.4	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9	9.2	9.4	9.6	9.7	9.8	10	
1.006	8.9	9.2	9.3	9.6	9.7	9.8	10	10.1	10.2	10.4	10.5	10.6	10.7	10.9	11	11.1	11.4	
1.007	10.2	10.5	10.6	10.9	11	11.1	11.3	11.4	11.5	11.7	11.8	11.9	12	12.2	12.3	12.6	12.7	
1.008	11.5	11.8	11.9	12.2	12.3	12.4	12.6	12.7	12.8	13	13.1	13.2	13.3	13.5	13.7	13.9	14	
1.009	12.8	13.1	13.2	13.5	13.6	13.7	13.9	14	14.1	14.3	14.4	14.5	14.7	14.9	15	15.2	15.3	
1.01	14.1	14.4	14.5	14.8	14.9	15	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	
1.011	15.4	15.7	15.8	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	16.7	16.9	17	17.3	17.4	17.5	17.6	17.8	18	
1.012	16.7	17	17.1	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9	18	18.3	18.4	18.6	18.7	18.8	19	19.2	19.3	
1.013	18	18.3	18.4	18.7	18.8	19	19.1	19.2	19.3	19.6	19.7	19.9	20	20.1	20.4	20.5	20.6	
1.014	19.3	19.6	19.9	20	20.1	20.3	20.4	20.6	20.8	20.9	21	21.2	21.3	21.4	21.7	21.8	21.9	
1.015	20.6	20.9	21.2	21.3	21.4	21.7	21.8	21.9	22.1	22.2	22.3	22.5	22.6	22.9	23	23.1	23.3	
1.016	21.9	22.2	22.5	22.6	22.7	23	23.1	23.3	23.4	23.5	23.6	23.8	24	24.2	24.3	24.6	24.7	
1.017	23.3	23.5	23.8	24	24.2	24.3	24.4	24.6	24.7	24.8	24.9	25.1	25.3	25.5	25.6	25.9	26	
1.018	24.6	24.8	25.1	25.3	25.5	25.6	25.7	25.9	26	26.1	26.2	26.5	26.6	26.8	26.9	27.2	27.3	
1.019	25.9	26.1	26.4	26.6	26.8	26.9	27	27.2	27.3	27.4	27.7	27.8	27.9	28.1	28.3	28.5	28.6	
1.02	27.2	27.4	27.7	27.9	28.1	28.2	28.3	28.5	28.6	28.7	29	29.1	29.2	29.5	29.6	29.8	29.9	
1.021	28.5	28.7	29	29.2	29.4	29.5	29.6	29.8	29.9	30.2	30.3	30.4	30.5	30.8	30.9	31.1	31.3	
1.022	29.8	30	30.3	30.5	30.7	30.8	30.9	31.1	31.3	31.5	31.6	31.7	32	32.1	32.2	32.5	32.6	
1.023	31.1	31.3	31.6	31.9	32	32.1	32.2	32.5	32.6	32.8	32.9	33	33.3	33.4	33.5	33.8	33.9	
1.024	32.4	32.6	32.9	33.2	33.3	33.4	33.5	33.8	33.9	34.1	34.2	34.5	34.6	34.7	35	35.1	35.2	
1.025	33.7	33.9	34.2	34.5	34.6	34.7	35	35.1	35.2	35.4	35.5	35.8	35.9	36	36.3	36.4	36.5	
1.026	35	35.2	35.5	35.8	35.9	36	36.3	36.4	36.5	36.7	36.9	37.1	37.2	37.3	37.6	37.7	38	
1.027	36.3	36.6	36.9	37.3	37.4	37.6	37.7	37.9	38.1	38.3	38.5	38.6	38.8	39	39.2	39.4	39.6	
1.028	37.6	37.9	38.2	38.5	38.7	38.9	39.1	39.2	39.4	39.6	39.8	40	40.2	40.4	40.6	40.7	40.9	
1.029	38.9	39.2	39.5	39.9	40	40.2	40.4	40.6	40.7	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7	41.9	42.1	42.3	
1.03	40.2	40.5	40.8	41.2	41.3	41.5	41.7	41.8	42	42.2	42.4	42.6	42.8	43	43.2	43.4	43.6	
1.031	41.5	41.8	42.1	42.4	42.6	42.8	43	43.2	43.3	43.5	43.7	43.9	44.1	44.3	44.5	44.7	44.9	
1.032	42.8	43.1	43.4	43.8	43.9	44.1	44.3	44.5	44.7	44.8	45	45.2	45.4	45.6	45.8	46	46.2	
1.033	44.1	44.4	44.7	45.1	45.2	45.4	45.6	45.8	45.9	46.1	46.3	46.5	46.7	46.9	47.1	47.3	47.5	
1.034	45.4	45.7	46	46.4	46.5	46.7	46.9	47.1	47.2	47.4	47.6	47.8	48	48.2	48.4	48.6	48.8	
1.035	46.7	47	47.3	47.7	47.8	48	48.2	48.4	48.6	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9	50.1	

Table HY-SA-2: Salinité (parties par millier) en fonction de la pesanteur spécifique et de la gravité (9/2005) - suite

Valeur observée	Température de l'eau(° C)																
	25	25.5	26	26.5	27	27.5	28	28.5	29	29.5	30	30.5	31	31.5	32	32.5	33
0.998			1.4	1.5	1.6	1.9	2	2.1	2.4	2.5	2.8	2.9	3.2	3.3	3.6	3.7	
0.999	2.1	2.3	2.5	2.7	2.8	3.1	3.2	3.3	3.6	3.7	3.8	4.1	4.2	4.5	4.7	4.9	5.1
1	3.4	3.7	3.8	4	4.2	4.4	4.5	4.7	4.9	5	5.3	5.4	5.7	5.8	6.1	6.2	6.4
1.001	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.8	6.1	6.2	6.4	6.4	6.7	6.8	7.1	7.2	7.5	7.7
1.002	6.2	6.3	6.4	6.7	6.8	7	7.2	7.4	7.6	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.8	8.9	9.2
1.003	7.5	7.6	7.9	8	8.1	8.4	8.5	8.7	8.9	9	9.3	9.4	9.7	9.8	10.1	10.4	10.5
1.004	8.8	9	9.2	9.3	9.6	9.7	9.8	10.1	10.2	10.5	10.6	10.9	11	11.3	11.4	11.7	11.8
1.005	10.2	10.4	10.5	10.6	10.9	11	11.3	11.4	11.5	11.8	11.9	12.2	12.3	12.6	12.8	13	13.2
1.006	11.5	11.7	11.8	12	12.2	12.3	12.6	12.7	13	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.4	14.5
1.007	12.8	13	13.2	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.3	14.4	14.7	14.9	15	15.3	15.4	15.7	16
1.008	14.1	14.3	14.5	14.7	14.9	15	15.2	15.4	15.6	15.8	16	16.2	16.5	16.6	16.9	17	17.3
1.009	15.4	15.7	15.8	16	16.2	16.3	16.6	16.7	17	17.1	17.4	17.5	17.8	17.9	18.2	18.4	18.6
1.01	16.9	17	17.1	17.4	17.5	17.8	17.9	18	18.3	18.4	18.7	18.8	19.1	19.3	19.5	19.7	20
1.011	18.2	18.3	18.6	18.7	18.8	19.1	19.2	19.5	19.6	19.9	20	20.3	20.4	20.6	20.9	21	21.3
1.012	19.5	19.6	19.9	20	20.3	20.4	20.6	20.8	20.9	21.2	21.4	21.6	21.8	21.9	22.2	22.5	22.6
1.013	20.8	21	21.2	21.3	21.6	21.7	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7	22.9	23.1	23.4	23.5	23.8	24
1.014	22.2	22.3	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	23.5	23.6	23.9	24	24.3	24.4	24.7	24.9	25.1	25.3
1.015	23.5	23.6	23.8	24	24.2	24.4	24.6	24.8	24.9	25.2	25.3	25.6	25.9	26	26.2	26.5	26.6
1.016	24.8	24.9	25.2	25.3	25.6	25.7	26	26.1	26.4	26.5	26.8	26.9	27.2	27.4	27.6	27.8	28.1
1.017	26.1	26.4	26.5	26.6	26.9	27	27.3	27.4	27.7	27.8	28.1	28.3	28.5	28.7	29	29.1	29.4
1.018	27.4	27.7	27.8	28.1	28.2	28.5	28.6	28.9	29	29.2	29.4	29.6	29.8	30	30.3	30.5	30.7
1.019	28.9	29	29.1	29.4	29.5	29.8	29.9	30.2	30.3	30.5	30.8	30.9	31.2	31.3	31.6	31.9	32.1
1.02	30.2	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.2	32.5	32.8	32.9	33.2	33.4
1.021	31.5	31.6	31.9	32	32.2	32.4	32.6	32.8	33	33.3	33.4	33.7	33.8	34.1	34.3	34.6	34.7
1.022	32.8	33	33.2	33.3	33.5	33.8	33.9	34.2	34.3	34.6	34.7	35	35.2	35.4	35.6	35.9	36.1
1.023	34.1	34.3	34.5	34.7	34.8	35.1	35.2	35.5	35.8	35.9	36.1	36.3	36.5	36.8	36.9	37.2	37.5
1.024	35.5	35.6	35.8	36	36.3	36.4	37.1	37.3	37.6	37.8	38	38.2	38.5	38.7	39	39.2	39.4
1.025	36.8	36.9	37.2	37.3	37.6	37.7	38.5	38.7	38.9	39.1	39.4	39.6	39.8	40.1	40.3	40.6	40.8
1.026	38.1	38.2	38.5	38.6	38.9	39	39.8	40	40.2	40.5	40.7	40.9	41.2	41.4	41.6	41.9	42.1
1.027	39.8	40	40.2	40.5	40.7	40.9	41.1	41.3	41.6	41.8	42	42.2	42.5	42.7	43	43.2	43.5
1.028	41.2	41.4	41.6	41.8	42	42.2	42.4	42.7	42.9	43.1	43.3	43.6	43.8	44	44.3	44.5	44.8
1.029	42.5	42.7	42.9	43.1	43.3	43.5	43.8	44	44.2	44.4	44.7	44.9	45.1	45.4	45.6	45.9	46.1
1.03	43.8	44	44.2	44.4	44.6	44.8	45.1	45.3	45.5	45.8	46	46.2	46.5	46.7	46.9	47.2	47.4
1.031	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.2	46.4	46.6	46.9	47.1	47.3	47.6	47.8	48	48.3	48.5	48.8
1.032	46.4	46.6	46.8	47	47.3	47.5	47.7	47.9	48.2	48.4	48.6	48.9	49.1	49.4	49.6	49.9	50.1
1.033	47.7	47.9	48.1	48.4	48.6	48.8	49	49.3	49.5	49.7	50	50.2	50.4	50.7	50.9	51.2	51.4
1.034	49	49.2	49.5	49.7	49.9	50.1	50.3	50.6	50.8	51	51.3	51.5	51.8	52	52.2	52.5	52.8
1.035	50.3	50.6	50.8	51	51.2	51.4	51.6	51.9	52.1	52.4	52.6	52.8	53.1	53.3	53.6	53.8	54.1

Protocole de mesure de la salinité – Analyse des données

Ces données sont elles cohérentes?

L'eau douce a habituellement une salinité de 0-0.5 ppt. Une eau saumâtre de 0.5 – 25 ppt. La salinité moyenne de l'océan est 34.5 ppt et varie en générale entre 32 et 37 ppt. La salinité d'un site varie communément avec l'addition ou la soustraction d'eau douce. Les estuaires montrent la plus grande variation de salinité.

En moyenne l'océan est moins salé aux pôles et à l'équateur, et le plus salé dans les zones subtropicales. L'interdépendance entre la salinité et la latitude est due aux variations de pluie et d'évaporation autour du globe. La salinité est plus faible où l'eau douce entre dans l'océan via les précipitations, la fonte des glaces et flux des fleuves. Elle augmente où l'eau douce quitte l'océan par évaporation ou formation de glace. Chaque facteur est influencé par la météo.

La salinité décroît au niveau de l'équateur jusqu'à 34-35 ppt à cause des précipitations abondantes et des taux d'évaporations faibles que en dessous de 34 ppt sur des latitudes plus froides avec d'abondantes précipitations. Les eaux côtières peuvent avoir une des salinités les plus faibles à cause de l'apport d'eau douce par les fleuves et la fonte des glaces. Mais elles peuvent aussi avoir une des salinités les plus élevées à cause de la formation de la glace et de l'évaporation de l'eau durant l'été. Le vent peut repousser l'eau salée dans les terres où elle recouvre les plantes et le sol.

La salinité peut aussi varier pendant un cycle de marée. A marée basse, pendant les mois d'été, l'évaporation peut provoquer une augmentation de la salinité dans un bassin de marée jusqu'à ce que l'océan revienne et dilue l'eau du bassin, la faisant retrouver une salinité normale. Dans les estuaires, la salinité est fortement influencée par les marées. Lorsque la marée monte, l'océan recouvre et pénètre dans le lit du fleuve et augmente la salinité de l'estuaire. Quand la marée descend l'eau douce est aspirée par l'eau de mer et la salinité baisse. La salinité des estuaires est aussi fonction de leur profondeur. L'eau salée est plus lourde que l'eau douce et donc se retrouve au fond. Ceci maintient la salinité des estuaires dans les sédiments et évite aux animaux qui vivent au fond d'avoir à s'ajuster aux changements considérables de salinité avec chaque cycle de

marée.

On s'attend à un cycle saisonnier de la salinité, augmentant en été et baissant en hiver, à cause de l'évaporation estivale lorsque la température de l'eau augmente. Pour le vérifier, on peut regarder les données et voir si la salinité est plus élevée en été qu'en hiver. On peut aussi regarder si les changements de salinité sont corrélés aux changements de températures de l'air et de l'eau.

Un bon ensemble de données pour observer cette prédiction est celle collectée à l'académie Tabor située sur la côte atlantique à Marion, Massachusetts, USA. L'académie a enregistré la salinité et les températures de l'eau de 1997-2001 sur un site côtier appelé «Shaeffer Sea Wall ». Ils ont aussi mesuré la température de l'air au niveau de leur école. Le graphique ci-dessous de ces trois mesures montre une tendance saisonnière. Lorsque la température de l'air et de l'eau la salinité également. Lorsque la température de l'eau et de la mer descend en automne et en hiver, idem pour la salinité. De plus il apparaît d'après le graphique que c'est la température de l'air qui augmente en premier, suivie de celle de l'eau puis de la salinité. Cela est censé puisque la salinité augmente probablement à cause d'une augmentation de l'évaporation liée à une élévation de température, elle-même due à une augmentation de la température de l'air. Un autre élément venant appuyer cette hypothèse est la périodicité de trois ans du phénomène.

Que recherchent les scientifiques dans ces données ?

Quelles sont les tendances à long terme de la salinité dans les estuaires ? Il y a une demande de plus en plus forte en eau douce qui approvisionne les estuaires, ainsi ils vont devenir de plus en plus salés.

Pour les océans on s'attend à des changements de salinité à cause des variations de températures. Une élévation des températures peut augmenter l'évaporation, et donc la salinité. Proche des pôles cependant, une élévation de température peut provoquer la fonte des glaces et donc une baisse de la salinité.

La distribution de salinité suivant la latitude peut être reliée au modèle climatique global, comme les précipitations et l'évaporation affectent la salinité. Elle a tendance à être maximale autour de 20-30N et 15-20 S, et minimale aux pôles et à l'équateur.

Exemple d'un projet étudiant

Formuler une hypothèse

Les élèves étudiant la salinité des estuaires vont regarder la salinité à trois sites montrés sur la figure HY-SA-3. Les deux premiers sont à Mobile Bay, un à Mary Ann Beach près de Robertsdale, Alabama ; le second, le site « Boat Ramp » près de la convergence de la rivière Tensaw et de la Mobile Bay. Le troisième site est le Bayou St John à la Nouvelle-Orléans, Louisiane. Il est listé comme un site d'eau douce mais c'est un estuaire relié au golfe de Mexique, et les étudiants y ont collecté des mesures. Les mesures des deux premiers sites ont été collectées par le lycée de Robertsdale et Cabrini High à la Nouvelle Orléans pris les mesures du troisième.

Les étudiants de lycée de Robertsdale étaient curieux de comparer leurs mesures avec les deux autres sites et ont émis l'hypothèse suivante.

Hypothèse: La salinité sera la plus haute à Mary Ann Beach est minimale à « Boat Ramp » qui devrait recevoir le plus gros volume d'eau douce. La salinité du Bayou St John (partie du delta du Mississippi) sera entre les deux.

Rassembler et analyser les données

Les étudiants tracent des séries de salinités en fonctions du temps pour les trois sites. Bien que le lycée ait habituellement utilisé l'hydromètre pour faire les mesures, il a parfois utilisé la méthode titration de salinité. Les valeurs relevées avec la méthode de titration étaient similaires à celles collectées avec l'hydromètre (Figure HY-SA-4), ils ont donc décidé de se concentrer juste sur les lectures de

l'hydromètre.

Ils ont tracé la salinité mensuelle moyenne aux trois sites (Figure HY-SA-5).

La salinité mensuelle moyenne sur le site du bateau est toujours inférieure à 5 ppt et la plus faible de toutes. La salinité du Bayou St John est comprise entre 5 et 10 ppt. Cependant la salinité à Ann Beach se situe entre 5 et 25 ppt. C'est trop peu pour des eaux océaniques. Les étudiants sont surpris de voir à quel point la salinité de la plage fluctue, mais ils réalisent après d'autres recherches que c'est typique des estuaires.

Discussion et Conclusions

Ils décident que leur hypothèse est acceptable dans l'ensemble. La salinité sur le site du bateau est la plus faible et le bayou a tendance à être moins salé que Mary Ann Beach, bien qu'il y ait des mesures contraires.

Toutefois ils ne sont pas sûrs que ces fluctuations soient dues aux marées (les marées basses devraient faire baisser la salinité), aux températures ou bien les deux.

Ils ont tracé la température de l'eau mensuelle moyenne et la salinité (Figure HY-SA-6). Il y a des similarités mais la relation température-salinité n'est pas évidente ici comme sur d'autres sites (comme à l'académie Tabor par exemple). C'est pourquoi ils en déduisent que d'autres facteurs que les marées ou l'apport d'eau douce influencent également la salinité.

Communiquer les résultats

Les étudiants impriment leurs courbes et écrivent un rapport discutant leurs résultats. Ils font aussi un rapport oral devant leur classe.

Pour aller plus loin

Les trois sites sont des exemples de différents estuaires qui existent dans l'habitat de l'embouchure des fleuves. Est-ce que d'autres estuaires sont étudiés par les écoles GLOBE ? Peuvent-elles trouver des données d'autres estuaires sur le web ou dans les livres ? Comment la salinité varie-t-elle sur ces sites ?

Figure HY-SA-2

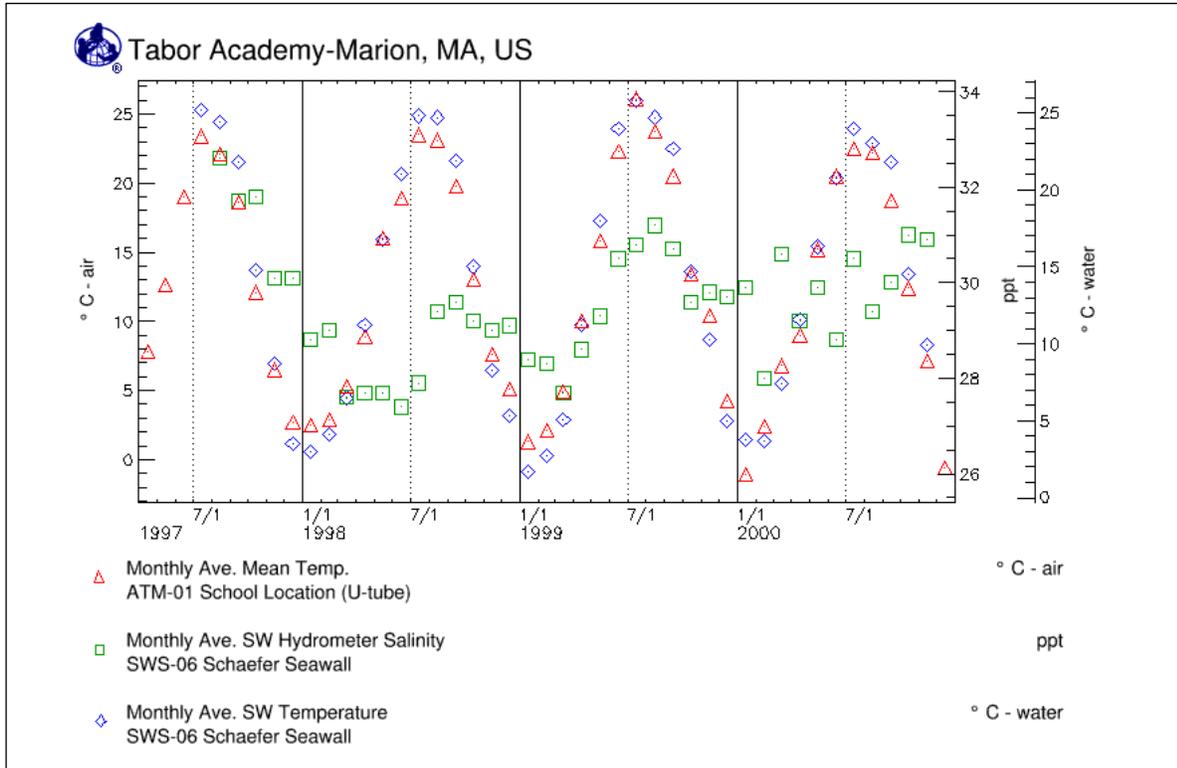


Figure HY-SA-3

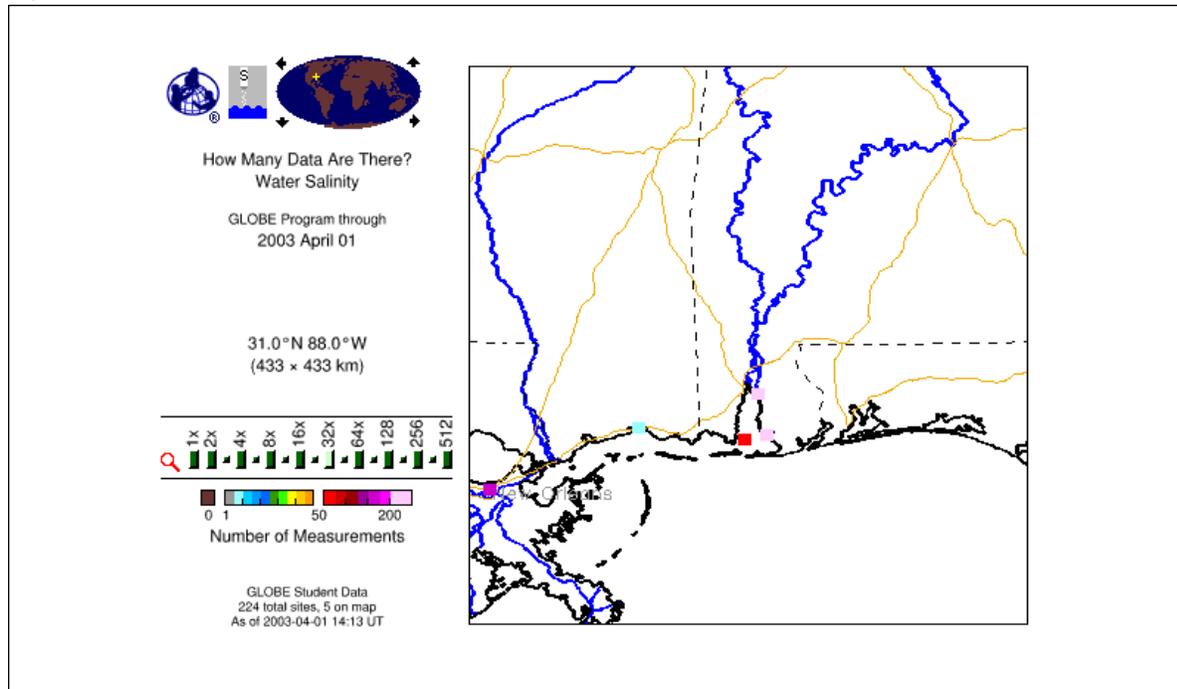


Figure HY-SA-4

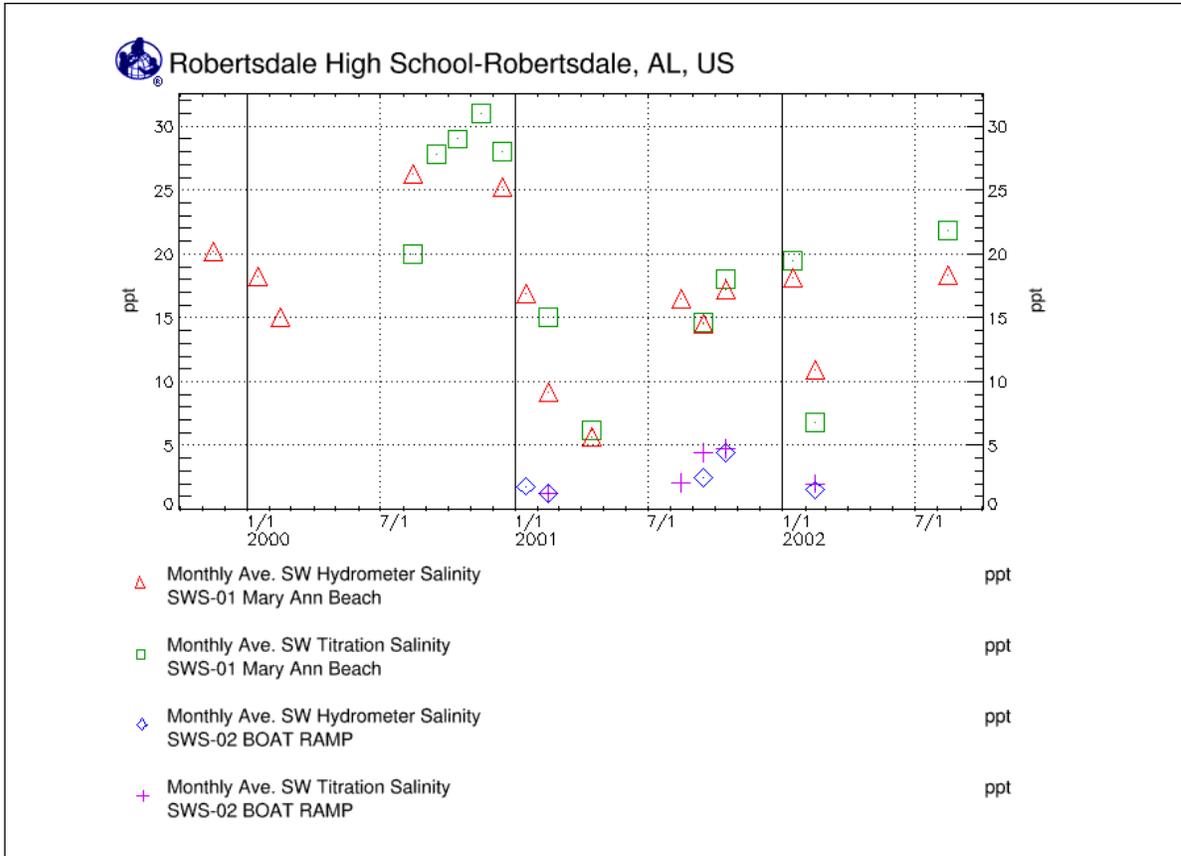


Figure HY-SA-5

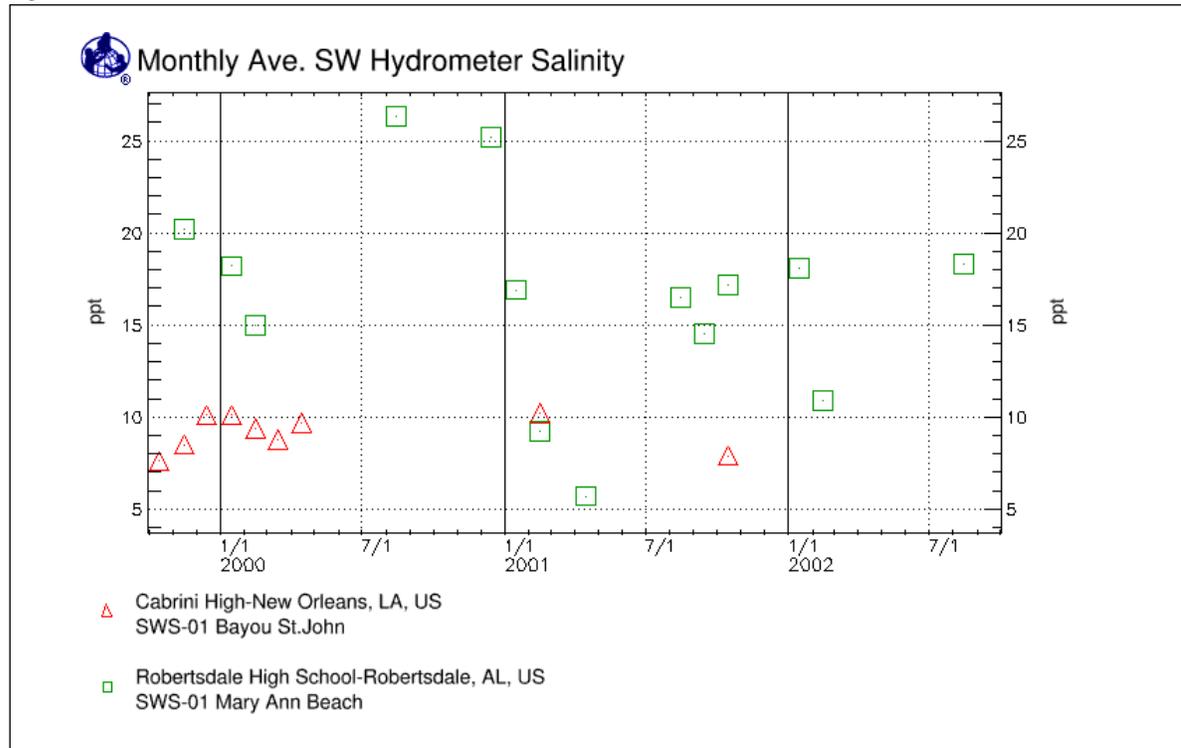
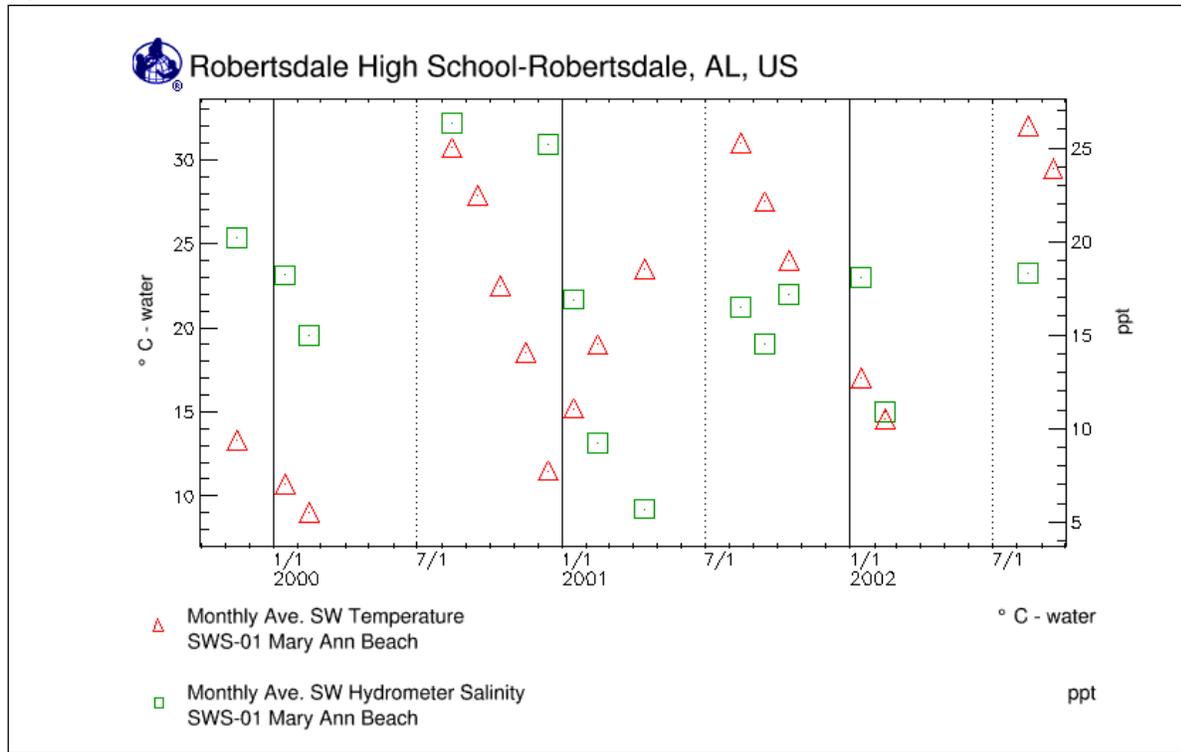


Figure HY-SA-6



Protocole de mesure du pH



Objectif général

Mesurer le pH de l'eau

Objectif spécifique

Les étudiants devront utiliser soit un pH-mètre soit un papier pH pour mesurer le pH de l'eau. Pour l'utilisation d'un pH-mètre, l'instrument devra être calibré avec différentes solutions tampon de pH respectivement 4, 7 et 10.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- utiliser soit un pH-mètre soit un papier pH ;
- comprendre la différence entre les pH acide, basique et neutre ;
- analyser les raisons du changement de comportement en pH de l'eau ;
- communiquer les résultats du projet avec les autres établissements GLOBE ;
- collaborer avec les autres établissements GLOBE (du pays ou de l'étranger) ;
- partager des observations en soumettant les données avec les archives de GLOBE.

Concepts Scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

La Terre est constituée de roches solides, de terre, d'eau et d'une atmosphère.

L'eau est un solvant.

Chaque élément se déplace entre différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère).

Sciences physique

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent survivre uniquement dans des environnements dans lesquels leurs besoins peuvent être satisfaits.

La Terre a de nombreux environnements différents qui maintiennent différentes combinaisons d'organismes.

Les organismes peuvent affecter l'environnement dans lequel ils vivent.

Les êtres humains peuvent affecter leur environnement naturel.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources d'un environnement en continu changement.

Compétences scientifiques

Utiliser une bandelette réactive ou un pH-mètre afin de mesurer le pH.

Identifier les questions susceptibles de réponse.
Construire et conduire les recherches scientifiques.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Développer des descriptions et des explications en s'appuyant sur des preuves.

Trouver et analyser des explications alternatives.

Communiquer les procédures et les explications.

Durée

10 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Hebdomadaire

Matériel et Instruments

Pour mesurer le pH avec le papier pH :

- *Fiche technique pour la Recherche Hydrologique*
- *Guide d'Utilisation du Papier pH (Conductivité électrique > 200mS/cm) ou (Conductivité électrique < 200mS/cm)*
- papier pH
- bécher de 50 mL ou de 100 mL
- gants en latex

Pour mesurer le pH avec le papier pH :

- *Fiche technique pour la Recherche Hydrologique*

- Guide d'Utilisation du Papier pH (Conductivité électrique > 200mS/cm) OU (Conductivité électrique < 200mS/cm)- pH-mètre
- Eau distillée
- Papier essuie-tout ou un tissu doux
- solution tampon de pH 7.0, 4.0 et 10.0
- Trois fioles de 100mL avec couvercles
- Bêcher de 100mL

Préparation

L'instrument doit être calibré avant utilisation. Apprentissage recommandé : Exécuter les protocoles : pH et le pH par le jeu (guides électroniques seulement)

Pré requis

Protocole sur la conductivité électrique

Protocole du pH- Introduction

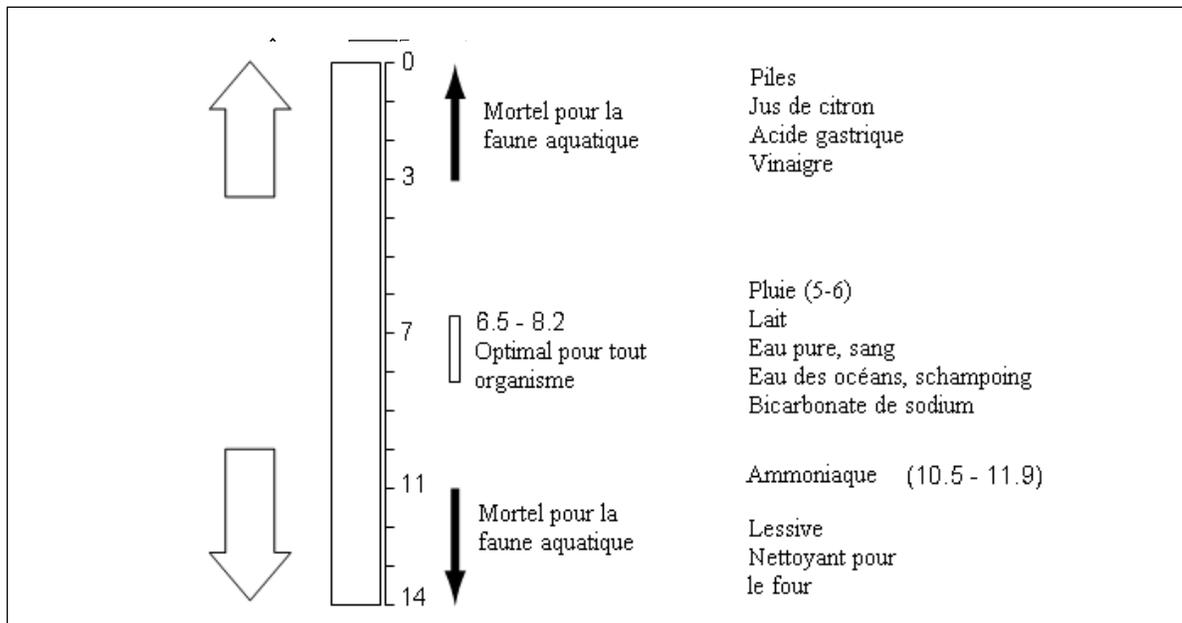
Le pH mesure l'acidité de l'eau. L'échelle de pH (qui s'étend de 0.0 à 14.0 unités de pH) est une échelle logarithmique de la concentration ionique d'hydrogène. Les solutions de pH supérieur à 7.0 sont dites basiques et celles avec un pH inférieur à 7.0 sont dites acides. Le pH 7.0 correspond aux solutions neutres. Chaque unité de pH est dix fois plus grande que l'unité précédente. Par exemple, une eau de pH 4.0 a une concentration ionique d'hydrogène 10 fois plus grande qu'une eau de pH 5.0. Un pH de 3.0 contient 100 fois plus d'acide qu'un pH 5.0. Pour cette raison, un léger changement de pH peut avoir des effets significatifs sur la qualité de l'eau.

En général, lacs et rivières ont un pH de l'ordre de 6.5 à 8.5. L'eau pure qui n'a pas été en contact avec l'air a un pH neutre de 7.0. L'eau avec des impuretés peut également avoir un pH de 7.0 si l'ajout d'acides est contrebalancé par l'ajout de bases.

Figure HY-pH-1

Les océans sont des solutions tampons et ont un pH constant aux alentours de 8.2. On peut trouver de l'eau naturellement plus acide dans des régions comprenant certains types de minéraux (comme les sulfates). L'activité minière peut elle aussi acidifier le milieu. Lorsque le sol est riche en minéraux (comme du calcite ou du carbonate de calcium) on peut trouver des eaux naturellement basiques. Des acides et des bases peuvent aussi être le résultat des activités humaines.

Le pH agit sur les procédés chimiques et biologiques de l'eau. Le pH a une forte influence sur le monde aquatique ; les organismes aquatiques ont besoin d'un certain pH. Les salamandres, les crapauds et autres amphibiens ainsi que de nombreux invertébrés sont particulièrement sensibles au pH extrêmes. La plupart des insectes, des amphibiens et des poissons sont absents des eaux à pH en dessous de 4.0 et au-dessus de 10.0. La figure HY-pH-1 montre des valeurs typiques de pH pour des substances usuelles ainsi que la limite mortelle pour certaines espèces de poissons.



Support pour l'Enseignant

Remarque sur la Conductivité Electrique

La précision du papier pH et du pH-mètre dépendent de la conductivité électrique de l'eau. Cette dernière doit être au moins à 200 mS/cm pour que les deux instruments de mesure soient précis. Les océans et les eaux saumâtres ont des conductivités largement supérieure à 200 mS/cm. Avant chaque série de mesures, s'assurer d'une conductivité suffisante de l'eau selon les conseils du site d'Hydrologie. Une fois la conductivité électrique déterminée, utiliser un guide pour déterminer le pH adéquat. Il existe 4 cas différents :

- Utilisation de papier pH avec l'eau et obtention d'une conductivité électrique supérieure à 200 mS/cm.
- Utilisation de papier pH avec l'eau et obtention d'une conductivité électrique inférieure à 200 mS/cm.
- Utilisation d'un pH-mètre avec l'eau et obtention d'une conductivité électrique supérieure à 200 mS/cm.
- Utilisation d'un pH-mètre avec l'eau et obtention d'une conductivité électrique inférieure à 200 mS/cm.

Si la conductivité électrique n'est pas disponible et que l'on veuille mesurer le pH, il se peut que les données soient imprécises. Il est donc fortement recommandé de prendre en compte la conductivité électrique. Si l'eau contient de nombreux composés dissous, il est probable que sa conductivité électrique soit supérieure à 200 mS/cm. Au contraire, si l'eau est presque pure (de la neige fondue ou de haute altitude par exemple), alors ajouter un peu de sel comme indiqué dans le guide d'utilisation du pH-mètre ou du papier pH afin d'obtenir une conductivité inférieure à 200 mS/cm.

Préparation

De jeunes élèves auront peut-être quelques difficultés avec le concept d'acide et de base. Ils sont néanmoins familiers avec le goût acide du jus de citron et du vinaigre, et basique du lait et de la soupe.

Utiliser l'*Activité d'apprentissage Jeu du pH* pour introduire le concept de pH. Pour être sûr de la mesure du pH de l'eau fraîche, il est nécessaire avant toute chose de relever la mesure de la conductivité électrique. Faire revoir aux élèves le protocole sur la conductivité électrique.

Attention : quelques pH-mètres nécessitent une certaine préparation avant utilisation.

Procédure de mesure

Le *Protocole de mesure de la conductivité électrique* utilisé dépend de la conductivité électrique de l'eau ainsi que du matériel utilisé (pH mètre ou papier pH). Si l'eau du site hydrologique a une conductivité électrique élevée, il n'est pas alors nécessaire de mesurer la conductivité électrique avant la mesure du pH. Si cette propriété n'est pas assurée, effectuer la mesure de conductivité électrique avant la mesure de pH. Il se peut que l'on ait besoin de ramener un échantillon d'eau afin d'assurer des conditions de températures comprises entre 10° et 20° suivant le protocole de mesure de la conductivité électrique.

Utiliser le papier pH ou le pH-mètre ?

Il existe deux méthodes pour mesurer le pH, chacune présentant des avantages et des inconvénients

Papier pH

Avantages

- facile d'utilisation pour les élèves
- n'a pas besoin de calibration

Inconvénients

- la précision des mesures n'est pas très bonne (lecture à 0,5 unités de pH)
- ne prend pas en compte les effets de température.

A l'achat, faire particulièrement attention à la qualité du papier pH. L'équipe d'hydrologie du GLOBE maintient à jour un site Internet pour toute information sur le papier pH et leurs performances, données accessibles par la rubrique Scientifique.

pH-mètre

Avantages

- mesures à 0,1 unité de pH près.
- prend en compte les effets de pH par compensation

Remarque : Ne pas utiliser les pH-mètres avec un seul point de calibration.

Inconvénients

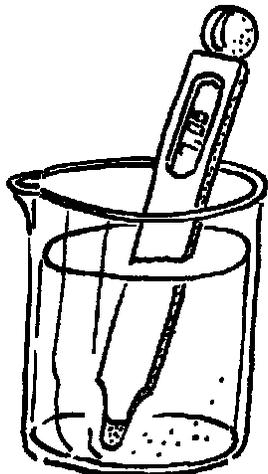
- le pH-mètre doit être calibré avec des solutions tampons avant chaque utilisation.
- plus cher que le papier pH.
- performances détériorées avec le temps.

Les bons pH-mètres ont au moins deux points de calibration et possèdent un compensateur intégré de température. Les solutions tampons peuvent être achetées sous forme liquide ou de poudre. Les liquides sont plus chers et ont une plus courte durée de vie mais ils sont plus pratiques que les solutions tampons en poudre nécessitant d'être mélangées. La plupart des pH-mètres ont besoin de piles petites et plates, de type montre. Bien que les piles aient une longue durée de vie, il est important d'éteindre le pH-mètre après chaque utilisation. Il sera intéressant de se munir d'une réserve de piles.

Calibrer le pH-mètre

Le pH-mètre doit être calibré avant chaque utilisation. Lors d'une mesure de pH sur site, le pH-mètre doit être calibré également sur site. Lors d'une mesure de pH en laboratoire, calibrer dans le laboratoire avant de prendre la mesure. La procédure de calibration peut varier d'un pH-mètre à un autre donc soyez vigilant et lisez les instructions avant toute calibration de pH-mètre.

Ne jamais relever une mesure de pH avec un instrument qui n'ait été calibré.



Suivre les instructions du pH-mètre pour le conditionnement de l'électrode du pH-mètre. La plupart des pH-mètres nécessitent de tremper l'électrode dans l'eau pendant au moins 30 minutes avant usage.

Calibrer le papier pH

Ne pas calibrer le papier pH. Cependant, être sûr de lire correctement le papier pH par comparaison avec les résultats d'un pH-mètre calibré (si possible). Si vous n'avez pas à disposition de pH-mètre, utiliser une bandelette de papier pH pour tester une solution de pH connu telle qu'une solution tampon ou celle d'un soda à la température ambiante.

Quelques valeurs connues Coca-Cola 2.5

RC-cola 2.5

Mr. Pibb 2.8

Pepsi-Cola 2.5

Sprite 3.2

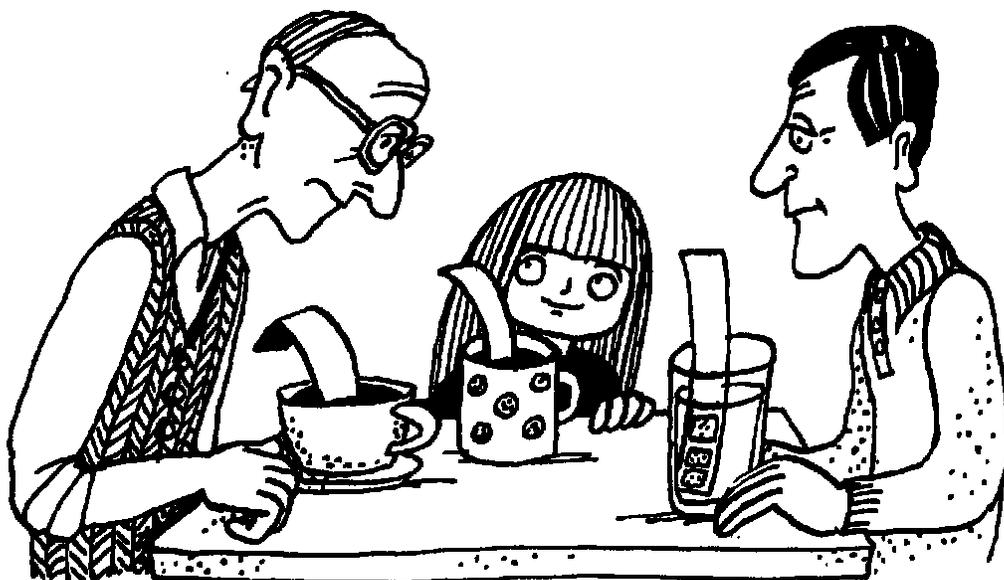
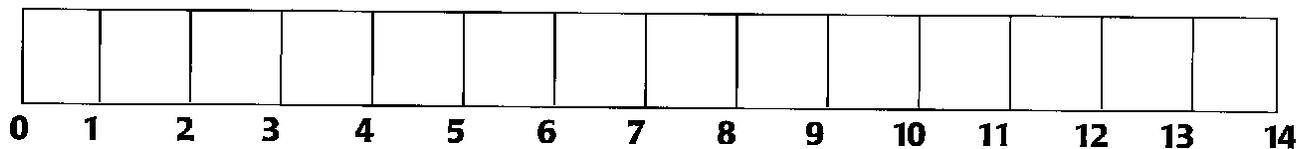
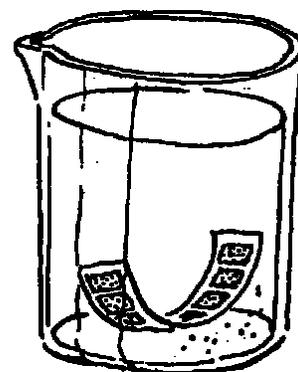
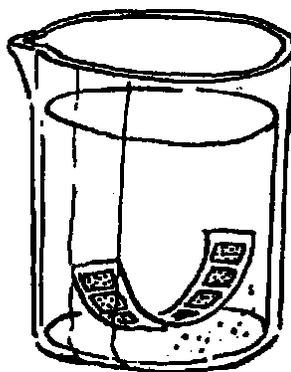
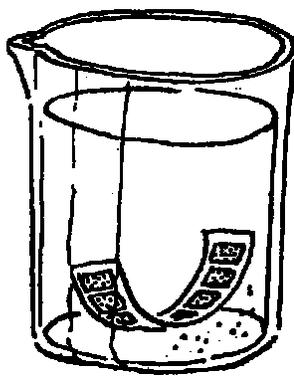
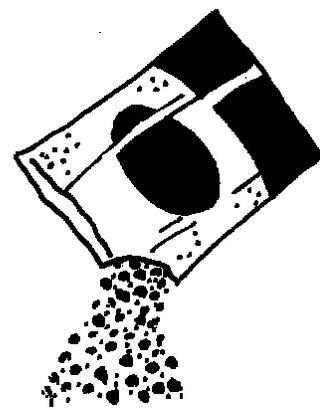
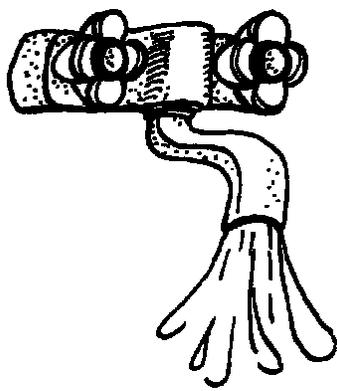
Protocoles de référence

Atmosphère et Sol : les étudiants du GLOBE mesurent le pH de l'eau, des précipitations et du sol. Il est intéressant pour les élèves et pour les scientifiques, plus à titre d'information, de rassembler et de comparer les trois mesures.

Hydrologie : Pour une meilleure compréhension des données pH, il est utile de mesurer l'alcalinité. L'alcalinité renseigne sur la capacité tampon de l'eau en indiquant si le site sera sensible à un influx d'acide. Il est également utile de savoir si le sol est de type rocailleux ou une plaine.



Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association Pour l'Education Environnementale, République Tchèque



Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association Pour l'Education Environnementale, République Tchèque

Règles de sécurité

Les étudiants doivent utiliser des gants lorsqu'ils manipulent les solutions qui sont susceptibles de contenir des substances dangereuses comme des déchets industriels ou des bactéries.

Entretien des instruments

Papier pH

Le papier pH doit être stocké dans une boîte à usage unique et dans un endroit sec. Il ne faut ni un environnement trop chaud ni trop humide. Jeter le papier pH s'il a été mouillé ou s'il a pris l'humidité durant le stockage.

pH-mètre

1. Manipuler les pH-mètres avec précaution afin de maintenir leur précision et leur durée de vie. Consulter le manuel de maintenance et les instructions de stockage spécifique à chaque pH-mètre.
2. S'assurer du bon conditionnement du pH-mètre en suivant les conseils du fabricant. Ne pas stocker l'instrument dans l'eau.
3. Éteindre après utilisation.
4. Remettre le capuchon après utilisation pour protéger l'électrode.
5. Ne pas immerger tout l'instrument dans l'eau lors de l'utilisation. Seule l'électrode est plongée dans la solution.
6. Ne pas faire tomber. Manipuler précautionneusement. Stocker dans un endroit sûr.
7. Le pH-mètre commence à se détériorer dès lors qu'il n'est plus calibré. Certains pH-mètres peuvent refonctionner correctement en appliquant un petit choc. Si cette technique ne fonctionne pas, ou si le pH-mètre ne peut être « choqué » suivant les instructions du fabricant, il sera alors nécessaire de le remplacer.

Solutions Tampons

1. Pré-mélangées, les solutions inutilisées peuvent être stockées un an tant qu'elles ne sont pas contaminées. Stocker dans une bouteille bien fermée.
2. Les solutions tampons qui sont à base de

poudre mélangées avec de l'eau distillée peuvent être stockées un mois après mélange dans une bouteille bien fermée.

Pour aller plus loin

Comment la valeur du pH peut-elle affecter la ligne de partage des eaux du site hydrologique ?

Comment les valeurs de pH du site peuvent-elles être comparées avec celles des autres sites de la ligne de partage des eaux ?

Quelle faune et flore habitent dans l'eau à pH donné ? Doit-il y avoir certains types d'animaux ou plantes à telle valeur de pH de l'eau ?

En quoi l'alcalinité peut aider à comprendre la mesure de pH ?

Comparer les mesures de pH de l'eau avec celle du sol et des précipitations dans le voisinage de votre école.

Utiliser un papier pH (Conductivité électrique > 200 mS/cm)

Guide de terrain

But

Mesurer le pH de l'échantillon en utilisant le papier pH.

Matériel

- o Fiche technique pour la Recherche
- o papier pH
- o béccher de 100-mL
- o Gants en latex
- o Crayon

Mode opératoire

1. Remplir la partie du haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*.
2. Dans la section sur le pH de la feuille de relevé, cocher la case correspondant au papier pH.
3. Mettre les gants en latex.
4. Rincer le béccher avec l'échantillon à trois reprises.
5. Remplir à moitié le béccher avec l'échantillon d'eau.
6. Suivre les instructions pour tester le pH de l'échantillon.
7. Reporter le pH sur la fiche technique en tant qu'Observateur 1.
8. Répéter les étapes 4-6 en utilisant de nouveaux échantillons d'eau et de nouveaux morceaux de papier pH. Reporter les résultats sur la fiche technique en tant qu'Observateur 2 et 3.
9. Faire la moyenne des trois observations.
10. Vérifier que les observations sont à $\pm 1,0$ unité de pH de la moyenne. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures. Si les mesures persistent à être à plus d'une unité de pH de différence avec la moyenne, discuter les problèmes possibles avec votre professeur.
11. Jeter les papiers pH usagers et les gants dans un conteneur à ordures. Rincer le béccher avec de l'eau distillée.

Utiliser un papier pH (Conductivité électrique < 200 mS/cm)

Guide de terrain

But

Utiliser un papier pH pour mesurer le pH d'un échantillon d'eau dont la conductivité électrique est inférieure à 200 mS/cm

Matériel

- o Fiche technique pour la Recherche
- o Protocole sur la conductivité électrique
- o Pincettes
- o Gros sel ou sel de table
- o Testeur de conductivité électrique
- o 2 béchers ou tasses de 100 mL
- o Du papier essuie-tout
- o Des gants en latex
- o Papier pH
- o Spatule ou Cuillère
- o Thermomètre
- o Stylo ou crayon

Mode opératoire

1. Remplir la partie du haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*. Dans la section sur le pH de la feuille de relevé, cocher la case correspondant au papier pH.
2. Mettre les gants en latex.
3. Rincer les pincettes avec la solution de l'échantillon et sécher avec un papier propre.
4. Rincer les 2 béchers ou tasses avec la solution de l'échantillon 3 fois.
5. Remplir 1 bécher ou tasse avec environ 50 mL de solution de l'échantillon.
6. Utiliser les pincettes, placer du gros sel dans l'échantillon d'eau. (Si vous n'avez pas de gros sel, cocher O dans la case Sel et verser le dans l'échantillon).
7. Remuer avec la spatule ou une cuillère.
8. Mesurer la conductivité électrique de l'échantillon traité en utilisant le *Protocole sur la conductivité électrique*.
 - a. Si la conductivité électrique > 200 mS/cm, reporter la valeur sur la fiche technique. Aller à l'étape 9.
 - b. Si la conductivité électrique < 200 mS/cm, aller à l'étape 6 et répéter jusqu'à trouver une valeur au moins de 200 mS/cm. Reporter la valeur de la conductivité sur la fiche technique.
9. Suivre les instructions de test du pH de l'échantillon.
10. Reporter le pH sur la fiche technique en tant qu'Observateur 1.
11. Répéter les étapes 3-9 en utilisant les échantillons et les nouveaux morceaux de papier pH. Reporter les données en tant qu'Observateur 2 et 3.
12. Trouver la moyenne des 3 observations.
13. Vérifier que les observations sont à $\pm 1,0$ unité de pH de la moyenne. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures. Si les mesures persistent à être à plus d'une unité de pH de différence avec la moyenne, discuter les problèmes possibles avec votre professeur.
14. Jeter les papiers pH usagers et les gants dans un conteneur à ordures. Rincer le bécher avec de l'eau distillée.

* Note concernant le gros sel. Les cristaux de 0,5 à 2 mm de diamètre sont plus faciles d'utilisation que le sel de table très fin de certains pays. En Amérique du Nord, le gros sel est vendu sous la dénomination « sel de mer ».

Questions Fréquentes

1. Pourquoi ne peut-on trouver une couleur qui corresponde avec les couleurs référence du papier pH ?

La conductivité de l'eau peut être faible (Cf. le protocole de la conductivité électrique). Le papier pH met plus de temps à réagir que l'eau si la conductivité électrique est inférieure à 400 micro Siemens/cm (mS/cm). Si l'eau a une conductivité électrique inférieure à 300 mS/cm, certains papiers pH ne fonctionnent pas bien. Pour d'autres raisons, des problèmes peuvent être rencontrés : le papier peut être trop ancien ou ne pas avoir été stocké correctement.

2. Quelle case cocher si le pH semble être entre deux couleurs ?



Reporter la couleur qui est la plus proche. C'est la raison pour laquelle trois élèves réalisent le protocole. Faire la moyenne des trois lectures permet d'obtenir des mesures plus précises.

Utiliser un pH-mètre (Conductivité électrique > 200 mS/cm)

Guide de terrain

Travail

Mesurer le pH de l'échantillon en utilisant un pH-mètre.

Matériel

- Feuille de relevé de données hydrologiques
- pH-mètre
- bécher de 100-mL
- 25 mL d'une solution tampon à pH 7 dans une cuve avec couvercle – la cuve doit être étiquetée à pH 7.0
- 25 mL d'une solution tampon à pH 4.0 dans une cuve avec couvercle – la cuve doit être étiquetée à pH 4.0
- 25 mL d'une solution tampon à pH 10.0 dans une cuve avec couvercle – la cuve doit être étiquetée à pH 10.0
- Eau distillée en bouteille
- Papier essuie-tout
- Gants en latex
- Crayon ou stylo

Remarque : Chaque cuve devra posséder une ouverture suffisamment large pour pouvoir immerger le pH-mètre.

Protocole

1. Remplir la partie du haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*.. Dans la section sur le pH de la feuille de relevé, cocher la case correspondant au pH-mètre.
2. Mettre les gants en latex.
3. Enlever le couvercle de l'électrode du pH-mètre (le bulbe en verre dans le pH-mètre).
4. Rincer l'électrode et ses environs avec de l'eau distillée. Sécher le pH-mètre avec du papier essuie-tout.
Remarque : ne pas frotter ni toucher l'électrode avec les doigts.
5. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et sécher de nouveau.
6. Calibrer le pH-mètre selon les indications du fabricant
7. Rincer le bécher de 100-mL trois fois avec l'eau de l'échantillon.
8. Verser 50 mL d'un échantillon d'eau dans le bécher de 100-mL.
9. Mettre une partie de l'électrode du pH-mètre dans l'eau.

10. Remuer une fois avec l'électrode. Cette dernière ne doit pas toucher le fond ni les bords du bécher. Attendre une minute. Si le pH-mètre change encore de valeur, attendre une minute supplémentaire.
11. Reporter la valeur du pH sur la fiche technique en tant qu'Observateur 1.
12. Répéter les étapes 3-10 deux fois en utilisant de nouveaux échantillons d'eau. Ne pas recalibrer le pH-mètre. Reporter les valeurs de pH et de conductivité sur la fiche technique en tant qu'Observateur 2 et 3.
13. Vérifier que chaque observation ne soit pas à plus de 0.2 unités de pH de la valeur moyenne. Si toutes les trois ont bien un écart-type inférieur à 0.2, reporter cette moyenne sur la fiche technique. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures.
14. Calculer la moyenne des trois observations et reporter les résultats sur la fiche technique.
15. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée puis sécher. Eteindre le pH-mètre. Remettre le capuchon de protection sur l'électrode.
16. Si les trois mesures ne peuvent être ramenées dans un intervalle d'erreur de 0.2, discuter avec votre enseignant de problèmes possibles.

Utiliser un pH-mètre (Conductivité électrique < 200 mS/cm)

Guide de terrain

But

Utiliser un pH-mètre pour mesurer le pH d'un échantillon d'eau dont la conductivité électrique est inférieure à 200 mS/cm

Matériel

- Fiche technique pour la Recherche
- pH-mètre
- Protocole sur la conductivité électrique
- Testeur de conductivité électrique
- 2 béchers de 100 mL
- 25 mL de solution tampon à pH 7.0 dans une cuve avec couvercle (cuve étiquetée "pH 7.0")
- 25 mL de solution tampon à pH 4.0 dans une cuve avec couvercle (cuve étiquetée "pH 4.0")
- 25 mL de solution tampon à pH 10.0 dans une cuve avec couvercle (cuve étiquetée "pH 10.0")
- Eau distillée en bouteille
- Papier essuie-tout
- Solution standard pour le testeur de conductivité électrique
- Gants en latex
- Gros sel ou sel de table
- Pincettes
- Spatule ou cuillère
- Thermomètre
- Stylo ou crayon

Remarque : Chaque cuve devra posséder une ouverture suffisamment large pour pouvoir immerger le pH-mètre.

Mode opératoire

1. Remplir la partie du haut de la *Feuille de relevé de données hydrologiques*. Dans la section sur le pH de la feuille de relevé, cocher la case correspondant au pH-mètre.
2. Mettre des gants en latex.
3. Rincer les pincettes avec l'échantillon d'eau et sécher avec un papier essuie-tout.
4. Rincer les deux béchers ou tasses avec l'échantillon 3 fois.
5. Remplir un bécher ou tasse avec 100 mL d'échantillon d'eau.
6. Utiliser les pincettes, place un cristal de sel dans l'échantillon d'eau. (Si vous n'avez pas de gros sel, remplir avec la lettre O pour la case sel de table et verser le sel dans l'échantillon).
7. Remuer avec la spatule ou une cuillère.

* Note concernant le gros sel. Les cristaux de 0,5 à 2 mm de diamètre sont plus faciles d'utilisation que le sel de table très fin de certains pays. En Amérique du Nord, le gros sel est vendu sous la dénomination « sel de mer ».

8. Mesurer la conductivité électrique de l'échantillon traité en utilisant le *Protocole sur la conductivité électrique*.
 - a. Si la conductivité électrique > 200 mS/cm, reporter la valeur sur la fiche technique. Aller à l'étape 9.
 - b. Si la conductivité électrique < 200 mS/cm, aller à l'étape 6 et répéter jusqu'à trouver une valeur au moins de 200 mS/cm. Reporter la valeur de la conductivité sur la fiche technique.
9. Enlever le couvercle de l'électrode du pH-mètre (le bulbe en verre dans le pH-mètre).
10. Rincer l'électrode et ses environs avec de l'eau distillée. Sécher le pH-mètre avec du papier essuie-tout.
Remarque : ne pas frotter ni toucher l'électrode avec les doigts.
11. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et sécher de nouveau.
12. Calibrer le pH-mètre suivant les indications du fabricant.
13. Mettre une partie de l'électrode du pH-mètre dans l'eau.
14. Remuer une fois avec l'électrode. Cette dernière ne doit pas toucher le fond ni les bords du bécher. Attendre une minute. Si le pH-mètre change encore de valeur, attendre une minute supplémentaire.
15. Reporter la valeur de pH sur la fiche technique en tant qu'Observateur 1.
16. Répéter les étapes 3-14 en utilisant de nouveaux échantillons d'eau. Ne pas recalibrer le pH-mètre. Reporter valeurs de pH et de conductivité sur la fiche technique en tant qu'Observateur 2 et 3.
17. Vérifier que chaque observation ne soit pas à plus de 0.2 unités de pH de la valeur moyenne. Si toutes les trois ont bien un écart-type inférieur à 0.2, reporter cette moyenne sur la fiche technique. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures.
18. Calculer la moyenne des trois observations et reporter les résultats sur la fiche technique.
19. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée puis sécher. Eteindre le pH-mètre. Remettre le capuchon de protection sur l'électrode.
20. Si les trois mesures ne peuvent être ramenées dans un intervalle d'erreur de 0.2, discuter avec votre enseignant de problèmes possibles.

Questions Fréquentes

1. Qu'est-ce qui peut affecter la précision des valeurs de pH?

- Le pH-mètre peut ne pas fonctionner correctement si la conductivité de l'eau est inférieure à 100 mS/cm. Voir le *protocole de mesure de la conductivité électrique*.
- Le pH-mètre doit être calibré à chaque série d'expériences.
- Le remplacement des piles doit être prévu.

2. La température de l'eau peut-elle affecter les valeurs de pH ?

Une modification de la température de l'eau peut amener à une modification de la valeur du pH. Ne pas corriger ce changement comme c'est la valeur à température réelle qui nous intéresse.

La température peut également affecter les performances du pH-mètre. L'électrode a été fabriquée de telle sorte qu'à un pH de 7.0, elle ne soit sensible aux variations de température. Lorsque le pH s'écarte de cette valeur, la température de l'eau diminue la précision de la mesure. Des pH-mètres comprenant un compensateur intégré de température peuvent corriger d'un facteur de 0.003 pH/°C/unité de pH chaque mesure au-dessus ou en-dessous de 7.0. Ils corrigent l'erreur du pH-mètre et non le changement effectif en pH.

3. Une forte concentration de sel peut-elle affecter la valeur du pH ?



La concentration en sel peut affecter le pH. Quand la concentration en sel augmente, le pH augmente. Ce n'est pas une relation linéaire mais ceci peut être non négligeable dans l'étude des estuaires dont la salinité varie avec les marées. Prendre en compte la salinité ou les valeurs de conductivité peut être utile à la compréhension des variations des mesures de pH.

4. Pourquoi les mesures de pH ne sont pas précises pour des solutions à faible conductivité électrique ?

Mesurer la concentration ionique d'hydrogène revient à mesurer le potentiel ionique de l'hydrogène. D'autres ions doivent être présents pour conduire le courant afin de prendre la mesure. Lorsque la concentration est trop faible, le pH-mètre dérive si lentement qu'il peut s'arrêter à une mesure incorrecte.

Protocole pH – Analyse de données

Est-ce que les données sont cohérentes ?

Les valeurs de pH sur le site hydrologique dépendent de la géologie du terrain, du sol et de la végétation ainsi que d'autres données du milieu aquatique. L'origine des masses d'air peut aussi affecter le pH de l'eau. De nombreux milieux aquatiques peuvent être légèrement acides avec des valeurs de pH comprises entre 5.0 et 7.0. Des terrains limoneux ou rocaillieux avec du carbonate de calcium peuvent être basiques avec des valeurs de pH comprises entre 7.0 et 9.0. Les océans sont des milieux tampon avec un pH constant autour de 8.2.

Lorsqu'on étudie les données de pH de la base de données du GLOBE, il est important de garder à l'esprit les instruments de mesures utilisés par les élèves. Les collègues utilisent du papier pH, les données sont donc plus variables d'une mesure à l'autre. Les données peuvent varier d'une unité ou d'une demie unité de pH et ce, juste sur une semaine en raison du papier pH dont l'unité n'est que de 1 ou 0.5 unité de pH.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

Comme la plupart des organismes sont sensibles à des variations de pH de l'eau, les scientifiques contrôlent les augmentations et diminutions brusques de pH des milieux aquatiques. Le pH ne varie pas beaucoup en règle générale même s'il existe quelques tendances saisonnières dues aux changements climatiques (température, quantité des précipitations ou la couverture végétale).

L'alcalinité est le tampon des milieux aquatiques contre les flux acides. Une décroissance rapide de pH correspond à une diminution de l'alcalinité. Les eaux à forte alcalinité démontrent une baisse moins importante de pH après addition d'acide comme les pluies acides.

Exemple de projet d'étudiant

Formuler une hypothèse

Un étudiant étudie la gamme de pH des courants et des lacs en Europe. Il sait que l'acidité de l'eau provient des pluies acides. Les dépositions des pluies acides peuvent être inégalement réparties tout au long de l'année et

dépend autant de la quantité des précipitations que de la direction et force des vents. Il fait l'hypothèse que la tendance annuelle peut se retrouver dans les données pH des aquifères d'Europe.

Rassembler et analyser les données

Son premier travail est de localiser un endroit sensible aux précipitations. Après des recherches sur le sujet, l'étudiant découvre que le nord-ouest de l'Europe reçoit davantage de précipitations que le reste du continent. Il est donc très probable que l'eau des lacs et des cours d'eau soit plutôt acide.

Il commence à étudier la carte européenne du GLOBE. Pour cette région, il réalise des cartes pour visualiser le pH moyen mensuel sur toute l'année 2001 (Figure HY-pH-1). Il remarque que certaines écoles en Scandinavie tendent à démontrer qu'il existerait une tendance annuelle pour le pH. Ensuite, il s'intéresse à chaque école scandinave indépendamment en traçant les graphes du GLOBE. Il choisit quatre écoles qui semblent montrer une forte tendance en pH. Les établissements choisis sont : Husbyskolan à Kista en Suède ; Gymnase de St. Eriks à Stockholm en Suède ; Sem skole (13-16) à Sem en Norvège ; et Vang barneog ungdomsskule (6-16) à Valdres en Norvège. Les graphes de pH de 1999 à 2002 pour ces établissements sont en Figure HY-pH-2. Il apparaît que les valeurs de pH sont plus élevées en été et plus faibles en hiver sur les sites choisis.

Pour étudier ce phénomène plus en détail, l'étudiant transfère les données du graphe sous un fichier de données (Table HY-pH-1, colonne 1-5). Ensuite, il calcule le pH moyen annuel pour chaque établissement. Il crée ensuite une colonne (Table HY-pH-1, dernière ligne) pour montrer la déviation à la valeur moyenne pour chaque donnée.

$$\text{Déviation} = \text{pH}_{\text{observé}} - \text{pH}_{\text{moyen}}$$

L'étudiant compte alors le nombre de déviations positives et négatives chaque mois et les reporte dans la Table HY-pH-2.

En regardant les données de cette façon, l'étudiant est capable d'observer que les mois de Décembre à Mars ont plus de déviations négatives que positives. Les déviations négatives sont en-dessous de la moyenne tandis que les déviations positives sont en-dessous de la moyenne. Par conséquent, entre Décembre et Mars, le pH est en général en-dessous de la valeur moyenne de pH.

Les mois de Mai à Octobre ont plus de déviations positives que de déviations négatives, ce qui indique le pH sur cette période est supérieur à la moyenne annuelle. Les mois d'Avril et de Novembre ont autant de déviations positives que de négatives.

Il en conclut qu'en Scandinavie, les mois les plus froids ont des valeurs de pH en-dessous de la moyenne et que les mois d'été ont des valeurs de pH au-dessus de la moyenne. Par conséquent, l'hypothèse de l'étudiant était correcte : une tendance annuelle en pH peut être détectée dans les établissements GLOBE de l'Europe du Nord.

Pour aller plus loin

L'étudiant qui voudra aller plus loin pourra étudier la corrélation entre le pH et les précipitations dans cette partie de l'Europe.

Figure HY-pH-2 : pH mensuel dans quelques établissements GLOBE d'Europe

2001

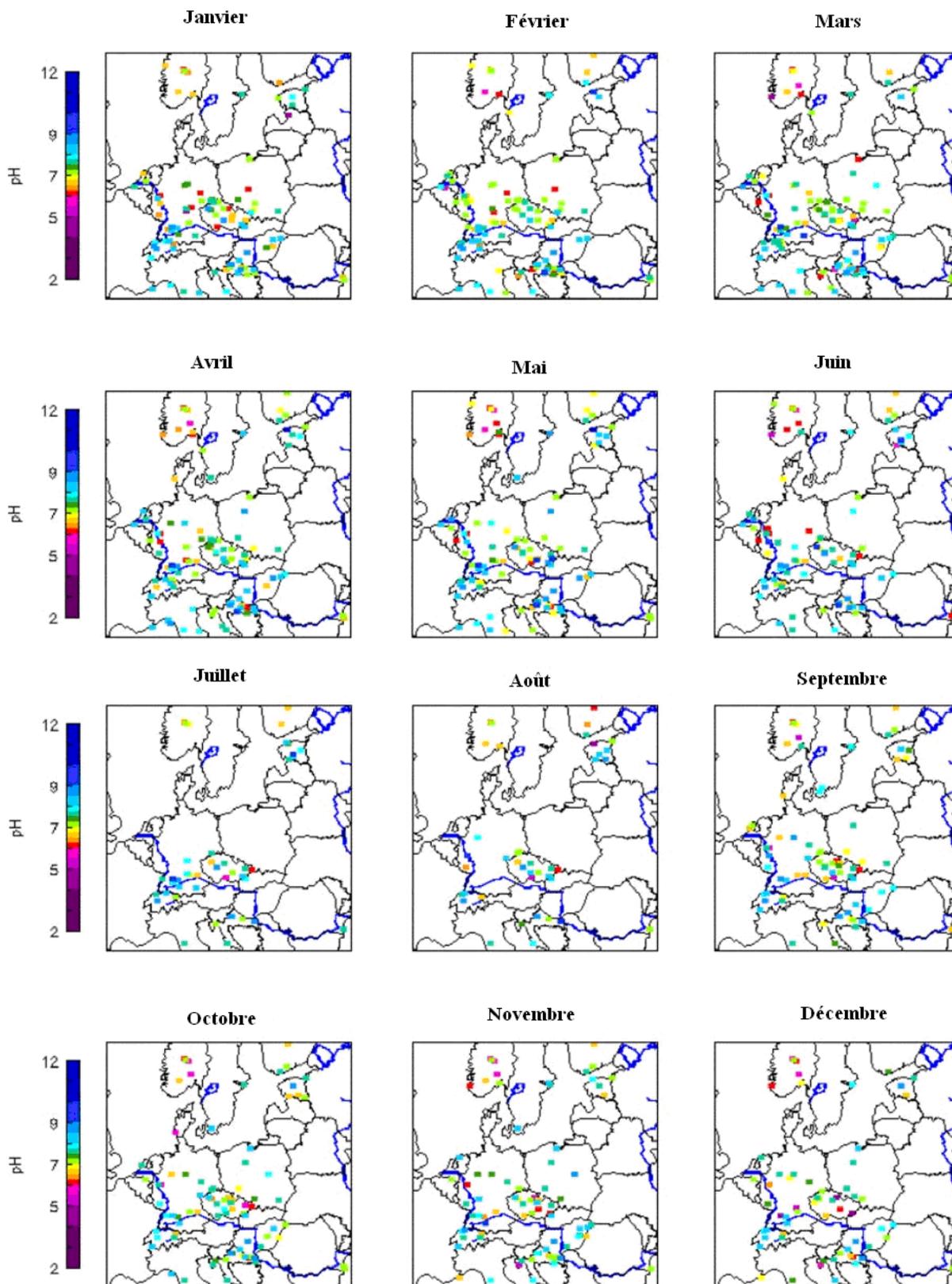


Figure HY-pH-3 : pH en fonction du temps dans quelques établissements GLOBE d'Europe

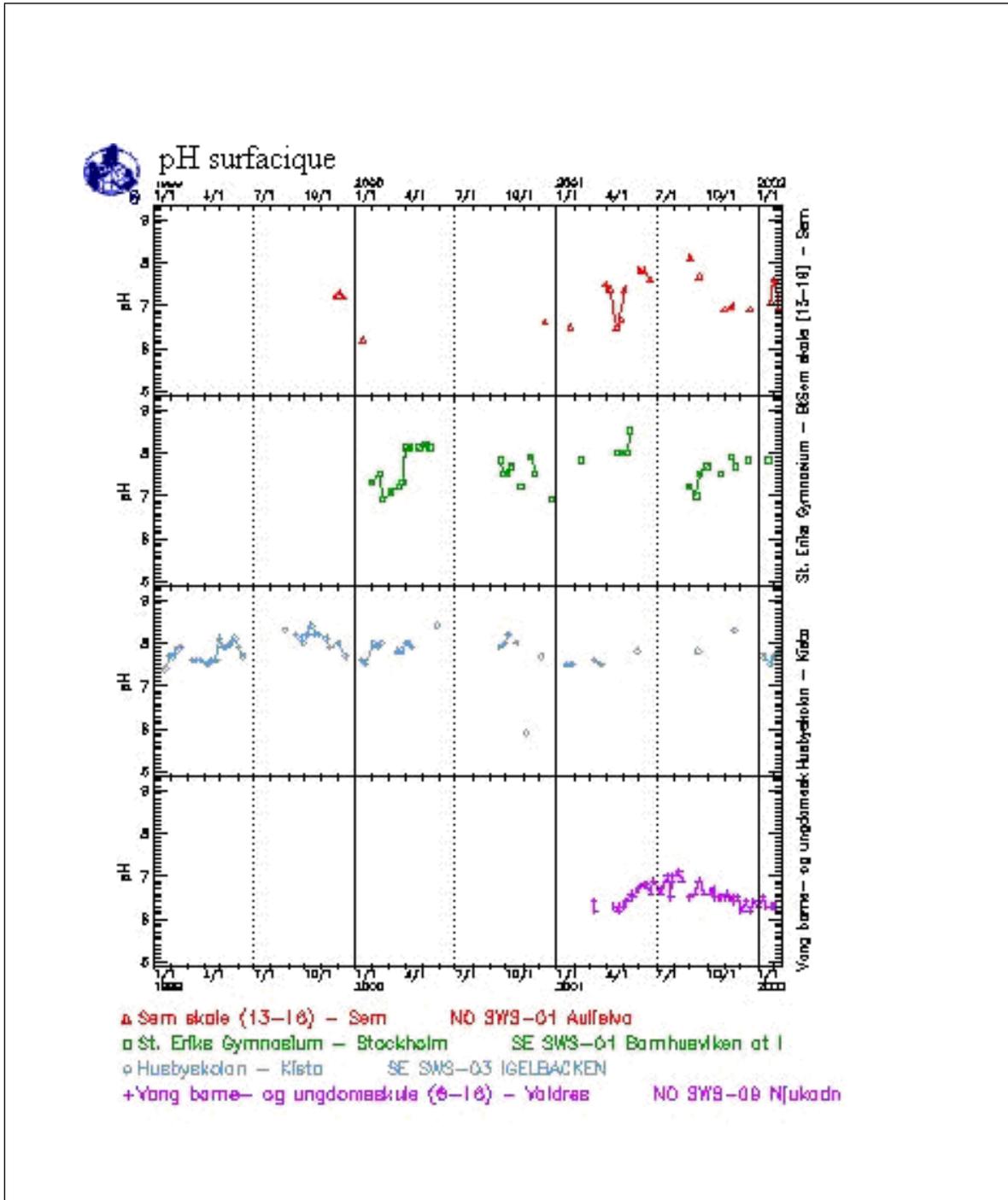


Table HY-pH-1: pH mesuré et déviation par rapport au pH moyen dans quelques établissements GLOBE d'Europe

Date	pH mesuré			Déviation par rapport à la moyenne				
	Sem	Stockholm	Kista	Valdres	Sem	Stockholm	Kista	Valdres
1/21/1999			7.4				-0.43	
1/28/1999			7.7				-0.13	
2/4/1999			7.7				-0.13	
2/10/1999			7.8				-0.03	
2/18/1999			7.9				0.07	
3/11/1999			7.6				-0.23	
3/18/1999			7.6				-0.23	
3/25/1999			7.6				-0.23	
4/8/1999			7.5				-0.33	
4/15/1999			7.6				-0.23	
4/22/1999			7.6				-0.23	
4/29/1999			8.1				0.27	
5/6/1999			7.9				0.07	
5/12/1999			7.9				0.07	
5/20/1999			8				0.17	
5/27/1999			8.1				0.27	
6/3/1999			7.9				0.07	
6/11/1999			7.7				-0.13	
8/26/1999			8.3				0.47	
9/15/1999			8.2				0.37	
9/24/1999			8.1				0.27	
9/29/1999			8				0.17	
10/6/1999			8.2				0.37	
10/13/1999			8.4				0.57	
10/20/1999			8.2				0.37	
10/27/1999			8.2				0.37	
11/10/1999			8.1				0.27	
11/17/1999			7.9				0.07	
11/26/1999	7.2				0.02			
12/1/1999			8				0.17	
12/3/1999	7.3				0.12			
12/10/1999	7.2				0.02			
12/15/1999			7.7				-0.13	
1/13/2000			7.6				-0.23	
1/14/2000	6.2				-0.98			
1/20/2000			7.5				-0.33	
1/31/2000		7.3				-0.33		
2/3/2000			8				0.17	
2/10/2000			7.9				0.07	
2/14/2000		7.5				-0.13		
2/17/2000			8				0.17	
2/21/2000		6.9				-0.73		
3/6/2000		7.1				-0.53		

Table pH-1 : suite

pH mesuré					Déviation par rapport à la moyenne			
Date	Sem	Stockholm	Kista	Valdres	Sem	Stockholm	Kista	Valdres
3/17/2000			7.8				-0.03	
3/20/2000		7.2				-0.43		
3/24/2000			7.8				-0.03	
3/27/2000		7.3				-0.33		
4/3/2000		8.1				0.47		
4/5/2000			8				0.17	
4/10/2000		8.1				0.47		
4/13/2000			7.9				0.07	
4/26/2000		8.1				0.47		
5/8/2000		8.2				0.57		
5/15/2000		8.1				0.47		
5/29/2000			8.4				0.57	
9/20/2000		7.8	7.9			0.17	0.07	
9/28/2000		7.5				-0.13		
9/29/2000			8				0.17	
10/2/2000		7.5				-0.13		
10/5/2000			8.2				0.37	
10/10/2000		7.7				0.07		
10/20/2000			8				0.17	
10/26/2000		7.2				-0.43		
11/6/2000			5.9				-1.93	
11/15/2000		7.9				0.27		
11/23/2000		7.5				-0.13		
12/4/2000			7.7				-0.13	
12/11/2000	6.6				-0.58			
12/21/2000		6.9				-0.73		
1/19/2001			7.5				-0.33	
1/26/2001	6.5				-0.68			
1/29/2001			7.5				-0.33	
2/15/2001		7.8				0.17		
3/9/2001			7.6	6.4			-0.23	-0.14
3/12/2001				6.2				-0.34
3/23/2001			7.5				-0.33	
3/30/2001	7.5				0.32			
4/6/2001	7.4				0.22			
4/16/2001				6.3				-0.24
4/20/2001	6.5				-0.68			
4/23/2001		8		6.2		0.37		-0.34
4/27/2001	6.7			6.3	-0.48			-0.24
5/2/2001				6.3				-0.24
5/4/2001	7.4				0.22			
5/7/2001		8				0.37		
5/8/2001				6.4				-0.14
5/15/2001		8.5		6.6		0.87		0.06
5/20/2001				6.5				-0.04
5/28/2001			7.8				-0.03	
5/29/2001				6.7				0.16
6/1/2001	7.8				0.62			

Table pH-1 : suite

		pH mesuré			Déviation par rapport à la moyenne			
Date	Sem	Stockholm	Kista	Valdres	Sem	Stockholm	Kista	Valdres
6/7/2001				6.8				0.26
6/8/2001	7.8				0.62			
6/13/2001				6.8				0.26
6/20/2001	7.6				0.42			
6/21/2001				6.6				0.06
6/26/2001				6.9				0.36
7/7/2001				6.6				0.06
7/11/2001				6.7				0.16
7/22/2001				7				0.46
7/27/2001				6.5				-0.04
7/29/2001				6.9				0.36
7/31/2001				7				0.46
8/11/2001				7.1				0.56
8/16/2001				6.9				0.36
8/30/2001		7.2				-0.43		
8/31/2001	8.1			6.5	0.92			-0.04
9/9/2001				6.6				0.06
9/11/2001		7				-0.63		
9/14/2001			7.8				-0.03	
9/16/2001	7.7				0.52			
9/17/2001				6.9				0.36
9/18/2001		7.5				-0.13		
9/27/2001				6.6				0.06
10/1/2001		7.7				0.07		
10/6/2001				6.6				0.06
10/12/2001				6.7				0.16
10/16/2001				6.5				-0.04
10/22/2001				6.5				-0.04
10/26/2001		7.5				-0.13		
10/28/2001				6.5				-0.04
11/2/2001	6.9				-0.28			
11/3/2001				6.5				-0.04
11/5/2001				6.6				0.06
11/11/2001				6.5				-0.04
11/16/2001	7	7.9			-0.18	0.27		
11/17/2001				6.4				-0.14
11/19/2001				6.5				-0.04
11/20/2001			8.3				0.47	
11/21/2001		7.7				0.07		
11/25/2001				6.5				-0.04
12/2/2001				6.2				-0.34
12/11/2001				6.4				-0.14
12/14/2001		7.8				0.17		
12/18/2001	6.9			6.2	-0.28			-0.34
12/25/2001				6.4				-0.14
1/4/2002				6.3				-0.24
1/11/2002			7.7	6.5			-0.13	-0.04
1/17/2002				6.3				-0.24

Table pH-1 : suite

pH mesuré					Déviation par rapport à la moyenne			
Date	Sem	Stockholm	Kista	Valdres	Sem	Stockholm	Kista	Valdres
1/19/2002		7.8				0.17		
1/25/2002	7.1		7.5		-0.08		-0.33	
1/26/2002				6.3				-0.24
2/1/2002	7.6		7.7	6.3	0.42		-0.13	-0.24
2/3/2002				6.3				-0.24
2/8/2002	7		7.8		-0.18		-0.03	
Means	7.18	7.63	7.83	6.54	□	□	□	□

Table HY-pH- 2: Déviations mensuelles totales de quatre établissements GLOBE de Scandinavie

	Nb Dev. Neg.	Nb Dev. Pos.
Jan	16	1
Fev	9	6
Mar	12	1
Avr	8	8
Mai	4	12
Juin	1	8
Jui	1	5
Aout	2	4
Sep	4	10
Oct	6	10
Nov	9	8
Dec	9	4

Protocole d'alcalinité

Objectif général

Mesurer l'alcalinité d'un échantillon d'eau

Objectif spécifique

Les étudiants utiliseront un kit de mesure de l'alcalinité pour connaître l'alcalinité de l'eau sur leur site hydrologique. La procédure exacte de mesure dépend des instructions spécifiées sur le kit utilisé.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- utiliser un kit d'alcalinité;
- examiner les raisons des changements d'alcalinité dans un échantillon d'eau;
- expliquer la différence entre le pH et l'alcalinité;
- communiquer les résultats de l'expérience aux autres écoles GLOBE;
- Collaborer avec les autres écoles GLOBE (à l'intérieur de votre pays ou à l'extérieur);
- partager les observations en envoyant les données aux archives GLOBE.

Concepts scientifiques

Science de la Terre et de l'espace

Les matières premières terrestres sont les roches solides, les sols, l'eau et l'atmosphère. L'eau est un solvant.

Chaque élément se situe dans différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère).

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent survivre seulement dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre possède de multiples environnements qui permettent des combinaisons différentes d'organismes vivants.

L'être humain peut modifier son environnement. Tous les organismes vivants doivent être capable d'obtenir et d'utiliser les ressources de l'environnement en changement constant que constitue leur habitat.

Compétences scientifiques

Utiliser un kit d'alcalinité.

Identifier les questions auxquelles on peut répondre.

Préparer et conduire une recherche scientifique.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Faire des descriptions et développer des théories en utilisant les observations.

Reconnaître et analyser des théories alternatives.

Communiquer les procédures et les théories.

Durée

15 minutes.

Procédure de contrôle de la qualité: 20 minutes.

Niveau

Intermédiaire et avancé.

Fréquence

Une fois par semaine.

Etalonnage une fois tous les six mois.

Matériel et instruments

Kit de mesure d'alcalinité

Fiche de donnée pour l'enquête hydrologique

Guide de laboratoire : Fabrication standard de l'alcalinité du bicarbonate de soude (optionnel)

Guide de terrain : Protocole d'alcalinité

Eau distillée dans une bouteille propre

Gants en latex et lunettes de sécurité.

Pour la procédure de contrôle de la qualité, rajouter en plus :

- Solution standard d'alcalinité
- Fiche de donnée pour la procédure de contrôle de la qualité de l'enquête hydrologique
- Guide de laboratoire : Procédure de contrôle de la qualité pour l'alcalinité.

Préparation

Activités suggérées : Entraînez-vous: l'alcalinité (guide en ligne)

Pré requis

Discussion sur les procédures de sécurité lors de l'utilisation de kit de mesure chimique

Protocole d'alcalinité

– Introduction

L'alcalinité et le pH sont des propriétés de l'eau qui sont en relation mais sont différentes. L'alcalinité est la mesure de la capacité tampon du pH de l'eau. Le pH, d'un autre côté, représente l'acidité de l'eau (se référer au Protocole du pH). Le pH est un paramètre très important de la qualité de l'eau. Beaucoup de plantes et d'animaux ont des besoins en pH très spécifiques et ils peuvent souffrir d'un soudain changement de pH ou des valeurs extrêmes de celui-ci. Comment réagit le pH quand de l'acide est ajouté à votre eau ? La réponse dépend de l'alcalinité de l'eau et de la quantité d'acide qu'on y ajoute.

L'alcalinité représente la quantité de carbonate de calcium (CaCO_3) dans votre eau, bien que d'autres substances peuvent contribuer à l'alcalinité aussi. Les unités de mesure de l'alcalinité sont soit les parties par million (ppm) soit les mg/L. Ces unités sont équivalentes puisque $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/L}$.

Supposons que votre eau ait une forte alcalinité. Quand de l'acide y est ajouté, l'alcalinité neutralise l'acide. Une partie de l'alcalinité sera utilisée donc l'alcalinité diminuera. Si on ajoute encore de l'acide, l'alcalinité continuera à diminuer. Finalement, quand l'alcalinité sera assez basse, ajouter de l'acide fera diminuer le pH.

Quand l'eau possède une forte alcalinité, on dit qu'elle a un bon pouvoir tampon. Elle résiste à la diminution du pH quand de l'eau acide, comme la pluie ou de la neige fondu, s'y mélange. L'alcalinité vient de la dissolution de roches, particulièrement la pierre à chaux (CaCO_3), et des sols. Elle s'ajoute à l'eau naturellement quand celle-ci entre en contact avec les roches ou le sol. L'eau dissout le CaCO_3 , emportant celui-ci dans les courants d'eau et les lacs. Les lacs et courants d'eau situés dans des zones riches en pierre à chaux vont tendre à avoir une alcalinité plus élevée que ceux des régions avec des roches non carbonatées.

Si l'eau a une alcalinité inférieure à 100 mg/L de CaCO_3 , elle a un faible pouvoir tampon et elle est sensible au pH. Une grosse averse de pluie ou de neige fondue peut ajouter suffisamment d'acide pour diminuer le pH de manière significative. Cela peut être dangereux pour les plantes et les animaux qui vivent là, spécialement à certains moments de l'année (par exemple quand les larves d'insectes ou de poisson éclosent).

Support pour l'enseignant

Préparation

L'atelier Alcalinité des *activités d'apprentissage* de l'alcalinité aidera les étudiants à comprendre les variables qui peuvent agir sur leurs mesures.

Faire le protocole de contrôle de la qualité s'il n'a pas été effectué depuis moins de six mois.

Procédures de mesure

Ces kits sont basés sur la technique d'ajout d'un indicateur coloré de pH à l'échantillon puis à l'ajout d'une solution titrante acide petit à petit jusqu'à ce qu'un changement de couleur soit observé.

Il y a un certain nombre de techniques que les étudiants devront appliquer pour obtenir des données de qualité.

1. Faire lire aux étudiants les instructions avant qu'ils ne commencent, pour être sûr qu'ils ont bien compris la procédure.
2. Faire des mesures précises. Lire le volume de l'échantillon avec la bouteille d'échantillonnage au niveau des yeux. Lire le volume en bas du ménisque.
3. Si vous utilisez un titreux, soyez sûr que le titreux est lu correctement. La plupart des kits contiennent des instructions pour faire un usage correct de titreux. Soyez sûr que les étudiants soient familiers avec les unités du titreux.
4. Si le kit de mesure d'alcalinité utilise un système de gouttes, tenez le goutte-à-goutte verticalement pour que chaque goutte ait la même taille.
5. Pendant la procédure de contrôle de la qualité et du test de l'eau, soyez sûr de noter le changement de couleur qui donne la bonne alcalinité. Dans beaucoup de kits, c'est une couleur intermédiaire qui donne la bonne alcalinité et non la couleur finale. Pour les kits à couleur intermédiaire (comme le kit de La Motte), si vous n'êtes pas sûr du moment où le changement de couleur a lieu, lire le titreux ou écrire le nombre de goutte quand vous pensez que c'est le bon moment. Pour les kits à une seule couleur, ajouter une goutte de plus pour voir si la couleur change un peu plus. Si ce n'est pas le cas, retenir le nombre de gouttes précédent pour résultat.

Contrôle qualité

Pour la procédure de contrôle de la qualité, vous pouvez faire votre propre bicarbonate de soude (Guide de laboratoire : Fabrication standard de l'alcalinité du bicarbonate de soude). Vous pouvez sinon acheter une solution standard d'alcalinité déjà faite. Faites bien attention de noter quel standard vous utiliser sur la fiche de donnée pour l'enquête hydrologique.

L'alcalinité du bicarbonate de soude est approximativement de 84 mg/L. C'est la somme de l'alcalinité réelle du bicarbonate de soude (70 mg/L) plus celle de l'eau distillée (habituellement 14mg/L ou moins) :

$$70 \text{ mg/L} + 14 \text{ mg/L} = 84 \text{ mg/L}.$$

La pureté de l'eau distillée disponible à travers le monde varie significativement. En conséquence, son alcalinité varie aussi. Malheureusement, la plupart des kits de mesure d'alcalinité ne sont pas capable de donner des mesures correctes pour des échantillons avec de faibles alcalinités (i.e. moins de 30 mg/L). En conséquence, il est très difficile de connaître l'alcalinité réelle de votre eau distillé et donc de votre solution standard de bicarbonate de soude. En prenant compte de cela, l'alcalinité de votre solution standard de bicarbonate de soude devrait être de 84 mg/L +/- 10 mg/L. Si l'alcalinité de votre solution de bicarbonate de soude est inférieure à 74 mg/L ou supérieure à 94 mg/L, préparer une nouvelle solution standard en étant sûr que les poids et les dilutions sont corrects. Si vous êtes toujours à l'extérieur de la fourchette des +/- 10 mg/L, vous avez peut-être besoin de changer les réactifs de votre kit de mesure.

Les solutions standard d'alcalinité déjà faites ont une alcalinité précisément connue. Durant la procédure de contrôle de la qualité, les mesures doivent être celle de l'alcalinité connue de la solution standard plus ou moins la différence acceptable pour votre kit de mesure.

Précisions des kits d'alcalinité

Les différents kits de mesure d'alcalinité ont des précisions différentes. Ci-dessous, voici un tableau des différences maximales acceptables pour des kits de mesures connus.

LaMotte	± 8 mg/L
Hach	± 6.8 mg/L (faible alcalinité, 0–10 mg/L)
	± 17 mg/L (alcalinité élevée, 0-50 mg/L)

Si votre kit de mesure d'alcalinité n'est pas répertorié dans le tableau ci-dessus et que vous n'êtes pas certain de la précision de votre kit, veuillez contacter votre coordinateur GLOBE national ou le Help Desk GLOBE et leur fournir le fabricant et le model de votre kit.

Règles de sécurité

- Les étudiants doivent porter des gants quand ils manipulent des produits chimiques ou de l'eau qui peut contenir potentiellement des produits dangereux.
- Les étudiants doivent porter des lunettes quand ils manipulent des produits chimiques.
- Les autorités locales devraient être consulter à propos de l'utilisation correcte des produits chimiques.

Protocoles de référence

pH : L'alcalinité est directement reliée au pH ; de l'eau avec une alcalinité élevée est plus résistante aux changements de pH dû à l'afflux d'acide. C'est pour cela qu'il est important de mesurer le pH afin de comparer les données de pH avec celle de l'alcalinité.

Atmosphère : Les mesures atmosphériques, spécialement celles des précipitations et des températures, sont aussi importantes pour l'interprétation des données de l'alcalinité. De fortes pluies ou des chutes de neige fondue, ayant pour résultat un fort afflux d'eau fraîche dans le système, peuvent diminuer l'alcalinité de votre eau.

De plus, connaître la géologie et les types de sols de votre secteur peut avoir une importance pour l'interprétation de vos données sur l'alcalinité.

Conseils

- Si vos élèves utilisent différents kits, marquer chaque composant d'un kit avec un point de la même couleur. Utilisez une couleur différente pour chaque kit. Cela permettra d'éviter la contamination entre kit en échangeant des produits chimiques ou des titreur.

Entretien des instruments

1. Le kit de mesure d'alcalinité doit être conservé dans un endroit sec loin d'une source de chaleur.
2. Tous les produits chimiques doivent être maintenu couvert.
3. Les produits chimiques dans les kits doivent être garder au plus un an, s'ils n'ont pas été contaminés et doivent être stockés dans un endroit sec loin d'une source de chaleur.
4. La solution d'alcalinité standard doit être gardée au frais après avoir été ouverte et jeté après un an.
5. Garder le titreur et l'embout séparés afin d'éviter que l'extrémité en caoutchouc ne colle dans le tube.

Questions pour aller plus loin

Quelle est la relation entre les changements de pH et les changements d'alcalinité sur votre site ?

Comment le type de roches et de sols peut influencer sur l'alcalinité de l'eau de votre site ?

Quels sont les facteurs dans votre environnement qui peuvent, pensez-vous, causer un changement d'alcalinité sur votre site ?

Fabrication standard de l'alcalinité du bicarbonate de soude

Guide de laboratoire

Matériel

- Bicarbonate de soude (1.9 g)
- Balance
- Eprouvette graduée de 500mL
- Eau distillé
- Agitateur
- Eprouvette graduée de 100 mL
- Stylo ou crayon
- Becher de 500 mL

Mode opératoire

1. Pesez 1.9g de bicarbonate de soude et mettez les dans l'éprouvette de 500 mL
2. Ajoutez de l'eau distillée dans l'éprouvette avec le bicarbonate de soude jusqu'à atteindre les 500 mL.
3. Versez cette solution de bicarbonate de soude dans le Becher de 500 mL et mélangez avec l'agitateur de sorte que tout le bicarbonate soit dissout.
4. Rincez l'éprouvette graduée de 500 mL avec de l'eau distillée. Prenez 15 mL de la solution de bicarbonate de soude avec l'éprouvette graduée de 100 mL et versez-les dans l'éprouvette propre de 500 mL.
5. Ajoutez de l'eau distillée dans l'éprouvette avec le bicarbonate de soude jusqu'à atteindre les 500 mL.
6. Cette solution est votre solution standard et possède une alcalinité de 84mg/L approximativement.

Procédure de contrôle de la qualité

Guide de laboratoire

But

Vérifiez l'exactitude de votre kit de mesure. Entraînement à l'utilisation du kit de mesure d'alcalinité correctement

Matériel

- o Fiche de donnée pour la procédure de contrôle de la qualité de l'enquête hydrologique
- o Kit de mesure d'alcalinité
- o Solution standard d'alcalinité (Cette solution peut être achetée ou fabriquée grâce au guide de laboratoire : Fabrication standard de l'alcalinité du bicarbonate de soude.)
- o Eau distillée dans une bouteille propre
- o Lunette de sécurité
- o Stylo ou crayon
- o Eprouvette graduée de 100 mL

Mode opératoire

1. Mettez les gants et les lunettes de sécurité.
2. Remplissez l'en-tête de la Fiche de donnée pour la procédure de contrôle de la qualité de l'enquête hydrologique. Notez bien le type de solution standard d'alcalinité utilisée ainsi que le fabricant et le numéro de série du kit de mesure.
3. Mesurer l'alcalinité de votre solution standard en suivant les instructions du kit de mesure.
Remarque: Utilisez la solution standard comme si c'était votre échantillon d'eau.
4. Notez les résultats sur la Fiche de donnée pour la procédure de contrôle de la qualité de l'enquête hydrologique.
5. Comparez vos résultats avec ceux attendus:
 - Si vous utilisez une solution de bicarbonate de soude, vos résultats doivent être de 84 mg/L \pm 10 mg/L.
 - Si vous utilisez une autre solution standard, vos résultats doivent être égal à la valeur de l'alcalinité de votre solution standard plus ou moins la différence maximum acceptable pour votre type de kit de mesure.

Différences maximales acceptables pour des kits de mesure connus

LaMotte	\pm 8 mg/L
Hach	\pm 6.8 mg/L (Alcalinité basse, 0–10 mg/L)
	\pm 17 mg/L (Alcalinité élevée, 0-50 mg/L)

6. Si votre mesure n'est pas dans l'intervalle attendu, essayez de refaire la procédure avec un nouvel échantillon de votre solution standard.
7. Si votre mesure n'est toujours pas celle attendue, discutez des éventuels problèmes avec votre professeur.

Protocole d'alcalinité

Guide de terrain

But

Mesurer l'alcalinité de votre échantillon d'eau.

Matériel

- Fiche de donnée pour l'enquête hydrologique
- Test de mesure d'alcalinité
- Gants
- Eau distillée dans une bouteille propre
- Lunettes de sécurité
- Stylo ou crayon

Mode opératoire

1. Remplissez l'en-tête de la Fiche de donnée pour l'enquête hydrologique.
2. Mettez les gants et les lunettes de sécurité
3. Suivre les instructions de votre kit de mesure afin de mesurer l'alcalinité de votre échantillon d'eau.
4. Notez vos mesures sur la Fiche de donnée pour l'enquête hydrologique en tant qu'observateur 1.
5. Répétez les mesures en utilisant de nouveaux échantillons d'eau.
6. Notez les résultats en tant qu'Observateur 2 et 3.
7. Calculez la moyenne de ces trois mesures.
8. Chacune de vos mesures doit être dans l'intervalle acceptable de la mesure moyenne.

Différences maximales acceptables pour des kits de mesure connus

LaMotte	± 8 mg/L
Hach	± 6.8 mg/L (Alcalinité basse, 0–10 mg/L)
	± 17 mg/L (Alcalinité élevée, 0-50 mg/L)

9. Si l'une de ces mesures est en dehors de l'intervalle, ne tenez pas compte de cette mesure et faites la moyenne des deux autres.
10. Si elles sont toujours dans le bon intervalle, notez seulement ces deux mesures.

Questions fréquentes

1. Quand suis-je sûr que le changement de couleur a eu lieu?

Devenez familier de ce changement de couleur en faisant le protocole de contrôle de la qualité.

2. Dois-je m'inquiéter si l'eau de mon site a une alcalinité faible?

Certains sites ont naturellement une alcalinité faible. Cela est particulièrement vrai dans les montagnes. Les eaux n'ont pas encore été en contact suffisamment longtemps avec des roches ou des sols qu'elle dissout. Cela signifie juste que ces sites sont plus sensibles aux changements d'acidité.



Protocole d'alcalinité

– Analyser les données

Les données sont-elles cohérentes?

L'intervalle de valeurs de l'alcalinité se situe entre 0.0 ppm et plus de 500 ppm, bien que la plupart des eaux aient des valeurs comprises entre 40 et 300 ppm. Découvrir des valeurs inhabituelles est souvent dû à la spécificité du site. Si le site a une alcalinité proche de 0 ppm pendant des mois et que tout à coup, il a une alcalinité de 300 ppm, les étudiants doivent reconnaître une exception par rapport aux conditions normales du site et enquêter plus profondément. D'autres sites peuvent avoir naturellement de grandes variations d'alcalinité en réponse aux précipitations d'eau, de neige ou de tout autre facteur pouvant interagir avec le système.

Qu'est-ce que recherchent les scientifiques dans les données?

Les scientifiques veulent savoir le pouvoir tampon de l'eau face à un ajout d'acide. Les courants avec une alcalinité faible sont plus sensibles. Le pH peut dangereusement diminuer avec un faible ajout d'acide. Les scientifiques voudront aussi s'intéresser aux sites qui montrent de large variation d'alcalinité. Ces sites peuvent recevoir de grande quantité d'acide. Et bien qu'un courant d'eau ait une alcalinité qui l'aide à maîtriser les entrées d'acide, l'alcalinité finira par être neutralisée par l'acide et le pH finira par diminuer.

Exemple de projet d'étudiant

Formuler une hypothèse

Une étudiante est entraînée de regarder les données d'alcalinité de SWS-02 à l'école Crescent Elk en Californie. L'eau étudiée vient de Elk Creek, une petite crique d'eau fraîche. Elle remarque qu'il y a beaucoup de discordance dans les données, les valeurs semblent être plus élevées en été et plus faibles en hiver. Elle sait que les précipitations peuvent parfois influencer sur l'alcalinité, elle consulte donc le graphique des précipitations et celui de l'alcalinité (graphique HY-AL-1). Les précipitations sont clairement les plus élevées de novembre à mars et les plus faibles de juillet à août.

Elle formule une hypothèse : à Elk Creek, l'alcalinité est la plus élevée quand les précipitations sont les plus faibles et inversement.

Collecter les données

Elle examine les données quotidiennes. Trois des points de l'alcalinité semblent très bas. Le 15 août 1997, l'alcalinité rapportée est de 1 mg/L et le 15 et 18 septembre 1998, elle est de 9 mg/L. Ces valeurs semblent très basse comparées aux autres valeurs. Cependant, elle décide de continuer son analyse et espère que les données sont correctes.

Elle veut éliminer certaines discordances qu'il y a sur le graphique pour mieux voir la relation. Elle regarde alors l'alcalinité moyenne mensuelle ainsi que les précipitations moyennes mensuelles sur les 5 ans qui vont de 1997 2001 compris. (Voir graphique HY-AL-2). Elle télécharge ensuite les données mensuelles (total des précipitation, nombre de jour où les précipitations ont été mesurées, alcalinité moyenne et nombre de jour où elle a été mesurée) et les reportent sur une feuille de données.

Analyser les données

Elle remarque qu'il n'y a pas toujours de donnée de précipitation quotidienne pour chaque mois. Au lieu de regarder le total des précipitations pour chaque mois, elle décide qu'il serait mieux de regarder la moyenne des précipitations par jour. En faisant cela, elle suppose que chaque jour où les données sont manquantes, on peut dire qu'il a plu la moyenne des précipitations du mois. Elle calcule la moyenne en divisant la somme total des précipitations (en mm) par le nombre de jour où des données sont reportées. (Par exemple, le total des précipitations du mois d'avril 97 est de 113.4mm, les mesures ont été faites sur 30 jours donc la moyenne est de 3.78 mm/jour).

Ensuite, elle élimine les mois où il n'y a pas de données soit pour le total des précipitations soit pour l'alcalinité moyenne. Six des 60 mois n'ont pas d'alcalinité moyenne et 3 mois n'ont pas de total des précipitations et 1 mois n'a ni l'un ni l'autre. Après avoir fait cela, il lui reste des données pour 50 mois.

Elle trie ensuite ses données par précipitations (Tableau HY-AL-1) et calcule ensuite l'alcalinité moyenne et les précipitations moyennes pour chaque bloc de 10 mois. Les dix mois qui ont la moyenne de précipitations la plus élevée contiennent 1 novembre, 2 décembre, 3 janvier, 3 février et 1 mars, avec des précipitations moyennes de 12,7 mm/jour. L'alcalinité varie entre 55 et 72 ppm, avec une moyenne à 66 ppm durant ces 10 mois.

En même temps que les précipitations décroissent pour les trois blocs suivant (de 5.5 à 3.3 à 1.4 mm/jour), et l'alcalinité moyenne est dans les 70mg/L (74, 79 et 76). Durant les 10 mois avec le moins de précipitations (seulement 0.1 mm/jour), l'alcalinité varient entre 66 et 99 mg/L avec une moyenne à 86. Ces 10 mois contiennent 1 juin, 3 juillet, 4 août et 2 septembre. Elle est donc satisfaite car en moyenne, l'alcalinité est la plus haute les moins où il y a très peu de précipitations que les moins où il y en a beaucoup.

Ensuite, elle prend les mêmes données et les trie avec leur alcalinité et non plus leurs précipitations et elle refait des moyennes sur des blocs de 10 mois (tableau HY-AL-2). Les moyennes triées sur 10 mois montrent une bonne correspondance. Pour les moyennes d'alcalinité de 94, 81, 75, 70, 61 mg/L, on a respectivement des moyennes de précipitations de 1.6, 2.7, 3.5, 6.5 et 8.7 mm/jour. La plupart des 10 plus fortes alcalinités sont situées entre juin et septembre bien qu'il y ait un mars et un avril. La moyenne des précipitations associées à ces 10 mois se situe entre 0.0 et 4.4 mm/jour. 8 des 10 plus faibles alcalinités sont enregistrées entre novembre et mars ; les deux autres mois étant mai et août, lesquels ont eu de faibles précipitations.. Les moyennes des précipitations se situent entre 0.0 et 16.9 mm/jour.

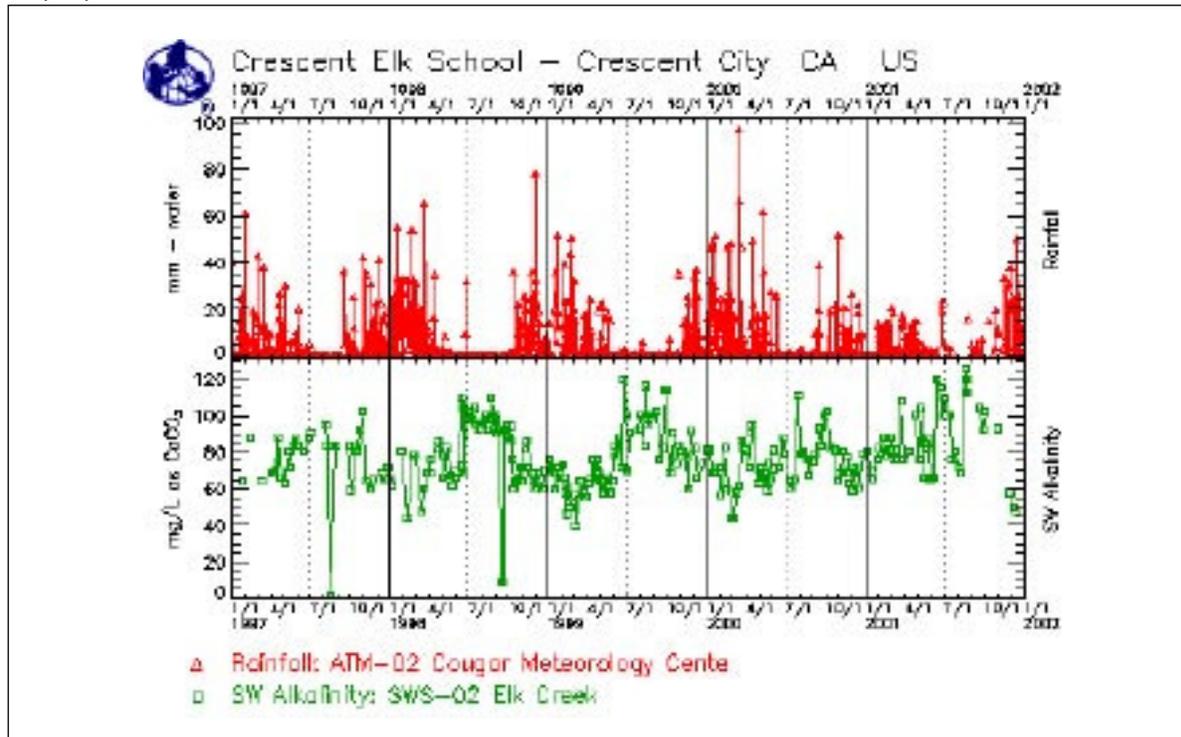
L'étudiante considère qu'elle a assez de données pour soutenir sa théorie. Elle imprime ses graphiques et ses tableaux et écrit ses résultats sur un rapport qu'elle soumet au site GLOBE dans la partie Enquête étudiante.

Pour aller plus loin

Il y a d'autres aspects que cette étudiante doit prendre en considération. Dans quelle mesure cette eau est-elle affectée par la neige fondue ? A quel point la neige fondue contribue au total des précipitations ? Comment la neige fondue peut-elle influer sur l'alcalinité même en période de faibles précipitations ?

Ce site a une faible alcalinité tout au long de l'année (inférieure à 100 mg/L de CaCO_3). Un site avec une plus grande alcalinité montrerait-il autant de changement ? Qu'en serait-il d'un site présentant des précipitations plus saisonnières ?

Graphique HY-AL-1



Graphique HY-AL-2

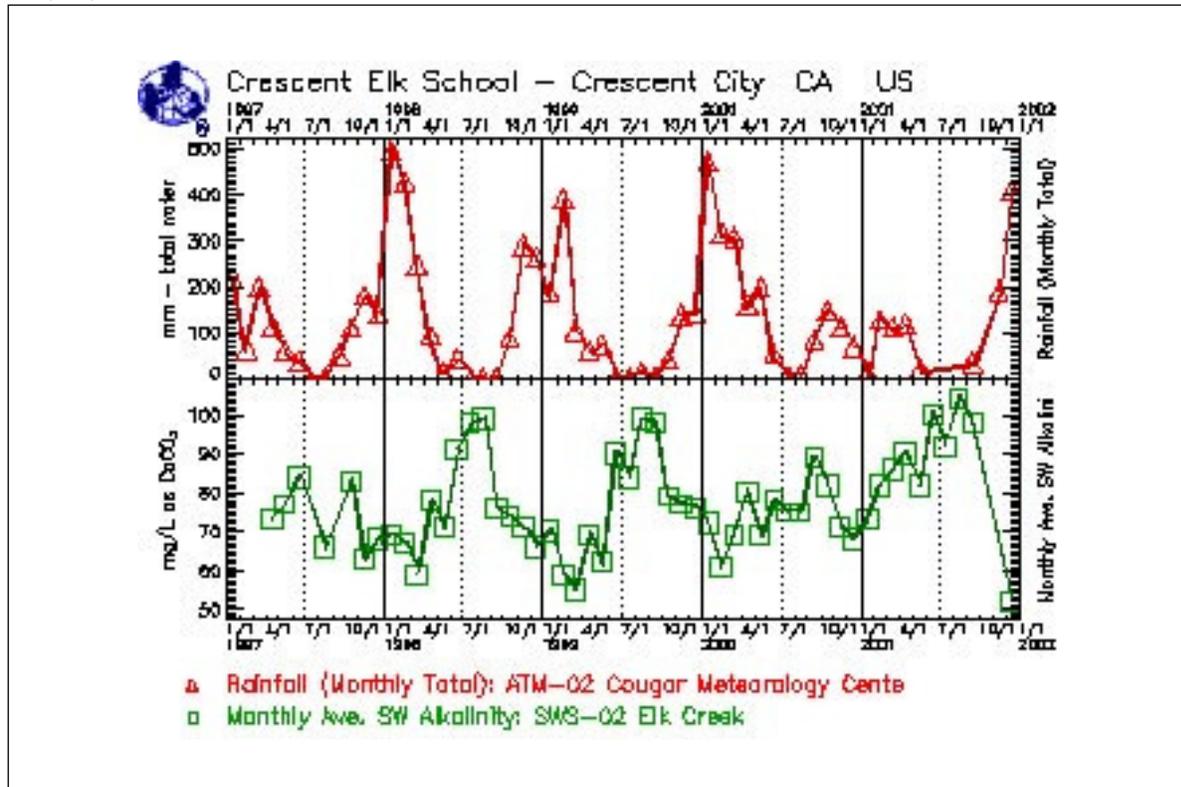


Tableau HY-AL-1:
Moyennes mensuelles des précipitations et de l'alcalinité de 1997 à 2001, triées par ordre décroissant de précipitations

Mois	Moyenne quotidienne de précipitations (mm/jour)	Moyenne sur 10 mois des précipitations	Moyenne alcalinité (mg/L as CaCO ₃)	Moyenne sur 10 mois alcalinité	Mois	Moyenne quotidienne de précipitations (mm/jour)	Moyenne sur 10 mois des précipitations	Moyenne alcalinité (mg/L as CaCO ₃)	Moyenne sur 10 mois alcalinité
Dec-01	16.9	12.7	52	66	Mai-99	2.3	1.4	62	76
Jan-98	16.0		69		Dec-00	2.2		68	
Fev-98	15.8		67		Avr-99	1.9		69	
Jan-00	15.2		72		Jui-00	1.8		78	
Fev-99	13.9		59		Oct-99	1.5		79	
Fev-00	10.9		61		Jui-98	1.4		91	
Nov-98	10.7		71		Jui-97	1.4		84	
Mar-00	10.2		69		Mai-01	0.8		82	
Jan-99	9.0		70		Mai-98	0.4		71	
Dec-98	8.8		66		Jan-01	0.4		73	
Mar-98	7.7	5.5	59	74	Aou-99	0.4	0.1	99	86
Mai-00	6.4		69		Aou-00	0.3		75	
Nov-97	6.4		63		Jui-99	0.2		90	
Avr-00	5.3		80		Sep-99	0.1		98	
Nov-99	5.3		77		Juil-00	0.1		75	
Dec-99	4.9		76		Juil-99	0.0		84	
Oct-00	4.9		82		Aou-97	0.0		66	
Dec-97	4.7		68		Juil-98	0.0		98	
Fev-01	4.5		82		Aou-98	0.0		99	
Mar-01	4.4		86		Sep-98	0.0		76	
Mar-99	4.3	3.3	55	79					
Avr-01	3.9		90						
Avr-97	3.8		73						
Nov-00	3.7		71						
Oct-97	3.5		83						
Oct-98	3.2		74						
Avr-98	3.1		78						
Sep-00	2.8		89						
Sep-01	2.4		98						
Mai-97	2.3		77						

*Tableau HY-AL-2:
Moyennes mensuelles des précipitations et de l'alcalinité de 1997 à 2001, triées par ordre décroissant d'alcalinité*

Mois	Moyenne quotidienne de précipitations (mm/jour)	Moyenne sur 10 mois des précipitations	Moyenne alcalinité (mg/L as CaCO ₃)	Moyenne sur 10 mois alcalinité	Mois	Moyenne quotidienne de précipitations (mm/jour)	Moyenne sur 10 mois des précipitations	Moyenne alcalinité (mg/L as CaCO ₃)	Moyenne sur 10 mois alcalinité
Aou-99	0.4	1.6	99	94	Nov-98	10.7	6.5	71	70
Aou-98	0.0		99		Nov-00	3.7		71	
Sep-01	2.4		98		Mai-98	0.4		71	
Sep-99	0.1		98		Jan-99	9.0		70	
Juil-98	0.0		98		Jan-98	16.0		69	
Jui-98	1.4		91		Mar-00	10.2		69	
Avr-01	3.9		90		Mai-00	6.4		69	
Jui-99	0.2		90		Avr-99	1.9		69	
Sep-00	2.8		89		Dec-97	4.7		68	
Mar-01	4.4		86		Dec-00	2.2		68	
Jui-97	1.4	2.7	84	81	Fev-98	15.8	8.7	67	61
Juil-99	0.0		84		Dec-98	8.8		66	
Oct-97	3.5		83		Aou-97	0.0		66	
Oct-00	4.9		82		Nov-97	6.4		63	
Fev-01	4.5		82		Mai-99	2.3		62	
Mai-01	0.8		82		Fev-00	10.9		61	
Avr-00	5.3		80		Fev-99	13.9		59	
Oct-99	1.5		79		Mar-98	7.7		59	
Avr-98	3.1		78		Mar-99	4.3		55	
Jui-00	1.8		78		Dec-01	16.9		52	
Nov-99	5.3	3.5	77	75					
Mai-97	2.3		77						
Dec-99	4.9		76						
Sep-98	0.0		76						
Aou-00	0.3		75						
Juil-00	0.1		75						
Oct-98	3.2		74						
Avr-97	3.8		73						
Jan-01	0.4		73						
Jan-00	15.2		72						

Protocole de mesure du nitrate



Objectif général

Mesurer la concentration en nitrate de l'eau

Objectif spécifique

Les étudiants utiliseront un kit de mesure de la concentration en nitrate de l'eau à l'endroit de leur site d'étude de l'hydrologie. La procédure à suivre dépend du mode d'emploi du kit utilisé.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- Utiliser le kit de mesure;
 - Déterminer les causes expliquant les variations de teneur en nitrate de l'eau.
 - Faire part des résultats aux autres écoles travaillant sur des cahiers de science GLOBE.
 - Collaborer avec d'autres écoles suivant la méthode GLOBE (dans d'autres pays ou dans le votre).
- Partager des informations et proposer les données aux archives GLOBE.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Chaque élément se déplace au sein de différents réservoirs qui sont la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère.

Les éléments dont dispose la terre sont les roches dures, le sol, l'eau et l'atmosphère.
L'eau est un solvant.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent uniquement vivre dans des endroits où ils rencontrent leurs besoins vitaux.

La terre a plusieurs environnements différents qui peuvent assurer la vie de différents organismes. Ces derniers changent l'environnement dans lequel ils vivent.

L'homme peut changer son environnement naturel.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources en vivant dans un environnement dynamique.

Compétences scientifiques

Utiliser un kit chimique pour mesurer la teneur en nitrates. Identifier les questions auxquelles on peut répondre.

Mettre en place un raisonnement et une démarche scientifique. Utiliser des outils mathématiques pour

analyser les données.

Mettre en place des descriptions et des explications par l'expérimentation.

Reconnaître et analyser des réponses alternatives.

Faire part aux autres de ses hypothèses.

Durée

20 minutes pour le test

Procédure d'étalonnage: 20 minutes

Niveau

Intermédiaire et avancé

Fréquence

Une fois par semaine

Etalonnage tous les 6 mois

Matériel et instruments

-Kit de mesure de la concentration en nitrate (pour l'eau salée ou saumâtre, veillez à utiliser le kit approprié)

-Chronomètre ou montre

-Gants en latex

-Lunettes de protection

-Masque de protection chirurgical (si utilisation de réactifs sous forme de poudre) Eau distillée

Pour la Procédure de contrôle qualité, les documents suivants :

- *Guide de terrain de la Procédure de contrôle qualité*

- *Fiche de relevé de données de la Procédure de contrôle qualité*

- *Guide de laboratoire Préparer une solution de nitrate à 2ppm*

- Solution mère à base d'ion nitrates NO₂⁻ (1000 mg/L nitrate-nitrogène)

Préparation

Activité suggérée : *Pratique des protocoles, Protocole de mesure du nitrate (seulement en version électronique)*

Pré requis

Menez une discussion sur la différence entre le nitrate d'azote, les nitrates et les nitrites

Menez une discussion sur les procédures de sécurité à respecter pendant la manipulation du kit.

Protocole de mesure du nitrate – Introduction

L'azote se trouve sous plusieurs formes au sein de l'eau. Ainsi on peut trouver du l'azote dissous dans l'eau (N_2) et sous de nombreuses autres formes non organiques comme le méthane (NH_4^+), le dioxyde d'azote (NO_2), l'ion nitrite (NO_2^-) et l'ion nitrate (NO_3^-). Ce dernier est le plus rencontré, car il constitue un nutriment essentiel pour la croissance des algues et d'autres végétaux aquatiques. L'ion nitrite (NO_2^-) est souvent rencontré dans des eaux à faible taux d'oxygène dissous. Ce sont les eaux sous-oxygènes. Les scientifiques appellent souvent l'azote, le 'nutriment limitant', car en faible quantité, les algues utilisent tout l'azote restant et ne peuvent ensuite plus se développer et se reproduire. En un sens, il limite la quantité de plantes dans l'eau. Ces plantes sont le plus souvent des algues microscopiques ou des planctons. Une quantité d'azote plus importante dans l'eau permettrait à ces organismes de se développer.

L'ion nitrate trouvé dans les eaux naturelles provient de l'atmosphère (véhiculé par la pluie, la neige, le brouillard ou l'humidité), des nappes phréatiques, et de la terre.

De plus la décomposition de plantes ou d'animaux dans le sol crée des nitrates.

Les activités humaines peuvent grandement affecter les quantités de nitrate dans l'eau.

Quand un surplus de nutriment limitant comme l'azote est ajouté à un lac ou un ruisseau, l'activité aquatique se développe. Cela peut induire une croissance phénoménale d'algues ou d'autres plantes. Ce procédé d'enrichissement de l'eau est appelé eutrophisation. Les conséquences se répercutent sur l'odeur et sur le goût si l'eau est potable.

Même si les algues et les plantes enrichissent l'eau en dioxygène, cette croissance conduit à un assombrissement du point d'eau (de l'ombre). Au fur et à mesure que les algues meurent et se décomposent, les bactéries se développent et utilisent le dioxygène dissous de l'eau.

La quantité de dioxygène dans l'eau peut devenir très faible et mettre en danger la faune et la flore aquatique.

Support pour l'enseignant

Comprendre le fonctionnement chimique du kit de mesure

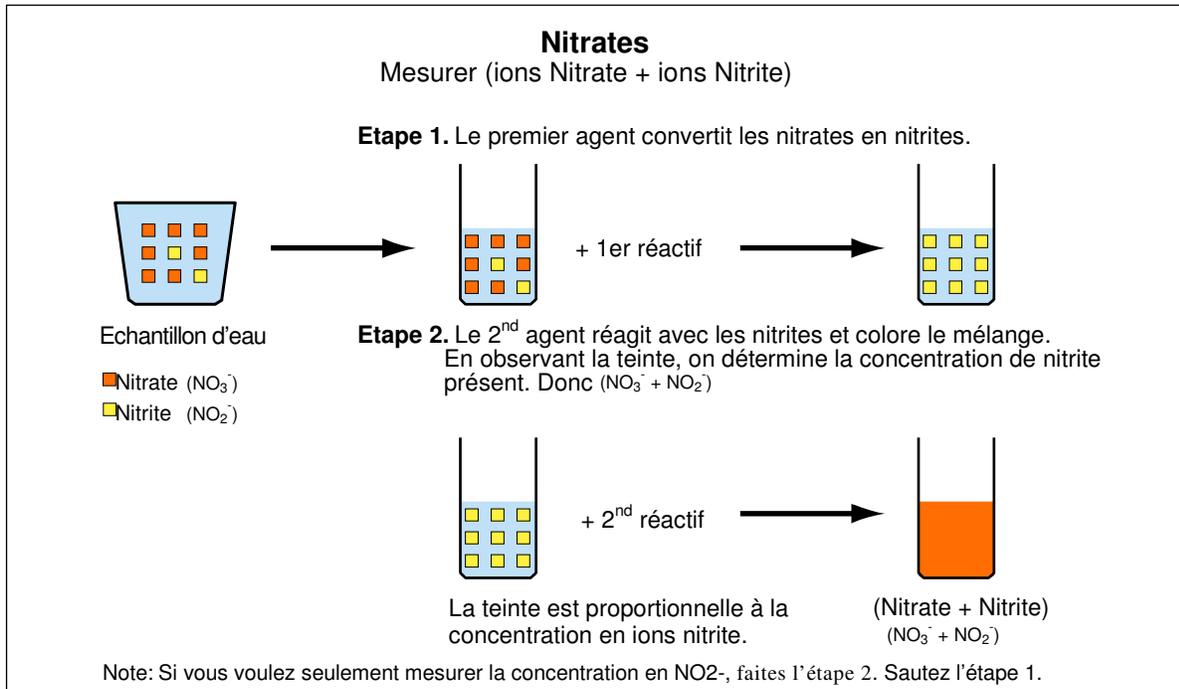
L'ion nitrate (NO_3^-) est très difficile à mesurer directement alors que l'ion nitrite (NO_2^-) l'est beaucoup moins. Afin de mesurer NO_3^- , le kit convertit ce dernier en NO_2^- dans l'échantillon d'eau. Pour cela il vous faut ajouter un élément chimique comme du cadmium. L'ion nitrate réagira intégralement et se transformera en ion nitrite. Un second produit est ensuite ajouté et permet par une réaction avec NO_2^- de changer la couleur de l'eau. L'opacité de l'eau après réaction est proportionnelle à la concentration de nitrite se trouvant dans l'échantillon.

La mesure est la somme de la concentration initiale en ion nitrite et de la concentration d'ion nitrate (NO_3^-) (rappez vous que l'ion nitrate a été transformé en ion nitrite). En 1997 nous vous avons demandé de mesurer la concentration initiale en nitrite, et la concentration finale après la réaction. Nous vous demandons cette fois de ne mesurer que la concentration finale en nitrite (donc après la réaction).

Cependant, si l'eau du site est très peu oxygénée, nous vous encourageons à mesurer la concentration initiale en ion nitrite (NO_2^-). Pour cela n'ajoutez pas le premier élément chimique dont il était question. Ajoutez directement le produit réactif du kit pour déterminer grâce à la couleur la concentration de nitrite. Les instructions du kit devraient suffire. Voir la figure HY-NI-1.

La réaction qui transforme NO_3^- en NO_2^- est une réaction d'oxydo réduction. Ces réactions sont très fréquentes et mettent en jeu un transfert d'électrons. Les kits rencontrés utiliseront très probablement la réduction au cadmium. Le NO_3^- va alors perdre des électrons.

Figure HY-NI-1



L'équipe de l'enquête de l'hydrologie a testé des kits qui utilisent le cadmium ou le zinc en tant qu'élément réducteur. Ceux basés sur le cadmium ont une résolution plus fine de 0.1 ou 0.2 ppm. En d'autres termes, la valeur que vous mesurerez aura une précision de 0.2 ppm. Les kits testés et basés sur le zinc ont généralement une résolution de 0.25 ppm. Le cadmium cependant est cancérigène et ne sera peut être pas autorisé par votre école.

Les kits sont conçus pour minimiser le taux d'exposition à ces agents. Vérifiez SVP les règles de votre école avant de commencer à utiliser le kit.

Pour GLOBE, La concentration en nitrite est une représentation de la quantité de nitrite dans la solution. Nous représentons cette grandeur en milligrammes par litre.

Milligrammes par litre représente la même unité³ que ppm. Par exemple on retrouvera 14g d'azote par moles de NO_3^- (et non par grammes de NO_3^- , ce qui équivaldrait à 62g par mole de NO_3^-). Il pourrait être utile de revoir la classification périodique des éléments.

La masse molaire de l'azote est de 14g et celle de NO_3^- est de 62g (MOxygène=16g). Les kits sont conçus pour mesurer le nitrate d'azote alors que l'on vous demande de trouver la mesure des nitrates.

Vous pouvez pour l'exercice convertir la concentration de nitrate d'azote en nitrates. Pour ce faire, il vous faut multiplier votre valeur par 4,4. Cette valeur est le rapport entre la masse de nitrates et la masse de l'azote (62/14). Par exemple, disons que vous mesurez 10mg/L de nitrate d'azote. En multipliant par 4.4 vous obtenez 44mg/L de NO_3^- .

Procédure de mesure

-La plupart des eaux naturelles ont des taux inférieurs à 1 mg/L d'azote de nitrate. Cependant certaines concentrations dépassent les 10mg/L à certains endroits.

-Si votre kit a une plage d'utilisation étroite (0-1ppm) et une très large (1-10ppm), vous devrez plutôt utiliser la plage étroite. Cependant si vous n'êtes pas sûr du niveau de nitrates, utilisez d'abord la plage étroite: les mesures seront plus précises). Les étudiants noteront l'ordre de grandeur de leurs résultats dans un fichier. Les valeurs supérieures à 10ppm seront rejetées.

-Si votre kit mesure les nitrates directement, ne multipliez pas la mesure par 4.4. Utilisez directement la mesure.

-Si le kit utilisé vous demande de remuer l'échantillon, respectez bien le temps indiqué. Utilisez une montre ou un chronomètre. Faites remuer l'échantillon par un élève pendant que l'autre surveille le temps.

-N'indiquez aucune valeur tant que l'échantillon n'a pas été testé. Une valeur de 0 ppm indique que l'échantillon a été testé et ne contient pas de nitrates.

-Si l'eau est faiblement oxygénée (- de 3mg/L) et que vous avez déterminé la concentration en nitrates, déterminez celle des nitrites.

-Selon que vous vous trouvez en eau saumâtre ou salée vous devez vous assurer que vous avez un kit adapté. Si vous en avez déjà un, regardez la notice. Certains peuvent être utilisés dans les deux types d'eau.

Contrôle qualité

Pour faire le contrôle qualité, vous devez acheter une solution d'azote des nitrates ou des cristaux à dissoudre dans l'eau. Le liquide que vous achetez a une grande concentration en nitrate d'azote, NO₃- (1000 ppm). Le guide du laboratoire explique comment diluer cette solution à 2 ppm. Les étudiants pourront ensuite mesurer la concentration en azote des nitrates dans cette solution et comparer avec la valeur attendue de 2 ppm.

Le guide du laboratoire, pour mettre au point la solution, vous propose deux options. La solution 2 évite le gaspillage mais demande une compétence plus grande.

Il est essentiel que les étudiants fassent leur propre solution à 2 ppm. Ils ne doivent pas réaliser l'étalonnage sur le même échantillon.

En dernier lieu, le guide pour fabriquer une solution de nitrate d'azote à 1000 ppm, vous explique comment réaliser cette tâche à partir de potassium d'azote (KNO₃). Cette méthode n'est recommandée, que si vous pouvez utiliser un laboratoire.

Protocoles de référence

Hydrologie: les étudiants voudront peut être explorer les relations entre la transparence, la température et les quantités d'oxygène et de nitrates présents dans l'eau.

Biologie: Examiner les types de fond dans une masse d'eau commune, et essayer d'expliquer la composition de l'eau.

Atmosphère: La pluviométrie impactera sur la dynamique de l'eau et des nutriments s'y trouvant.

Règles de sécurité

1. Les étudiants porteront des gants pour manipuler les échantillons.
2. Ils porteront des gants pour travailler en présence de produits chimiques. Ils devront porter aussi des masques chirurgicaux en ouvrant les boîtes des réactifs en poudre.
3. Le règlement de l'école devra être consulté concernant l'utilisation des produits chimiques.

Entretien des instruments

1. Les éléments chimiques devront être gardés à l'abri de la chaleur. Changez les produits chimiques au bout d'un an.
2. Les objets en verre devront être rincés avec de l'eau distillée avec de les ranger.
3. Suivez la procédure d'étalonnage tous les 6 mois pour vous assurer de la validité des produits.

Questions pour aller plus loin

Pensez vous que la concentration de nitrate puisse refléter la saison dans laquelle nous nous trouvons?

Y a t il une relation entre la concentration de nitrate sur le site et la flore se trouvant aux alentours?

La température impacte t elle sur la concentration en nitrate?

Y a t il une relation entre le type de fond de la masse d'eau commune et la quantité de nitrates au sein de l'eau?

Préparer une solution de nitrate à 2 ppm

Option 1

Guide de laboratoire

But

Réaliser une solution de nitrate d'azote for la procédure étalonnage en utilisant 5 mL d'une solution mère de nitrate d'azote.

Matériel

- o Solution mère de nitrates d'azote (1000 ppm)
- o Des lunettes
- o Un bécher de 100 mL ou plus grand
- o Une pipette graduée
- o Une burette graduée de 100 mL
- o Un remueur
- o Un bécher de 500 mL
- o De l'eau distillée
- o Une burette graduée de 500 mL
- o Une bouteille (250 ml) + bouchon
- o Des gants en latex

Mode opératoire

1. Mettez les gants et les lunettes de protection.
2. Rincez le bécher et la burette de 100 mL avec l'eau distillée. Séchez.
3. En utilisant une pipette, prélevez 5 mL de la solution mère et versez les dans la burette graduée de 100 mL. Diluez avec de l'eau distillée jusqu'à 50 mL.
4. Versez dans le bécher de 100 mL et remuez. Etiquetez le flacon par "solution de nitrates à 100 ppm".
5. Rincez la burette graduée de 100 mL avec de l'eau distillée.
6. Prélevez 10 mL de la solution fabriquée et versez dans la burette graduée de 100 mL. Versez dans le bécher de 500 mL. Mesurer 490 mL d'eau distillée grâce à la burette graduée de 500 mL. Ajoutez l'eau dans le bécher de 50 mL.
7. Remuez légèrement le tout, et versez son contenu dans une bouteille. Etiquetez la par "solution de nitrates à 2 ppm"

Préparer une solution de nitrate à 2 ppm

Option 2

Guide de laboratoire

But

Réaliser la solution de nitrate d'azote pour l'étalonnage en utilisant 1 mL de solution mère de nitrate d'azote.

Matériel

- o Solution mère de nitrate d'azote (1000 ppm)
- o Un bécher de 100 mL ou plus grand
- o Un bécher de 500 mL
- o Des gants en latex
- o Une pipette graduée
- o De l'eau distillée
- o Une balance
- o 1 bouteille (250 mL) avec bouchon

Dans le laboratoire

1. Mettez les gants et les lunettes
2. Rincez les béchers de 100 et 500 mL avec de l'eau distillée. Séchez.
3. Mesurez la masse du bécher de 100 mL avec la balance. Laissez le bécher sur la balance.
4. Avec la pipette, ajoutez 1 g de la solution mère à 1000 ppm d'azote de nitrates dans le bécher sur la balance.
5. Retirez le bécher de la balance et complétez avec de l'eau distillée jusqu'à 100 mL. Remuez la solution. Étiquetez le flacon par "solution de nitrates à 10 ppm".
6. mesurez la masse du bécher de 500 mL avec la balance. Laissez le bécher sur la balance.
7. Prélevez 40 g de cette solution et versez les dans le bécher de 500 mL. Utilisez une pipette propre pour ajouter les quelques derniers grammes de la solution afin de ne pas dépasser les 40 g.
8. Ajouter de l'eau distillée afin d'atteindre les 200 g (solution à 10 ppm + eau distillée) dans la burette graduée. Utilisez une pipette propre pour ajouter les quelques derniers grammes de la solution afin de ne pas excéder les 200 g.
9. Remuez légèrement le tout, et versez son contenu dans une bouteille. Étiquetez la par "solution de nitrates à 2 ppm".
10. Rincez tous les ustensiles avec l'eau distillée et rangez une fois sec.

Préparer une solution de nitrate à 1000 ppm

Guide de laboratoire

But

Préparer une solution de nitrate d'azote à 1000 ppm pour la procédure étalonnage en utilisant du nitrate de potassium (KNO₃).

Matériel

- o Du nitrate de potassium (KNO₃)
- o De l'eau distillée
- o Un four
- o Une burette graduée de 500 mL
- o Des gants en latex
- o Une balance
- o Du chloroforme (optionnel)
- o Des lunettes
- o 1 bouteille (500 mL) avec un bouchon

Mode opératoire

1. Mettez les gants et les lunettes
2. Faites cuire le nitrate de potassium (KNO₃) pendant 24h dans le four à 105 °C.
3. Mesurez 3,6 g de KNO₃
4. Dissoudre ces 3,6 g dans 100 mL d'eau.
5. Versez cette solution dans une burette de 500 mL. Remplir d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
6. Remuez délicatement. (Ne pas secouer).
7. Versez dans une bouteille et écrivez dessus "solution de nitrate d'azote à 1000 mg/L". Inscrivez également la date.
8. Cette solution peut être conservée jusqu'à 6 mois en utilisant du chloroforme (CHCl₃). Pour cela en ajouter 1 mL dans la solution de nitrate d'azote préparée.

Note: Pour calculer la concentration en nitrate d'azote, prenez en compte la composition moléculaire de KNO₃ (le rapport entre la masse de l'azote N et de l'ion nitrate NO₃ est 0.138) : $7200 \text{ mg/L KNO}_3 * 0.138 = 1000 \text{ mg/L NO}_3^-$

Procédure de contrôle qualité du nitrate

Tâche

Tester la précision du kit de mesure du nitrate.

Ce dont vous avez besoin

- o Un kit de mesure du nitrate
- o Des lunettes
- o La *feuille de relevé de données du contrôle qualité*
- o De l'eau distillée
- o Une solution de nitrates à 2 ppm
- o Un masque chirurgical (si utilisation d'agents en poudre)
- o Des Gants en latex
- o Une bouteille pour conserver des éléments chimiques
- o Une montre ou un chronomètre

Mode opératoire

1. Remplissez la partie supérieure de la *feuille de relevé des données*. Dans la section nitrate inscrivez le nom du fabricant du kit de mesure et le modèle exact.

2. Mettez les gants et les lunettes.

3. Suivez les directives du kit pour mesurer la concentration en nitrate d'azote de la solution mère à 2 ppm. Si votre kit a 2 niveaux de sensibilité (0-1) et (0-10), utiliser le 2ème niveau pour étalonnage. Si vous utilisez des agents en poudre, utilisez les lunettes à l'ouverture du flacon. Utilisez une montre par exemple pour surveiller le temps si vous avez besoin de remuer le milieu réactif.

4. Faites correspondre la couleur de l'échantillon traité avec le tableau couleur-concentration du kit de mesure. Inscrivez la valeur en tant que nitrate d'azote en ppm sur la *feuille de relevé des données*.

Note: Si vous avez un doute concernant la couleur demandez aux autres étudiants leur opinion.

5. Répétez les étapes 3 et 4 avec des échantillons nouveaux. Vous aurez au final, 3 mesures du nitrate d'azote.

5. Calculer la moyenne des 3 mesures.

6. Si vous ne trouvez pas entre 1 et 3 ppm, répétez la mesure. Si le problème persiste, consultez l'enseignant.

7. Placer tous les éléments chimiques utilisés dans un container adapté. Rincez la verrerie avec de l'eau distillée. Refermez fortement les flacons des éléments chimiques utilisés.

Protocole de mesure du nitrate

Guide de terrain

But

Mesurer la concentration en nitrate dans l'échantillon.

Matériel

- o La feuille d'enquête
- o Le kit de test
- o Des Gants en latex
- o Montre ou chronomètre
- o Un masque
- o De l'eau distillée
- o Un masque chirurgical (si utilisation d'agents en poudre)
- o Une bouteille pour conserver les éléments chimiques

Mode opératoire

1. Complétez le cadre supérieur de la *feuille de relevé*. Dans la section nitrate inscrivez les informations relatives au kit utilisé.
2. Mettez les gants et le masque.
3. Suivez les instructions du kit pour mesurer la concentration en nitrate d'azote. Vous devriez utiliser le test pour basses concentrations (0 – 1 mg/L) à moins que des résultats précédents indiquent que la concentration en nitrate d'azote est supérieure. Si vous utilisez des produits en poudre, utilisez le masque chirurgical à l'ouverture des flacons. Utilisez une montre par exemple pour surveiller le temps si vous avez besoin de remuer le milieu réactif.
4. Faites correspondre la couleur de l'échantillon traité avec le tableau couleur-concentration du kit de mesure. Demandez à deux autres étudiants de faire l'observation. Écrivez les 3 valeurs de concentration trouvées par les étudiants sur la feuille.
5. Calculez la moyenne de ces 3 mesures.
6. Vérifiez que les 3 mesures se situent à moins de 0,1 ppm de la moyenne (ou 1 ppm si vous utilisez le test d'échelle (1 -10) ppm). Si c'est le cas, écrivez la moyenne sur la feuille. Sinon, refaites 3 mesures sur d'autres échantillons. Calculez la nouvelle moyenne. Si le problème persiste discutez avec l'enseignant..

Questions fréquentes

1. Est-ce normal de trouver une concentration en nitrate nulle?

Oui, une concentration de 0 ppm indique que la concentration en nitrate dans l'échantillon est au delà de la limite de détection (en général 0.1 ppm N-NO₃) du kit que vous utilisez. Beaucoup d'échantillons indiqueront 0 ppm au cours de l'année.

2. Que se passe-t-il si l'échantillon vire en une couleur qui n'est pas celle attendue?

Le kit que vous utilisez n'est probablement pas celui que vous pensez avoir. Contactez l'équipe d'hydrologie de l'université de l'Arizona pour voir s'ils veulent recevoir un de vos échantillons.

3. Est ce normal que la concentration en nitrate varie beaucoup pendant des périodes très courtes?



Les précipitations peuvent faire ressortir les nitrates se trouvant dans le sol, ou emmener les nitrates de sources environnantes. La concentration en nitrate va alors augmenter. Le niveau rebaissera par la suite.

4. Peut-on utiliser un kit basé sur l'élément zinc?

Oui. Alors que ceux basés sur le cadmium donnent des valeurs plus précises dans les concentrations faibles de nitrate, beaucoup d'écoles n'acceptent pas les kits à base de cadmium. Si c'est le cas chez vous, le zinc est sera une bonne alternative. N'oubliez pas de préciser sur la feuille adéquate le kit que vous utilisez.

Protocole de mesure du nitrate – Analyse des résultats

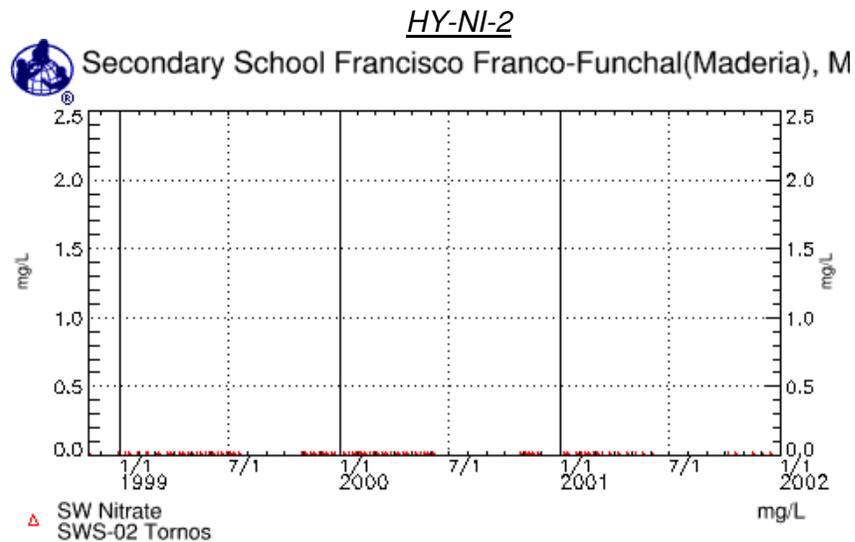
Les données sont elles cohérentes?

La concentration des nitrates varie généralement entre 0 et 10 ppm. Une valeur nulle est possible et devra être prise en compte. Des valeurs nulles même répétées (cf. HY-NI-2) sont courantes. Il est aussi possible d'avoir des valeurs > à 10.0 ppm. Cependant, le site Internet rejettera peut être ces valeurs en pensant qu'elles sont erronées. Veuillez revérifier la mesure si vous obtenez plus de 10 ppm. Si c'est correct, contactez l'équipe d'hydrologie.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans les données?

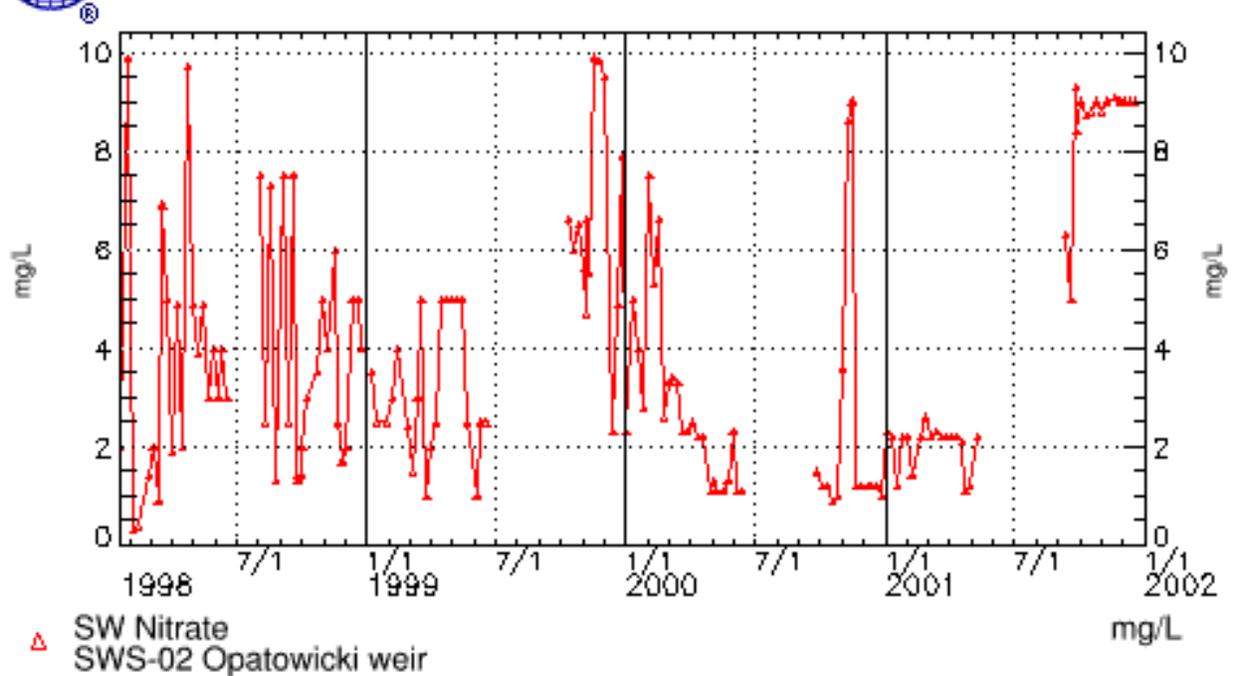
Le niveau de nitrate peut affecter l'écosystème et la manière dont l'homme se sert de l'eau. Les scientifiques surveillent la concentration en nitrate pour savoir si l'eau est potable. Différents pays ont des tolérances différentes. Ils contrôlent aussi les points d'eau car de hauts niveaux de nitrate peuvent éventuellement mener à de bas niveaux en oxygène, et détruire la faune aquatique.

Les concentrations fluctuent souvent avec la saison (cf. HY-NI-3). Les scientifiques regardent en général l'atmosphère, la végétation, les données issues du sol, et l'activité humaine pour trouver une relation avec les niveaux de nitrate.





XI Liceum St. Konarskiego-Wroclaw, PL



Exemple de projet étudiant

Projet#1

Formuler une hypothèse

Les étudiants étudiaient les données du nitrate provenant de l'école C. K. Norwida à Czestochowa en Pologne sur la rivière Wartae. L'étude dura 3 ans (cf. HY-NI-4). Quelques étudiants ont vu un cycle annuel, avec des valeurs plus fortes vers le milieu de l'année, et des valeurs plus basses en hiver. Certains étaient sceptiques car les valeurs sont très éparpillées. Cependant, ils étaient tous d'accord pour former l'hypothèse comme quoi les niveaux de nitrate forment un cycle annuel.

Rassembler et analyser les données

Les étudiants ont commencé à tracer la moyenne mensuelle des niveaux de nitrate d'azote sur le serveur GLOBE (Figure 3). Cela rend le modèle annuel plus pertinent. Ils créent un tableau de données et téléchargent la moyenne mensuelle de nitrate d'azote. Ils importent les données dans la feuille de calcul et créent un tableau avec une ligne pour chaque mois et une colonne pour chaque année (cf. Table HY-NI-1). Ensuite ils calculent la moyenne mensuelle pour chaque année.

Les étudiants utilisent la feuille de calcul pour tracer les données mensuelles en utilisant un symbole différent pour chaque année et une ligne pour montrer la valeur moyenne

(Figure HY-NI-5). Il est maintenant plus facile de voir le cycle annuel. La concentration moyenne de nitrate d'azote est plus faible (~2 ppm) de janvier à mars et plus élevée (~7 ppm) de Mai à Août. Les valeurs intermédiaires (~4 ppm) sont mesurées entre septembre et décembre. La plupart du mois, la concentration en nitrate chaque année est de ± 2 ppm autour de la moyenne, sauf pour Juin et Novembre.

3

Communiquer les résultats

Les étudiants écrivent un rapport et présentent les résultats aux autres étudiants de la classe.

Pour aller plus loin

Ce site présente un cycle annuel de nitrate d'azote, mais les étudiants ne savaient pas trop pourquoi. Ils décidèrent alors de regarder les données concernant la précipitation mensuelle. Coïncideraient elles avec les mois où la concentration en nitrate est la plus haute?

Projet #2

Formuler des hypothèses

Une équipe de recherche étudiante a recherché la concentration en nitrate d'azote dans la rivière Warta, à Czestochowa, en Pologne, en utilisant les données de l'école C. K. Norwida. Ils ont déjà mis en valeur que la moyenne mensuelle de la concentration en nitrate d'azote forme un cycle mensuel avec les plus hautes valeurs de mai à août, et les plus basses de janvier à mars.

Ils pensent que les concentrations en nitrate d'azote, pourraient être liées aux précipitations..

Leur hypothèse est: que la concentration moyenne est plus forte les mois de fortes précipitation.

Rassembler et analyser des données

Leur première tâche a été de trouver les données concernant les précipitations de la période. L'école qui a collecté les données de nitrate d'azote a réalisé un travail excellent, mais les étudiants n'ont pas relevé de données concernant l'atmosphère. Les étudiants ont donc recherché les écoles environnantes grâce au serveur GLOBE. Il n'y a pas d'autres écoles à Czestochowa, mais il y a plusieurs écoles GLOBE dans des villes environnantes avec des données de précipitation intéressantes (comme XI Liceum St. Konarskiego à Wroclaw, Silesian Technical Scientific Schools à Katowice, et Gimnazjum No 9 à Rzeszow). Ils ont tracé les précipitations mensuelles pour les 3 écoles (cf. Figure HY-NI-5). Alors que les données de Rzeszow montre ce qu'ils avaient espéré (avec de fortes précipitations en été), certains mois n'ont pas de données. Les données de Wroclaw montrent que les fortes précipitations ont eu lieu en hiver 2000 et 2001 alors que celles de Katovice ne les mentionnent pas et ne font pas apparaître les mois d'été.

Ensuite, les étudiants ont choisi de rechercher les données de Czestochowa sur internet. Ils ont trouvé un site qui référençait des données climatologiques pour beaucoup de villes et ainsi obtenu les précipitations moyennes mensuelles pour Czestochowa.

Ces données ne sont pas prises sur la même période que les mesures du nitrate d'azote (1997-2001) mais par contre les données des précipitations s'étalent sur un intervalle de temps plus grand. Ils ont entré ces valeurs dans un tableau avec les concentrations en nitrate d'azote.

	Nitrate (ppm)	Précipitation (mm)
Jan	2.2	33.0
Fev	1.7	30.5
Mar	2.6	30.5
Avr	5.6	38.1
Mai	7.1	68.6
Juin	6.8	81.3
Juil	7.1	86.4
Aou	6.6	76.2
Sep	3.9	48.3
Oct	3.9	40.6
Nov	3.7	40.6
Dec	4.3	38.1

Les 4 mois de Mai à Août correspondent aux plus fortes concentrations de nitrate et aux plus fortes précipitations. Les 3 mois avec les plus basses concentrations coïncident avec les précipitations les plus faibles. Ils en ont conclu que leur hypothèse était valable.

Pour aller plus loin

Les étudiants ont réalisé un tracé, montrant la précipitation moyenne à long terme et la concentration en nitrate d'azote sur une période de 3 ans (cf. Figure HY-NI-6) Un élève s'est demandé pourquoi la concentration en nitrate augmentait en avril, alors que les précipitations n'augmentaient que le mois d'après.

Ils ont eu plusieurs idées, et se sont demandés de quoi ils avaient besoin pour les vérifier.

Peut être que la fonte des neiges en avril entraînerait les nitrates dans l'eau. (ils devraient alors rechercher le point de neige le plus proche en amont de leur site et regarder un enregistrement des températures pour déterminer

quand la fonte a commencé.)

Peut être qu'il y avait plus de pluie en 1998-2000 que pendant les autres mois d'avril utilisés pour calculer les précipitations moyennes. (ils auraient besoin de trouver uniquement les données de 1998-2000).

Peut être que les agriculteurs fertilisent leurs champs en avril. (ils devraient déterminer quand cette fertilisation commence et quels produits sont utilisés.)

Communiquer les résultats

Les étudiants écrivent un rapport et présentent les résultats aux étudiants. Bien entendu, ils transmettent leur rapport au site web globe dans la catégorie enquête des étudiants.

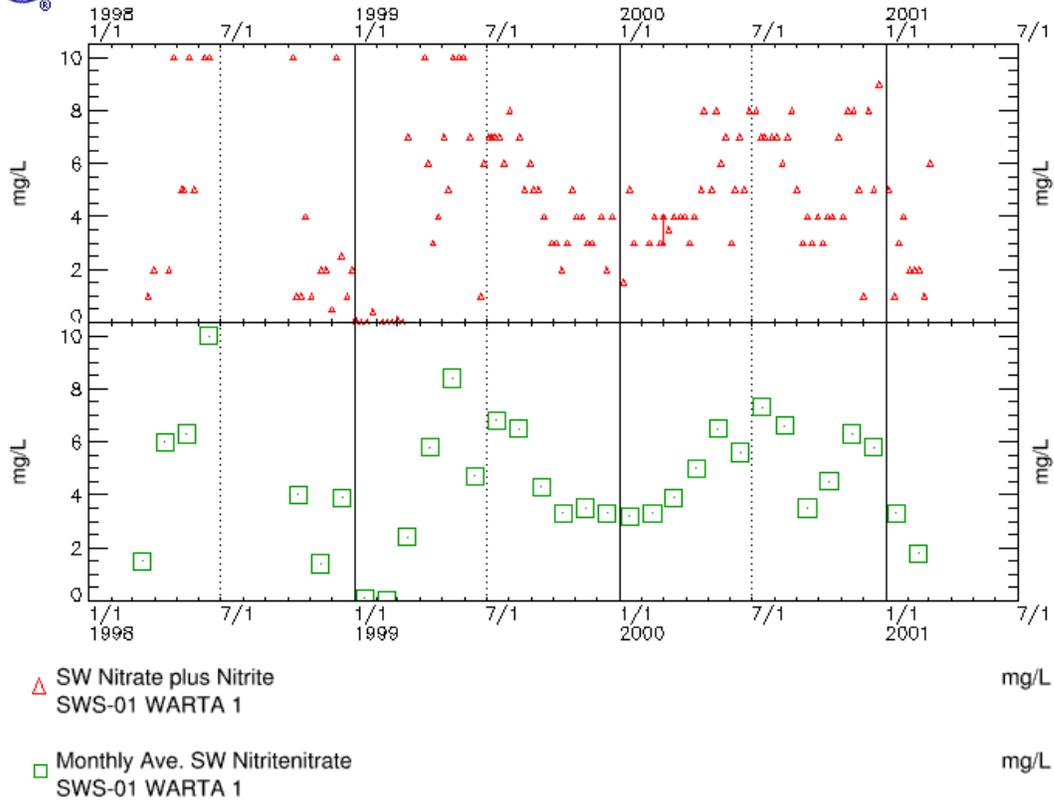


Table HY-NI-1

Concentration moyenne mensuelle dans la rivière Warta (ppm)					
Mois	1998	1999	2000	2001	moyenne
Jan		0.1	3.2	3.3	2.2
Fev		0	3.3	1.8	1.7
Mar	1.5	2.4	3.9		2.6
Avr	6	5.8	5		5.6
Mai	6.3	8.4	6.5		7.1
Juin	10	4.7	5.6		6.8
Juil		6.8	7.3		7.1
Aou		6.5	6.6		6.6
Sep		4.3	3.5		3.9
Oct	4	3.3	4.5		3.9
Nov					
Dec	3.9	3.3	5.8		4.3

Figure HY-NI-5

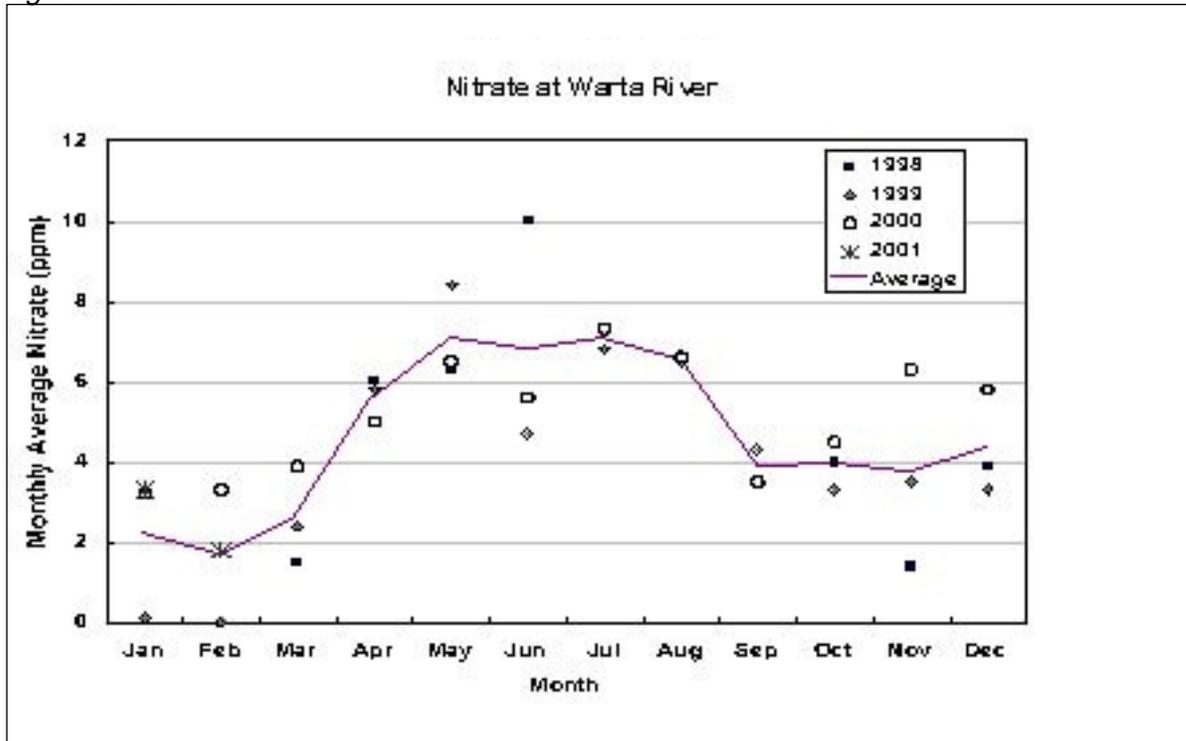


Figure HY-NI-6

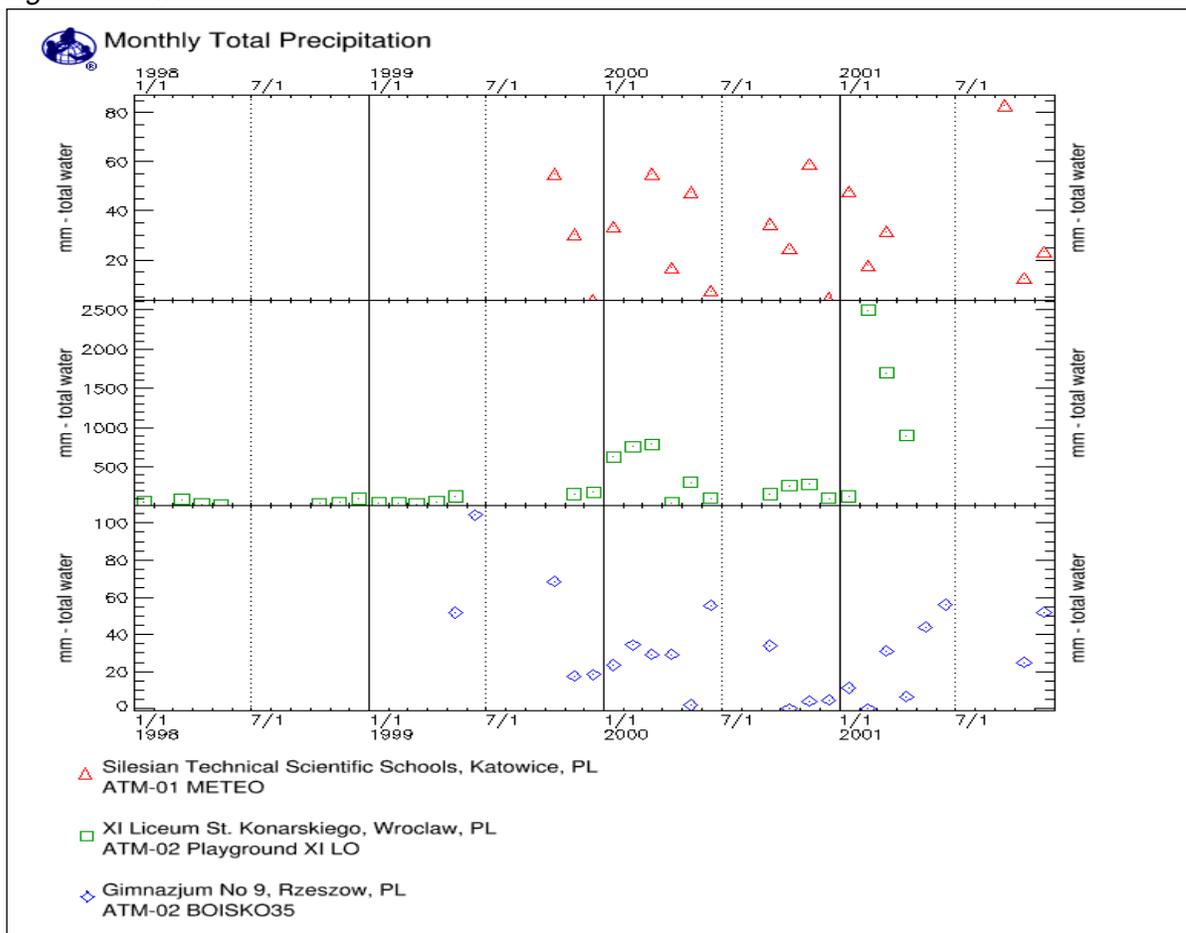
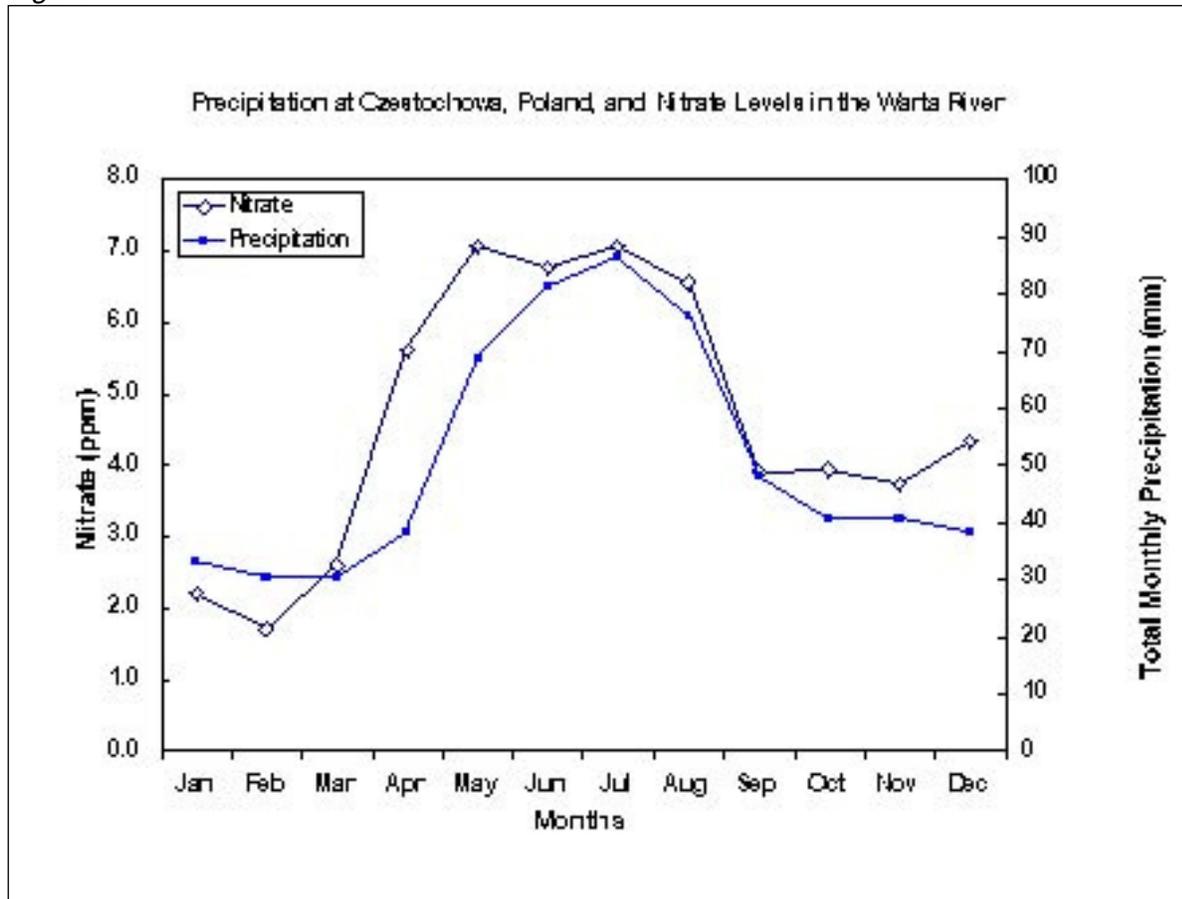


Figure HY-NI-7



Protocole d'étude des macro invertébrés d'eau douce



Objectif général

Echantillonner, identifier et compter les macroinvertébrés de votre site d'hydrologie

Objectif spécifique

Les étudiants vont collecter, trier, identifier, et compter les macroinvertébrés dans leur milieu de vie à partir de leur site.

Compétences

Les étudiants vont apprendre à,

- identifier les taxons des macroinvertébrés de leur site ;
- comprendre l'importance d'un échantillonnage représentatif ;
- utiliser la biodiversité et d'autres métriques dans la recherche (avancée) des macroinvertébrés ;
- examiner les raisons des changements du groupe des macroinvertébrés dans leur site d'hydrologie (avancé) ;
- échanger les résultats du projet avec d'autres écoles GLOBE ;
- collaborer avec d'autres écoles GLOBE (dans votre pays ou d'autres pays); et
- partager les observations en transmettant les données aux archives de GLOBE.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les sols ont des propriétés de couleur, de texture et de composition; ils sont favorables à la croissance de beaucoup de sortes de plantes.

Les sols sont constitués de pierres burinées et de matière organique décomposée.

Sciences de la vie

Les organismes ont des besoins de base.

La Terre présente de nombreux types de milieux différents qui permettent les combinaisons d'organismes.

Les fonctions des organismes sont reliées à leur milieu.

Les organismes changent le milieu dans lequel ils vivent.

Les Humains peuvent changer les milieux naturels.

Les écosystèmes montrent la complémentarité de la nature de la structure et de la fonction.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources en vivant dans un milieu en constant changement.

Toutes les populations qui vivent ensemble et les facteurs physiques avec lesquels elles interagissent constituent un écosystème.

Les populations d'organismes peuvent être catégorisées par les fonctions qu'elles exercent dans l'écosystème.

Les systèmes vivants exigent apport continu d'énergie pour maintenir leurs organisations chimique et psychique.

Les interactions des organismes ont évolué ensemble au fil du temps.

Compétences scientifiques

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et conduire des recherches scientifiques.

Utiliser les mathématiques appropriées pour analyser les données.

Développer les descriptions et les explications utilisant des preuves.

Reconnaître et analyser les explications alternatives.

Communiquer les procédures et les Explications.

Durée

3 à 6 heures pour prélever les échantillons, compter, identifier et conserver les spécimens.

Niveau

Intermédiaire et Avancé

Fréquence

2 fois dans l'année

Matériel et instruments

Fiche de Relevé de Données d'identification concernant les macroinvertébrés

Équipement utilisé pour rassembler les mesures chimiques de l'eau de votre site d'hydrologie (facultatif)

Gants en latex

Beaucoup de pots en plastique transparent (0.5 à 3 L)

Beaucoup de petites fioles en plastique.

D'un à quatre pulvérisateurs en plastique ou des bouteilles pulvérisatrices (1 à 2L)

Beaucoup de seringues à réservoir de 20mL (le bout doit être approximativement de 5 mm de diamètre)

Plusieurs pipettes (le bout doit être approximativement de 2 mm de diamètre)

Des pinces petites et grandes en plastique ou en métal

Plusieurs verres grossissants ou loupes

De deux à six seaux blancs

Des cuvettes blanches

Une cuvette à sous-échantillonnage (facultatif)

Deux tamis: un de 0.5 mm (ou plus petit), et un entre 2-5 mm

Des critères d'identification des macroinvertébrés applicables localement

Des chaussures adaptées

Des flacons pour échantillons avec une solution de conservation (70% éthanol) et des couvercles hermétiques (facultatif)

Un quadrat d'1 x 1 m (facultatif)

Pour le Protocole d'étude des substrat rocheux dans l'eau courante:

- Une épuisette (mailles de 0.5 mm)
- Un Chronomètre ou une montre
- Un carré de tissus blanc (d'environ 110 cm sur 110 cm)

Pour le Protocole d'étude des habitats multiples des macroinvertébrés d'eau douce :

- Un filet à armatures (mailles de 0.5 mm)
- Une truelle ou une pelle

Préparation

S'entraîner à identifier les macroinvertébrés en utilisant les locaux adaptés aux macroinvertébrés.

Fabriquer ou acheter le filet approprié à votre site d'hydrologie.

Récupérez ou fabriquez du matériel pour l'échantillonnage.

Procurez-vous des photos ou des livres illustrant les macroinvertébrés locaux.

Pré requis

Aucun

Protocole d'étude les macroinvertébrés d'eau douce – Introduction

Les macroinvertébrés sont des petits animaux sans colonne vertébrale qui peuvent être vus sans microscope. Ils vivent autour d'une végétation vivante ou morte, sur la surface ou dans les sédiments des masses de l'eau. Ils comprennent beaucoup de larves d'insectes comme celles des moustiques, des libellules et les tricoptères qui commencent leurs vies dans l'eau avant de devenir des insectes terrestres une fois adultes. D'autres exemples de macroinvertébrés sont les crustacés (comme les langoustes), les escargots, les vers et les sangsues. Les macroinvertébrés peuvent peupler les étangs et les ruisseaux en nombre stupéfiant – certains sont jusqu'à des centaines par mètre carré. Ils ont un rôle important dans la chaîne alimentaire.

Les macroinvertébrés peuvent nous dire beaucoup sur les conditions à l'intérieur d'une masse d'eau. Beaucoup de macroinvertébrés sont sensibles aux changements du pH, de l'oxygène dissout, de la température, de la salinité, de la turbidité et aux autres changements dans leur habitat. L'habitat est un milieu qui inclut tout ce dont un animal a besoin pour vivre et grandir. Cela inclut les ressources en nourriture, les caractéristiques physiques de l'environnement, aussi bien que les endroits et le matériel pour construire des nids, élever la progéniture et la protéger des prédateurs. Les habitats incluent les roches, les brindilles, la végétation morte ou en décomposition et les autres organismes vivants comme les plantes.

Avec le *Protocole d'étude sur les macroinvertébrés* nous voulons estimer la biodiversité, examiner l'écologie de la masse d'eau et explorer les relations entre les mesures chimiques de l'eau et les organismes de votre site d'hydrologie. Le plus souvent il est impossible de compter tous les individus de chaque espèce présente dans un habitat. Donc, nous prélevons des échantillons des organismes dans leurs habitats, et nous

calculons la diversité trouvée dans ces échantillons pour estimer la véritable biodiversité des habitats. La biodiversité est le nombre des différentes sortes d'organismes dans un écosystème et le nombre de spécimens de chaque sorte. La biodiversité est estimée selon les données de chaque espèce, mais cela peut aussi bien être les données de chaque catégorie plus générale comme par exemple le nombre des différentes sortes d'arthropodes.

Les scientifiques utilisent souvent des métriques pour en apprendre plus sur l'écologie de la masse d'eau. Les métriques viennent des comptes d'organismes dans les échantillons de votre site et dans ceux des autres. Une métrique simple est le nombre d'organismes. Les organismes peuvent aussi être regroupés selon les pourcentages de stratégies pour se nourrir (picoreurs, filtreurs, et prédateurs), ou les pourcentages de longue ou de courte durée de vie des taxons.

Prendre les mesures chimiques d'une masse d'eau c'est comme regarder une image de ce qui est en train de se passer dans l'eau à ce moment même. Prendre des mesures biologiques c'est comme regarder un film sur ce qui s'est passé de supplémentaire dans l'eau en une seule visite. Les macroinvertébrés rappellent l'histoire de la masse d'eau parce que beaucoup sont sessiles ou restent pendant un an ou plus dans un petit endroit pendant que l'eau passe. Les changements dans les habitats (incluant la chimie de l'eau) causent vraisemblablement des changements dans le rassemblement des macroinvertébrés.

Support pour l'enseignant

Préparation

Beaucoup de professeurs et d'étudiants n'ont pas beaucoup d'expérience concernant l'étude et l'identification des macroinvertébrés d'eau douce et peuvent être réticents à commencer un tel projet en classe. Ceci n'est pas un problème puisque les étudiants trouvent les spécimens si fascinants qu'ils vont apprendre par eux-mêmes et le partager avec les autres.

On peut faire appel à de nombreux experts locaux. Souvent, les groupes locaux de contrôle de la qualité de l'eau sont disposés à travailler avec des étudiants. Ces spécialistes peuvent, par exemple, aider pour l'identification du niveau familial (ce qui est encouragé mais facultatif) et pour les discussions sur les indicateurs importants des espèces, aussi bien que pour les organismes endémiques et introduits présents dans votre secteur. Les critères d'identification des macroinvertébrés sont disponibles sur Internet ou dans des manuels et des livres. Sélectionnez les critères d'identification applicable à votre localité.

Contactez les experts locaux de votre secteur afin de vous assurer que vous ne prenez pas vos échantillons dans un site où d'autres font des recherches ou où se trouvent des espèces menacées. Vous ne voulez absolument pas nuire par inadvertance à un site surveillé à long terme ou faire du tort à des espèces en danger.

Pour que les étudiants se familiarisent avec les macroinvertébrés vous devez d'abord aller sur le terrain, les étudiants peuvent alors amener des macroinvertébrés des environs pour les identifier en classe.

Définition et cartographie du site

Choisissez une portion de 50m sur votre ruisseau, étang, ou lac où vous allez échantillonner les macroinvertébrés d'eau douce. Choisissez des sites dont l'accès et l'échantillonnage se font en toute sécurité.

Il est important de faire une carte de la portion de 50m qui illustre toutes les caractéristiques importantes de l'environnement mais aussi celles de votre masse d'eau, en particulier les types d'habitats où l'échantillonnage des

macroinvertébrés va être fait (voir le *Protocole de définition et de cartographie du site d'hydrologie*). Représentez tous les habitats sur votre carte même si certains habitats ne peuvent pas être atteints. La description et la cartographie de l'habitat sont importantes pour comprendre et interpréter vos données.

Chaque fois que vous visitez votre site et que vous y prenez des macroinvertébrés, décrivez les habitats au moment même et à l'endroit de l'échantillonnage. Au fil du temps, les habitats peuvent changer dans votre site et par la suite affecter les macroinvertébrés que l'on y trouve. De plus, si vous utilisez le *Protocole d'étude des habitats multiples des Macroinvertébrés d'eau douce*, la quantité et les types d'habitats de votre site ont déterminer votre stratégie d'échantillonnage des macroinvertébrés. Une carte toujours à jour vous permettra de calculer combien d'échantillons prélever dans chaque habitat proportionnellement à la nouvelle couverture d'habitats accessibles.

Voici quelques questions que vous devez vous poser pour vous aider à identifier les différents habitats où les macroinvertébrés vivent.

1. L'eau coule-t-elle ou est-elle stagnante? Si c'est les deux, identifiez où.
2. Si elle coule, où trouvez-vous que le courant est rapide ou lent (au moins par rapport aux autres endroits de votre site)?
3. Quels sont et où sont les substrats – rochers, pavés, galets, sable ou vase?
4. Les plantes poussent-elles dans l'eau?
5. Y-a-t'il de la végétation sur les rives?
6. Quels espaces sont en érosion?
7. Où sont les aspérités, les bûches et les racines?
8. La végétation environnante amène-t-elle de l'ombre sur l'eau?

Si votre site a de l'eau courante et des cailloux, indiquez les habitats dans les rapides, les habitats dans les mouvants, les habitats dans les calmes et leur substrat: rocher, pavé, ou gravier. Les autres habitats potentiels dans les eaux en mouvement ou dans les eaux plus stagnantes et dans les zones humides sont: la végétation des rives, la végétation submergée,

les aspérités, les bûches, les racines, la vase, le sable, et le gravier.

Calme : c'est une région plus profonde avec une eau plus calme et des sédiments plus petits.

Rapide : c'est un secteur plus profond avec des courants plus rapides et des sédiments plus gros.

Mouvant : c'est une catégorie intermédiaire entre les calmes et les rapides. L'eau en mouvement n'a pas la turbulence d'un rapide, mais elle circule plus vite que dans les endroits calmes.

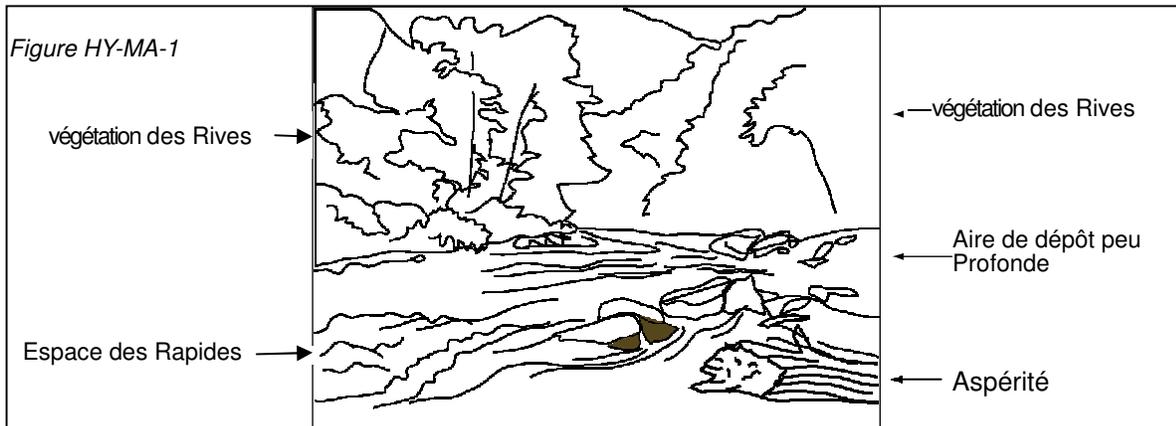
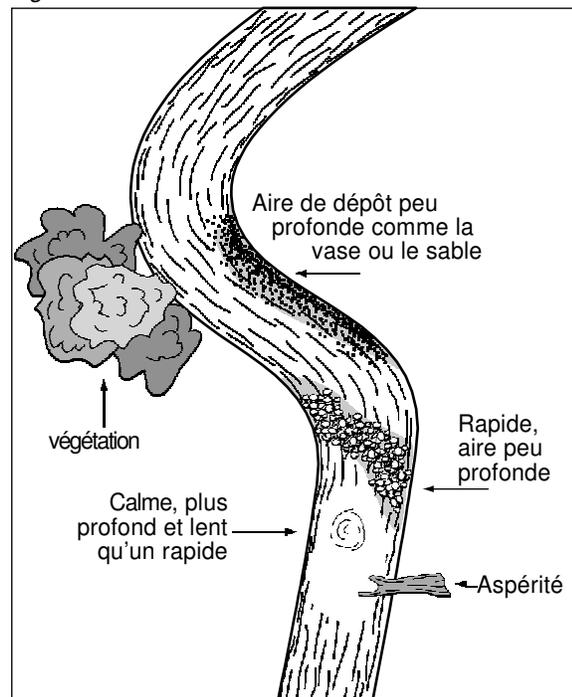


Figure HY-MA-2



Aspérité: c'est un arbre ou une branche enfoncé dans le lit de l'eau.

Protocole d'étude à utiliser : substrat rocheux dans l'eau courante ou habitats multiples

Si votre site d'hydrologie est composé d'une eau visiblement courante d'une profondeur inférieure à 90 cm avec un substrat rocheux, utilisez le *Protocole d'étude des macroinvertébrés d'eau douce des substrats rocheux dans l'eau courante*.

Si l'eau est plus profonde que 90cm ou si beaucoup d'habitats y sont présents, utilisez le *Protocole d'étude des habitats multiples des macroinvertébrés d'eau douce*. Quand vous cartographiez, faites attention à identifier tous les habitats aquatiques présents et estimez l'espace couvert par chaque habitat. La proportion que chaque habitat accessible couvre va déterminer le nombre d'échantillon à prélever dans chaque habitat dans le *Protocole d'étude des habitats multiples des macroinvertébrés d'eau douce*.

Quand faut-il prélever des échantillonnages ?

Vous devrez échantillonner deux fois dans l'année durant des saisons différentes.

Saisons chaudes/froides: Si vous avez des saisons chaudes et froides, échantillonnez au printemps et à l'automne. Au printemps l'échantillonnage doit se faire autour du moment de l'éclosion des bourgeons. A l'automne l'échantillonnage doit se faire autour du début de la chute des feuilles et avant le gel. Les notions de feuillage et de défeuillage sont expliquées dans *l'Etude de la phénologie*. Si vous attendez jusqu'à ce que vous voyiez beaucoup

d'insectes voler au printemps, beaucoup d'entre eux auront déjà passé leur étape aquatique et auront quitté l'eau. Vous ne les aurez alors jamais dans vos échantillons. Si vous échantillonnez trop tôt, les organismes peuvent être trop petits et passer à travers les mailles du filet ou être difficiles à identifier.

Saisons humides/sèches: Si vos saisons alternent entre l'humidité et la sécheresse, choisissez une date dans la seconde moitié de la saison humide et une date dans la saison sèche six mois après le premier échantillonnage si possible (ou avant que le cours d'eau ne devienne complètement asséché).

Si vous n'avez pas remarqué de changements cycliques, demandez aux experts locaux de déterminer quand vous devrez échantillonner pour trouver le sommet d'abondance et de diversité des macroinvertébrés dans l'eau. Échantillonnez à ce moment et six mois plus tard.

Échantillonner plus que deux fois dans l'année n'est pas recommandé parce que cela pourrait déranger et nuire aux habitats des macroinvertébrés et aux autres organismes vivants dans l'eau.

Protocoles de référence

Hydrologie: Les étudiants peuvent étudier les relations entre les mesures faites sur l'eau et les types de macroinvertébrés trouvés dans leur site d'hydrologie.

Biologie et couverture du sol : Les étudiants peuvent étudier les relations entre les types de macroinvertébrés qu'ils trouvent et les types de terrain encerclant leur site d'hydrologie et dans le bassin hydrographique.

Se préparer pour aller sur le terrain

Il y a deux méthodes d'échantillonnage. Il est recommandé de choisir le site avant le jour de l'échantillonnage et de déterminer quelle méthode d'échantillonnage sera utilisée. La méthode d'échantillonnage va déterminer le type de filet à utiliser.

Quelques étudiants ou tous vont être dans l'eau. Ceux qui marchent dans l'eau doivent être vêtus de manière appropriée, en particulier pour les chaussures. Les étudiants peuvent avoir besoin de cuissardes. Si vous utilisez des baskets ou quelque chose qui y ressemble, amenez une paire de rechange pour après l'échantillonnage. Les étudiants auront peut-être aussi besoin de changer de vêtements.

Si vous en disposez, vous pouvez prendre des tables pliantes ou des chaises-bureaux pour que les étudiants puissent manier et compter leurs échantillons sur le terrain.

Encadrer les étudiants sur le terrain

Si vous avez une classe nombreuse, faites travailler les étudiants en plusieurs équipes. Les étudiants seront responsables dans chaque équipe de différentes tâches. Par exemple, deux étudiants peuvent

le dernier peut lire les instructions à haute voix, etc.

Les tâches les plus longues sont celles qui consistent à trier et à identifier les organismes. Pour gagner du temps, réservez une équipe d'étudiants pour récupérer un échantillon et commencer à classer et à identifier les organismes en utilisant le Guide de laboratoire du *Protocole de classification, d'identification et de comptage des macroinvertébrés d'eau douce*. Pendant que cette équipe est en train de classer et d'identifier, une autre équipe peut récupérer un autre échantillon. Une troisième équipe peut récupérer un troisième échantillon. Si vous échantillonnez dans des habitats rapides/mouvants, alors vous n'avez besoin que de trois échantillons. Pour les environnements à habitats multiples, plus d'échantillons seront collectés. Plus d'équipes vous avez, plus vous avez besoin de seaux et d'autres équipements.

Pendant que les étudiants travaillent, regardez les pots des organismes classés pour vérifier que tous les étudiants identifient les organismes de la même manière. Si non, réunissez les étudiants, faites-les discuter et déterminer la manière correcte.

Après avoir classé et réunis tous les organismes des équipes dans des pots séparés selon chaque taxon, réunissez tous les étudiants et regardez vous-même les organismes pour être sûr que vous êtes d'accord sur les identifications. Ensuite, comptez tous les organismes de chaque taxon et reportez les données sur un ensemble de feuilles de données. Récupérez des spécimens exemplaires de trois individus pour chaque taxon et rejetez le reste des organismes à l'eau.

Procédures de mesure

N'échantillonnez pas des habitats qui ne peuvent être atteints en toute sécurité. Si vos étudiants mettent en pratique la méthode d'échantillonnage des habitats multiples, déterminez quels habitats peuvent être échantillonnés en toute sécurité et évaluez le pourcentage de la couverture de chaque habitat accessible. Enregistrez dans un registre de données les habitats qui ne peuvent pas être échantillonnés.

Quand vous versez de l'eau avec des macroinvertébrés à travers les tamis ou dans

les seaux, versez doucement et avec précaution afin que les macroinvertébrés ne soient pas blessés ou tués. Manipulez avec douceur à l'aide de pinces, de vos doigts ou de seringues.

Les étudiants doivent seulement trier et compter les macroinvertébrés. Les petits poissons, les têtards, et d'autres organismes doivent être séparés des échantillons et rejetés à l'eau.

Il ne faut compter que les macroinvertébrés qui sont vivants. Pour savoir si les bivalves et les gastéropodes sont vivants, cherchez les tissus corporels mous ou les coquillages fortement fermés (c'est un signe que l'animal est à l'intérieur en train de se protéger). Si vous voyez beaucoup de coquilles d'animaux morts, rappez-les dans la section commentaires et sur le site Web. Ne comptez pas les arthropodes exosquelettes. Si il y en a beaucoup et que l'on dirait que les animaux viennent juste d'émerger de l'eau ou que beaucoup sont morts, rappez cette trouvaille dans la section commentaire et sur le site web.

Les organismes peuvent se briser quand vous les manipulez. comptez d'abord les organismes entiers. Débarrassez-vous des organismes qui semblent partiellement décomposés. Concernant les pièces fraîches qu'il reste, vous pouvez réunifier les moitiés de vers ou compter seulement les têtes des insectes par exemple. Si vous êtes très soigneux avec les tamis enlevez les substrats lourds pendant que vous tamisez et faites gicler l'eau doucement, vous devriez alors trouver plus d'organismes intacts.

Pour tous les taxons, utilisez la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés d'eau douce* pour y reporter le nombre d'individu allant de zéro à cent. Dans les cas où vous avez trop d'animaux à compter dans le temps qui vous est imparti, vous pouvez écrire >100 ou vous pouvez compter un sous-échantillon. Le sous-échantillonnage est décrit dans la section *Protocoles de mesure*. Si vous avez assez de temps, comptez tous les individus de votre échantillon. Un compte du nombre d'individu dans chaque taxon le plus précis possible permet de mieux estimer la biodiversité et d'autres analyses faites par des étudiants ou des scientifiques.

Dans le *Protocole d'étude des habitats*

multiples des macroinvertébrés d'eau douce, les étudiants peuvent associer les échantillons collectés dans tous les habitats et enregistrer les comptes totaux pour chaque taxon, ou les étudiants peuvent examiner les macroinvertébrés dans chaque type d'habitat séparément. En examinant les types d'habitat séparément, les étudiants peuvent comparer les assortiments de macroinvertébrés parmi les types d'habitat. Vous pouvez aussi entrer les données sur le site Web de GLOBE aussi bien si ce sont des comptes totaux pour chaque taxon dans tous les habitats combinés, ou si ce sont des comptes totaux pour chaque taxon par type d'habitat. Les spécimens représentatifs ne sont pas demandés, mais ils peuvent aider à enseigner aux étudiants comment identifier correctement les macroinvertébrés avant d'aller sur le terrain. De la même manière, en collectant à chaque fois des spécimens représentatifs on peut comparer les autres spécimens pour être sûr que les identifications ont été faites correctement à chaque fois. Les spécimens sont conservés dans une solution à 70% d'éthanol.

Utilisation de l'équipement et entretien

Tout le matériel d'échantillonnage est disponible commercialement, mais les étudiants peuvent apprécier de les fabriquer en utilisant les instructions fournies dans la section *Construction des Instruments*. Vous pouvez aussi acheter quelques parties et en fabriquer les autres. Par exemple, on peut acheter en remplacement d'une époussette un filet aux mailles de 0.5 mm et fabriquer la perche. Cela revient moins cher que d'acheter l'objet en entier.

Les tamis sont très utiles pour enlever les débris et nettoyer les organismes et pour regrouper les organismes venant d'une grande quantité d'eau (dans le seau) dans une petite quantité d'eau. Ces organismes peuvent être ensuite transférés dans des cuvettes ou dans des pots pour les trier et les identifier. Les tamis sont disponibles commercialement, mais vous pouvez facilement fabriquer le vôtre (voir section *Construction des Instruments*). Si vous ne pouvez pas trouver une petite quantité de filet à mailles de 0.5 mm pour le tamis, vous pouvez utiliser un morceau de tissu qui a des mailles visiblement plus petites que celles de votre filet d'échantillonnage (qui est

de 0.5 mm). Une plus petite taille de maille pourrait causer plus d'obstructions, donc vous devrez verser l'eau doucement et vérifiez plus souvent afin d'être sûr que l'eau ne déborde pas du tamis. Les obstructions seront également plus fréquentes si l'échantillon comprend de la vase ou du sable.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser le quadrat qui peut être fabriqué avec d'autres matières que des tubes de PVC. Les instructions pour fabriquer le quadrat sont données dans la section *Construction des Instruments*. Le quadrat permet d'être sûr que les étudiants collectent leurs échantillons dans un périmètre d'1 x 1 mètre.

Après chaque utilisation, rincer et sécher les filets et les tamis à l'air. Assurez-vous que les débris sont enlevés et qu'il ne reste aucun organisme piégé. Il est très important de vérifier les filets et les tamis avant chaque utilisation afin d'être sûr que le maillage est intact. Tendez les pièces qui se desserrent. Réparez ou rangez chaque pièce de l'équipement qui est cassée ou pas à sa place.

N'utilisez PAS d'eau de Javel pour nettoyer les filets, les seaux, les tamis, ou n'importe quelle chose susceptible d'entrer en contact avec les macroinvertébrés. L'eau de Javel, même en petite quantité, peut blesser ou tuer les macroinvertébrés.

Conseils utiles

Comme le font les scientifiques, faites que les étudiants gardent des notes prises sur le terrain de vos procédures afin de pouvoir rapporter ce que vous avez fait et si vous avez dévié quelquefois de vos plans. Faites des photos de votre voyage, et amener des parents ou des anciens étudiants du GLOBE pour vous guider. Prenez du plaisir à en apprendre sur la diversité des animaux dans le monde autour de vous !

Faire travailler les étudiants en équipe rend la collecte, le tri et l'identification des échantillons plus rapides. Travailler en groupe, cependant, requiert plus d'équipement comme des seaux, des bouteilles pulvérisatrices, des cuvettes et des verres grossissants.

Les cuvettes à glaçons peuvent être utilisées pour trier les macroinvertébrés à la place des fioles.

Les étudiants peuvent utiliser des bâtons pour marquer les limites de la superficie d'un mètre carré quand ils échantillonnent dans des substrats vaseux. Amenez un bâton pour mesurer les distances d'un mètre.

Pour aller plus loin

Les plantes qui environnent votre site d'hydrologie peuvent-elles avoir un effet sur les macroinvertébrés que l'on y trouve ?

Y-a-t-il des relations entre les échantillons des macroinvertébrés et vos mesures d'hydrologie ?

Comment les sols des alentours peuvent-ils affecter les habitats des macroinvertébrés dans l'eau ?

Y-a-t'il des variations saisonnières de l'abondance et de la diversité des macroinvertébrés dans votre site ? Si oui, suggérez-en les raisons.

A quelles gammes de température, d'oxygène dissout et de pH trouve-t-on les plus grands taux de pourcentages d'insectes ?

Y-a-t'il des types de masses aquatiques qui ont une plus grande diversité de macroinvertébrés que les autres ?

Protocole d'étude des macroinvertébrés sur les substrats rocheux dans l'eau courante

Guide de terrain

But

Collectez trois échantillons de macroinvertébrés. L'endroit de votre échantillonnage dépend de la disponibilité de votre site.

Sélectionnez les lieux d'échantillonnage dans l'ordre suivant :

1. 3 rapides différents
2. 2 rapides différents, 1 mouvant
3. 2 mouvants différents, 1 rapide

S'il n'y a pas de combinaisons de trois rapides différents et de mouvants, alors incluez un habitat calme tant que celui-ci contient des substrats rocheux. Si les calmes et les autres habitats sont présents, utilisez le *Protocole d'étude des habitats multiples des macroinvertébrés d'eau douce*.

Matériel

- Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés
- Pincés
- Guide de laboratoire du Protocole de classification, d'identification et de comptage des macroinvertébrés d'eau douce
- Chronomètre ou montre
- Carte du site d'hydrologie
- Gants en latex
- Equipement et Feuilles de données d'hydrologie pour collecter les mesures chimiques de l'eau (facultatif)
- Filet à armatures
- Carré de tissus blanc (au moins de 110cm sur 110 cm)
- Un tamis (0.5 mm ou plus petit)
- De deux à six seaux blancs de 5L
- Un quadrat d'1 x 1 mètre
- 8 D'une à quatre bouteilles pulvérisatrices (d'1 à 2-L)
- D'une à quatre bouteilles pulvérisatrices (d'1 à 2-L)

Mode opératoire

1. Localisez les endroits où vous allez collecter vos trois échantillons sur votre carte et dans l'eau.
2. Si vous prenez des mesures chimiques de l'eau, faites-le avant de collecter les macroinvertébrés. Faites attention à ne pas déranger les endroits où vous allez échantillonner les macroinvertébrés.
3. Remplissez un seau avec l'eau du site.

4. En tenant le tamis au dessus du second seau, versez de l'eau à travers celui-ci. Utilisez l'eau filtrée pour remplir (et re-remplir si nécessaire) les pulvérisateurs en plastique ou les bouteilles pulvérisatrices. Conservez l'eau filtrée à l'ombre.
5. Rincer les tamis en aval de vos sites d'échantillonnage.
6. Commencez à échantillonner dans le périmètre le plus loin possible en aval. Travaillez en équipe de 3 ou 4. Placez le quadrat d'1 x 1 mètre au fond du ruisseau afin que les deux côtés soient perpendiculaires aux flots de l'eau.
7. Vous et un partenaire devez tenir le filet à armatures verticalement dans l'eau, et perpendiculairement au courant de l'eau. Pressez le filet à armatures fermement contre le fond du lit de l'eau aligné au quadrat à un mètre en aval de celui-ci. L'eau ne doit pas couler par-dessus ou sous le filet.
8. Commencez à travailler dans la partie du quadrat la plus éloignée du filet. Deux autres étudiants renversent et grattent les dessous des pierres et du bois trouvé dans le quadrat. Les pierres et le bois doivent être placés à l'extérieur du quadrat jusqu'à ce que l'échantillon soit collecté. Placez les gros crustacés et mollusques directement dans le seau. Si les gros organismes s'échappent du quadrat, retenez mentalement leur identité et leurs nombres pour les enregistrer ensuite sur la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés d'eau douce*.
9. Après avoir gratté les pierres et le bois, utilisez vos pieds, vos mains ou un bâton pour perturber le fond du ruisseau à l'intérieur du quadrat pendant exactement 3 minutes. Un étudiant regarde le temps pendant qu'un ou plus d'étudiants grattent.
10. Sortez le filet à armatures de l'eau en bougeant le bas du cadre vers l'avant dans un mouvement d'écopage afin que rien ne s'échappe du filet.
11. Retournez sur le rivage avec le filet.
12. Placez le filet sur le carré de tissus blanc.
13. Enlevez avec précaution les gros organismes et les débris larges avec vos mains ou des pinces et mettez les dans une cuvette à moitié remplie avec de l'eau du site filtrée.
14. Les deux étudiants soulèvent le filet pendant que les autres pulvérisent de l'eau sur le filet pour rassembler tous les organismes et les petits débris dans un coin du filet.
15. Placez le coin du filet avec l'échantillon dans un seau. Inclinez le filet et pulvériser de l'eau pour en verser tout le contenu dans le seau.
16. Rincez le carré de tissus blanc dans le seau afin de vérifier que vous avez tous les macroinvertébrés dans l'échantillon.
17. Placez le seau à l'ombre jusqu'à ce que vous soyez prêts à trier, identifier, et compter les organismes.
18. Recommencez les étapes 6 à 17 pour les deux autres échantillons.
19. Utilisez le *Guide de laboratoire du Protocole de classification, d'identification et de comptage des macroinvertébrés d'eau douce du* pour trier, identifier et compter les macroinvertébrés que vous avez collectés.

Protocole d'étude des habitats multiples des macroinvertébrés d'eau douce

Guide de terrain

But

Collectez les échantillons des macroinvertébrés d'un ou de plusieurs des types d'habitats suivants: végétation des rives, végétation aquatique, aspérités, bûches, racines, vase, sable, et gravier. Le nombre d'échantillon de chaque type d'habitat est proportionnel au périmètre que ce type d'habitat couvre dans votre site d'hydrologie. Collectez un total de 20 échantillons.

Matériel

- Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés
- Carte du site d'hydrologie
- Equipement et Feuilles de données d'hydrologie pour collecter les mesures chimiques de l'eau (facultatif)
- D'une à quatre bouteilles pulvérisatrices (d'1 à 2-L)
- De deux à six seaux blancs de 5L
- Un quadrat d'1 x 1 mètre (pour les habitats vaseux, sablonneux ou graveleux)
- Un tamis (0.5 mm or plus petit)
- Gants en latex
- Une truelle ou une pelle
- Filet à armatures
- Une calculatrice (facultatif)

Mode opératoire

1. Localisez les endroits où vous allez collecter vos trois échantillons sur votre carte et dans l'eau.
2. Estimez la proportion de chaque habitat accessible dans votre site d'hydrologie.
3. Utilisez la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés d'eau douce* pour calculer le nombre d'échantillons à collecter dans chaque type d'habitat pour un total de 20 échantillons.
4. Si vous prenez des mesures chimiques de l'eau, faites-le avant de collecter les macroinvertébrés. Faites attention à ne pas déranger les endroits où vous allez échantillonner les macroinvertébrés.
5. Remplissez un seau avec l'eau du site.

6. En tenant le tamis au-dessus du second seau, versez de l'eau à travers celui-ci. Utilisez l'eau filtrée pour remplir (et re-remplir si nécessaire) les pulvérisateurs en plastique ou les bouteilles pulvérisatrices. Conservez l'eau filtrée à l'ombre.
7. Rincez les tamis en aval de vos sites d'échantillonnage (ou à l'écart des sites si l'eau n'est pas courante).
8. Commencez l'échantillonnage des macroinvertébrés en aval et remontez en amont au fur et à mesure que vous collectez les échantillons des différents types d'habitats. Si l'eau ne semble pas être courante visiblement, collectez les échantillons dans l'ordre qui minimise l'impact du prélèvement d'un échantillon sur le prélèvement des autres.
9. Utilisez les *Guides de terrain* pour collecter des échantillons dans :
 - la végétation aquatique,
 - la végétation des rives ou autour des aspérités, des bûches, et des racines,
 - les fonds vaseux, et
 - le gravier et le sable.
10. Enregistrez le nombre d'échantillons prélevés dans chaque habitat dans la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés*. Le total devrait être de 20 échantillons. Si le nombre d'échantillons par habitat est différent de ce qui avait été prévu, expliquez pourquoi dans la section commentaire.

Technique d'échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce

Pour la végétation aquatique

Guide de terrain

Mode opératoire

1. Mettez le filet à armatures dans l'eau jusqu'à ce qu'il atteigne presque le fond en face de la végétation. Assurez-vous que le filet est bien déplié à son ouverture et prêt à échantillonner.
2. Poussez le filet à armatures horizontalement dans la végétation en faisant rebondir le filet deux fois dans les sédiments.
3. Amenez le filet à armatures verticalement dans la végétation à vitesse constante jusqu'à ce que vous atteigniez la surface de l'eau.
4. Sortez doucement le filet à armatures de l'eau. Pendant que l'eau coule au travers du filet, assurez-vous que les organismes ne s'échappent pas en grimpant. Ceci est un échantillon.
5. Utilisez l'eau filtrée dans des bouteilles pulvérisatrices pour rassembler tous les organismes et les débris au fond du filet.
6. Attrapez le fond du filet et retournez le filet avec précaution pour renverser son contenu dans un seau. Utilisez les bouteilles pulvérisatrices pour vous assurez que tous les organismes et les débris ont été transférés dans le seau.
7. Placez le(s) seau(x) à l'ombre jusqu'à ce que vous soyez prêts à trier, compter et identifier organismes.
8. Répétez les étapes de la 1 à la 7 jusqu'à ce que vous ayez collecté le nombre d'échantillons dont vous avez besoin pour ce type d'habitat.

Technique d'échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce

Pour la végétation des rives ou autour des aspérités, des bûches, et des racines

Guide de terrain

Mode opératoire

1. Tenez le filet à armatures en l'air afin qu'il se déplie et qu'il soit prêt pour l'échantillonnage.
2. Dans un mouvement constant, submergez le filet dans l'eau, amenez-le dans la végétation des rives, ou autour d'une ou des aspérité(s), de bûche(s), ou de racine(s) en vous dirigeant vers le fond.
3. Faites rebondir le filet dans les sédiments deux fois.
4. Levez le filet à travers l'eau.
5. Sortez doucement le filet à armatures de l'eau. Pendant que l'eau coule au travers du filet, assurez-vous que les organismes ne s'échappent pas en grimpant. Ceci est un échantillon.
6. Utilisez l'eau filtrée dans des bouteilles pulvérisatrices pour rassembler tous les organismes et les débris au fond du filet.
7. Attrapez le fond du filet et retournez le filet avec précaution pour renverser son contenu dans un seau. Utilisez les bouteilles pulvérisatrices pour vous assurez que tous les organismes et les débris ont été transférés dans le seau.
8. Placez le(s) seau(x) à l'ombre jusqu'à ce que vous soyez prêts à trier, compter et identifier organismes.
9. Répétez les étapes de la 1 à la 8 jusqu'à ce que vous ayez collecté le nombre d'échantillons dont vous avez besoin pour ce type d'habitat.

Technique d'échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce

Pour les fonds vaseux

Guide de terrain

Mode opératoire

1. Utilisez le quadrat ou évaluez un carré d'1 x 1 m.
2. Placez l'ouverture du filet à armatures à l'intérieur d'un côté du quadrat (en aval si l'eau est courante) et baissez-le de 4 cm dans les sédiments.
3. Bougez le filet partout dans le carré d'1 x 1 m et retirez ensuite doucement et partiellement le filet à armatures de l'eau.
4. Plongez le fond du filet dans un mouvement d'aller-retour pour rincer certains sédiments.
5. Sortez doucement le filet à armatures de l'eau et pendant que l'eau coule au travers du filet, assurez-vous que les organismes ne s'échappent pas en grimpant. Un étudiant devra peut être tenir le filet par dessous puisqu'il peut être assez lourd. Ceci est un échantillon.
6. Utilisez l'eau filtrée dans des bouteilles pulvérisatrices pour rassembler tous les organismes et les débris au fond du filet.
7. Attrapez le fond du filet et retournez le filet avec précaution pour renverser son contenu dans un seau. Utilisez les bouteilles pulvérisatrices pour vous assurez que tous les organismes et les débris ont été transférés dans le seau.
8. Placez le(s) seau(x) à l'ombre jusqu'à ce que vous soyez prêts à trier, compter et identifier organismes.
9. Répétez les étapes de la 1 à la 8 jusqu'à ce que vous ayez collecté le nombre d'échantillons dont vous avez besoin pour ce type d'habitat.

Technique d'échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce

Pour le gravier et le Sable

Guide de terrain

Mode opératoire

1. Étendez le quadrat sur le sable ou le gravier et placez le filet à armatures en aval (si l'eau est courante) à l'intérieur et le long d'un côté du quadrat.
2. Un étudiant tient le filet pendant qu'un autre utilise une truelle ou une pelle pour soulever les 4cm du haut de la couche du substrat et les mettre dans le filet. Déplacez le filet près de l'endroit où les étudiants sont en train de creuser jusqu'à ce que tout le quadrat soit échantillonné.
3. Sortez doucement et partiellement le filet à armatures de l'eau. Plongez le fond du filet dans un mouvement d'aller-retour pour rincer les meilleurs sédiments.
4. Sortez doucement le filet à armatures de l'eau et pendant que l'eau coule au travers le filet, assurez-vous que les organismes ne s'échappent pas en grimant. Un étudiant doit tenir le filet par dessous pour empêcher le filet de se déchirer car l'échantillon peut être lourd. Ceci est un échantillon.
5. Utilisez l'eau filtrée dans des bouteilles pulvérisatrices pour rassembler tous les organismes et les débris au fond du filet.
6. Attrapez le fond du filet et retournez le filet avec précaution pour renverser son contenu dans un seau. Utilisez les bouteilles pulvérisatrices pour vous assurer que tous les organismes et les débris ont été transférés dans le seau.
7. Placez le(s) seau(x) à l'ombre jusqu'à ce que vous soyez prêts à trier, compter et identifier les organismes.
8. Répétez les étapes de la 1 à la 7 jusqu'à ce que vous ayez collecté le nombre d'échantillons dont vous avez besoin pour ce type d'habitat.

Protocole d'étude de tri, d'identification et de comptage des macroinvertébrés d'eau douce

Guide de laboratoire

But

Trier les macroinvertébrés dans des groupes taxinomiques.

comptager ou estimer le nombre d'individus dans chaque taxon.

Préserver trois spécimens représentatifs des macroinvertébrés pour chaque taxon (facultatif).

Matériel

- Plusieurs seringues à réservoir de 20 ml (bout d'approximativement 5mm de diamètre)
- Des grandes pinces en plastique
- Des petites pinces
- Plusieurs verres grossissants ou loupes ou des boites
- Plusieurs pipettes (de 3 ml avec un bout d'approximativement 2 mm de diamètre)
- De nombreux pots en plastique transparents (de 0,5 à 3L) étiquetés au fur et à mesure avec le nom du taxon
- D'une à quatre bouteilles pulvérisatrices (d'1 à 2-L)
- Au moins deux cuvettes blanches
- Deux tamis(0.5 mm (ou plus petit), et un entre 2 et 5 mm) (facultatif)
- Deux – six seaux
- Beaucoup de petites fioles en plastique
- Des petites bouteilles à spécimen avec des étiquettes remplies avec 70% éthanol avec des couvercles hermétiques ou couverts avec de la paraffine
- Marqueurs Permanents
- Des crayons
- Des gants en latex
- Critères d'identification des macroinvertébrés
- Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés d'eau douce*

Mode opératoire

1. Remplissez la partie du haut de la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés d'eau douce*.

2. Mettez les gants.
3. Utilisez une seringue à réservoir ou des pinces pour récupérer les gros organismes de vos seaux. Mettez ces organismes dans une cuvette.

Note: Vous avez le choix de regrouper tous les échantillons ensemble pour les trier, les identifier ou de les garder séparément selon leur type d'habitat.
4. Si vous avez des cailloux dans votre échantillon, retirez-les du seau et utilisez les bouteilles pulvérisatrices pour rincer les cailloux au dessus du seau à échantillons avant de les jeter.
5. Si dans vos seaux l'eau est claire, sans débris, et en assez petite quantité, versez l'échantillon dans une cuvette pour le trier. Allez à l'étape 13.
6. Si vous avez beaucoup d'eau, de sédiments ou de débris, versez les échantillons à travers les tamis. Placez le tamis avec la meilleure taille de maille au dessus de l'autre tamis. Tenez les tamis à l'intérieur au sommet d'un seau propre.
7. Versez l'eau du seau contenant les organismes avec douceur et lentement à travers les tamis. Si un tamis est obstrué, touchez avec douceur le fond du tamis obstrué pour permettre à l'eau de traverser.
8. Le plus souvent possible, transférez et rincez le contenu des tamis dans des cuvettes en utilisant une bouteille pulvérisatrice. Les autres étudiants peuvent alors commencer à trier les organismes dans les cuvettes.
9. Rincez les brindilles au dessus des tamis.
10. Mettez les brindilles dans une cuvette avec de l'eau. Examinez les brindilles pour les macroinvertébrés.
11. Rincez plusieurs fois le seau avec vos bouteilles pulvérisatrices et versez l'eau à travers les tamis.
12. Retournez chaque tamis au-dessus d'une cuvette et pulvérissez le dos de ces derniers pour en vider le contenu.
13. Travaillez en équipes. Utilisez les critères d'identification pour identifier les individus au niveau le plus précis et détaillé possible (Division, Classe, ou Ordre requis et genre de Famille, Genre, ou Espèces si possible). N'oubliez pas que les appendices comme les jambes et les antennes peuvent manquer car ils ont pu être brisés dans le filet ou les tamis.
14. Utilisez les fioles pour trier les organismes en différents taxons. Si vous ne connaissez pas le taxon d'un organisme, placez-le dans une fiole à part pour l'examiner plus tard avec un microscope de dissection ou avec l'aide d'un expert.
15. Si les organismes sont gros et qu'ils s'accrochent aux débris, utilisez des pinces pour les relâcher avec douceur. S'ils flottent ou s'ils nagent, utilisez une seringue à réservoir ou une pipette pour les attraper.
16. Si différentes équipes sont en train de trier et d'identifier des organismes, regroupez les fioles du même taxon. Faites cela pour tous les taxons.
17. Pour compter le nombre d'individus dans chaque taxon, isolez les organismes peu à peu en utilisant des pinces, une pipette, ou une seringue à réservoir et

transférez-les dans un autre pot au fur et à mesure. Conservez des notes sur un papier.

18. Compter les macroinvertébrés de chaque taxon jusqu'au nombre de 100 individus. Si vous avez plus de 100 individus dans un taxon, vous avez trois possibilités:

1. reporter >100,

2. continuer à compter,

3. utiliser le *Guide du terrain du Sous-échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce* pour estimer le nombre total d'organismes de ce taxon.

Note: Si possible, compter tous les individus puisque cela est plus précis que de sous-échantillonner, mais le sous-échantillonnage est plus informatif que le fait de reporter >100.

19. Pendant que vous comptez, regardez attentivement les individus pour vous assurer qu'il n'y a pas d'erreur dans l'identification. Si vous trouvez un individu qui appartient à un taxon différent, alertez l'étudiant qui fait le compte pour ce taxon et transférez l'organisme.

20. Reportez le nombre total d'organismes trouvé pour chaque taxon sur la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés*. Incluez les organismes qui ont été comptés sur le site mais qui n'ont pas pu être collectés car ils se sont échappés.

21. Facultatif: Pour chaque taxon que vous identifiez, conservez trois spécimens représentatifs qui serviront de référence future. Placez les trois organismes dans une bouteille à spécimen contenant une solution à 70% d'éthanol.

22. Etiquetez les bouteilles avec:

Nom du site d'échantillonnage
Date
Division, Classe, Ordre (famille, genre et espèces, si connus)
70% d'éthanol

23. Remettez à l'eau les macroinvertébrés vivants restants.

Sous-échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce

Guide de terrain

But

Collecter 20% de l'échantillon original pour chaque taxon

Matériel

- Grille de sous-échantillonnage à niveaux
- Feuilles de papier avec des grilles d'étiquettes
- Un chapeau ou un sac
- Gobelet de 500-ml

Mode opératoire

1. Enregistrez le volume de la grille dans la *Feuille de relevé de données*.
2. Enregistrez le nombre total de carrés de la grille dans la *Feuille de relevé de données*.
3. Multipliez le nombre total de carrés par 0,2 pour calculer le nombre de grille dont vous avez besoin pour échantillonner.
4. Ecrivez le nombre de grilles sur les feuilles de papier et mettez les dans un chapeau ou un sac. Choisissez-en assez pour que 20% des macroinvertébrés soient attrapés par ces carrés sur la grille.
5. Placez tous les organismes du taxon à sous-échantillonner dans un gobelet. Le volume de l'eau et des organismes doit être égal à la grille.
6. Ajustez la grille de sous-échantillonnage afin qu'elle soit parfaitement nivelée.
7. Mélangez le contenu du pot et versez-le à travers la grille, en propageant régulièrement l'échantillon sur la grille. Si la grille est nivelée et que le volume est bon, les organismes vont être contenus dans leurs propres 'calmes' créés par les lignes surélevées de la grille.
8. Si la grille est très stable et que le nombre d'organismes par carré est petit, les organismes des carrés sélectionnés au hasard peuvent être comptés sur la grille. Sinon, utilisez une seringue à réservoir pour récupérer les organismes des carrés sélectionnés au hasard et les transférer ensuite dans un pot et les compter.
9. Calculez le nombre total d'individus pour ce taxon. Si vous avez compté 20% de vos carrés, multipliez le nombre d'organismes que vous avez compté par 5 pour estimer le nombre total d'individus de ce taxon.
10. Reportez le pourcentage de carrés sous-échantillonnés et le nombre total estimé d'individus que vous avez échantillonné pour ce taxon sur la *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés*

Questions fréquentes

1. Dois-je utiliser un filet avec des mailles de 0.5 mm ?

Oui, si des mailles trop grandes sont utilisées, les petits macroinvertébrés seront perdus de votre échantillon. Tout le monde doit utiliser la même taille de mailles pour les filets afin que les données soient comparables entre les sites.

2. Pourquoi avons-nous besoin d'échantillonner dans le plus d'habitats possibles ?

Pour avoir autant d'organismes différents que ceux qui sont présents. La variabilité dans les organismes trouvés peut être plus grande selon les habitats que selon les années. En échantillonnant beaucoup d'habitats, nous obtenons une meilleure idée de la biodiversité et de la santé de l'écosystème.

3. Que faire si nous voulons identifier les macroinvertébrés aux niveaux de la famille et des genres d'espèces ?

Vous êtes encouragés à le faire en utilisant les livres, les critères, les guides de manœuvres et les experts locaux pour vous aider. Vous pouvez écrire les informations sur une *Feuille de relevé de données d'identification des macroinvertébrés*, et sur des feuilles additionnelles si vous avez besoin de plus d'espace. Vous pouvez reporter ces données sur la page de la fiche de données du site de GLOBE.

4. Pourquoi ne comptons-nous pas les protistes et d'autres groupes comme les Gastrotriches?

Ces organismes jouent aussi un rôle important dans les écosystèmes aquatiques. Cependant, la plupart des espèces sont très petites. Très peu d'entre eux dépassent 0.5 mm, en dessous de cette taille, ils ne sont pas considérés comme des macroinvertébrés.

5. Pourquoi y a t'il différents niveaux d'identification pour différents groupes d'animaux?

La classification nous est très utile pour organiser les objets, les pensées et le monde. Cependant, tous les organismes ne rentrent pas proprement dans des groupes. Vous identifiez beaucoup d'organismes au niveau de l'ordre. Pour certains groupes, ce niveau d'identification requiert une connaissance extensive des traits

obscurs externes ou internes, ou nécessite l'utilisation d'un microscope très puissant pour regarder la forme des traits comme celle des minuscules poils. Le niveau taxinomique d'identification que nous vous suggérons est plus facilement accessible avec une puissance grossissante faible. Si vous appréciez la taxonomie et que vous voulez identifier les organismes selon les échelles de la famille, du genre, ou des espèces, alors faites-le et reportez les données sur le web.

6. Que devons-nous faire si le quadrat s'enfonce dans la vase et que nous ne pouvons plus le voir?

Vous pouvez attacher des flotteurs au quadrat ou simplement évaluez par vous-mêmes un périmètre d'1 x 1 m.

Suggestions de Lecture et de sites Web:

Un Guide des Invertébrés d'Eau douce Nord Américain. J. Reese Voshell, Jr. The McDonald & Company d'édition Woodward. Blacksburg, Virginie. 2002

Une Introduction aux Insectes aquatiques Nord américain. R. M. Merritt and K. W. Cummins (eds.). Compagnie d'édition Kendall/Hunt. Dubuque, Iowa 1996.

Entomologie aquatique : Le Guide Illustré des Insectes et de leurs Parents des Ecologistes et des pêcheurs. W. P. McCafferty. Editions Jones et Bartlett. Sudbury, Massachusetts. 1998.

Invertébrés d'Eau douce des Etats-Unis : des Protozoaires aux Mollusques. R. W. Pennak. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1989

Sauvez Notre Ruisseau (SOS).
[http://www.sosva.com/
download_the_field_sheets_for_th.htm](http://www.sosva.com/download_the_field_sheets_for_th.htm)

Protocole d'étude ECOSTRIMED: Evaluation biologique pour définir le statut écologique d'une rivière.
[http://geographyfieldwork.com/ECOSTRIME
D
%20Protocol%20Procedure.htm](http://geographyfieldwork.com/ECOSTRIMED%20Protocol%20Procedure.htm)

Deux bons critères d'identification des macroinvertébrés pour l'Amérique du Nord peuvent être obtenus dans l'Extension de

l'Université du Wisconsin/Département des
Ressources Naturelles, et peuvent être

reproduit pour des buts éducatifs et non-
lucratifs. Le premier est le "Critère de la vie
d'un Macroinvertébré dans la rivière" et l'autre
pondkey.pdf (comprend un peu de vertébrés)

est "Le critère de la vie dans un étang".
<http://clean-water.uwex.edu/wav/otherwav/>
[http://clean-water.uwex.edu/wav/other wav/
riverkey.pdf](http://clean-water.uwex.edu/wav/other wav/riverkey.pdf)
<http://clean-water.uwex.edu/wav/other wav/>

Protocole d'étude des macroinvertébrés d'eau douce – Analyse des données

Les données sont-elles cohérentes?

Quand vous regardez les types de taxons que vous avez enregistré, assurez-vous que les taxons sont présents dans votre région. Par exemple si vous vivez dans des latitudes plus hautes où les températures de l'eau sont relativement froides et que vous avez enregistré un taxon qui ne vit que dans les eaux chaudes, vous pouvez vous demander si vous avez identifié ce taxon correctement. Contrôlez votre spécimen représentatif pour vérifier votre identification.

Vérifiez pour voir si les taxons des macroinvertébrés que vous avez collectés peuvent être trouvés dans les types de substrats que vous avez échantillonnés. Si vous avez échantillonné dans un lac avec un fond vaseux et que vous avez trouvé principalement des libellules qui vivent typiquement dans les substrats rocheux, vous vérifierai alors votre spécimen représentatif pour être sûr.

Aussi, si vous trouvez en abondance un taxon rare, vérifiez à nouveau votre spécimen représentatif. Si vous êtes certains d'avoir identifié le taxon correctement, vous pouvez contacter un expert local d'un organisme gouvernemental ou d'une université parce que cela serait une information de grande valeur.

Qu'est-ce que les scientifiques recherchent dans ces données?

Les scientifiques regardent les données sur les macroinvertébrés pour connaître les différents types distincts des organismes présents et la variété des organismes (biodiversité). Il y a différents types de macroinvertébrés! Certains types de macroinvertébrés sont plus communément trouvés dans un type d'habitat que dans un autre. Par exemple les *Oligochaetères* (vers segmentés) peuvent être beaucoup plus abondants dans l'environnement d'un étang vaseux que dans un ruisseau graveleux alors que l'on trouvera une plus

faible abondance de *Plécoptères*.

Les scientifiques peuvent comparer les données chimiques de l'eau avec les données concernant les macroinvertébrés pour voir quels types d'échantillons peuvent être trouvés et les relier aux conditions de l'habitat comme les propriétés de l'eau mesurées dans GLOBE. Les scientifiques comparent les différents sites pour voir les échantillons que l'on trouve parmi eux, et ils observent le même site pour voir quels changements s'opèrent à travers les saisons et au fil des années.

Estimations de la biodiversité

Pour estimer la biodiversité, les scientifiques regardent à la fois le nombre d'organismes et le nombre des différents taxons. Le nombre de taxons différents est appelé *profusion*. Le nombre d'organismes est appelé *abondance*. Les scientifiques regardent également l'abondance relative des taxons; ceci est appelé *caractère*. Une haute profusion et un caractère élevé sont généralement considérés par les scientifiques comme l'indice d'une grande biodiversité. L'exemple ci-dessous illustre pourquoi à la fois le nombre de taxons et le nombre d'individus par taxon sont nécessaires pour estimer la biodiversité. Voici les données collectées par des étudiants dans trois ruisseaux:

Ruisseau 1	Ruisseau 2	Ruisseau 3
50 vers	25 vers	45 vers
50 sangsues	25 sangsues	50 sangsues
100 total	<u>25 larves de libellules</u> 15 larves de tricoptères 10 larves de scarabées 100 total	<u>2 larves de libellules</u> 2 larves de tricoptères 1 larve de scarabées 100 total

Ces trois ruisseaux ont un total de 100 organismes, mais leur diversité est différente. Les biodiversités sont plus grandes dans les ruisseaux 2 et 3 parce qu'il y a cinq sortes d'organismes (taxons), alors qu'il n'y a que deux taxons dans le Ruisseau 1. Cependant, dans le Ruisseau 3 il y a beaucoup de vers et de sangsues et seulement peu de larves de libellules, de sangsues et de scarabées. Dans le Ruisseau 2 il y a une distribution plus uniforme du total dans chaque

taxon. Dans cet exemple, le Ruisseau 2 est celui qui a la plus grande biodiversité puisqu'il a un plus grand caractère que le Ruisseau 3. La seule façon de connaître la biodiversité d'un ruisseau, d'un lac ou d'un étang est de compter tous les organismes. Généralement, c'est impossible! Donc les scientifiques prennent des échantillons, identifient et comptent les différents taxons de l'échantillon, comme vous l'avez fait, et utilisent des équations mathématiques pour calculer la biodiversité dans l'échantillon. La valeur de la biodiversité de l'échantillon est utilisée pour faire une estimation de la biodiversité de l'eau dans son ensemble.

Il y a beaucoup de formules mathématiques différentes que l'on peut utiliser pour estimer la biodiversité d'un échantillon d'organismes. L'Index de Shannon-Weiner (montré ci-dessous) est la formule la plus communément utilisée. Il combine le caractère et la profusion et atteint la valeur maximale quand toutes les espèces sont également distribuées. Les valeurs de l'Index Shannon-Weiner, aussi bien que les autres indices de biodiversité, peuvent être comparés parmi les différentes masses d'eau pour évaluer laquelle à la plus grande diversité d'organismes. En général, une plus grande diversité indique un écosystème plus robuste quand vous le comparez à des sites similaires, par exemple, une comparaison de deux petits ruisseaux dans le même bassin hydrographique.

Index de la Biodiversité de Shannon-Weiner:

$$BI = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

Où:

k = nombre de taxons trouvés, et

x_i = le pourcentage de taxons i

\log_2 = le logarithme à base 2

Donc, comparons les biodiversités des trois ruisseaux.

Ruisseau 1

Taxons	Quantité	x = Pourcentage (Quantité/total)	$\log_2 x$	$x \log_2 x$
Vers	50	50/100 = 0.5	-1	-0.5
Sangsues	50	50/100 = 0.5	-1	-0.5

$$DI = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

$$= -(-0.5 + -0.5) = 1$$

Ruisseau 2

Taxons	Quantité	x = Pourcentage (Quantité/total)	$\log_2 x$	$x \log_2 x$
Vers	25	0.25	-2	-0.5
Sangsues	25	0.25	-2	-0.5
Larves de Libellules	25	0.25	-2	-0.5
Larves de Tricoptères	15	0.15	-2.74	-0.41
Larves de Scarabées	10	0.1	-3.32	-0.33

$$\begin{aligned}
 & k \\
 \text{BI} &= -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i \\
 &= -(-0.5 + -0.5 + -0.5 + -0.41 + -0.33) = 2.24
 \end{aligned}$$

Ruisseau 3

Taxons	Quantité	x = Pourcentage (Quantité/total)	log ₂ x	xlog ₂ x
Vers	45	0.45	-1.15	-0.52
Sangsues	50	0.5	-1.00	-0.50
Larves de Libellules	2	0.02	-5.64	-0.11
Larves de Tricoptères	2	0.02	-5.64	-0.11
Larves de Scarabées	1	0.01	-6.64	-0.07

$$\begin{aligned}
 & k \\
 \text{BI} &= -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i \\
 &= -(-0.52 + -0.53 + -0.11 + -0.11 + -0.07) = 1.31
 \end{aligned}$$

Donc, l'index de la biodiversité du Ruisseau 2 est le plus grand, 2.24, suivi du Ruisseau 3 avec une valeur de 1.31 et ensuite on trouve le Ruisseau 1 avec une valeur de 1, ce qui confirme ce que nous pensions initialement.

Utiliser les macroinvertébrés pour indiquer dans quelles mesures la masse d'eau est stressée:

Les scientifiques qui étudient les systèmes écologiques sont souvent intéressés par ce qui arrive aux organismes quand ils sont exposés à différents types de stress. Les stress peuvent être causés par des événements naturels ou des activités humaines.

Un exemple de stress naturel dans un système aquatique est celui d'un gros orage qui provoque des inondations extensives. Beaucoup de macroinvertébrés peuvent mourir ou être emportés. L'inondation peut déposer de la vase dans des espaces principalement graveleux. Cela peut alors entraîner un changement dans les types de macroinvertébrés qui peuvent y vivre.

Les métriques des macroinvertébrés sont souvent utilisées pour examiner les types de stress qui affectent les masses d'eau. Les métriques sont définies aussi aisément que les caractéristiques calculables des données des macroinvertébrés qui réagissent au stress d'une manière prévisible. Les métriques sont conçues pour évaluer les réponses de la communauté des macroinvertébrés aux choses qui affectent leurs habitats. En associant les données d'abondance des différents taxons avec les caractéristiques comme les rôles écologiques de ces taxons dans l'écosystème et la tolérance au stress, on peut apprendre beaucoup à propos de l'écosystème aquatique.

Pour décrire la masse d'eau et voir jusqu'à quel point les macroinvertébrés peuvent vivre dans un habitat qui a subi certaines sortes de stress, les scientifiques analysent les données concernant les macroinvertébrés afin d'obtenir des métriques dans différentes catégories. Celles-ci incluent:

- mesures de la profusion,
- mesures de la composition,
- mesures de la tolérance ou de l'intolérance aux stress,
- mesures de l'alimentation,
- mesures des habitudes, et
- mesures du cycle de vie.

Ci-dessous se trouvent des explications concernant certaines de ces métriques utilisées. Il y en a beaucoup plus qui peuvent être trouvées dans des livres ou des revues.

Mesures de la profusion

La mesure de la profusion dans les rivières et les ruisseaux communément utilisée est celle du nombre d'*Ephéméroptères* (éphémères), de *Trichoptères* ou de *Plécoptères* trouvé dans un site. Pour les zones humides, les scientifiques regardent souvent le nombre d'*Hémiptères* (punaises d'eau), de *Coléoptères* (scarabées d'eau), et d'*Odonates* (demoiselles et libellules). L'abondance de ces taxons est censée baisser avec l'augmentation du stress.

Mesures de la Composition

Dans les rivières et les ruisseaux, le pourcentage de macroinvertébrés présents dans les échantillons qui sont les *Ephéméroptères* + *Trichoptères* + *Plécoptères* (%EPT) est utilisé. Dans les zones humides, les scientifiques regardent le pourcentage d'*Ephéméroptères*, de *Trichoptères*, de *Sphaeriidés* (palourdes fermées), et d'*Odonates* (%ETSD). Les pourcentages plus faibles indiquent un environnement stressé. Il serait intéressant de voir ce qui se passe pour ces pourcentages pendant ou après une année de sécheresse.

Les scientifiques mesurent le % de *Diptères* (moustiques, moucherons, mouches) ou le % de *Chironomides* (moucherons). Des études ont montré que les deux ont tendance à augmenter quand le stress augmente, par exemple, avec

l'augmentation des dépôts de vase et la diminution de l'oxygène dissout contenu.

Le % du Taxon Dominant (%DT) est le nombre d'organismes dans le taxon le plus abondant relatif au nombre total d'organismes dans l'échantillon. Les valeurs les plus grandes peuvent indiquer un environnement plus stressé où seulement un taxon peut prospérer.

Mesures de la tolérance/intolérance

On peut aussi comparer le pourcentage de taxons qui sont considérés comme tolérants à la perturbation avec le pourcentage des taxons qui y sont intolérants. Un ratio élevé de %tolérant/%intolérant indique un environnement plus stressé.

Mesures de l'alimentation

Nous pouvons apprendre beaucoup à propos d'un écosystème en regardant comment les organismes mangent. Dans les eaux rapides, les pourcentages de collecteurs, de filtreurs, d'omnivores et de charognards augmentent souvent avec le stress comme celui d'une sécheresse qui entraîne des eaux lentes et une baisse de la teneur en oxygène dissout, mais ils peuvent aussi représenter une communauté assez diversifiée dans les zones humides. Un changement d'herbivores et de filtreurs en charognards comme les vers peut indiquer que la sédimentation apparaît.

Mesures des habitudes

La mesure des habitudes souvent utilisée est le pourcentage des agrippants. Ces taxons ont des retraites ou des attaches qui leur permettent de rester à la même place dans des eaux courantes. Leur nombre baissent avec le stress.

Mesures des cycles de vie

Les mesures du cycle de vie renvoient aux organismes qui se développent rapidement et qui vivent peu de temps ou à ceux qui vivent longtemps. Beaucoup de taxons à courte durée de vie augmentent pendant que les taxons à longue durée de vie baissent. Certains taxons à courte durée de vie sont hautement saisonniers.

Comme vous le voyez, vos données permettent à vous et aux scientifiques d'explorer et d'apprendre un grand nombre de chose à propos d'environnements aquatiques spécifiques!

Exemple de projet étudiant

Deux écoles ont décidé de collaborer dans un projet prenant place dans un même bassin hydrographique. Ils voulaient en apprendre sur les types de macroinvertébrés que l'on trouve dans les ruisseaux des alentours et comment ces types et l'abondance des macroinvertébrés varient entre deux sites d'un même bassin hydrographique. Ils avaient prévu que les données concernant les macroinvertébrés seraient identiques entre les sites. Les étudiants étaient aussi curieux de voir si des différences seraient trouvées entre les échantillons du printemps et de l'automne d'un même site. Ils avaient prédit que les types de taxons des macroinvertébrés seraient différents entre les échantillons d'automne et de printemps, mais que les valeurs de la biodiversité seraient similaires.

Les sites furent choisis dans la partie du bassin hydrographique pouvant être atteinte en sécurité par les étudiants de chaque école.

Les étudiants ont coordonné leur collecte de données afin que les deux écoles aient collecté les macroinvertébrés le même jour et au même moment de la journée. Les échantillons ont été collectés à la fois en automne et au printemps, et les étudiants ont partagé leurs données. Chaque école a analysé les données séparément et elles ont comparé leurs résultats. Voici ce que les étudiants de l'école 1 ont fait.

A l'école 1, les étudiants ont collecté 270 organismes de 13 taxons différents en automne et 225 organismes de 10 taxons différents au printemps (Tableau 1). En automne, l'échantillon contenait beaucoup de *Tricoptères*, de *Chironomides* et d'*Oligochaetes*, et beaucoup d'autres taxons dans lesquels il n'y avait qu'un ou deux individus pour chacun. L'échantillon de printemps, cependant, contient une grande quantité de *Chironomides* et beaucoup de *Plécoptères*, d'*Ephéméroptères* et de *Tricoptères*. L'échantillon d'automne contient en général plus d'organismes.

Tableau HY-MA-1: Données d'Abondance des Macroinvertébrés, Nombre Total de Taxons et Nombre Total d'Organismes collectés par les étudiants en Automne et au Printemps pour les Deux Écoles.

	Ecole 1		Ecole 2	
	Automne	Printemps	Automne	Printemps
<i>Plécoptères</i>	4	37		
<i>Odonates</i> (libellules, demoiselles)	0	1		
<i>Ephéméroptères</i> (éphémères)	2	36		
<i>Pséphénoïdes</i>	2	0		
<i>Tricoptères</i>	51	31		
<i>Chironomides</i> (mouchecons)	126	96	29	100
<i>Oligochaetes</i> (vers)	80	20	80	74
<i>Turbellariés</i> (planaires)	1	1		
<i>Hirudineas</i> (sangues)	1	0		
<i>Gastéropodes</i> (escargots)	1	1	200	356
<i>Pélécyropodes</i> (palourdes)	1	1		
<i>Nématomorphes</i> (vers à crin)	1	0		
<i>Amphipodes</i>	0	1		
# Total d'organismes	270	225	309	530
# taxons	13	10	3	3

Quand les étudiants de l'école 1 regardent les données de l'école 2, ils remarquent rapidement de grandes différences entre leurs données. Bien que le nombre total d'organismes collectés en automne et au printemps par l'école 2 soit plus grand, l'échantillon ne contient que 3 taxons. De plus, les mêmes taxons, les Oligochaètes, les Chironomides et les Gastéropodes, se retrouvent dans les échantillons d'automne et du printemps. Donc, ils ont décidé de comparer les biodiversités.

En utilisant l'équation de la biodiversité de Shannon-Weiner, les étudiants ont calculé une estimation de la biodiversité de 1.83 en

automne et une biodiversité de 2.25 au printemps pour l'école 1. Voir tableau HY-MA-2. Ils ont reporté les données sur une feuille de calcul et ont effectué les calculs. Les valeurs de -1.83 et de -2.25 sont les totaux de ces colonnes. Multiplier ces valeurs par -1 donne les valeurs de la biodiversité.

Ils ont été très surpris d'avoir collecté un peu plus d'individus dans plus de taxons en automne comparé à ce qu'ils avaient échantillonné au printemps, et pourtant ils ont obtenu une estimation de la biodiversité plus élevée au printemps. Ils ont vérifié leurs calculs pour s'assurer qu'ils n'avaient pas fait d'erreurs.

Tableau HY-MA-2: Calculs de la Biodiversité pour les Données Collectées par l'école 1

Ecole 1	Automne				Printemps			
	Quantité	%	log ₂ (%)	% log ₂ (%)	Quantité	%	log ₂ (%)	% log ₂ (%)
Plécoptères	4	0.001	-6.08	-0.09	37	0.16	-2.60	-0.42
Odonates (libellules,demoiselles)					1	0.004	-7.81	-0.03
Tricoptères	51	0.19	-2.40	-0.45	31	0.14	-2.86	-0.39
Chronomides (moucheons)	126	0.47	-1.10	-0.51	96	0.43	-1.23	-0.52
Oligochaètes (vers)	80	0.30	-1.75	-0.52	20	0.09	-3.49	-0.31
Turbéllariés (planaires)	1	0.004	-8.08	-0.03	1	0.004	-7.81	-0.03
Hirudineas (sangues)	1	0.004	-8.08	-0.03				
Gastéropodes (escargots)	1	0.004	-8.08	-0.03	1	0.004	-7.81	-0.03
Bivalves (palourdes)	1	0.004	-8.08	-0.03	1	0.004	-7.81	-0.03
Nématomorphes (vers à crin)	1	0.004	-8.08	-0.03				
Amphipodes					1	0.004	-7.81	-0.03
Total				-1.83				-2.25

Les étudiants ont regardé les données de l'école 2 pour voir s'il y a un échantillon similaire. Ils ont été surpris de voir que plus d'individus ont été collectés au printemps qu'en automne (la tendance opposée de celle qu'ils avaient trouvé), et pourtant 3 taxons différents ont été trouvés à ces deux époques (Tableau HY-MA-3). Les valeurs de la biodiversité de l'école 2 ne changent pas significativement entre le printemps et l'automne (1.23 et 1.24)

et la valeur de la biodiversité de 1.24 est beaucoup plus bas que 1.83 ou 2.01, les biodiversités calculées pour l'école 1. Ces résultats les ont rendus curieux de trouver pourquoi il y avait de si grandes différences entre deux sites dans un même bassin hydrographique

Tableau HY-MA-3: Calculs de la Biodiversité pour les Données Collectées par l'école 2

Ecole 2	Automne				Printemps			
	Quantité	%	log2(%)	% log2(%)	Quantité	%	log2(%)	% log2(%)
Chronomides	29	0.009	-3.41	-0.32	100	0.19	-2.41	-0.45
Oligochaetes	80	0.26	-1.95	-0.50	74	0.14	-2.84	-0.40
Bivalves	200	0.65	-0.63	-0.41	356	0.67	-0.57	-0.39
Total				-1.23				-1.24

Pour voir quels facteurs peuvent entrer dans l'explication des différences entre les sites et les saisons, les étudiants ont regardé les mesures chimiques de l'eau prises au moment de l'échantillonnage des macroinvertébrés. Le tableau HY-MA-4 montre les données du pH, de la température et de l'oxygène dissout collectés en même temps que les échantillons des macroinvertébrés.

Tableau HY-MA-4: Données du pH, de l'OD et de la Température collectées en même temps que les échantillons

	Ecole 1		Ecole 2	
	Automne	Printemps	Automne	Printemps
pH	6.8	7	8.7	9.6
Température	11° C	14° C	10° C	16° C
Oxygène Dissout	8.5 ppm	8 ppm	7 ppm	5.7 ppm

Les valeurs du pH de l'école 2 étaient plus élevées que celles de l'école 1. Les valeurs du pH de l'école 1 étaient proches de la valeur neutre de 7 alors que les valeurs de l'école 2 étaient basiques. Les valeurs de l'automne et du printemps ont été identiques pour les deux sites. Cependant, un étudiant a observé que la différence de température entre l'automne et le printemps était plus grande chez l'école 2. La gamme de température de l'école 1 était de 3° C et de 6° C à l'école 2. Un autre étudiant s'est demandé si la différence de température ne venait pas du fait que les échantillons aient été collectés dans des jours différents ou dans des moments différents de la journée, mais ensuite il s'est rappelé que les deux écoles avaient fait attention à échantillonner en même temps. Concernant l'oxygène dissout, les étudiants

ont remarqué que la teneur en OD était plus basse chez l'école 2 à la fois en automne et au printemps.

Pour s'aider avec l'interprétation des données chimiques, ils ont regardé les gammes du pH, de la température, et de l'oxygène dissout nécessaire pour que les macroinvertébrés sélectionnés puissent vivre (voir les Tableaux HY-MA-5, 6 et 7). Ils ont aussi décidé de regarder les deux métriques, %Ephéméroptères, Plécoptères et Tricoptères (EPT) et le % des taxons dominants (TD).

Tableau HY-MA-5: Gammes* de pH requis pour les Macroinvertébrés Sélectionnés

TAXONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ephémères				XXXXX										
Plécoptères				XXXXX										
Tricoptères				XXXXX										
Escargots				XXXXXXXXXX										
Palourdes				XXXXXXXXXX										
Moules				XXXXXXXXXX										

* Les gammes de pH de 1-6 et de 10-14 sont incompatibles avec la plupart des macroinvertébrés

Tableau HY-MA-6: Gammes de Température requises pour les Macroinvertébrés Sélectionnés

TAXONS	Gamme Froide < 12.8°	Gamme Milieu 12.8 - 20° C	Gamme Chaude > 20°
Tricoptères	X	x	x
Plécoptères	X	x	
Ephémères	X	x	
Pséphénoides	X		
Scarabées d'eau		x	
Araignées d'eau		x	
Libellules		x	x

Tableau HY-MA-7: Gammes de l'Oxygène Dissout requises pour les Macroinvertébrés Sélectionnés

TAXONS	Gamme élevée 8-10ppm	Gamme Moyenne 4- 8ppm	Gamme Basse 0- 4 ppm
Plécoptères	X		
Pséphénoides	X		
Tricoptères	X	X	
Qques éphémères	X	X	
Libellules		X	
Vraies Punaises		X	
Demoiselles		X	
Moustiques			X
Moucheron			X
Vers Tubificides			X
Poumon/poche Escargots			X
Larves de Mouches			X

Ils ont comparé les valeurs du pH pour les macroinvertébrés montrés dans le Tableau HY-MA-4 avec les données collectés par les deux écoles. Le pH est plus élevé que le pH requis pour les éphémères, les Tricoptères et les Plécoptères dans le ruisseau que l'école 2 a échantillonné. De plus ils ont remarqué que le pH du ruisseau échantillonné par l'école 1 est sur l'extrémité de la gamme permettant aux palourdes de vivre et ils se sont demandés si c'était pour cela qu'il y avait peu de palourdes là-bas. A la différence, l'autre ruisseau contenait beaucoup de palourdes et un pH élevé.

Quand ils ont comparé les données de la température avec les gammes requises pour certains macroinvertébrés, les étudiants n'ont pas trouvé beaucoup de raisons pour les aider à expliquer pourquoi il y avait une telle différence dans les assemblages des macroinvertébrés d'eau douce. Peut être que les

températures fraîches ont pu expliquer pourquoi il n'y avait qu'une seule libellule trouvée par les étudiants de l'école 1 au printemps. Les étudiants ont ensuite examiné la teneur en oxygène dissout. Ils ont remarqué que les valeurs de l'OD les plus faibles trouvées par l'école 2 pourraient expliquer pourquoi aucun plécoptère et aucun pséphénoïde n'ont été trouvés. Ces deux taxons requièrent des concentrations d'OD de 8 ppm ou plus et les teneurs de l'OD dans le ruisseau étaient de 7 ppm et de 5.7 ppm.

Plus tard, les étudiants ont regardé les deux métriques, celle du % du taxon dominant (%TD) et celle du % Ephéméroptères + Plécoptères + Tricoptères (%EPT). Le tableau 7 montre les résultats de leurs calculs. Le ruisseau échantillonné par l'école 2 avait 0% EPT et un %DT plus élevé de 65% et de 67%. Pour les échantillons collectés pendant le printemps, l'école 1 a eu une valeur de 47% TD et l'école 2 a eu une valeur de 43%.

Tableau HY-MA-8: Calculs pour le % TD et le % EPT.

	Ecole 1		Ecole 2	
	Automne	Printemps	Automne	Printemps
Taxon Dominant	Chironomides	Chironomides	Gastéropodes	Gastéropodes
# taxon dominant	126	96	200	356
Nombre Total	270	225	309	530
% TD	$(126/270) \times 100$ = 47%	$(96/225) \times 100$ = 43%	$(200/309) \times 100$ = 65%	$(356/530) \times 100$ = 67%
E + P + T	56	74	0	0
% EPT	$(56/270) \times 100$ = 21%	$(74/225) \times 100$ = 32%	0	0

En prenant appui sur ce qu'un expert local leur avait dit, les faibles valeurs du %EPT et les valeurs élevées du %TD indiquent que les habitats subissent une sorte de stress, donc ils se sont demandés si le ruisseau que l'école 2 a échantillonné était stressé. Ceci est également défendable par la faible diversité que l'on y a trouvée. D'après les données chimiques de l'eau, ils ont pensé que le pH élevé, en particulier, était la raison principale de la faible diversité trouvée là-bas. Ils

étaient curieux de savoir pourquoi les valeurs du pH étaient si basiques et si la grande différence des valeurs du pH entre les ruisseaux était due à des causes naturelles ou des activités humaines. Ils étaient impatients de questionner les étudiants de l'école 2. Ils ont décidé d'examiner les données chimiques de l'eau collectées à travers l'année pour examiner les tendances ou les types. De même, ils étaient curieux de voir quel type pourrait émerger dans des échantillons collectés durant l'automne et le printemps prochains.

Protocole facultatif de titrage de salinité



Objectif général

Mesurer la salinité de l'eau en utilisant un kit de titrage de salinité

Objectif spécifique

Les étudiants utiliseront un kit de titrage de la salinité de l'eau sur un site d'hydrologie.

Compétences

Les étudiants seront capables de mesurer la salinité en utilisant un kit de chimie, de faire des hypothèses sur les raisons des changements de salinité et de donner des paramètres en vue de l'interprétation des données de salinité.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

L'eau est un solvant.

Les marées sont dues à la gravité.

Sciences physiques

L'eau a des propriétés caractéristiques, telles que sa densité ou sa solubilité.

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins peuvent être satisfaits.

Compétences scientifiques

Utiliser un kit de chimie pour mesurer la salinité

Imaginer et mener à bien des recherches scientifiques

Développer des descriptions et des explications en s'appuyant sur des preuves.

Chercher et analyser d'autres explications.

Faire partager ses procédures et ses explications.

Durée

10 minutes

Contrôle de qualité – 10 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Hebdomadaire

Contrôle de qualité effectué tous les 6 mois

Matériel et instruments

Kit de titrage de salinité

Fiche de relevé de données d'hydrologie

Fiche de relevé de la procédure de contrôle de qualité

Gants en latex

Pour le contrôle de qualité

Sel (NaCl)

Eau distillée

Balance

Eprouvette graduée de 500 mL

Préparation

Suggestion d'activités d'apprentissage :

Entraînement au protocole : Salinité

Les détectives de l'eau

Pré requis

Instructions sur comment lire une table de marées

Protocole facultatif de titrage de salinité – Introduction

Bien que de nombreux ions différents contribuent à la salinité de l'eau des océans, six ions représentent 99% de la matière dissoute. Dans l'océan, ces ions sont très bien mélangés et se trouvent dans des proportions presque constantes: chlore (Cl^-), 55,0%; sodium (Na^+), 30,6%; sulfate (SO_4^{2-}), 7,7%; magnésium (Mg^{2+}), 3,7%; calcium (Ca^{2+}), 1,2%; et potassium (K^+), 1,2%.

Comme ces ions sont dans des proportions presque constantes, on peut mesurer la concentration d'un constituant majeur et estimer ensuite la salinité totale. Puisque le chlore est l'ion le plus abondant, c'est celui dont la concentration est la plus facile à mesurer précisément. La concentration en chlore, ou chlorinité, s'exprime en grammes de chlore par kilogramme d'eau de mer. La salinité peut être déterminée à partir de la chlorinité par la formule suivante :

Salinité (ppm) = chlorinité (ppm) x 1,80655

Procédure de titrage de salinité

La chlorinité est mesurée par titrage lors d'une procédure assez simple. Tout d'abord, un indicateur, le chromate de potassium, est ajouté à un volume d'échantillon mesuré avec précaution. Ce réactif produit une couleur jaune. Ensuite, une solution de nitrate d'argent de concentration standard est ajoutée en guise de titrant. L'argent réagit avec les ions chlorure dans l'échantillon pour former un précipité blanc, le chlorure d'argent. Quand tout le chlore a précipité, le reste de nitrate d'argent ajouté forme du chromate d'argent, de couleur rouge, ce qui produit la couleur rose-orangée finale.

La concentration de chlore est calculée à partir de la taille de l'échantillon, de la concentration et de la quantité de nitrate d'argent utilisé. Certains kits de test incorporent la formule de conversion, on peut donc lire directement la salinité. Ces kits ont des "titrateurs à lecture directe". A cause de la haute concentration des ions chlorures dans la plupart des échantillons, l'échantillon est souvent dilué dans de l'eau distillée/déionisée afin de rendre le titrage plus facile.

Certains types de kits de test (différents indicateurs, différentes solutions titrantes)

peuvent produire des changements de couleur différents, mais le principe est le même.

Support pour l'enseignant

Veillez regarder le protocole de salinité pour l'hydromètre pour des discussions sur la salinité et les marées.

Notes sur les kits de titrage de salinité

- Utilisez un kit test de titrage de salinité conforme aux Spécifications Instrumentales de Globe dans la boîte à outils. Les kits sont basés sur la technique d'addition d'un indicateur coloré à un échantillon suivie de l'addition d'un titrant acide goutte à goutte jusqu'à l'observation du changement de couleur.
- Comme toujours, lors de l'utilisation de produits chimiques et d'échantillons d'eau, utilisez des gants et des lunettes.
- Vous aurez besoin de lire et de suivre les instructions du kit de titrage de salinité. Les produits chimiques issus du titrage de salinité sont dangereux et il faudra s'en débarrasser proprement. Consultez les responsables de votre école pour connaître les procédures à suivre requises.

Conseils utiles

Quel instrument utiliser?

Hydromètre

Avantages

Facile et rapide à utiliser

Ne contient pas de chrome

Inconvénients

Fragile

Titrage de salinité

Avantages

Moins de maths à utiliser

Rôlé en chimie

Inconvénients

Contient du chrome

Prend plus de temps pour faire les mesures

Questions fréquentes

1. Comment se fait-il que la manipulation par la méthode de titrage de salinité mesure 38,6 ppm alors que la manipulation par la méthode par hydromètre mesure 35 ppm? Les manipulations sont faites exactement de la même façon.



La mesure de l'hydromètre est basée sur la densité effective de l'eau de l'océan. Lors de la mesure par titrage, vous ne mesurez que les ions chlorure. Dans l'eau de mer, les ions chlorure et les autres anions sont en proportion constante, ce qui est pris en compte dans les valeurs que vous obtenez quand vous mesurez la salinité de l'eau des océans. Ces autres anions ne sont pas présents dans la manipulation. Pour calculer la salinité de l'eau de mer à partir de 17,5g de NaCl dans 500mL (35 ppm de NaCl), vous avez besoin de prendre en compte la composition moléculaire de NaCl. Le pourcentage de la masse de Cl par rapport à celle de NaCl est de 61%. Ainsi, $35 \text{ ppm} \times 0,61 = 21,35 \text{ ppm}$ de chlorinité pour l'échantillon. Les kits ont été construits pour utiliser le fait que les ions chlorure et les autres anions sont en proportion constante pour convertir la valeur de la chlorinité en une valeur de salinité. Pour cela, la valeur de chlorinité en ppm (ici 21,35) est multipliée par un coefficient constant de 1,80655. $21,35 \text{ ppm} \times 1,80655 = 38,6 \text{ ppm}$.

Procédure de contrôle de qualité pour le protocole facultatif de titrage de salinité

Guide de laboratoire

But

Vérifier vos connaissances en matière de titrage chimique.

Matériel

Kit de test de titrage de salinité	Eau distillée
<i>Feuille de relevé des données sur le contrôle qualité</i>	Ruban adhésif
Gants en latex	Eprouvette en plastique de 500 mL
Bouteille en plastique d'un litre	Balance
Sel de table	

Mode opératoire

Manipulation d'obtention de la solution de 38,6 ppm

1. Pesez 17,5g de sel de table (NaCl) avec la balance.
2. Versez le sel dans l'éprouvette de 500 mL.
3. Remplissez l'éprouvette d'eau distillée jusqu'à la ligne des 500 mL.
4. Mélangez doucement le sel et l'eau jusqu'à ce que tout le sel soit dissous. Vous obtenez votre mélange de 38,6 ppm.

Note : Ce mélange peut être gardé jusqu'à un an dans une bouteille soigneusement fermée.

Vérifiez votre kit de test

1. Suivez les instructions de votre kit de test de titrage de salinité, en utilisant le mélange de 38,6 ppm au lieu d'un échantillon d'eau.
2. Notez la valeur obtenue après le test sur la *Feuille de relevé de données sur le contrôle de qualité*.
3. Si les valeurs de salinité dépassent de plus de 0,4 ppm, préparez de nouveaux mélanges et répétez les mesures

Protocole facultatif de titrage de la salinité

Guide de terrain

But

Mesurer la salinité de votre échantillon d'eau.

Matériel

Table de marée

Feuille de relevé de données hydrologiques

Kit de test de titrage de salinité

Gants en latex

Stylo ou crayon

Mode opératoire

Manipulation d'obtention de la solution de 38,6 ppm

1. Remplissez le haut de votre *Feuille de relevé de données hydrologiques*
2. Dans la partie Salinité de votre *Feuille de relevé*, notez les dates de marées haute et basse qui arrivent avant et après que vos mesures de salinité sont prises. Notez aussi l'endroit où ces événements ont lieu.
3. Mettez vos gants.
4. Suivez les instructions du kit. Pour titrer plus d'eau salée que 20 parties par milliers (ppm), vous aurez sans doute besoin de remplir de nouveau le titreur avec de l'acide. Notez bien la quantité totale d'acide utilisée (20ppm + quantité utilisée dans le titreur rempli à nouveau).
5. Notez la salinité en ppm dans la *Feuille de relevé de données hydrologiques*
6. Demandez à deux autres étudiants de répéter les étapes 3 à 6, en notant leurs mesures de salinité en tant qu'Observateurs 2 et 3.
7. Calculez la moyenne des trois mesures.
8. Les trois mesures ne doivent pas différer de plus de 1 ppm de la moyenne. Si c'est le cas pour une ou plusieurs des observations, recommencez-les et calculez la nouvelle moyenne. Si les mesures ne diffèrent toujours pas de moins d'1 ppm de la nouvelle moyenne, dites à votre professeur qu'il doit y avoir un problème.

Mettez tous les liquides issus de la manipulation dans des bouteilles-poubelles et donnez-les à votre professeur pour qu'il s'en débarrasse proprement

ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE



La marche de l'eau*

Les étudiants se familiarisent avec le site de l'Etude de l'hydrologie.

Modélisation du bassin versant

Les élèves construisent un modèle en 3 dimensions d'un bassin versant, comprennent comment l'eau s'y écoule et comment elle est déviée lors d'une modification de terrain.

Pratique des protocoles*

Les élèves s'entraînent en classe à utiliser des instruments et des kits conformément aux protocoles, explorant la gamme de mesures et les sources de variation et d'erreur.

Les détectives de l'eau*

Les élèves apprennent à utiliser leurs sens pour l'observation et à apprécier la nécessité d'instruments pour recueillir des données.

Le jeu du PH

Les élèves créeront des échantillons à partir d'eau, de terre, de plantes et d'autres éléments naturels pour mieux comprendre l'importance des niveaux de pH.

Modélisation du bilan hydrique

Les élèves modélisent les variations de l'emmagasinement des eaux dans le sol au cours d'une année.

* Voir la version complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site web GLOBE et sur le CD-ROM.

La marche de l'eau



Objectif général

Devenir familier avec l'hydrologie du site local.

Objectif spécifique

Les élèves iront étudier et visiter le site d'étude hydrologique, conduiront une véritable enquête pour collecter des informations à propos de la surface locale du sol, de la qualité de l'eau et ils documenteront leurs découvertes. Ils utiliseront cette enquête initiale pour poser des questions à propos du sol et/ou de la chimie de l'eau, qui pourront nécessiter une enquête plus approfondie.

Compétences

Les étudiants apprendront diverses méthodes de découverte comme la recherche en librairie, sur le terrain et par interviews.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les sols ont des propriétés telles que la texture, la couleur ou la structure ; Ils peuvent soutenir la croissance de beaucoup de types de plantes.

Les sols sont constitués de roches érodées et de matières organiques décomposées

L'eau est un solvant.

L'eau circule à travers la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère.

Les reliefs sont le résultat de forces constructives et destructrices.

Chaque élément sur Terre se déplace à travers différents réservoirs.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent survivre seulement dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre possède de multiples environnements qui permettent des combinaisons différentes d'organismes vivants.

Les organismes changent l'environnement dans lequel ils vivent.

L'être humain peut modifier son environnement. Tous les organismes vivants doivent être capable d'obtenir et d'utiliser les ressources de l'environnement en changement constant que constitue leur habitat.

Compétences scientifiques

Identifier les questions auxquelles il est possible de répondre.

Décrire et expliquer en utilisant des preuves.

Reconnaître et analyser des explications alternatives

Communiquer ses résultats et ses explications.

Durée

Une sortie sur le terrain plus 2-3 cours

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instruments

Du matériel de dessin pour faire des croquis du site

Compas

Règle graduée

Autres matériels possibles: appareil photo ou caméra, guide sur les plantes et animaux, jumelles

Préparation

Commencer à rassembler le matériel relatif à votre site hydrologique comme des cartes topographiques, des images satellitaires, des articles de journaux à propos des problèmes locaux d'eau. Un guide des plantes et animaux locaux.

Inviter en classe un expert local sur la question de l'eau (optionnel).

Pré requis

Aucun

Contexte

Votre site fait partie d'un bassin versant. Une ligne de partage des eaux délimite la région drainée par une rivière et ses affluents ainsi que d'autres ensembles hydrologiques. La région à l'intérieur d'une ligne de partage des eaux est appelée un bassin versant. La topographie d'une région détermine la forme de la ligne de partage et du bassin. Les éléments qui sont sur cette terre comme les villages, les autoroutes, l'agriculture ou les forêts ont une influence sur la chimie de l'eau à l'intérieur de la ligne de partage.

Beaucoup de facteurs peuvent changer les caractéristiques de l'eau dans un lac, une rivière ou un bassin. Les caractéristiques d'un système hydrologique comprennent sa forme, sa profondeur, la surface couverte, la terre environnante, les types de roches et de sols proches de l'eau et la forme et la surface du bassin versant. Les caractéristiques de l'eau comprennent sa température, sa composition, sa couleur, etc. Dans ce protocole, vous rassemblez des données sur la qualité de l'eau mesurée par les valeurs d'oxygène dissous, de pH, d'alcalinité et de conductivité électrique. Des recherches préliminaires et des observations de terrain amélioreront la faculté des étudiants à faire le lien entre les caractéristiques de la terre et celle de l'eau. Cette activité permet une première approche de votre site hydrologique.

Que faire et comment le faire

Demandez aux élèves leurs connaissances sur les caractéristiques de l'eau locale. Commencez avec des questions telles que : Y a-t-il un lac, une rivière, un bassin où vous allez régulièrement ? Quel est votre passe temps favori là bas ? Pourquoi est-il important à vos yeux ?

Demandez aux élèves de chercher des sites hydrologiques locaux ainsi que les problèmes d'eau que l'on y rencontre. Cela peut se faire en regardant des cartes pour identifier les points d'eau, en lisant des articles de journaux ou de périodiques, en lisant des rapports d'agences régionales ou nationales ou à partir d'autres sources écrites, d'interviews avec des habitants de la région à propos de ce dont ils se rappellent de votre site hydrologique ainsi qu'en discutant avec des experts locaux d'agences ou d'universités proches.

Organiser une sortie vers votre site hydrologique

Pour les niveaux débutants:

Pour les élèves les plus jeunes, le but est de les faire marcher autour du site de sorte qu'ils observent et posent des questions à propos de l'eau du site. Cela inclut l'observation de la direction de l'écoulement des rivières ou ruisseaux, la présence d'étangs ou de lacs, l'eau provenant de précipitations ou de sources et l'humidité du sol. Encouragez-les à se concentrer sur toutes les formes possibles d'eau qu'ils peuvent rencontrer. Collecter un échantillon d'eau. Demandez aux élèves d'observer la couleur de l'eau, ce qu'ils voient dedans, si l'eau est en mouvement et à quelle vitesse, ce qu'il y a près de l'eau, s'ils peuvent l'entendre quand il n'y a pas d'autres bruits, si elle a une odeur particulière, si elle est trouble ou pas, etc.

Faites dessiner et/ou prendre des notes à propos de l'emplacement et de la taille du site. Comparer l'emplacement de l'eau avec celui d'autres éléments sur le site comme les arbres, les collines, etc. Amenez les à se demander d'où peut provenir l'eau.

Pour les niveaux intermédiaires ou avancées:

Faites des équipes qui étudieront différentes parties du site. Par équipe, composée d'un journaliste, d'un dessinateur et d'un photographe, les élèves devront commencer à documenter ce qu'ils observent sur leurs zones. Quelles sont les odeurs, les apparences et la nature de l'eau dans leur zone ? Les terrains frontaliers devront être notés en tant que terrains urbains, agricoles, résidentiels, forêts ou terres humides. Les élèves doivent dessiner une carte contenant les contours généraux et les caractéristiques de leur partie en notant la faune et la flore dans et autour de l'eau. Quelle est la pente du terrain adjacent à leur cours d'eau ?

De retour en classe, les élèves devront rassembler leurs croquis et leurs cartes, regarder s'il existe des ressemblances, des différences et discuter des formes observées. En se basant sur ces observations, encouragez les élèves à se demander comment l'eau est arrivée ici, comment elle s'écoule sur le site d'étude, où elle part, et comment le terrain autour modifie les

propriétés de l'eau durant des périodes de pluies, de neige ou d'inondations. Quelles sont leurs questions ? Les noter sur une affiche sur un mur de la classe.

En plus de cela, vous pouvez demander aux élèves de discuter de quelques unes des questions suivantes :

Avez-vous vu un quelconque écoulement dans votre eau ?

Quelles sont les activités sur les terrains proches que vous avez observés ?

Comment pensez-vous que ces activités peuvent changer les caractéristiques de l'eau ?

Est-ce qu'elles peuvent modifier ses propriétés ?

Quelle était l'apparence de l'eau la plus souvent observée et qu'est-ce que cela peut indiquer à propos de cette eau ?

Y avait-il des preuves de l'utilisation de l'eau par l'homme ?

Y a-t-il des preuves de l'utilisation de l'eau par des animaux sauvages ou domestiques ?

Extensions de l'activité de base

Chaque semaine, vos élèves pourront retourner sur le site pour rassembler des données, se rappeler de leurs observations précédentes et noter les changements dans leur cahier de sciences.

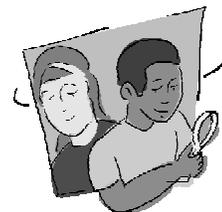
Les informations que les élèves rassemblent, peuvent devenir d'importantes archives pour la communauté. Les élèves devront utiliser les informations, images et autres données qu'ils ont rassemblé pour créer une archive permanente pour l'école concernant l'eau locale.

Les élèves peuvent aussi créer un « musée d'histoire naturelle » où ils exposeront les données rassemblées.

Evaluation des élèves

Demandez aux élèves de présenter de manière visuelle (affiche, maquette) ce qu'ils savent à propos du site hydrologique, y compris le terrain qui l'entoure et l'impact qu'il a sur l'eau et par conséquent sur les plantes, les poissons et les autres animaux qui dépendent de cette eau.

Modélisation du bassin versant



Objectif général

Introduire aux élèves ce qu'est un bassin versant et leur donner des réponses quant à son fonctionnement.

Objectif spécifique

Les étudiants construiront un modèle en 3 dimensions d'un bassin versant. Ils utiliseront ce modèle pour observer l'écoulement de l'eau, et manipuleront le modèle pour déterminer comment ces bassins évoluent.

Compétences

Les étudiants seront capable de:

- Définir ce qu'est un bassin versant et une masse d'eau commune;
- Donner des exemples montrant comment leur modèle se rattache au monde réel.
- Tirer des conclusions basiques à partir du modèle crée:

Par exemple, l'eau se déplace sur des pentes descendantes, Les collines séparent divisent l'écoulement de l'eau, les zones de faible altitude Emmagasinent l'eau, la qualité de l'eau est affectée par ce qui se trouve en amont.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

- Le sol de la terre a certaines propriétés de couleur, de texture et de composition; Il permet de faire pousser différents types de plantes.
- Le relief de notre planète est le résultat de forces destructives et constructives.
- Le sol est formé de pierres érodées et de matières organiques décomposées.
- L'eau circule au travers de la biosphère, la lithosphère, L'atmosphère et l'hydrosphère (cycle de l'eau).
- L'eau est un solvant.
- Chaque élément se déplace au sein de différents réservoirs qui sont la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Compétences scientifiques

Mettre en place des descriptions et des explications par l'expérimentation.

Faire part aux autres de ses hypothèses.

Durée

Une heure de classe

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instruments

Divers objets qui pourront être utilisés pour créer l'infrastructure de l'objet.

Les modèles utilisés à l'extérieur pourront utiliser : le sable, bois, pierre, etc.

Les modèles d'intérieur pourront utiliser des objets comme des seaux, boules, des rouleaux de tissus, etc.

Feuille de plastique (2 m x 2 m)

Un pulvérisateur d'eau

Des éponges

Un colorant naturel de couleur rouge

Un feutre permanent capable d'écrire sur du plastique ou du rouleau adhésif

Une carte topographique

Préparation

Aucune

Pré requis

Aucun

Introduction

Une bonne compréhension du principe d'un bassin versant est capital pour analyser les données du site de l'étude de l'hydrologie. La composition chimique de l'eau nous permet de retracer la vie des molécules avant qu'elles aient atteintes le lieu où les mesures sont réalisées. Cela inclue tout ce que l'eau amasse à cause des interactions physiques et chimiques avec les roches, les minéraux, le sol, et la végétation. L'eau est aussi affectée par les organismes aquatiques qu'elle rencontre. Beaucoup d'évènements d'origine naturelle ou humaine qui agissent sur cette terre peuvent agir sur la composition chimique de l'eau. Mais avant de les mettre en évidence, Nous devons trouver d'où cette eau provient. Cet endroit est appelé le bassin versant. La frontière entre deux bassins versants adjacents s'appelle la masse d'eau commune.

L'expérience montre que les rivières coulent dans des directions qui ne semblent pas intuitives aux élèves. Même les lycéens, mis face au problème, répondront souvent que les rivières coulent selon une des directions cardinales : Le sud ou l'est, par exemple. L'idée que l'eau est sujette à la gravité et qu'elle est canalisée par les éléments autour desquels elle passe est un concept important.

Grâce à la manipulation de leur maquette, les étudiants seront capable de comprendre comment le fluide s'accumule dans les masses d'eau communes. Ils seront capables aussi de prévoir ce qui se passera en modifiant la forme du bassin, et ainsi pouvoir tester leur prédiction.

C'est une excellente activité extérieure, bien qu'elle puisse être réalisée en classe. A l'extérieur, (par exemple dans un bac à sable ou dans l'herbe) les étudiants pourront librement faire couler de l'eau sans avoir peur de commettre une erreur. A l'intérieur, les enseignants voudront peut être couvrir le sol sous la maquette avec du film plastique pour palier à la moindre fuite. Certains voudront éventuellement créer leur propre bassin. On pourra le construire à partir de plâtre ou d'argile avant de le recouvrir d'un film plastique : le modèle sera alors

Comment fabriquer la maquette

1. Trouvez une zone d'un mètre carré pour construire le bassin versant. Cela peut être un dessus de table ou du contreplaqué selon que vous travaillez à l'intérieur ou dans de l'herbe / sable si vous travaillez dehors.
2. Vos étudiants et vous-mêmes devez ramasser les objets nécessaires, comme une feuille de plastique, des cailloux, des sceaux, des éponges, des pulvérisateurs à eau, et du colorant alimentaire.
3. Dites aux élèves de classer les objets trouvés à l'intérieur de la zone par taille croissante. Les objets les plus volumineux représenteront les montagnes. Les objets plus petits comme les sceaux et les boules deviendront des collines, des lacs, ou des champs.
4. Couvrir la zone entière et les objets par des feuilles en plastique. Dites leur d'ajuster à la main le plastique autour des objets. On obtient alors la représentation d'un paysage avec ses collines, vallées, et des connections en elles.
5. Faites leur prédire l'évolution du bassin en cas de pluie. Vers où l'eau se déplacera-t-elle? Ira-t-elle plus vite à certains endroits? L'eau s'accumulera-t-elle quelque part? Comment le savez vous?
6. Utilisez le pulvérisateur pour simuler la pluie au sommet de la plus haute montagne. Continuez jusqu'à ce que l'on puisse voir les flots, les rivières et les lacs se former.
7. Faites leur choisir sur leur modèle une zone où l'eau s'est accumulée : elle représentera leur site de l'étude de l'hydrologie. Repérer le site avec un marqueur, une pierre, ou un autre objet.
8. Demandez au élèves de simuler la pluie avec le pulvérisateur et posez leur des questions : D'où provient l'eau qui traverse le site d'hydrologie ? Par où l'eau s'échappe-t-elle du site? Quelles formes du paysage déterminent ce qui fait partie du bassin? Qu'est ce qui caractérise une masse d'eau commune? Expliquez aux élèves que les endroits où l'eau touche et traverse le site d'hydrologie font partie du bassin versant du site, et que la masse d'eau commune est la limite du bassin.

9. Demandez aux élèves: A quels endroits aurait-on pu construire votre école ? Où préféreriez vous que votre maison soit construite? Faites leur marquer ces zones avec un feutre ou un autre objet.
10. Faites leur imaginer les conséquences d'un changement de forme du paysage. Vous pouvez leur demander ceci:
 - a. Que se passe-t-il si on bloque l'arrivée d'eau à votre site? (utilisez une éponge pour créer le barrage).
 - b. Que se passe-t-il si l'on place une forêt en amont du site? (utilisez une large éponge plate pour représenter la forêt – elle aspirera une partie de l'eau comme le sol et la végétation)
Que se passe-t-il si on enlève cette forêt?
 - c. Que se passe-t-il si quelqu'un construit des usines très polluantes? (utilisez une petite éponge que vous tremperez dans du colorant alimentaire et disposez la à l'endroit de l'usine. Observez ensuite le déplacement du liquide avec la pluie.)
 - d. Que se passe-t-il si quelqu'un prélève l'eau d'un des ruisseaux pour l'irrigation ou pour des applications urbaines? (Créez des 'canaux' qui dévient une partie de l'eau du ruisseau vers un autre endroit.)

Extension de l'activité d'apprentissage

Découvrir les cartes topographiques

Cette activité aidera les étudiants à mieux comprendre les cartes topographiques. Vous aurez besoin d'un marqueur, d'un ruban, d'une règle et bien sûr d'une carte topographique.

Dites à vos élèves de:

1. Utiliser un marqueur ou des petits morceaux de ruban pour mettre en valeur les points de la carte qui se trouve à plus de 10 cm au dessus de la surface de la table ou du sol.
2. Utiliser un marqueur pour connecter tous ces points afin de faire un anneau autour de la partie du modèle se trouvant à plus de 10 cm au dessus de la surface.
3. Repérer les points se trouvant à plus de 20 cm de hauteur. Les connecter avec un marqueur pour faire un autre anneau.
4. Faire de même pour des points à 30, 40 et 50 cm. Répéter l'opération pour les plus hauts sommets.
5. Regarder ces anneaux par le dessus. Demandez aux élèves ce qu'ils remarquent. Sont ils concentriques ? (Les plus hauts à

des plus bas) Sont ils à la même distance les uns des autres ?

6. Reproduire ces anneaux sur une feuille de papier comme s'ils les voyaient par-dessus.
7. Examiner une carte topographique. Les anneaux ressemblent-ils à une ligne topographique ?

Définir une ligne de partage des eaux à partir d'une carte topographique

Dites à vos élèves de:

1. Identifier leur site de mesure de l'hydrologie sur une carte topographique. Retrouver la hauteur de ce site à partir de la carte.
2. Utiliser les lignes topographiques et les repères placés précédemment pour identifier les zones se trouvant au dessus de leur site.
3. Rechercher les dorsales ou les clivages. Ces dernières se trouvent aux sommets des montagnes ou à des endroits où l'altitude commence à diminuer. Demander leur de penser aux conséquences d'une chute d'eau située à cet endroit. L'eau coulerait-elle au travers de leur site d'hydrologie?

Evaluation des élèves

Après que les élèves aient complété leur maquette, demandez leur ce qu'il se passerait au niveau du site d'hydrologie si vous modifiez une partie du paysage.

1. Que se passerait il si vous déversiez du sel sur la montagne en amont de leur site?

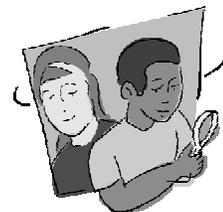
Que se passerait il si vous déversiez ce sel de l'autre côté de la montagne?

Dites à vos élèves d'utiliser le marqueur pour dessiner la masse d'eau commune de leur site d'hydrologie.

Faites leur expliquer 3 phénomènes qui pourraient avoir lieu dans leur bassin versant et qui affecter la température de l'eau, sa transparence, ou une autre caractéristique du globe.

Dessinez un ensemble de lignes fermées concentriques. Demandez leur de créer un petit modèle en argile basé sur le dessin. Demandez leur d'étiqueter le point le plus haut du dessin topographique. Demandez leur de trouver la pente la plus raide.

Pratique des protocoles



Objectif général

Apprendre aux étudiants à utiliser les instruments d'hydrologie et à collecter les données d'hydrologie avec exactitude.

Objectif spécifique

Les étudiants passeront à tour de rôle dans les ateliers de mesure pour chacun des protocoles d'hydrologie qui seront effectués par la classe. Ils s'entraîneront à utiliser le guide de terrain avec l'instrument ou le kit associé à la mesure faisant l'objet de l'atelier, en explorant les sources de variations et d'erreurs.

Compétences

Chaque étudiant devra correctement effectuer les mesures chimiques, indiquer les unités pour chaque mesure, identifier les fourchettes de valeurs approximatives pour chaque protocole, comprendre l'importance du contrôle de la qualité, et identifier les données anormales.

Sciences de la Terre et de l'espace

L'eau est un solvant.

Chaque élément se déplace entre différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère).

Sciences de la vie

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre a un grand nombre d'environnements variés où évoluent différentes combinaisons d'organismes.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier les environnements naturels.

Tous les organismes doivent pouvoir se procurer et utiliser des ressources tout en vivant dans un environnement en constante évolution.

Compétences scientifiques

Élaborer des explications à partir des observations effectuées. Trouver et analyser des explications alternatives.

Communiquer des procédures et des explications.

Utiliser des instruments pour collecter des données avec exactitude.

Durée

Une à quatre heures de cours, en fonction du nombre de protocoles réalisés.

Niveau

Varie selon le protocole

Matériel et instruments

- Fiches d'activité « Vos protocoles en pratique »
- Les Guides de terrains pour les Protocoles
- Une liste du matériel figure dans les Fiches d'activité pour les protocoles spécifiques.

Préparation

Demander aux étudiants d'apporter des échantillons d'eau à tester.

Pré requis

Il serait utile que la classe assiste au préalable à une démonstration des mesures. Les enseignants peuvent utiliser la vidéo GLOBE Hydrology pour montrer les points clés.

Contexte

Un plan d'assurance qualité et de contrôle qualité (AQ/CQ) est nécessaire pour assurer que les résultats des essais sont aussi exacts et précis que possible. L'exactitude fait référence aux proportions dans lesquelles une mesure s'approche de la vraie valeur. La précision fait référence à la capacité d'obtenir des résultats cohérents. Les exigences relatives à l'exactitude, la précision et la fiabilité impliquent la démarche suivante : étalonner, utiliser et entretenir consciencieusement le matériel d'essai en suivant scrupuleusement les consignes spécifiques du protocole, en répétant les mesures pour vérifier qu'elles se situent dans les limites acceptables et en contaminant le moins possible les échantillons, stocker les produits chimiques et le matériel d'essai en assurant la traçabilité des échantillons. L'ensemble de ces précautions vous permettra d'assurer que les données que vous avez collectées sont valides, exploitables et significatives.

Pour pouvoir analyser les données, les étudiants ont besoin de certaines connaissances de base concernant la nature des données recueillies, les attentes relatives aux paramètres et les sources d'erreur. Ces laboratoires fournissent aux étudiants des connaissances de base sur les données collectées dans le cadre des *Protocoles Hydrologie* de GLOBE en les encourageant à introduire des variables dans la procédure de collecte des données pour déterminer d'éventuelles erreurs enregistrées lorsque les variables ne sont pas contrôlées.

Préparation

Sécurité : Consultez les fiches de Données scientifiques sur le Matériel qui sont jointes aux kits et aux tampons. Consultez également les directives sur les procédures de sécurité de l'administration scolaire dont dépend votre établissement. Discutez de la sécurité du laboratoire avec les étudiants.

Organisez des ateliers de mesure pour chacun des protocoles que vos étudiants effectueront. La liste du matériel pour chaque atelier figure dans les *Fiches d'activité*.

Que faire et comment le faire

Répartissez les étudiants en plusieurs petits groupes, pas plus de trois ou quatre par groupe de façon idéale. Les étudiants devront chacun à leur tour lire les consignes, effectuer des mesures et enregistrer les données, tout en vérifiant le travail des autres.

Les étudiants tournent dans les différents ateliers, prennent connaissance des instruments et des protocoles et remplissent les *Fiches d'activité*. Le passage des étudiants dans tous les ateliers prendra plus ou moins de temps en fonction de la familiarisation des étudiants avec le matériel et du nombre d'ateliers mis en place.

Une fois le tour des ateliers effectué

Collectez toutes les *Fiches d'activité*. Demandez à chaque groupe d'étudiants de compiler les données de tous les groupes pour un protocole précis et de préparer un rapport. Ils devront :

Représenter les données sous la forme d'un graphique illustrant le concept de précision. Lorsque les mesures sont précises, les points sont proches les uns des autres. Discutez de la fourchette des mesures relevées et des variations entre les mesures ;

Discutez de la question de savoir pourquoi il y a des écarts ;

Tentez d'expliquer les éléments justifiant les étapes spécifiques des protocoles ;

Si des échantillons provenant de différents endroits ont été testés (voir *Extension de l'activité d'apprentissage de base*), aidez la classe à interpréter les résultats en plaçant les données sur une carte identifiant les sources d'eau et en considérant l'histoire de chaque échantillon.

Extensions de l'activité d'apprentissage de base

Demandez aux étudiants d'apporter des échantillons d'eau prélevés à proximité de leur domicile, en vue de les soumettre aux essais.

Demandez aux étudiants de concevoir des façons de tester d'autres variables susceptibles d'affecter les essais sur la qualité de l'eau.

Évaluation des étudiants

Fournissez aux étudiants le tableau suivant des données hydrologiques. (Nota : ces données NE proviennent PAS toutes du même plan d'eau). Dans la 3^e colonne, demandez aux étudiants d'indiquer (en répondant OUI ou NON) s'ils estiment que les données sont raisonnables.

Dans la 4^e colonne, demandez aux étudiants d'indiquer comment ils pourraient interpréter les données ou les sources possibles d'erreur dans le cas où ils auraient répondu NON à la 3^e colonne.

Tableau d'analyse

Type de données	Mesure	Raisonné? (Oui ou Non)	Observations: interprétation des données ou sources d'erreurs suspectées
Tube de turbidité	4 cm		
Température de l'eau	67 degrés		
Oxygène dissous	2 ppm		
pH	7,5		
Conductivité	140 µS/cm		
Salinité	35 ppm		
Alcalinité	350 ppm		
Nitrate	>10 ppm		

Tableau d'analyse (réaction des échantillons)

Type de données	Mesure	Raisonné?	Observations
Tube de transparence	4 cm	oui	L'eau doit contenir un grand nombre de particules en suspension. Il y a peut-être eu un apport de terre récent par des ruissellements ou il y a une prolifération d'algues microscopiques.
Température de l'eau	67 degrés	non	Trop élevée ! Peut-être que la lecture ne s'est pas faite avec la bonne unité (F° au lieu des C°)
Oxygène dissous	2 ppm (ou 2 mg/L)	oui	Valeur très faible. Il faudrait refaire cette mesure et si la valeur reste inchangée, essayer de déterminer pourquoi le niveau d'oxygène est si faible.
pH	7,5	oui	C'est une valeur optimale pour de nombreux animaux. Nous devrions suivre sa variation dans le temps.
Conductivité	140 µS/cm	oui	Valeur plutôt faible : il n'y a pas beaucoup de solides dissous dans cette eau.
Salinité	35 ppm	non	Devrait être en parties par milliers (et non par millions)
Alcalinité	280 ppm	oui	Système bien tamponné.
Nitrate	>10 ppm	non	C'est possible, mais il faudrait vérifier si c'est correct puisque la valeur est située au-dessus des niveaux de sécurité. Vérifier si les instructions pour des gammes de valeurs faibles ou élevées ont été respectées.

Protocole Transparence

Fiche d'activité

Cet atelier vise à mesurer la clarté de l'eau. Celle-ci est déterminante pour la capacité de pénétration de la lumière. La transparence de l'eau de votre site dépend de la quantité de particules en suspension dans l'eau. Les particules typiquement en suspension sont des argiles (provenant de l'érosion des sols) et des algues. La transparence peut varier en fonction du taux de croissance des algues qui varie avec les saisons, mais aussi en fonction du ruissellement dû aux précipitations, ou pour d'autres raisons. Comme les plantes ont besoin de lumière, la transparence est une mesure importante pour déterminer la productivité du site dont provient votre eau.

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o *Guide de terrain de la transparence*
- o Tube de turbidité
- o Gobelet en plastique
- o Échantillon d'eau dans un seau
- o Seau extrêmement propre
- o Cuillère pour mélanger
- o Boue ou argile (trois tas de 2 g)
- o Colorant alimentaire vert
- o Pipette
- o Papier millimétré

Procédure

1. Consultez le *Guide de terrain de la transparence*. Suivez les étapes dans l'ordre indiqué afin de déterminer la transparence de votre échantillon d'eau.
2. Dirigez-vous vers une partie de la pièce bien exposée à la lumière. Effectuez à nouveau la mesure.
3. Versez la moitié de l'eau dans le seau propre. Ajoutez 2 grammes de boue ou d'argile à l'eau, puis mélangez. Effectuez à nouveau la mesure avec cette eau. Ajoutez 2 grammes de plus de boue ou d'argile et répétez la mesure.
Ajoutez 2 grammes de plus et effectuez une fois de plus la mesure.
4. Jetez l'eau sale. Dans l'eau propre qui reste, ajoutez 2 gouttes de colorant alimentaire vert. Répétez la mesure. Puis recommencez en ajoutant 4 gouttes, puis 6 gouttes.
5. Faites un graphique avec sur l'axe Y la transparence (cm) et sur l'axe X la quantité (en grammes) de boue ou d'argile.
6. Faites un graphique avec sur l'axe Y la transparence (cm) et sur l'axe X le nombre de gouttes de colorant alimentaire vert.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
Eau dans le seau			
Tube placé dans un lieu bien éclairé			
Eau + boue (2 g)			
Eau + boue (4 g)			
Eau + boue (6 g)			
Eau + colorant vert (2 gouttes)			
Eau + colorant vert (6 gouttes)			

Protocole Température

Fiche d'activité

Cet atelier vise à mesurer la température à la surface de votre plan d'eau. La température des plans d'eau varie en fonction de la latitude, l'altitude, l'heure de la journée, la saison, la profondeur de l'eau, et de nombreuses autres variables. La température de l'eau est un paramètre important pour les processus chimiques, biologiques et physiques. Elle peut nous aider à comprendre ce qui se passe au niveau du plan d'eau sans mesurer directement des centaines de variables.

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o *Guide de labo. sur l'étalonnage des thermomètres*
- o *Guide de terrain de la température de l'eau*
- o Échantillon d'eau dans un seau
- o Eau distillée
- o Thermomètre(s)
- o Glace broyée
- o Montre ou pendule
- o Sel
- o Bêcher de 500-mL

Procédure

1. Étalonnez votre thermomètre à l'aide du *Guide de labo. sur l'étalonnage des thermomètres*.
2. Suivez les étapes du *Guide de terrain de la température de l'eau* pour mesurer la température de votre échantillon d'eau.
3. Versez 500 mL de glace broyée dans l'échantillon d'eau. Remuez jusqu'à ce que la glace soit fondue.
4. Placez le thermomètre dans l'eau refroidie pendant 5 secondes. Relevez la température.
5. Attendez 10 secondes de plus. Relevez la température.
6. Relevez la température après 3 minutes.
7. Retirez le thermomètre de l'eau. Lisez la température. Enregistrez le nombre de secondes qui s'écoulent avant que le thermomètre affiche un changement de température.
8. Placez le thermomètre dans l'eau pendant 30 secondes. Retirez le thermomètre de l'eau. Lisez la température. Placez le thermomètre devant un ventilateur ou dirigez le flux d'air sur le thermomètre. Enregistrez le nombre de secondes qui s'écoulent avant que le thermomètre affiche un changement de température.
9. Dans un bêcher mélanger 250 mL d'eau, 250 mL de glace broyée et une cuillerée de sel. Mesurer la température de cette solution salée.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
Température de l'échantillon d'eau			
Température de l'eau + glace après 5 sec.			
Température de l'eau + glace après 15 sec.			
Température de l'eau + glace après 3 min			
Temps écoulé jusqu'au changement de température			
Temps écoulé jusqu'au changement de température (avec le ventilateur)			
Température de l'eau + glace + sel			

Protocole Oxygène dissous

Fiche d'activité

L'oxygène moléculaire est indispensable à la survie de la plupart des organismes vivants. Les molécules d'oxygène se dissolvent dans l'eau. Les animaux aquatiques peuvent utiliser cet oxygène dissous pour respirer. Dans l'air, une vingtaine de molécules sur 100 sont des molécules d'oxygène. Dans l'eau, ce rapport est inférieur à 20 sur 1 000 000. Aussi l'oxygène est-il mesuré en parties par million (ppm). Les différents types d'organismes ont besoin de différentes quantités d'oxygène, mais de façon générale, les organismes aquatiques ont besoin d'au moins 6 ppm pour avoir une croissance et un développement normaux.

La température et la pression de l'eau influencent la quantité d'oxygène contenue dans l'eau. Lorsque l'eau a une teneur en oxygène maximale par rapport à sa température et sa pression (fonction de l'altitude), elle est dite en état « d'équilibre ». L'eau chaude ne peut pas contenir autant d'oxygène que l'eau froide. En altitude, où la pression est moindre, l'eau ne peut pas contenir autant d'oxygène qu'à des altitudes inférieures. Consultez ces modèles dans les tableaux de Température et d'Altitude de la fiche de contrôle sur la qualité de l'oxygène dissous.

La quantité réelle d'oxygène dissous dans l'eau peut être supérieure ou inférieure à la valeur d'équilibre. Les bactéries contenues dans l'eau utilisent l'oxygène lorsqu'elles digèrent les plantes ou animaux en décomposition. Ceci peut diminuer les niveaux d'oxygène dissous de l'eau. Pendant la photosynthèse, les plantes qui se trouvent dans l'eau produisent de l'oxygène, ce qui contribue quelquefois à augmenter les niveaux d'oxygène dissous.

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o *Guide de labo. sur le contrôle qualité de l'oxygène dissous*
- o *Guide de terrain de l'oxygène dissous*
- o Seau d'eau prélevée du robinet récemment
- o Échantillon d'eau permanent (prélevé immédiatement après avoir collecté de l'eau dans le seau)
- o Seau d'eau du robinet, laissée au repos pendant plusieurs heures
- o Kit(s) d'oxygène dissous
- o Eau distillée
- o Flacon à échantillon de 250-mL avec couvercle
- o Thermomètre

Procédure

1. Effectuez la procédure de contrôle qualité du kit d'oxygène dissous telle que décrite dans le *Guide de labo. sur le contrôle qualité de l'oxygène dissous*.
2. Dès que vous avez vérifié la façon de procéder et la qualité du kit, prélevez un échantillon d'eau du robinet et testez-le.
3. Effectuez le test avec l'échantillon d'eau prélevé que vous avez laissé stagner plusieurs heures.
4. Titrer l'échantillon permanent, préparé avec de l'eau douce prélevée du robinet un peu plus tôt dans la journée. Enregistrez le niveau d'oxygène dissous.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
Échantillon d'eau prélevé récemment			
Échantillon d'eau stagnante			
Échantillon d'eau permanent			

Protocole pH

Fiche d'activité

Cet atelier vise à indiquer l'acidité de l'eau. L'échelle des pH est comprise entre 1,0 (solution acide) et 14,0 (solution basique), une valeur de 7,0 correspondant à une solution neutre. L'échelle est logarithmique. Une variation d'une unité de pH revient à multiplier par dix la concentration acide ou basique. Par exemple, un changement de 7,0 à 6,0 indique que l'eau est dix fois plus acide ; un changement de 7,0 à 5,0 indique que l'eau est 100 fois plus acide.

Le pH d'un plan d'eau aide à déterminer les organismes capables de vivre dans ce milieu. Un grand nombre d'amphibiens, de larves d'insecte et d'autres organismes aquatiques sont très sensibles au pH de l'eau.

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o *Guide de terrain pour le protocole du pH*
- o Échantillon d'eau
- o Boîte de papier pH
- o Gobelets ou béciers de 100 mL pour les tampons et échantillons d'eau
- o pH-mètre(s)
- o Eau distillée
- o Tampons pour l'étalonnage du pH
- o Serviettes en papier
- o Glace
- o Sel

Procédure

1. Testez l'acidité de l'échantillon d'eau à l'aide du *Guide de terrain pour le protocole du pH (papier pH)*.
2. Ne faites pas l'étalonnage du pH-mètre. Suivez les étapes du *Guide de terrain pour le protocole du pH (pH- mètre)* pour mesurer le pH de l'échantillon d'eau.
3. Étalonnez votre pH-mètre en suivant les instructions jointes à votre instrument.
4. Suivez les étapes du *Guide terrain pour le protocole du pH (pH-mètre)* et mesurez le pH de l'échantillon d'eau.
5. Versez 50 mL de l'échantillon d'eau dans un gobelet. Placez le gobelet dans un bain d'eau glacée afin de refroidir l'eau de l'échantillon. Testez le pH de l'échantillon refroidi en utilisant à la fois le papier pH et le pH-mètre.
6. Versez 50 mL d'eau distillée dans un gobelet propre et testez le pH en utilisant à la fois le papier pH et le pH-mètre.
7. Ajoutez quelques grammes de sel à l'eau distillée, et testez à nouveau l'échantillon.
8. Ajutez quelques grammes de sel à l'échantillon d'eau du robinet, et testez à nouveau l'échantillon.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n° 2	Étudiant n°3
Échantillon d'eau – papier pH			
Échantillon d'eau – sans étalonnage			
Échantillon d'eau – après étalonnage			
Échantillon d'eau refroidi – papier pH			
Échantillon d'eau refroidi – pH-mètre			
Eau distillée – papier pH			
Eau distillée – pH-mètre			
Eau salée (distillée – papier pH)			
Eau salée (distillée – pH-mètre)			
Eau salée (du robinet – papier pH)			
Eau salée (du robinet – pH-mètre)			

Protocole de Conductivité électrique

Fiche d'activité

Cet atelier vise à mesurer la capacité d'un échantillon d'eau de véhiculer un courant électrique. L'eau pure est un mauvais conducteur. Mais les impuretés de l'eau, telles que des sels dissous, rendent l'eau conductrice. La conductivité sert à évaluer la quantité de solides dissous dans l'eau.

La mesure de la conductivité est exprimée à l'aide d'une unité appelée microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$). Des plantes sensibles peuvent être abîmées si elles sont arrosées avec de l'eau dont le niveau de conductivité excède 2200 à 2600 $\mu\text{S/cm}$. Pour les usages ménagers, il est préférable d'avoir une eau avec une conductivité inférieure à 1100 $\mu\text{S/cm}$.

Matériel

- Livret scientifique GLOBE
- Stylo ou crayon
- Conductimètre(s)
- Guide de terrain pour le protocole de conductivité*
- Échantillon d'eau
- Gobelets ou béciers de 100-mL pour les tampons et les échantillons d'eau (vinaigre, lait, soda, café, eau sucrée, édulcorant artificiel, eau glacée, eau salée)
- Eau distillée
- Serviettes en papier
- Papier millimétré
- Sel (deux tas de 1 g)
- Éprouvette graduée 100 mL
- Norme d'étalonnage

Procédure

1. Ne procédez pas à l'étalonnage du conductimètre. Testez la conductivité de l'échantillon d'eau à l'aide du *Guide de terrain pour le protocole de conductivité*.
2. Étalonnez le conductimètre.
3. Testez la conductivité de l'échantillon d'eau à l'aide du *Guide de terrain pour le protocole de conductivité*.
4. Ajoutez 1 g de sel à 100 mL d'eau distillée. Mesurez la conductivité.
5. Ajoutez 2 g de sel à 100 mL d'eau distillée. Mesurez la conductivité.
6. Mesurez la conductivité des autres échantillons : vinaigre, lait, soda, eau sucrée, eau avec un édulcorant artificiel, eau glacée, café.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
Échantillon d'eau douce - sans étalonnage			
Échantillon d'eau douce - étalonnage			
1 g de sel			
2 g de sel			
Vinaigre			
Lait			
Soda			
Eau sucrée			
Édulcorant artificiel			
Eau glacée			
Café			

Protocole de salinité

Fiche d'activité

Cet atelier vise à mesurer les sels dissous dans de l'eau salée ou saumâtre, en utilisant comme unité les parties par millier (ppm). La salinité peut varier avec les précipitations, la fonte des neiges, ou la proximité d'une source d'eau douce telle qu'une embouchure.

L'hydromètre est un instrument qui mesure la densité d'un liquide et dont le fonctionnement est basé sur le principe suivant : la perte de poids d'un corps flottant ou immergé dans un liquide est égale au poids du liquide déplacé. Plus le liquide est dense, moins l'ampoule chargée doit être immergée pour déplacer son propre poids.

Pourquoi faut-il relever la température de l'eau tout en lisant la valeur indiquée par l'hydromètre ? L'eau devient plus dense au fur et à mesure qu'elle s'approche de l'état de congélation. Puisque nous voulons mesurer l'effet des sels dissous sur la densité, nous devons contrôler la variable « température ».

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o *Table de conversion de la salinité*
- o Éprouvette graduée de 500-mL
- o Eau distillée
- o Hydromètre
- o Thermomètre
- o 20 g de sel (deux tas de 10 g)
- o Glace

Procédure

1. Remplissez à ras bord l'éprouvette graduée de 500 mL avec de l'eau distillée.
2. Placez délicatement l'hydromètre dans l'éprouvette d'eau distillée et lisez l'échelle.
3. Retirez l'hydromètre et ajoutez 10 g de sel. Mélangez.
4. Relevez la température de l'eau.
5. Remplacez l'hydromètre et lisez l'échelle.
6. Déterminez la salinité de l'échantillon d'eau à l'aide de la *Table de conversion de la salinité*.
7. Jetez l'eau de l'éprouvette, rincez avec de l'eau distillée, puis remplissez-la de glace. Complétez avec de l'eau distillée jusqu'à la graduation 500 mL.
8. Placez l'hydromètre délicatement dans l'éprouvette et lisez l'échelle.
9. Retirez l'hydromètre et ajoutez 10 g de sel dans l'éprouvette. Mélangez.
10. Relevez la température de l'eau.
11. Placez l'hydromètre délicatement dans l'éprouvette et lisez l'échelle.
12. Déterminez la salinité de l'échantillon d'eau à l'aide de la *Table de conversion de la salinité*.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
(2) Lecture de l'hydromètre – eau distillée			
(4) Température de l'eau – 10 g sel			
(5) Lecture de l'hydromètre – 10 g sel			
(6) Salinité (à partir de la table) – 10 g sel			
(8) Lecture de l'hydromètre – eau distillée, glace			
(10) Température – 10 g sel, glace			
(11) Lecture de l'hydromètre – 10 g sel, glace			
(12) Salinité de l'échantillon – 10 g sel, glace			

Protocole Alcalinité

Fiche d'activité

Cet atelier vise à mesurer l'alcalinité, en parties par million du carbonate de calcium, ce qui revient à mesurer l'aptitude d'un plan d'eau à résister aux variations du pH lors de l'adjonction d'acides. Des ajouts acides peuvent provenir de la pluie ou de la neige, ainsi que du sol dans certaines régions. L'eau devient alcaline en présence de roches telles que la calcite et le calcaire qui peuvent se dissoudre. L'alcalinité des eaux naturelles protège les poissons et les autres organismes aquatiques des changements subits du pH.

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o Kit d'essai de l'alcalinité
- o *Guide de labo. sur la procédure de contrôle qualité de l'alcalinité*
- o Norme sur l'alcalinité
- o *Guide de terrain pour le protocole de l'alcalinité*
- o Éprouvette graduée 100-mL
- o Eau distillée
- o Levure chimique (3 tas de 1g)
- o Vinaigre
- o Pipette

Procédure

1. Utilisez le *Guide de labo. sur la procédure de contrôle qualité de l'alcalinité* pour vérifier votre kit et la procédure.
2. Utilisez le *Guide de terrain pour le protocole de l'alcalinité* pour mesurer l'alcalinité de l'échantillon d'eau.
3. Ajoutez 1 g de levure chimique à un échantillon de 100 ml d'eau douce. Mélangez bien. Testez l'alcalinité.
4. Répétez l'étape (3) en utilisant 2 g de levure chimique, puis 3 g de levure chimique.
5. Ajoutez une goutte de vinaigre à un échantillon de 100 ml d'eau douce. Mélangez bien. Testez l'alcalinité.
6. Répétez l'étape (5) en utilisant 2 gouttes de vinaigre, puis 3 gouttes.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
Alcalinité de l'échantillon d'eau			
Alcalinité – 1 g levure chimique			
Alcalinité – 2 g levure chimique			
Alcalinité – 3 g levure chimique			
Alcalinité – 1 goutte de vinaigre			
Alcalinité – 2 gouttes de vinaigre			
Alcalinité – 3 gouttes de vinaigre			

Protocole Nitrate

Fiche d'activité

L'azote est l'une des trois principales substances nutritives indispensables aux plantes. La plupart des plantes ne peuvent pas utiliser l'azote sous sa forme moléculaire (N_2). Dans les écosystèmes aquatiques, les algues bleu-vert peuvent transformer l'azote en ammoniac (NH_3) et nitrate (NO_3^-), qui sont alors utilisables par les plantes. Les animaux mangent ces plantes pour se procurer l'azote dont ils ont besoin pour former des protéines. Lorsque les plantes et les animaux meurent, les molécules de protéine sont décomposées en ammoniac par des bactéries. D'autres bactéries oxydent alors l'ammoniac en nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-). Dans des conditions suboxiques, les nitrates peuvent être transformés en ammoniac (NH_3) par d'autres bactéries, recommençant le cycle de l'azote.

Les eaux naturelles présentent généralement un faible niveau d'azote (inférieur à 1 ppm d'azote des nitrates). L'azote provenant des excréments animaux, des plantes et des animaux morts en décomposition, est rapidement consommé par les plantes. Dans les plans d'eau présentant des niveaux élevés d'azote, il peut y avoir un processus d'eutrophisation de l'eau. Des niveaux d'azote élevés peuvent avoir une origine naturelle ou être liés aux activités humaines. Les canards et les oies contribuent largement à l'apport d'azote dans les plans d'eau qu'ils occupent. Parmi les sources d'azote liées à l'activité humaine, figurent les eaux d'égouts rejetées dans les rivières, les engrais rejetés dans les ruisseaux ou infiltrés dans les nappes phréatiques, et le ruissellement des aires d'engraissage et des basses-cours.

Les niveaux de nitrate sont mesurés en parties par million (ppm) d'azote des nitrates.

Souvenez-vous que les niveaux de nitrate peuvent évoluer avec le temps. Il est donc préférable de tester deux échantillons récents (moins de 2 h) ou des échantillons conservés au réfrigérateur.

Matériel

- o Livret scientifique GLOBE
- o Stylo ou crayon
- o Kit(s) de test pour les nitrates
- o Normes sur les nitrates
- o *Guide de labo. sur la procédure de contrôle qualité des nitrates*
- o *Guide de terrain pour le protocole des nitrates*
- o Engrais
- o Échantillon d'eau d'un aquarium

Procédure

1. Utilisez le *Guide de labo. sur la procédure de contrôle qualité des nitrates* pour contrôler votre kit et la procédure.
2. Mesurez le nitrate de votre échantillon d'eau à l'aide du *Guide de terrain pour le protocole des nitrates*.
3. Dissolvez quelques grammes d'un engrais riche en azote dans votre échantillon d'eau. Déterminez le niveau de nitrate.
4. Testez un échantillon d'eau prélevé dans un aquarium.

Échantillon	Étudiant n°1	Étudiant n°2	Étudiant n°3
Nitrate de l'échantillon d'eau			
Nitrate avec l'engrais			
Nitrate dans l'aquarium			

Les détectives de l'eau



Objectif général

Aider les étudiants à comprendre que certaines substances peuvent être identifiées de manière sûre avec nos sens. Pour d'autres substances, nous pouvons avoir besoin d'outils pour nous aider à les identifier.

Objectif spécifique

Les étudiants vont essayer d'identifier des substances mystérieuses contenues dans l'eau.

Compétences

Les étudiants vont utiliser leurs sens pour faire des observations et sauront expliquer pourquoi il est parfois nécessaire de recourir à des outils supplémentaires pour étendre vos sens.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

L'eau est un solvant.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Compétences scientifiques

Etablir des explications à partir d'observations.

Reconnaître et analyser des explications alternatives.

Communiquer des procédures et des explications.

Utiliser des instruments pour rassembler des données.

Durée

Une classe

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instruments

Pour chaque équipe de 4-5 étudiants :

4 verres en plastiques vides

4 cuillères ou pailles

Marqueurs pour numéroter les verres

Eau distillée ou du robinet

Feuille de travail Les détectives de l'eau

« Polluants » pour l'eau affectant chacun des sens.

N'importe quel aliment non toxique et non dangereux peut être utilisé, comme par exemple :

La vue : du colorant alimentaire jaune ou du café, de l'eau carbonée.

Le toucher : Soda de cuisine, sirop pur

L'odorat : vinaigre, jus d'orange/de citron

L'ouïe : eau carbonée

Préparation

Numérotez les verres de chaque groupe de 1 à 5.

Faites des photocopies de la *feuille de travail Les détectives de l'eau* pour chaque groupe.

Etablissez un poste de travail avec 4 verres d'eau distillée ou du robinet avec de petites quantités de polluants dans chacune d'elles.

Laissez des cuillères ou des pailles pour prélever de l'eau des verres.

Pré requis

Aucun

Contexte

Au cours du cycle hydrologique, l'eau en mouvement (précipitations, eaux de surface, eaux souterraines) érode constamment les continents. Une partie des matériaux érodés est transportée par les rivières ou les océans, à la fois sous la forme de solide en suspension (i.e. sable, argile, limon) et de substances dissoutes (i.e. sels). Elles peuvent être considérées comme des polluants naturels de l'eau et peuvent aller du calcaire dissous (carbonate de calcium) à des minéraux dissous qui contiennent des métaux lourds comme le plomb, le cadmium et le zinc. D'autres substances sont introduites dans le système hydrologique à travers l'activité humaine, comme par exemple l'huile, les eaux usées et les engrais et pesticides chimiques. Une fois que ces matériaux sont dans l'eau, toute forme de vie utilisant cette eau est sujette aux effets de ces substances. A l'issue du cycle de l'eau, l'eau s'évapore et laisse souvent derrière elle les matériaux qu'elle transportait.

Les scientifiques ont mis au point des tests afin de déterminer si un certain nombre de substances, bénéfiques ou destructrices, naturelles ou non, sont présentes dans l'eau. Ces tests font intervenir des outils pour mesurer des substances ou des propriétés que l'Homme ne peut pas sentir directement.

Que faire et comment le faire

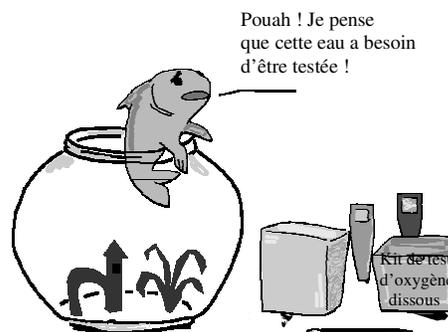
Discutez avec les étudiants de la manière dont ils utilisent leurs sens pour détecter des éléments de leur environnement. Discutez des avantages et des limites de chaque sens. Voici des questions auxquelles les étudiants pourront vouloir réfléchir :

Comment utilisons-nous nos yeux pour percevoir un danger ? Quand est-ce que notre sens de la vue ne marche-t-il plus très bien ? (Quand quelque chose est hors de notre champ de vision, dans l'obscurité ou quand c'est trop petit pour être vu par l'œil humain...)

Comment utilisons-nous nos oreilles pour percevoir un danger ? Quand est-ce que notre sens de l'ouïe ne marche-t-il plus très bien ? (Quand quelque chose ne fait pas de bruit, lorsqu'on n'écoute pas ou que l'on n'est pas attentif...)

Comment utilisons-nous notre nez pour percevoir un danger ? Quand est-ce que notre sens de l'odorat ne marche-t-il plus très bien ? (certains objets sont inodores, quand nous avons un rhume...)

Comment utilisons-nous le toucher pour percevoir un danger ? Quand est-ce que notre sens du toucher ne marche-t-il plus très bien ? (Quand un objet est loin, quand le toucher est dangereux...)



Prenez un verre d'eau d'un des postes de travail. Expliquez ce que le verre contient (de l'eau plus des substances connues). Demandez aux étudiants quels seraient les sens les plus utiles pour déterminer si l'eau est de l'eau du robinet inaltérée (bonne à boire) ? Tenez compte des avantages et inconvénients de l'utilisation de chacun des sens.

Discutez des bonnes procédures de laboratoire pour tester les substances à l'aide de vos sens.

Réaliser l'expérience

Expliquez aux étudiants que 4 des 5 verres contiennent un ingrédient mystérieux qui sera considéré comme un « polluant » pour l'eau. Vous pouvez vouloir montrer aux étudiants les boîtes d'« aliments mystères » que vous avez mis dans l'eau (sel, soda, etc.)

Les étudiants doivent repérer quels verres contiennent des polluants mystères et quel verre ne contient que de l'eau en utilisant leurs sens. Utilisez la Feuille de travail Les détectives de l'eau pour permettre aux étudiants de consigner leurs données.

Demandez aux étudiants quelles autres possibilités il y aurait pour déterminer ce qu'il y a dans l'eau. Présentez l'idée de l'utilisation d'outils et demandez des exemples de situations où l'on utilise des outils pour aider nos sens. Par exemple, ils peuvent penser aux détecteurs de fumée, aux microscopes, aux appareils auditifs, etc.

Présentez aux étudiants le papier pH en tant qu'outils de test de l'eau. Faites utiliser le papier pH aux étudiants pour qu'ils testent leurs verres d'eau. Que peut détecter le papier pH ?

Extension de l'activité d'apprentissage initiale

Présentez aux étudiants le papier pH en tant qu'outil de test de l'eau. Faites utiliser le papier pH aux étudiants pour qu'ils testent leurs verres d'eau. Que peut détecter le papier pH ?

Proposez aux étudiants de mettre au point leurs propres tests pour déterminer ce qu'il y a dans l'eau. Par exemple :

- Mélanger l'eau

- Ajouter d'autres substances susceptibles de réagir avec ce qu'il y a dans l'eau (vinaigre)

- Faire geler, bouillir ou évaporer l'eau

- Tester la densité

- Regarder la diffraction

- Regarder la conductivité électrique de l'eau

Débattez de la mesure dans laquelle les *Protocoles d'Hydrologie* GLOBE utilisent certains de ces principes pour obtenir des données sur l'eau.

Evaluation des étudiants

Demandez aux étudiants de :

Faire la liste de plusieurs substances qu'ils sont susceptibles de trouver dans l'eau de leur Site d'étude de l'Hydrologie

Expliquer pourquoi il est parfois nécessaire de recourir à des outils pour repérer des substances.

Deviner dans quelles mesures (formuler des hypothèses) certaines substances sont susceptibles d'affecter les être vivants dans l'eau.

Expliquer dans quelles mesures chaque sens est pratique pour examiner des types de matériaux différents.

Feuille de travail

Les détectives de l'eau

Nom : _____

Verres	 Voir	 Entendre	 Sentir	 Toucher	Test pH
1 un					
2 deux					
3 trois					
4 quatre					

- Observer** les verres. Mettez un X pour les verres qui ne ressemblent pas à de l'eau.
- Ecoutez** les verres. Mettez un X pour les verres qui ne font pas le bruit de l'eau.
- Sentez** les verres. Mettez un X pour les verres qui ne sentent pas comme l'eau.
- Touchez** les verres. Mettez un X pour les verres qui n'ont pas le même toucher que l'eau.

Quel verre ne contient que de l'eau? _____

Le jeu du pH



Objectif général

Enseigner aux étudiants les niveaux d'acidité des liquides et autres substances présents dans l'environnement de l'école afin qu'ils comprennent ce que le pH nous apprend sur notre environnement.

Objectif spécifique

Dans le jeu du pH, les étudiants mesureront le pH d'échantillons d'eau, de terre, de plantes et d'autres matériaux naturels provenant de différents lieux. Ils créeront différents mélanges afin de récolter différentes mesures de pH.

Compétences

Les étudiants identifieront le pH de substances communes, apprendront en quoi des pH faibles ou élevés peuvent être dangereux, et étudieront comment modifier un pH.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

L'eau est un solvant.

Chaque élément voyage dans différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère).

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Compétences scientifiques

Trouver des explications à partir d'observations.

Reconnaître et analyser des solutions alternatives.

Communiquer des procédures et des explications

Utiliser des instruments pour recueillir des données précises.

Durée

Une leçon pour la préparation.

Une leçon pour le jeu.

Niveau

Tous niveaux.

Matériel et instruments

Pour chaque équipe: (environ 4 élèves)

20 papiers indicateurs de pH

3 à 5 petites coupelles

Papier et stylos

Étiquettes pour accrocher les résultats au tableau de résultats

Pour la classe:

Tableau de résultats (une ligne pour chaque pH de 2 à 9 pour chaque équipe)

Énoncé des règles

Papiers indicateurs de pH

supplémentaires

Récipients remplis de solutions prêtes à être analysées

Préparation

Matériel de mesure de pH

Pré requis

Connaissance des mesures de sécurité en laboratoire

Support pour l'enseignant

Introduction

L'acidité (pH) a une influence majeure sur la végétation et la vie animale. Le pH dépend de différents facteurs. La contribution des roches et de la terre à la valeur du pH est le principal facteur naturel. Les activités humaines peuvent aussi y contribuer au moyen des rejets de substances basiques ou acides dans l'air, l'eau ou le sol. Par exemple, les pluies acides (qui se forment quand des composants acides rejetés dans l'air se combinent avec de l'eau dans l'atmosphère) relèvent des activités humaines et influencent fortement le pH. Les pluies acides peuvent en effet abaisser le pH des solutions aqueuses vers des valeurs dangereuses pour certaines espèces.

Comprendre le pH est important. Cette activité aidera vos étudiants à comprendre l'échelle des pH. Les étudiants de niveau plus avancé mélangeront des solutions acides et basiques pour produire des solutions de pH intermédiaires et apprendront aussi la relation entre l'alcalinité et le pH.

Préparation

Vous ou vos étudiants devez préparer divers mélanges et solutions acides et basiques provenant de matériaux naturels ou traités. Ces solutions doivent être étiquetées. Les ingrédients ainsi qu'une lettre doivent être mentionnés, mais pas la caractéristique acide ou basique de la solution. L'herbe fermentée, le jus de citron dilué ou concentré, le café noir, le vinaigre, le jus d'orange et les boissons non alcoolisées sont des exemples de solutions acides. L'eau salée, le shampoing, le bicarbonate de soude, l'eau chlorée, l'ammoniaque et le nettoyant pour four sont au contraire des exemples de solutions basiques. L'eau courante et des solutions terreuses peuvent aussi être utilisées. Les solutions terreuses sont produites en diluant de la terre dans de l'eau distillée. Vous pouvez aussi produire des solutions à partir de matériaux trouvés dans les environs de l'école comme de l'huile de moteur provenant d'une fuite, un liquide trouvé dans une bouteille jetée dans la nature, etc.

Tableau HY-pH-1

Equipes	pH								TOTAL
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Equipe 1									
Equipe 2									
Equipe 3									

Tableau HY-pH-2

Equipes	pH								TOTAL
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Equipe 1	1		1			1	1		4
Equipe 2		1		1				1	3
Equipe 3	1				1		1		3

Que faire et comment le faire ?

Rappeler aux étudiants la différence entre hypothèses et résultats. Les encourager à développer leurs propres hypothèses et à trouver un moyen de les tester avec des résultats. Le *guide d'implémentation pour les professeurs* dans le *guide des professeurs GLOBE* contient des conseils pour guider les étudiants dans leur recherche. Diviser la classe en différentes équipes.

Les Règles

1. Expliquer que l'objectif du jeu est que chaque équipe identifie des solutions ayant un pH entre 2 et 9.

Les étudiants doivent dessiner une échelle de pH de 0 à 14, mentionnant le pH 7 comme valeur neutre. Deux unités de pH doivent être espacées d'au moins 1cm. Ils doivent ensuite dessiner une case en dessous de chaque unité de pH pour des pH allant de 2 à 9.

Chaque équipe doit trouver des substances dont les pH correspondent à une case de l'échelle de pH.

2. L'enseignant doit dessiner la matrice HY-pH-1 sur le tableau de résultats (voir page précédente).
3. Un point est accordé pour chaque case remplie, même si l'équipe a trouvé deux échantillons ayant le même pH.
4. Les étudiants doivent noter toutes les informations contenues sur les étiquettes des solutions dont ils mesurent le pH en plus de la mesure.
5. Quand les étudiants sont prêts pour présenter un échantillon pour le tableau de résultats, ils soumettent au professeur leurs notes et leur échantillon.

Ils mesurent alors ensemble le pH avec un nouveau papier indicateur. Si le pH obtenu est le même que celui mesuré par les étudiants, l'échantillon est accepté et les points sont ajoutés au score de l'équipe. Le tableau HY-pH-2 est un exemple de tableau de résultats pour différentes équipes.

6. L'enseignant donne un nouveau papier indicateur de pH à chaque échantillon validé.

Extensions du jeu du pH

Niveau élémentaire

Pour donner une vue basique du problème, utiliser du sel et du sucre pour expliquer aux étudiants qu'une solution salée n'est pas forcément acide et qu'une solution sucrée n'est pas forcément basique. Les boissons comme le cola sont de bons exemples de liquides sucrés et très acides.

Niveau Intermédiaire

Rendre le jeu plus compétitif. Par exemple, accorder 5 points à l'équipe qui trouve ou crée en premier un échantillon ayant un pH donné, puis n'accorder qu'un seul point aux équipes trouvant ensuite une solution de même pH.

Augmenter la difficulté du jeu en limitant les matériaux de base utilisés aux seuls matériaux naturels.

Limiter le nombre de papiers indicateurs de pH donnés à chaque équipe et créer une règle permettant d'en acheter d'autres avec des points.

Niveau avancé

Demander aux étudiants quelles solutions doivent être mélangées pour produire une solution neutre (pH=7). Leur expliquer que le pH est une échelle logarithmique et qu'elle n'est pas additive (par exemple, mélanger des solutions de pH 6 et 7 en quantités égales produit une solution de pH 6,2 et non 6,5 ; bien qu'ils soient incapables d'en faire la différence si ils utilisent du papier pH). Faire tester aux étudiants leurs hypothèses en mélangeant certaines des solutions étiquetées et en notant leur pH. Quelle quantité de chaque solution a été utilisée ? Quel est le pH final ? Est-il plus faible ou plus élevé que ce à quoi ils s'attendaient ?

Expliquer le principe de l'alcalinité (capacité d'une solution à neutraliser un acide et ainsi maintenir un pH constant). Demander aux étudiants si il faut une quantité plus importante de solution acide pour abaisser le pH d'une solution très alcaline ou pour faire de même avec une solution peu alcaline quand les deux solutions ont le même pH de départ. Une plus grande quantité de solution acide sera bien sûr nécessaire pour abaisser le pH des solutions très alcalines. Faire débattre les étudiants sur l'alcalinité de différentes solutions. Faire le lien avec la capacité alcaline des sites hydrologiques.

Conduire une analyse similaire d'échantillons d'eau provenant de différents endroits. Comparer l'eau du robinet avec celle présente sur votre site d'étude. Comparer le pH de solutions obtenues en mélangeant de l'eau avec de la terre provenant de différents endroits.

Note: Pour des étudiants plus âgés, nous recommandons la présence d'un expert pouvant répondre à leurs questions.

Pour aller plus loin

Rechercher sur le site de l'étude hydrologique des éléments dans le sol, les roches ou la végétation qui influencent le pH de l'eau.

Essayer d'identifier et de quantifier les facteurs influant sur le pH et qui ne sont pas toujours observables sur le site de l'étude tels que les précipitations ou des éléments se trouvant en amont de votre site d'étude par exemple. Observer si le pH du site change au cours de la journée: la photosynthèse peut causer des variations de pH (même si elles seront trop faibles pour être mesurées avec la plupart des papiers pH).

Sens de l'analyse des étudiants

Après le jeu, s'asseoir avec les étudiants autour du tableau de résultats et identifier quels échantillons ils ont trouvés, où ils les ont trouvés, et quel est leur pH. Encourager les étudiants à expliquer eux-mêmes pourquoi différents échantillons présentent différentes valeurs de pH. Insister sur les différences entre les échantillons d'eau provenant de la terre, des roches, des surfaces artificielles, des lacs, des rivières, etc. Mentionner la capacité de neutralisation des acides (alcalinité) de certaines roches et l'influence des différents matériaux sur l'acidité. Demander aux élèves pourquoi il était difficile de trouver des échantillons présentant certains pH donnés alors qu'il était facile d'en trouver pour d'autres valeurs de pH.

Remerciements

Le jeu du pH a été créé et testé par l'équipe dirigeante de TEREZA, l'Association pour l'éducation relative à l'environnement (République Tchèque).

Modélisation du bilan hydrique



Objectif général

Modéliser le stockage de l'eau d'un sol pendant un an.

Objectif spécifique

Les étudiants créeront un modèle physique représentant l'équilibre de l'eau dans le sol en utilisant des verres pour représenter le sol. Ils utiliseront les données du serveur GLOBE pour calculer l'évaporation potentielle (la quantité d'eau demandée pour remplir au besoin mensuel), les températures moyennes mensuelles et les précipitations pour leur modèle. Ils construiront ensuite un modèle représentant l'équilibre de l'eau sur leur site de recherche.

Compétences

Les étudiants seront capables de créer un modèle d'un environnement physique et d'expliquer comment ce modèle peut être utilisé pour interpréter des données et faire des prédictions.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les sols ont des propriétés tel que la texture, la couleur, la structure, la consistance, la densité, le pH, la fertilité ; Ils peuvent soutenir la croissance de beaucoup de types de plantes.

Les sols sont constitués de minéraux et de structures organiques.

L'eau circule à travers la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère (Cycle de l'eau).

Compétences scientifiques

Identifier les bonnes questions. Préparer et mener une recherche.

Utiliser les instruments et les techniques appropriées.

Faire des descriptions et développer des théories en utilisant les observations.

Reconnaître et analyser des théories alternatives.

Communiquer les procédures et les théories.

Durée

Une classe pour calculer les différentes données

Une classe pour construire le modèle

Une classe pour tester les hypothèses

Niveau

Intermédiaire et avancé

Matériel et instruments

1^{ère} partie: Modèle physique

14 bécchers, verres ou éprouvettes graduées (de 20 à 25 cm de hauteur ou assez grande pour contenir les précipitations du mois le plus pluvieux du site modélisé).

Eau

Marqueur permanent rouge et noir

Règle

Donnée du serveur GLOBE ou de l'exemple qui suit.

2^{ème} Partie: Modèle mathématique

Données sur une année des précipitations, des températures et de l'humidité du sol.

Tableaux et graphiques de cette activité.

Préparation

Pour la partie 2, trouver des écoles qui ont les données appropriées sur le serveur GLOBE.

Pré requis

Techniques de calcul mathématique simples, savoir lire un graphique et utiliser le serveur GLOBE.

Contexte

La quantité d'eau stockée dans le sol de votre site de recherche peut être évaluée en créant un modèle de l'équilibre de l'eau. La quantité d'eau contenue dans le sol dépend de l'équilibre entre l'eau rajoutée par la pluie et l'eau perdue par évaporation ou évacuation. La somme de l'eau perdu par évaporation et évacuation s'appelle « l'évapotranspiration ». La quantité maximale d'évapotranspiration, le potentiel d'évapotranspiration, serait atteinte s'il y avait toujours de l'eau disponible. Car, par exemple en période de sécheresse, la quantité totale d'eau évaporée peut dépasser la quantité de précipitations, il n'y a plus assez d'eau pour satisfaire la demande.

Le contenu de l'eau du sol est un facteur clé pour la croissance des plantes dans votre terrain de recherche. Plusieurs éléments influent sur ce contenu, la température, l'ensoleillement, l'épaisseur des différentes couches et la quantité de précipitations. On peut penser que les mois de fortes précipitations sont aussi ceux où il y aura le plus d'éléments dans l'eau, ce n'est pas toujours vrai. Si la température est tellement élevée que toute l'eau s'évapore, un mois plus froid aura une dose plus élevée d'éléments dans l'eau. Les scientifiques étudient l'équilibre de l'eau sur les sites pour prévoir à quel moment les plantes sont susceptibles de croître et à quel moment elles peuvent avoir des manques d'eau.

Support pour l'enseignant

Préparation

Parler aux étudiants de l'importance de l'eau retenue dans les sols. Vous pouvez faire l'activité « En passant », pour montrer la capacité à retenir l'eau des différents sols.

Ce qu'il faut faire et comment le faire

Analyser les données de l'année 1999 du lycée Reynolds Jr Sr. L'Evapotranspiration Potentiel (EP) est la quantité d'eau qui serait perdu par évaporation ou transpiration s'il y avait toujours de l'eau dans le sol. Quand l'EP est plus faible que les précipitations, de l'eau est disponible pour les plantes. Quand l'EP est plus élevé que les précipitations, les plantes dépendent alors de l'eau stockée dans le sol. L'EP est calculée en utilisant, dans ce modèle, une formule mathématique qui prend en compte deux variables, la température et la durée d'exposition au soleil.

Faire répondre les étudiants aux questions suivantes en interprétant les données :

Durant quel mois les précipitations sont-elles maximales ? Minimales ?

Quel est le mois le plus chaud ? Le plus froid ?

Durant quels mois pensez-vous avoir des écoulements (trop d'eau pour être stocké dans le sol) ?

Durant quels mois pensez-vous avoir une pénurie d'eau pour les plantes ?

Données du lycée Reynolds Jr Sr, Greenville, PA, US, 1999

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Précipitation totale mensuelle (mm)	120	70	55	121	63	50	77	84	62	35	109	56
PE (mm)	0.0	0.0	0.0	42	85	118	141	109	83	36	20	0.0
Température moyenne mensuelle (°C)	-4.6	-0.7	-1.1	9.0	14.8	19.5	22.4	19.2	17.0	8.9	6.2	-1.6

1ère Partie – Un Modèle Physique

Créer votre modèle

1. Fournir aux étudiants douze Becher représentant les mois de l'année et les nommer de Janvier à Décembre (voir Figure HY-BA-1).
2. En utilisant les données du lycée Reynolds (ou d'autres données fournies), faire trouver aux élèves l'EP de chaque mois. Ils pourront utiliser une règle et un marqueur pour tracer une ligne sur chaque Becher indiquant l'EP en mm de chaque mois.
3. Ecrire sur un 13^{ème} Becher, stock. Faire une ligne à 100mm pour indiquer quand le stock est plein. Le 14^{ème} Becher sera utilisée pour les précipitations.

Utiliser votre modèle

Donner les instructions suivantes à vos élèves : trouver la quantité de précipitation pour Janvier dans le tableau. Mettre cette quantité d'eau dans le Becher pour les précipitations. Verser ensuite le Becher précipitation dans le Becher pour janvier en suivant les règles suivantes :

Règle 1: S'il y a plus de précipitations que ce dont vous avez besoin pour le mois, remplir le Becher pour janvier jusqu'à la ligne d'EP et le reste dans le Becher de stock.

Règle 2: Le Becher de stock peut être rempli jusqu'à 100 mm maximum. S'il reste de l'eau dans le Becher de précipitation, il faut la jeter.

Règle 3 : Si vous n'avez pas assez de précipitations pour remplir le Becher de janvier jusqu'à la ligne d'EP, compléter le Becher à l'aide de l'eau contenue dans le Becher de stock.

Règle 4: Si vous avez utilisé toutes les précipitations et que le Becher de stock est vide, faire un trait rouge sur le Becher pour janvier au niveau de l'eau. La différence entre le trait rouge et le noir représente le manque d'eau.

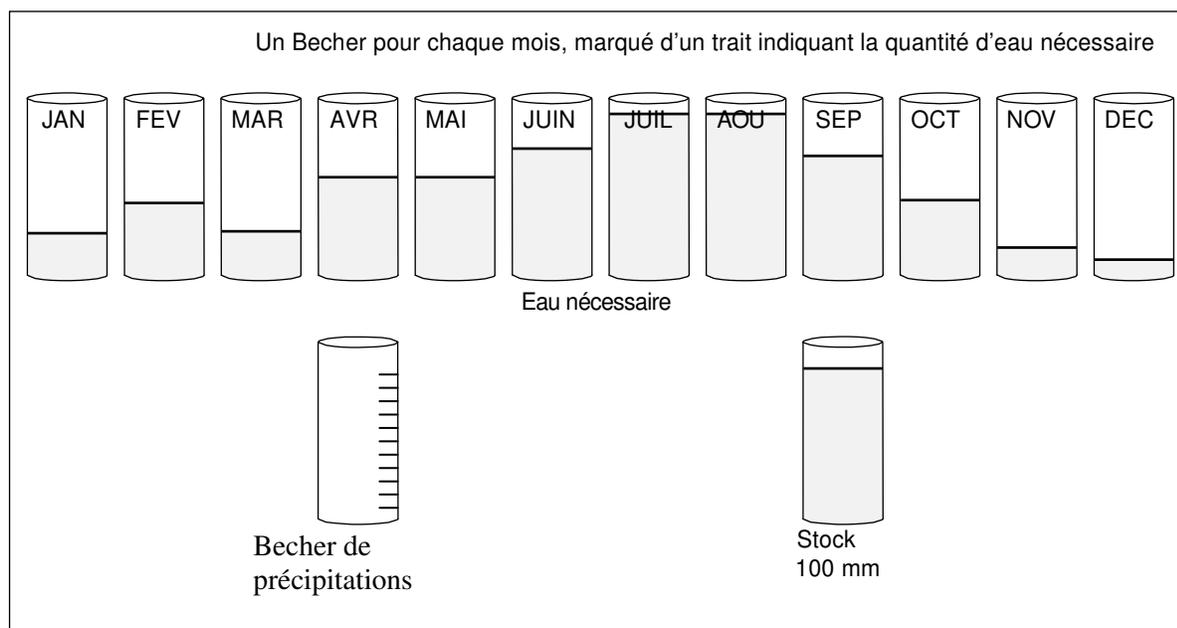
2. Refaire ces étapes pour chaque mois jusqu'à décembre.

Interpréter vos résultats

Poser aux élèves les questions suivantes,

1. Quels mois montrent un manqué d'eau? Cela est-il en encore avec vos hypothèses ? Y a-t-il de nouvelles variables que vous devriez prendre en considération pour former des hypothèses sur le manque du site ?
2. Les manques d'eau sont-ils toujours les mois où il y a le moins de précipitations?
3. Les manques d'eau sont-ils toujours les mois où il y a les plus hautes températures?
4. Durant quels mois peut-on s'attendre à des écoulements ?

Figure HY-BA-1: Créer votre modèle d'équilibre de l'eau



Tester ses hypothèses grâce au modèle

Demandez à vos élèves de former des hypothèses afin de prévoir comment l'équilibre de l'eau changera en fonction d'un changement des variables.

Faites leur considérer les possibilités suivantes :

1. Que se passera-t-il si l'hiver est particulièrement pluvieux? (Augmentation des précipitations pour un mois de l'hiver)
2. Que se passera-t-il si un été est particulièrement sec ? (Diminuer les précipitations pour un mois de l'été)
3. Que se passera-t-il si un été est particulièrement chaud ? (Augmenter l'EP pour tous les mois de l'été)
4. Que se passera-t-il si votre augmenter votre capacité à stocker l'eau ? (Augmenter le stockage possible à 150 mm)

Faites tester les hypothèses de vos élèves en changeant des valeurs dans le tableau et en refaisant le modèle.

Remarques : Faites commencer le modèle en Octobre. Les hydrologues définissent parfois le point de départ en Octobre (dans l'hémisphère nord), avant l'accumulation des neiges de l'hiver. Cela change-t-il le résultat ?

Aller plus loin

En utilisant la feuille de travail « Calcul de l'évapotranspiration potentielle utilisant des graphiques » ou les formules à la fin de l'activité, les élèves peuvent retrouver les EP de chaque école GLOBE en connaissant les données de température sur un an.

Faites utiliser aux élèves les données de leur propre école, ou trouver les données d'une autre école GLOBE pour examiner les différents équilibres de l'eau dans différents écosystèmes.

Faites analyser aux élèves l'équilibre de l'eau sur plusieurs années ? Cet équilibre change-t-il d'année en année ?

Partie II – Un Modèle Mathématique

Faites remplir aux élèves la feuille de travail « Tableau pour l'équilibre de l'eau » de leur propre site ou d'un autre site en utilisant les données GLOBE.

Faites suivre aux élèves les étapes suivantes pour remplir la feuille :

1. Trouver les précipitations totales mensuelles pour chaque mois et remplir la case précipitation du tableau

2. Trouver l'EP pour chaque mois et remplir la case EP du tableau. (L'EP peut être calculée grâce à la feuille de travail « Calcul de l'évapotranspiration potentielle utilisant des graphiques » ou à l'aide des formules en fin d'activité).

3. Trouver la différence entre les précipitations et l'eau nécessaire (EP) pour le premier mois.

- S'il y a plus d'eau que nécessaire, mettre la différence dans la case Eau en supplément
- Mettre la différence dans la case Stockage, en ajoutant le résultat avec ce qu'il y avait dans la case du mois précédent.

Remarques : Pour le premier mois, il n'y a pas de valeur à ajouter du mois précédent. Le stock ne peut pas excéder 100 mm. Mettre dans la case Evacuer l'excédent.

4. S'il y a moins d'eau que nécessaire mettre la différence dans la case Eau nécessaire supplémentaire.

Pour trouver la valeur de la case Stockage soustrayez : (Stockage du mois précédent) – (Eau nécessaire supplémentaire du mois en cours). Si la différence est supérieure à zéro, mettre ce nombre dans la case Stockage, si elle est inférieure mettre 0 dans stockage et la différence dans la case Manque.

Remarque : Les manques ne sont pas cumulatifs. Ne pas les ajouter à chaque nouveau mois.

5. Suivre l'étape 3 pour chaque mois.

Remarque: Les mois doivent être faits dans l'ordre.

6. Calculer l'eau totale perdue par évapotranspiration (EA) :

Si Précipitation > EP
alors EA=EP

Si Précipitation < EP
alors EA = EP- Manque

7. Tracer le graphique des précipitations, de l'évapotranspiration réelle(ER) et de l'EP pour votre site sur un graphique avec les mois en abscisse et les mm d'eau en ordonnée. Analyser le graphique et griser les parties où il y a un surplus d'eau, un manque d'eau, une évacuation de l'eau.

Feuille de travail « Tableau pour le bilan hydrique l'eau »

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Précipitation (mm)												
Evapotranspiration Potentielle (EP)												
Eau en supplément												
Eau nécessaire supplémentaire												
Stockage												
Manque												
Evacuation												
Evapotranspiration Réelle (ER)												

Aide pour remplir le tableau

Précipitation: Précipitation totale pour le mois

Evapotranspiration Potentielle (EP): Quantité totale d'eau qui aurait été perdue par évaporation et transpiration si toute l'eau nécessaire avait été disponible. Trouvez l'EP en utilisant la feuille de travail « Calcul de l'évapotranspiration potentielle utilisant des graphiques » ou les formules de fin d'activité.

Eau en supplément: Précipitation en excès par rapport à ce qui est demandé mensuellement

$$Eau\ en\ supplément = (Précipitation - EP)\ Quand\ la\ différence\ est\ positive.$$

Eau nécessaire supplémentaire: Eau à prélever du stock pour satisfaire la demande

$$Eau\ nécessaire\ supplémentaire = (Précipitation - EP)\ quand\ la\ différence\ est\ négative$$

Stockage : Eau stockée dans le sol. Le stock est toujours positif et inférieur la capacité d'absorption (qui est de 100mm pour ce modèle).

$$Stock = Stock\ (mois\ précédent) + Eau\ en\ supplément\ ou$$

$$Stock = Stock\ (mois\ précédent) - Eau\ nécessaire\ supplémentaire$$

Manque: Quantité d'eau manquante dans les précipitations ou le stock pour satisfaire la demande.

$$Manque = Eau\ nécessaire\ (mois\ courant) - Stock\ (mois\ précédent)\ quand\ la\ différence\ est\ négative$$

Evacuation: Eau perdue quand les précipitations sont supérieures à l'EP et que le stock est à son maximum.

$$Evacuation = 100 - (Eau\ en\ supplément\ (mois\ courant) + Stock\ (mois\ précédent))\ quand\ la\ somme > 100$$

Evapotranspiration Réelle (ER): Quantité d'eau réellement perdue par évapotranspiration.

$$ER = EP - Manque$$

Pour aller plus loin

Demander aux élèves :

1. D'examiner les données GLOBE de l'humidité du sol sur lequel vient d'être fait le modèle. Quel lien peuvent-ils trouver entre leur modèle et les données sur l'humidité ?
2. De faire un graphique de leur mesure de la chimie de l'eau. Y a-t-il des indications concernant un changement de l'équilibre de l'eau en corrélation avec un changement de la qualité de l'eau ?
3. D'utiliser leur modèle avec un été plus chaud ou un hiver plus pluvieux que la normale.
4. De réfléchir sur d'autres facteurs pouvant influencer sur l'humidité du sol, comme les plantes, le type de sol, etc. Comment pourraient-ils incorporer ces données dans leur modèle.

Faire réfléchir les élèves sur les hypothèses faites pour un modèle simple comme « la capacité de stockage est de 100 mm » ou « toute l'eau non retenue dans le sol est évacuée ». Comment ces hypothèses affectent-elles les résultats ? Comment pourrait-on améliorer le modèle ?

Exemple de réponse: Lycée Reynold Jr Sr, Greenville, PA, US, données de 1999)

Tableau complet du bilan hydrique

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Précipitation (mm)	120	70	55	121	63	50	77	84	62	35	109	56
Evapotranspiration potentielle (EP)	0	0	0	42	85	118	14	109	83	36	20	0
Eau en supplément	120	70	55	79							88	56
Eau nécessaire supplémentaire					22	68	64	25	21	1		
Stock	100	100	100	100	78	10					88	100
Manque							53	25	21			
Evacuation	20	70	55	79								44
Evapotranspiration réelle (ER)	0.0	0.0	0.0	42	85	118	87	84	62	35	20	0
Température (°C)	-4.6	-0.7	-1.1	9.0	14.8	19.5	22.4	19.2	17.0	8.9	6.2	-1.6

Tableau complet de l'évapotranspiration potentielle

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Température moyenne mensuelle (°C)	-4.6	-0.7	-1.1	9	14.8	19.5	22.4	19.2	17	8.9	6.2	-1.6
Index de chaleur (d'après l'équation)	0	0	0	2.4	5.2	7.9	9.7	7.7	6.4	2.4	1.4	0
EPN (d'après l'équation)	0	0	0	38.1	68.2	94.2	110.9	92.5	80.2	37.6	24.6	0
Facteur de Correction (d'après le tableau)	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
EP (EPN x FC)	0	0	0	42	85	118	141	109	83	36	20	0

En utilisant la méthode des équations (étape 2) – I est la somme des index de chaleur mensuelle. I = 43
 et m est un exposant calculé à l'étape 3a. m = 1.17

Méthode 1: Calculer l'EP en utilisant des graphiques

Feuille de travail « Calcul de l'évapotranspiration potentielle utilisant des graphiques »

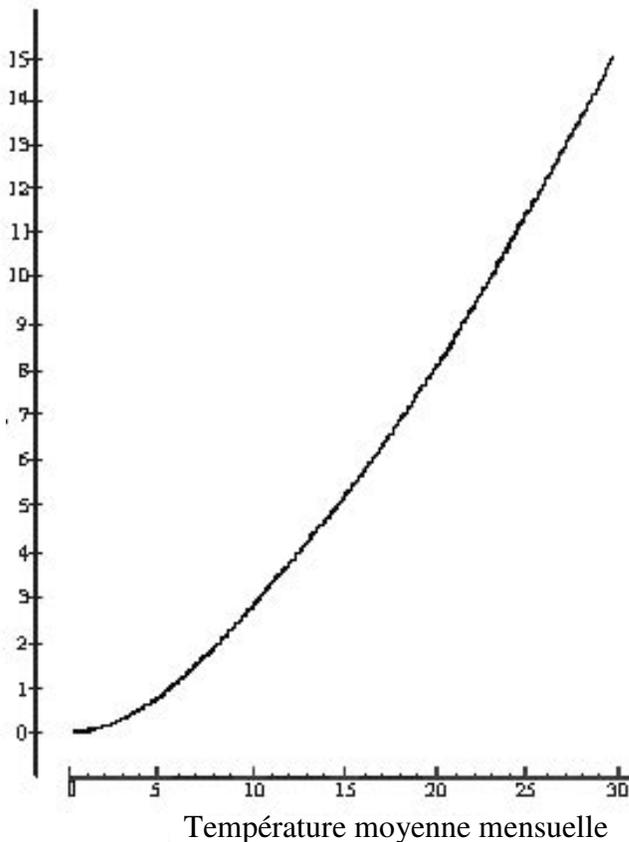
Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Température moyenne mensuelle (°C)												
Index de chaleur (d'après l'équation)												
EPN (d'après l'équation)												
Facteur de Correction (d'après le tableau)												
EP (EPN x FC)												

Etape 1

Trouver les températures mensuelles moyennes de votre site à l'aide du serveur de donnée GLOBE.

Etape 2

Trouver l'index de chaleur pour chaque mois en utilisant le graphique ci dessous.



Mois	Température moyenne mensuelle	Index de chaleur
Jan		
Fev		
Mar		
Avr		
Mai		
Juin		
Juil		
Aou		
Sep		
Oct		
Nov		
Dec		
Index annuel de chaleur _____		

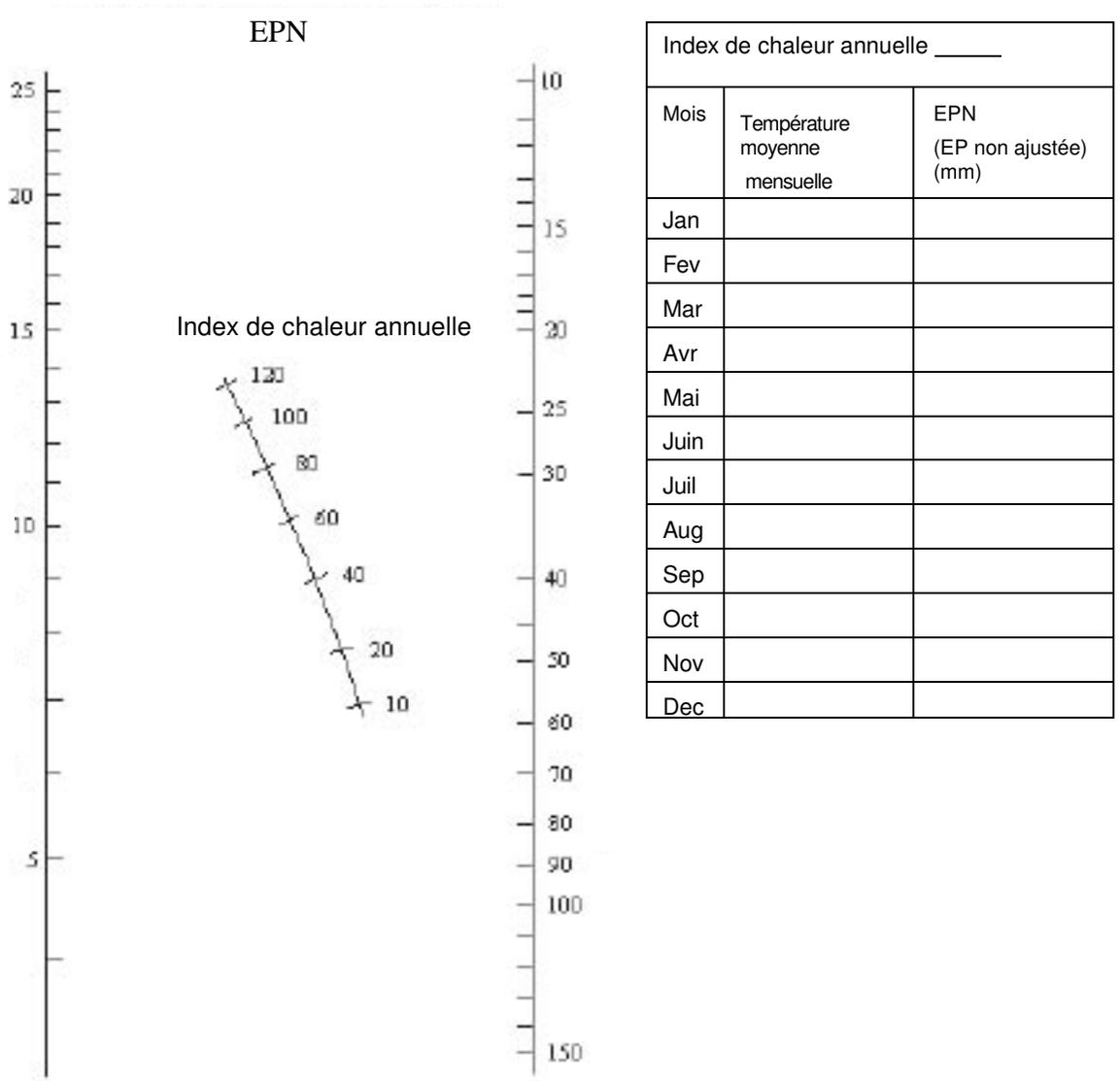
Etape 3

Additionner les index de chaleur mensuelle pour obtenir l'index de chaleur annuelle: ____

Etape 4

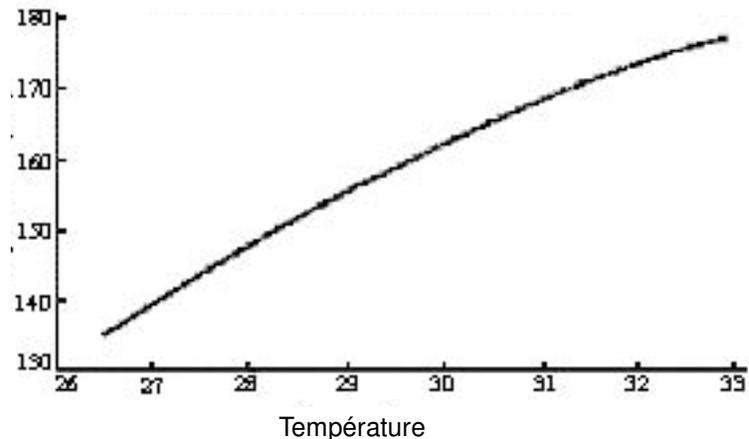
Utiliser l'index de chaleur annuelle et la température moyenne mensuelle de chaque mois pour trouver l'Evapotranspiration potentielle non ajustée (EPN) à partir du graphique ci-dessous.

Remarque : Si la température moyenne mensuelle est < 0°C, l'EPN est égale à 0. Si la température moyenne mensuelle est >25° C, utiliser le graphique « EPN pour les températures élevées ».



Remarque : Pour utiliser le graphique ci-dessus, trouvez votre température moyenne sur la gauche et votre Index de chaleur au centre, tracez une droite passant par les 2 points et lisez votre EPN sur la droite.

EPN pour les températures élevées



Remarque: Tracez une ligne verticale à partir des températures jusqu'à la courbe puis tracez une ligne horizontale à partir de la courbe jusqu'à l'axe des EPN. Par exemple, pour une température de 27°C on trouvera une EPN de à peu près 140 mm.

Etape 5

Trouver la latitude de l'école et noter le Facteur de Correction pour chaque mois en utilisant le tableau ci-dessous.

Facteur de Correction de l'Evapotranspiration Potentielle.

Latitude	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
10 N	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20 N	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
30 N	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
40 N	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
>50 N	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70
10 S	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
20 S	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15
30 S	1.20	1.03	1.06	0.95	0.92	0.85	0.90	0.96	1.00	1.12	1.14	1.21
40 S	1.27	1.06	1.07	0.93	0.86	0.78	0.84	0.92	1.00	1.15	1.20	1.29
>50 S	1.37	1.12	1.08	0.89	0.77	0.67	0.74	0.88	0.99	1.19	1.29	1.41

Etape 6

Multiplier le FC avec l'EPN pour trouver l'EP. Noter l'EP sur la feuille de travail pour l'équilibre de l'eau.

Méthode 2: Calculer l'EP en utilisant les formules

Les élèves plus âgés ou les écoles ayant des températures moyennes en dehors des intervalles des graphiques peuvent utiliser les formules qui suivent pour trouver l'EP.

Etape 1

Premièrement, calculer l'index de chaleur mensuel (i) pour chaque en utilisant la formule ci dessous

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1514} \quad \text{pour } T > 0$$
$$i = 0 \quad \text{pour } T \leq 0$$

où T est la température moyenne du en °C.

Etape 2

Faire la somme des 12 index de chaleur mensuelle pour obtenir l'index de chaleur annuelle (I)

$$I = i_{JAN} + i_{FEV} + i_{MAR} + \dots + i_{DEC}$$

Etape 3

a. Calculer d'abord l'exposant m qui sera utilisé plus loin, m est un nombre qui dépend de I, sa valeur est donnée par la formule

$$m = (6.75 \times 10^{-7}) I^3 - (7.71 \times 10^{-5}) I^2 + (1.79 \times 10^{-2}) I + 0.492$$

b. Pour obtenir l'EP non ajustée, utiliser la formule.

$$\text{EP non ajustée (millimètres)} = \begin{cases} 0 & T < 0^\circ\text{C} \\ 16\left(\frac{10T}{I}\right)^m & T \leq 0 \leq 26.5^\circ\text{C} \\ -415.85 + 32.24T - 0.43T^2 & T > 26.5^\circ\text{C} \end{cases}$$

où T est la température moyenne du en °C pour le mois considéré.

c. Une fois l'EPN calculée, utiliser le tableur de correction pour trouver l'EP ajustée.

*adapté de *Physical Geography Today: A Portrait of a Planet* (1978) Robert A. Muller and Theodore M. Oberlander, Random House: en utilisant la formule de Thornthwaite pour l'Evapotranspiration Potentielle

Méthode 1: Calculer l'EP en utilisant des graphiques

Feuille de travail « Calcul de l'évapotranspiration potentielle utilisant des graphiques »

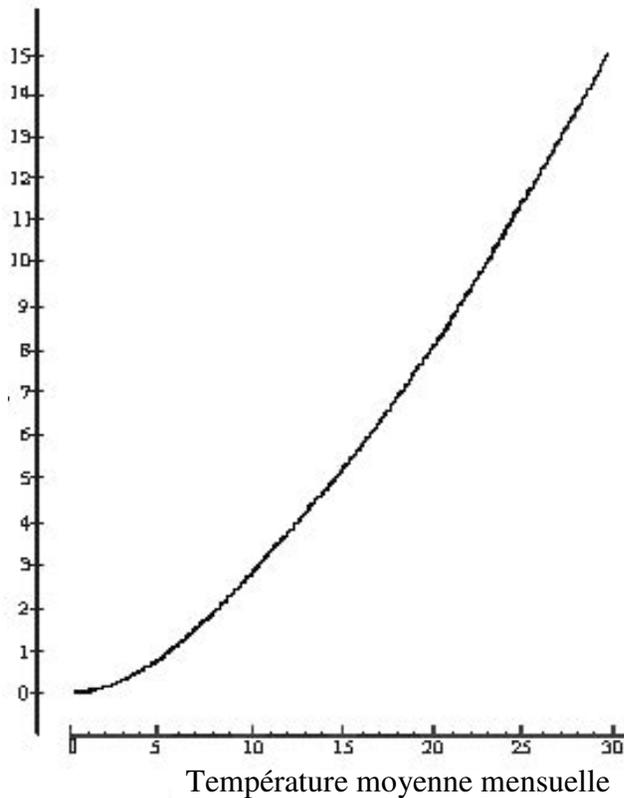
Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Température moyenne mensuelle (°C)	-4.6	-0.7	-1.1	9.0	14.8	19.5	22.4	19.2	17.0	8.9	6.2	-1.6
Index de chaleur (d'après l'équation)	0	0	0	38	66	91	108	89	78	37	25	0
EPN (d'après l'équation)	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
Facteur de Correction (d'après le tableau)	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
EP (EPN x FC)	0	0	0	42	82	114	137	105	81	36	21	0

Etape 1

Trouver les températures mensuelles moyennes de votre site à l'aide du serveur de donnée GLOBE.

Etape 2

Trouver l'index de chaleur pour chaque mois en utilisant le graphique ci dessous.



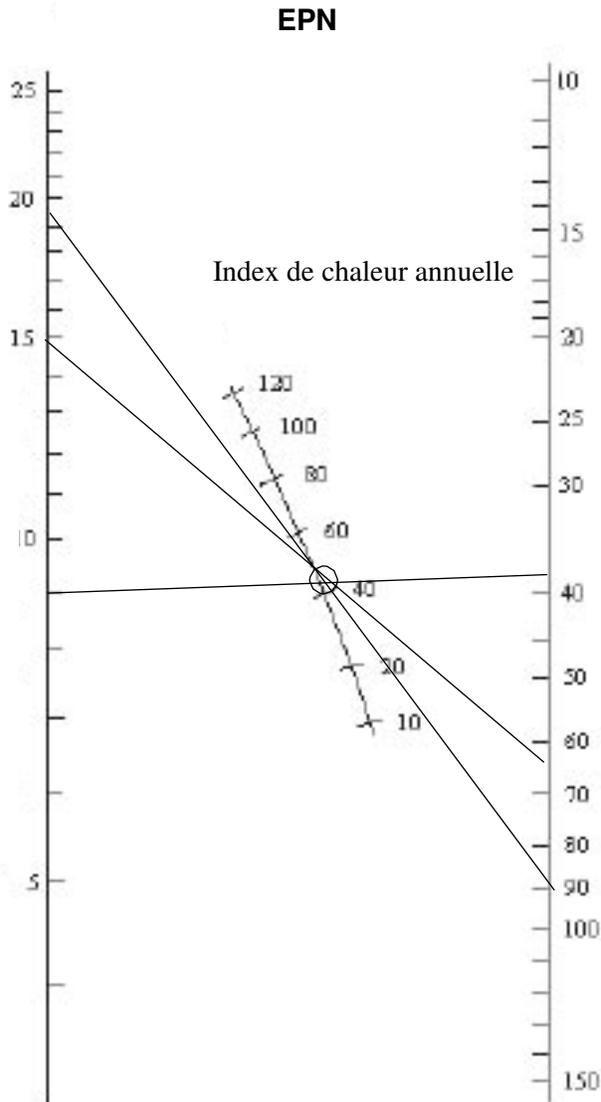
Mois	Température moyenne mensuelle	Index de chaleur
Jan	-4.6	0
Fev	-0.7	0
Mar	-1.1	0
Avr	9.0	2.3
Mai	14.8	5.0
Juin	19.5	7.8
Juil	22.4	9.8
Aou	19.2	7.6
Sep	17.0	6.5
Oct	8.9	2.4
Nov	6.2	1.2
Dec	-1.6	0
Index annuel de chaleur		42.6 (arrondi à 43)

Etape 3

Additionner les index de chaleur mensuelle pour obtenir l'index de chaleur annuelle: 43

Etape 4

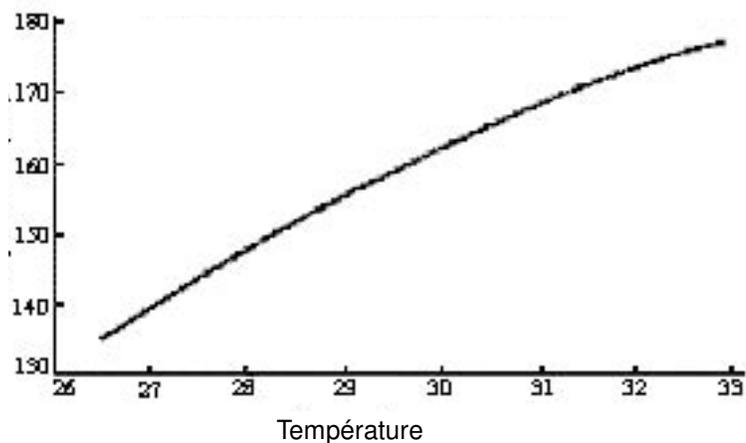
Utiliser l'index de chaleur annuelle et la température moyenne mensuelle de chaque mois pour trouver l'Evapotranspiration potentielle non ajustée (EPN) à partir du graphique ci-dessous. Remarque : Si la température moyenne mensuelle est $< 0^{\circ}\text{C}$, l'EPN est égale à 0. Si la température moyenne mensuelle est $> 25^{\circ}\text{C}$, utiliser le graphique « EPN pour les températures élevées ».



Index de chaleur annuelle <u>43</u>		
Mois	Température moyenne mensuelle	EPN (EP non ajustée) (mm)
Jan	-4.6	0
Fev	-0.7	0
Mar	-1.1	0
Avr	9.0	38
Mai	14.8	66
Juin	19.5	91
Juil	22.4	108
Aou	19.2	89
Sep	17	78
Oct	8.9	37
Nov	6.2	25
Dec	-1.6	0

Remarque : Pour utiliser le graphique ci-dessus, trouvez votre température moyenne sur la gauche et votre Index de chaleur au centre, tracez une droite passant par les 2 points et lisez votre EPN sur la droite.

EPN pour les températures élevées



Remarque: Tracez une ligne verticale à partir des températures jusqu'à la courbe puis tracez une ligne horizontale à partir de la courbe jusqu'à l'axe des EPN. Par exemple, pour une température de 27°C on trouvera une EPN d'à peu près 140 mm.

Etape 5

Trouver la latitude de l'école et noter le Facteur de Correction pour chaque mois en utilisant le tableau ci-dessous.

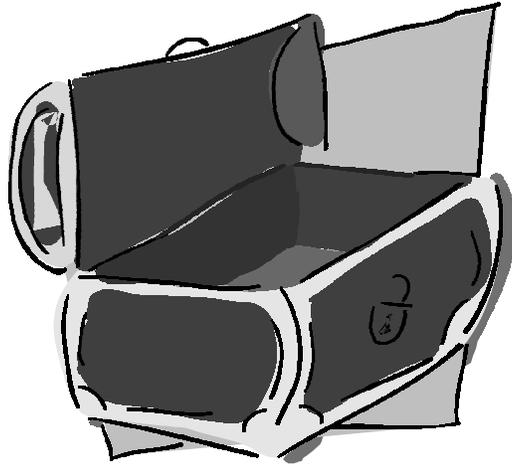
Facteur de Correction de l'Evapotranspiration Potentielle.

Latitude	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
10 N	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20 N	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
30 N	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
40 N	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
>50 N	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70
10 S	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
20 S	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15
30 S	1.20	1.03	1.06	0.95	0.92	0.85	0.90	0.96	1.00	1.12	1.14	1.21
40 S	1.27	1.06	1.07	0.93	0.86	0.78	0.84	0.92	1.00	1.15	1.20	1.29
>50 S	1.37	1.12	1.08	0.89	0.77	0.67	0.74	0.88	0.99	1.19	1.29	1.41

Etape 6

Multiplier le FC avec l'EPN pour trouver l'EP. Noter l'EP sur la feuille de travail pour l'équilibre de l'eau.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
EPN	0	0	0	38	66	91	108	89	78	37	25	0
Facteur de Correction	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
EP	0	0	0	42	82	114	137	105	81	36	21	0



Fiche de définition de site

Fiche de relevé de données de contrôle de qualité

Fiche de relevé de données hydrologiques

Fiche de relevé de données d'identification des macroinvertébrés d'eau douce

Carte de site hydrologique

Glossaire

Etude de l'hydrologie

Fiche de définition de site

Nom de l'école : _____ Nom du groupe : _____

Nom(s) du(des) étudiant(s) remplissant la fiche de définition de site: _____

Date: _____ Cochez: Nouveau site Mise à jour

Nom du site: _____ (créez un site unique qui en décrit la location)

Coordonnées: Latitude: _____ r N ou r S Longitude: _____ r E ou r W

Altitude: ____ mètres

Source des données (cocher): GPS Autre _____

Si Autre, décrivez: _____

Nom du corps d'eau: _____ (Nom commun utilisé sur la carte)

Type d'eau

Salée (> 25 ppt) Saumâtre (2-25 ppt) Douce (<2 ppt)

Eau en mouvement :

Fleuve, rivière ou estuaire

Autre _____

Largeur approximative de l'eau en mouvement: _____ mètres

Eau stagnante:

Etang Lac Retenue Baie Fossé Océan Estuaire

Autre : _____

Taille de l'eau stagnante:

Beaucoup plus petite que 50 m X 100 m

Autour de 50 m X 100 m

Bien plus grande que 50 m X 100 m

Surface approximative de l'eau stagnante: _____ km²

Profondeur moyenne de l'eau stagnante : _____ mètres

Location du lieu d'échantillonnage:

Débouché Berges Pont Bateau Arrivée Quai

Pouvez-vous voir le fond ?

Oui Non

Composition de la rive (Cochez lorsque présent) :

terre roches béton végétation

Soubassement (Cochez lorsque présent) :

granit Chaux Volcanique Sédiments divers Inconnu

Habitats d'eau douce présents (Cochez lorsque présent) :

Substrats rocheux Végétation sur la berge Vase sable

Végétation aquatique Branches

Habitats d'eau salée présents (Cochez lorsque présent) :

Rive rocheuse Rive sablonneuse Boues et estuaire

Sonde de température

Fabriquant: _____

Nom du modèle : _____

Conductimètre

Fabriquant: _____

Nom du modèle : _____

pH-mètre

Fabriquant: _____

Nom du modèle : _____

Kit Oxygène dissout

Fabricant: Lamotte Hach Autre: _____

Nom du modèle : _____

Sonde d'oxygène dissout

Fabriquant: _____

Nom du modèle : _____

Kit d'alcalinité

Fabricant: Lamotte Hach Autre: _____

Nom du modèle: _____

Kit Nitrate

Fabricant: Lamotte Hach Autre: _____

Méthode: Zinc Cadmium

Nom du modèle: _____

Kit de titrage de la salinité

Fabricant: Lamotte Hach Autre: _____

Nom du modèle: _____

Commentaires : Description générale de votre site d'étude et de vos métadonnées.

Etude de l'hydrologie

Fiche de relevé de données de contrôle qualité

Nom de l'école : _____

Groupe d'étudiants: _____ Date: _____

Kit d'oxygène dissout:

Température de l'eau distillée: _____ °C; Altitude du site: _____ mètres

Oxygène dissoute pour l'eau distillée remuée:

Observateur 1: _____ mg/L Observateur 2: _____ mg/L Observateur 3: _____ mg/L Moyenne: _____ mg/L

Solubilité de l'oxygène dans l'eau pour une température au niveau de la mer de Tableau HY-DO-1

Valeur de calibrage pour votre altitude de la table HY-DO-2:

Valeur attendue pour une O D d'eau distillée

_____ mg/L x _____ = _____ mg/L

Salinité

Salinité du témoin: Observateur 1: _____ ppt Observateur 2: _____ ppt Observateur 3: _____ ppt

Salinité moyenne: _____ ppt

Alcalinité

Témoin utilisé (cochez): Bicarbonate de soude: _____ Témoin de l'industrie : _____

Alcalinité du témoin: _____ mg/L

Pour les kits qui donnent l'alcalinité directement :

Observateur 1: _____ mg/L CaCO₃ Observateur 2: _____ mg/L CaCO₃ Observateur 3: _____ mg/L CaCO₃

Moyenne: _____ mg/L CaCO₃

Pour les kits ou les gouttes sot comptées:

	Observateur 1	Observateur 2	Observateur 3	Moyenne
Nombre de gouttes	_____ gouttes	_____ gouttes	_____ gouttes	_____ gouttes
Constante de conversion pour votre kit:	x _____	x _____	x _____	x _____
Alcalinité totale: (mg/L de CaCO ₃)	= _____ mg/L	= _____ mg/L	= _____ mg/L	= _____ mg/L

Nitrate-Nitrogène

Observateur 1: _____ mg/L NO₃⁻ - N Observateur 2: _____ mg/L NO₃⁻ - N Observateur 3: _____ mg/L NO₃⁻ - N

Moyenne: _____ mg/L NO₃⁻ - N

Etude de l'hydrologie

Fiche de relevé de données

Nom de l'école: _____

Nom de la classe ou du groupe: _____

Nom(s) du ou des étudiants qui relèvent les données: _____

Date de la mesure:

Année: ____ Mois: _____ Jour: _____ Heure: __:__(UT) Heure: __:__(Locale)

Nom du site : _____

Etat de l'eau: (cocher un seul)

Normale Inondé Asséché Gelé Inaccessible

Transparence

Couverture nuageuse (cocher un seul):

pas de nuages couvert (50%-90%)
 clair (<10%) nuageux (>90%)
 nuages isolés (10%-24%) obscur
 épars (25%-49%)

Entrez les données ci-dessous, en fonction que vous utilisiez le disque de Secchi ou la méthode du tube de transparence.

Disque de Secchi

Premier test pour le disque de Secchi:

Distance à l'observateur lorsque le disque disparaît ____ (m)
Distance à l'observateur lorsque le disque réapparaît ____ (m)
Distance de l'observateur à la surface ____ (m)
 Le disque de Secchi atteint le fond et ne disparaît pas.
Si connue, entrez la profondeur du point d'eau _____ (m)

Premier test pour le disque de Secchi:

Distance à l'observateur lorsque le disque disparaît ____ (m)
Distance à l'observateur lorsque le disque réapparaît ____ (m)
Distance de l'observateur à la surface ____ (m)
 Le disque de Secchi atteint le fond et ne disparaît pas.
Si connue, entrez la profondeur du point d'eau _____ (m)

Premier test pour le disque de Secchi:

Distance à l'observateur lorsque le disque disparaît ____ (m)
Distance à l'observateur lorsque le disque réapparaît ____ (m)
Distance de l'observateur à la surface ____ (m)
 Le disque de Secchi atteint le fond et ne disparaît pas.
Si connue, entrez la profondeur du point d'eau _____ (m)

Tube de transparence

Remarque: Si l'image est toujours visible lorsque le tube est plein, notez la longueur du tube et cochez la sélection "Supérieure à la profondeur du tube".

Test 1(cm): Supérieure à la profondeur du tube? r

Test 2(cm): Supérieure à la profondeur du tube? r

Test 3(cm): Supérieure à la profondeur du tube? r

Température de l'eau

Moyenne: ____°C	Nom de l'observateur	Température °C
	1.	
	2.	
	3.	

Oxygène dissout

Moyenne: ____mg/L	Nom de l'observateur	Oxygène dissout (mg/L)
	1.	
	2.	
	3.	

Conductivité

Température de l'échantillon d'eau testé: ____°C

Moyenne: ____µS/cm	Nom de l'observateur	Conductivité (µS/cm)
	1.	
	2.	
	3.	

Conductivité du témoin: _____MicroSiemens/cm (µS/cm)

pH de l'eau

Mesuré par: (cocher) r papier r pH-mètre

Moyenne: ____	Nom de l'observateur	Conductivité (µS/cm) Si ajout de sel	pH
	1.		
	2.		
	3.		

Valeur du tampon utilisé: r pH 4 r pH 7 r pH 10 (Cocher ceux utilisés)

Salinité

Informations concernant la marée

Heure de la marée avant la mesure: _____ heures et minutes

Cocher: Marée haute Marée basse Cocher: UT Heure locale

Heure de la marée après la mesure: _____ heures et minutes

Cocher: Marée haute Marée basse Cocher: UT Heure locale

Endroit où ces marées se produisent: _____

Salinité (Méthode de l'hydromètre)

	Test 1	Test 2	Test 3
Température de l'eau dans un cylindre de 500 mL	_____ °C	_____ °C	_____ °C
Gravité spécifique:	_____	_____	_____
Salinité de l'échantillon :	_____ ppt	_____ ppt	_____ ppt
Salinité moyenne: _____ ppt			

Titrage optionnel de la salinité

Salinité de l'échantillon :	Test 1: _____ ppt	Test 2: _____ ppt	Test 3: _____ ppt
Salinité moyenne: _____ ppt			

Alcalinité: (Pour les kits qui lisent l'alcalinité directement)

Moyenne: _____ mg/L de CaCO ₃	Nom de l'observateur		Alcalinité (mg/L de CaCO ₃)
	1.		
	2.		
	3.		

Alcalinité: (Kits Hach, ou autres kits où les gouttes sont comptées)

Nom de l'observateur	Nombre de gouttes	x	Constante de conversion de votre kit	=	Alcalinité totale(mg/L as CaCO ₃)
1.		x		=	
2.		x		=	
3.		x		=	

Moyenne: _____ mg/L as CaCO₃

Total Nitrate + Nitrite ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$)

Moyenne: Nitrate+Nitrite _____mg/L	Nom de l'observateur	Nitrate and Nitrite (mg/L $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$)
	1.	
	2.	
	3.	

Nitrite-Nitrogène ($\text{NO}_2\text{-N}$) (optionnel)

Moyenne: $\text{NO}_2\text{-N}$ _____mg/L	Nom de l'observateur	Nitrite (mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$)
	1.	
	2.	
	3.	

Identification des macroinvertébrés d'eau douce

Fiche de relevé de données

Feuille de données

Nom de l'école: _____

Nom de la classe ou du groupe: _____

Nom(s) du ou des étudiants qui relèvent les données: _____

Année: ____ Mois: _____ Jour: _____ Heure: __:__(UT) Heure: __:__(Locale)

Nom du site : _____

Pour un fond rocheux de site d'eau courante:

Rapides: Nombre d'échantillons: _____

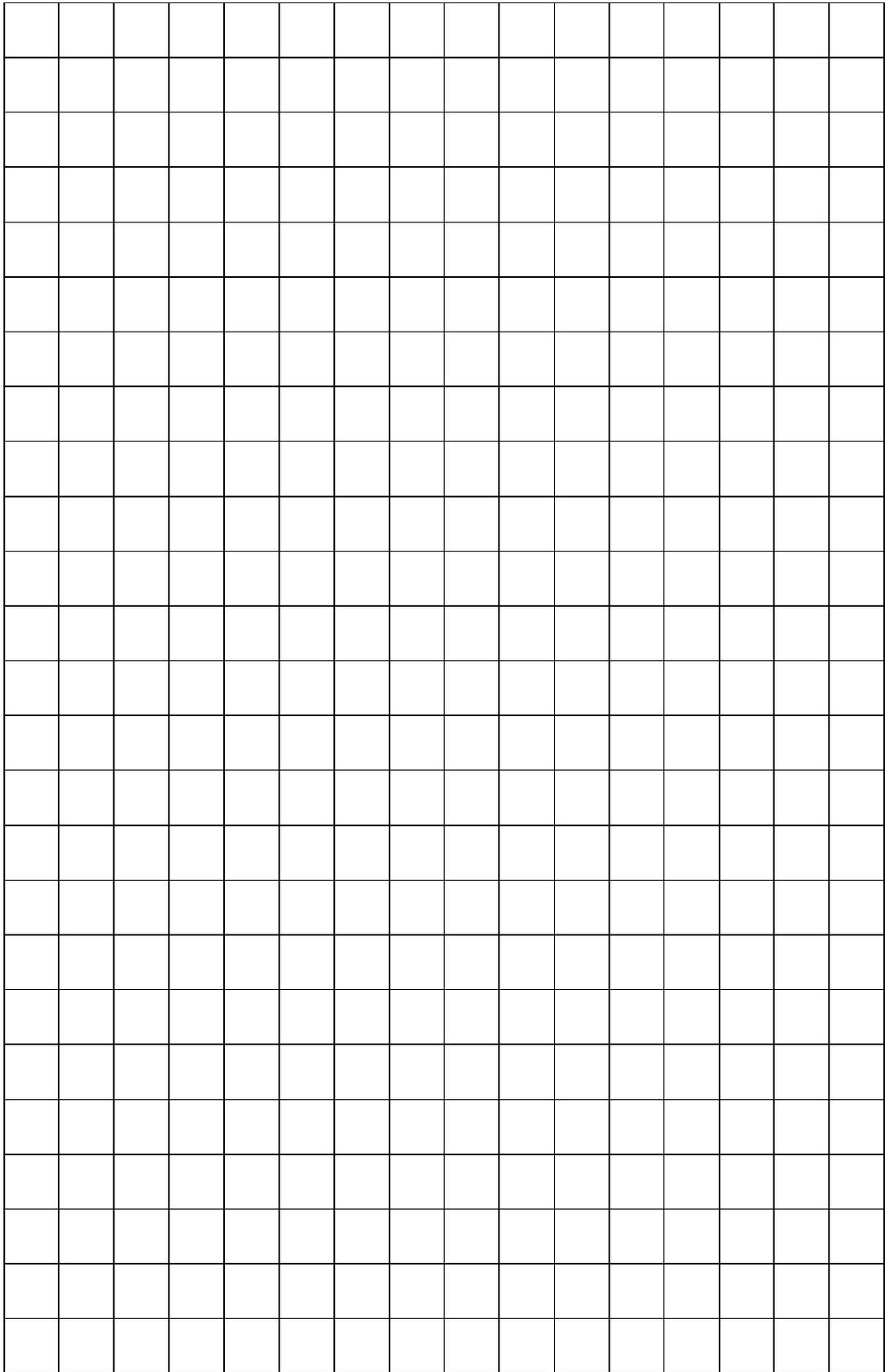
Eau courante: Nombre d'échantillons: _____

Bassins: Nombre d'échantillons: _____

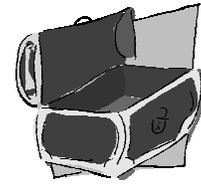
(Nombre total d'échantillons = 3)

Pour un site multi-habitats

Habitats	% estimé de la zone	Nombre d'échantillons ($\frac{\% \text{Zone} \times 20}{100}$)
Végétation aquatique		
Végétation de la berge, branches et racines		
Fonds vaseux		
Graviers ou sable		
Total	100%	20 échantillons



Glossaire



Accroc

Arbre ou branche présent dans le lit du corps d'eau

Acide

Toute substance pouvant donner un atome d'hydrogène, ou proton (H+) à une autre.

Acidité

Qualifie une substance acide

Aérosols

Particules liquides ou solides dispersées ou en suspension dans l'air

Alcalinité

La quantité d'acide fort (par exemple Acide chlorhydrique) nécessaire pour titrer un échantillon dont le pH est de 4,5. Mesure la capacité d'une eau à neutraliser l'acidité, et aussi souvent considérée comme la concentration en mL/L de CaCO₃.

Aqueux

Contenu ou contenant de l'eau

Base

Toute substance pouvant absorber un atome d'hydrogène, ou proton (H+) d'une autre substance

Basique

Qualifie une substance basique

Bassin

Dans un courant ou une rivière, un endroit plus profond avec des eaux stagnantes et des sédiments plus petits

Bassin d'accumulation

1. La partie d'une rivière ou d'un bassin qui collecte l'eau, et qui fournit la rivière en eau. A ne pas confondre avec sa frontière.
2. La zone drainée par une rivière ou un fleuve.

Benthique

Espèce animale ou végétale vivant sur le fond du corps d'eau

Biodiversité

Variété des organismes

Calibrage

Régler ou vérifier un instrument par rapport à un index de valeurs connues.

Chaleur spécifique

Chaleur en calorie nécessaire à augmenter la température d'un gramme d'une substance d'un degré Celsius

Concentration d'arrière-plan

Quantité d'éléments chimiques attribuée aux phénomènes naturels plutôt qu'à une contribution humaine

Conductivité

La capacité d'une solution aqueuse à transporter le courant électrique. Dépend de la concentration de sels dissouts (ions), le type de ces ions, et la température de la solution. Les unités sont le microSiemens/cm et le microhms/cm, qui sont équivalentes

Cycle hydrologique

Série des étapes à travers laquelle l'eau traverse l'atmosphère de la Terre puis retourne dans l'atmosphère. Cela comprend les nuages, les précipitations, l'accumulation dans la terre, les corps d'eau et l'évaporation.

Dénitratation

L'acte de procéder à une réduction des nitrates en ammoniac, qui peut être un produit intermédiaire.

Densité

Rapport entre la masse d'une substance et son volume.

Eau naturelles

Système composé typiquement de sédiments et de minéraux de l'atmosphère dans la phase aqueuse. Il contient presque tout le temps une partie de la biosphère

Eau salée

Eaux contenant du ou des sels

Eau saumâtre

Eau contenant des sels dissous à une concentration inférieure à l'eau de mer, mais supérieure à l'eau douce. La concentration en sels dissouts est entre 1000 et 10,000 ppm.

Eau suboxique

Eau dont le taux d'oxygène dissout est très faible; la dénitrification se produit (nitrate convertis en ammoniac)

Echelle logarithmique

Echelle dans laquelle un incrément représente une multiplication par dix

Electrode

Dans GLOBE, une électrode est en général une partie d'une sonde utilisant le flux électrique

Enrichissement

Rendre une eau plus productive, par exemple en ajoutant des nutriments

Etang

Une petite étendue d'eau créée artificiellement, soit en creusant le sol, soit par un barrage.

Eutrophication

Haut niveau de productivité d'une masse d'eau, souvent due à une augmentation des nutriments.

Evaporation (de l'eau)

Passage d'un liquide à une vapeur à une température inférieure à la température d'ébullition

Gravité spécifique

Rapport de la densité d'une substance à celle de l'eau, à 25°C et une atm

Hypothèse

Une assertion émise pour tester sa validité par l'étude de ses conséquences empiriques

In Situ

Placé dans son environnement naturel

Lake

Une grande masse d'eau entièrement entourée par les terres, de plus souvent de formation naturelle, mais peut aussi être formé artificiellement. Sa définition originelle concernait une masse d'eau suffisamment grande pour former une caractéristique géographique

Macroinvertébrés

Les animaux sans structure osseuse et visibles à l'œil nu (>0.5 mm)

Marées

Augmentation puis diminution périodique du niveau des eaux des océans et de ses entrées, produits par l'attraction du soleil et de lune. Se produit en général toutes les 12 heures.

Méthode colorimétrique

De nombreuses mesures de titrage d'espèces dissoutes sont basées sur une détermination de la couleur. L'idée générale est que l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des espèces dissoutes.

Mètre

Un instrument, généralement utilisé en combinaison avec une sonde, qui traduit un signal électronique en unité (par exemple en $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ ou mg/L). Un mètre doit être calibré en fonction de la sonde afin de produire des résultats précis.

Microhms/cm

Unité standard de mesure de la conductivité. Equivalent au microSiemens/cm

MicroSiemens/cm

Unité métrique de mesure de la conductivité. Equivalent au microSiemens/cm

Molaire

Unité de mesure de concentration (moles par litres de concentration).

Molécule

Unité fondamentale (en général un groupe d'atomes) d'un complexe chimique qui puisse prendre part dans une réaction chimique

Neutre

Dont le pH est de 7

Nitrate

Sel d'acide nitrique (HNO₃). Les nitrates sont souvent très solubles et peuvent être réduits sous forme de nitrites ou d'ammoniac

Nitrate-Azote

Les concentrations des nitrates (NO₃-) sont souvent exprimées en masse d'azote par volume d'eau

Nitrite

Sel d'acide nitrique (HNO₂). Les nitrites sont souvent très solubles et peuvent être oxydé sous la forme de nitrates et réduits sous la forme d'ammoniac

Nitrite-Azote

Les concentrations de nitrite (NO₂-) sont souvent exprimées comme masse d'azote par volume d'eau

Oxygène dissout

La masse moléculaire d'oxygène dissoute dans un volume d'eau. La solubilité de l'oxygène est affectée non linéairement par la température ; et plus d'oxygène peut être dissout dans l'eau froide que dans l'eau chaude. La solubilité de

l'oxygène dans l'eau est aussi affectée par la pression et la salinité ; la salinité réduisant la solubilité de l'oxygène de l'eau.

pH

Inverse du logarithme de la concentration molaire en protons (H⁺) d'une solution

Photosynthèse

Processus au cours duquel l'énergie du soleil est utilisée par les organismes, comme les plantes vertes, pour synthétiser des sucres à partir du dioxyde de carbone et de l'eau

Pluie acide

Pluie caractérisée par un pH inférieur à 6

ppm

Equivalent à ml/L dans les calculs GLOBE.

ppt

Equivalent à g/L dans les calculs GLOBE

Précipitation

1. La chute des produits de la condensation dans l'atmosphère, comme la neige, pluie ou grêle
2. Séparation d'une phase solide due à une réaction chimique ou physique, comme l'ajout d'un réactif.

Précision

La proximité d'une valeur mesurée à la valeur réelle

Productivité

La formation des matières organiques moyennées sur une période de temps, comme une année, ou un jour

Proton

Charge élémentaire chargée positivement, présente dans tout noyau atomique. Atome d'hydrogène chargé positivement

Qualité de l'eau

Caractéristique de l'eau, décrite par ses propriétés physiques, chimiques, et biologiques.

Quantité

Le nombre d'organismes dans un échantillon

Rapides

Dans un fleuve ou une rivière, une zone d'écoulement rapide et marquée par de nombreux sédiments

Réactif

Une substance utilisée pour déclencher une réaction, spécialement pour détecter une autre substance

Réducteur

En termes chimiques, passer d'un état d'oxydation à un autre, inférieur (soit un gain d'électrons)

Richesse

Nombre de taxons différents

Rivière

Un grand courant d'eau qui coule dans un lit vers un océan, un lac, ou une autre rivière. Ces courants peuvent être permanents, ou éphémères,

Salinité

Une mesure de la concentration en sels dissouts, principalement le chlorure de sodium, des eaux salées et saumâtres

Sels

Complexes ioniques dans les solutions, soit positifs (mis à part les ions H+) ou négatifs (mis à part les ions HO-). Le plus commun étant le chlorure de sodium, ou sel de table.

Solides dissouts

Les particules solides qui sont devenues liquides par immersion ou dispersion dans un liquide (par exemple sels)

Solides en suspension

Particules solides dans un fluide qui ne se dissout pas

Solubilité

La capacité relative à être dissout

Soluté

Une substance qui se dissout dans une autre pour former une solution

Solution saturée

Une solution qui contient la quantité maximale de substance dissoute à une température et une pression donnée

Solution tampon

Une solution qui résiste au changement en pH lorsque l'on ajoute des hydroxydes (HO-) et des protons (H+). Ces solutions sont utiles pour calibrer les pH-mètres.

Solvant

Une substance qui en dissout une autre pour former une solution

Sonde

Dans GLOBE, un instrument utilisé pour mesurer le voltage ou la résistance d'une substance. Tout petit outil, par exemple qui tient dans une électrode, qui peut être placé dans un endroit précis afin d'obtenir des mesure. Une sonde reliée à un instrument doit être calibrée afin d'obtenir des données précises

Standard

Une mesure avec une valeur établie servant de référence.

Standardisation

Se conformer à un standard

Sursaturé

Caractéristique d'une substance supportant une quantité d'une substance supérieure à ce qu'elle pourrait le faire dans des conditions d'équilibre. Couramment utilisé pour décrire les gaz dissouts dans l'eau (par exemple si y a une photosynthèse abondante se produisant dans un lac, l'eau peut devenir sursaturée en oxygène au cours de la journée)

Suspensions

Mélange dans lequel de très petites particules d'un solide demeurent suspendues sans se dissoudre

Taxon

Groupe d'organismes vivants qui descendent d'un même ancêtre et qui ont certains caractères communs

Teneur en chlore

Concentration en chlore d'une solution

Teneur en chlore en ppm

Milligrammes de chlore par litre d'eau, en supposant qu'un litre d'eau pèse un kilogramme

Titrage

Action de déterminer la quantité d'une substance par ajout d'un réactif de concentration connue, et par la mesure du volume de réactif nécessaire à réaliser complètement une réaction connue.

Titrant

Réactif ajouté pour permettre le titrage

Topographie

Relief de la surface d'une région

Total des solides dissouts

Masse totale de solide restant une fois que le volume d'eau filtrée s'est évaporé

Transparence

Propriété de transmettre les rayons de lumière à travers une substance afin que les corps situés derrière peuvent être distinctivement vus. La transparence, lorsqu'elle est appliquée aux études hydrologiques, se réfère à la distance à un objet (par exemple un disque de Secchi) pouvant être vu à travers l'eau sous des conditions ambiantes d'éclairement. La transparence est corrélée avec la turbidité au sens où la quantité de particules dans l'eau et les caractéristiques de ces particules affecteront la distance à laquelle un

objet peut être discerné, mais n'y est pas identique

Turbidité

Turbidité, appliquée aux études de l'eau, fait référence au niveau avec lequel les particules de l'eau peuvent disperser la lumière. La turbidité est reliée à la transparence, mais les deux termes ne sont pas équivalents, et leur relation dépend des caractéristiques d'un échantillon précis. Par conséquent, les mesures de turbidité ne peuvent pas être utilisées à la place des mesures de transparence, et vice-versa.

Turbitude

Eau troublée par les sédiments en suspension.

Uniformité

Répartition équivalente des taxons dans un échantillon

Vapeur d'eau

Eau dans sa phase gazeuse

Zone courante

Dans un courant ou une rivière, une zone intermédiaire entre le bassin et le rapide. Une zone courante ne subit pas les turbulences d'un rapide, mais bouge plus rapidement qu'un bassin.