



## **Programme GLOBE au Niger**

# **Programme d'hydrologie**

# Introduction à ce chapitre

Ce chapitre est particulièrement intéressant pour les élèves parce que toutes les épreuves pour collecter les mesures peuvent être faites entièrement par les élèves eux-mêmes, y compris ceux des écoles primaires.

Choisissez les protocoles qui vous intéressent et pour lesquels vous avez les appareils nécessaires, mais comme tous ces protocoles sont accessible aux élèves de tous âges nous vous encourageons d'en faire le plus grand nombre possible selon vos moyens.

L'ordre dans lequel vous ferez les protocoles et leçons dépend de vous. Des enseignants préféreront enseigner les leçons aux élèves avant de faire tester leur source d'eau et d'autres préféreront commencer par la prise des mesures pour pouvoir envoyer des informations au programme GLOBE avant de commencer avec les leçons pendant le reste de l'année.

Nous suggérons la seconde. Prenez un peu de temps au début de l'année pour enseigner toutes les disciplines, puis retourner à chacune après pour expliquer ce qu'ils ont fait en détail en plus de faire des leçons sur l'importance de l'eau, le cycle de l'eau la pollution de l'eau, etc.

Vous aurez besoin d'au moins une heure chaque semaine pour enseigner les leçons en plus d'un temps fixe chaque semaine (à peu près une heure aussi) pour aller au site et faire les prélèvements. Si vous allez au site chaque semaine avec une partie des élèves seulement, vérifiez que la composition de ce groupe change pour que tous les élèves aient une chance de participer.

# Choisir un site d'étude d'hydrologie

## Établir le site d'étude – Activité 1

*NB* : Vous, le professeur, devriez faire cette première activité vous-même avant de commencer le programme d'hydrologie avec des élèves.

### Matériel / Préparatifs :

- Un cahier et un crayon pour prendre des notes

### A faire :

#### Sélection du site

1. N'importe quel cours d'eau – saisonnier ou annuel – est acceptable comme site d'étude, y compris les rivières, ruisseaux, lacs, étangs, ou autres.
  - a. Dans la mesure du possible, choisissez un plan ou un cours d'eau qui présente un intérêt particulier. On choisira par ordre de préférence:
    - i. Une rivière ou un ruisseau
    - ii. Un lac naturel ou artificiel
    - iii. Un étang
    - iv. Un canal de drainage ou d'irrigation, si l'une des autres possibilités n'existe pas.
2. Idéalement, votre site de mesure pour l'hydrologie devrait se situer à proximité de votre école pour que les élèves puissent prendre les mesures à peu près à la même heure chaque semaine.
3. Si un site approprié n'existe pas à côté de votre école, vous devrez focaliser sur les autres protocoles GLOBE plutôt que de vous forcer à une situation difficile.

#### Choisir un site d'échantillonnage dans le site d'étude d'hydrologie

1. Il est nécessaire de toujours effectuer le prélèvement des échantillons d'eau au même endroit, qui sera appelée **le site d'échantillonnage**.
2. Dans le cas où votre site d'étude est un cours d'eau, choisissez de préférence votre site d'échantillonnage vers un seuil de la rivière (endroit où le fond du cours d'eau remonte et provoque une accélération de l'eau et des turbulences), plutôt que vers des rapides ou de l'eau stagnante.
3. Dans le cas où votre site d'étude est constitué d'un plan d'eau, comme un lac ou un réservoir d'accumulation, choisissez un emplacement situé vers l'exutoire ou le milieu du plan d'eau pour votre site d'échantillonnage, et évitez de choisir un emplacement situé à proximité de l'embouchure. Un pont ou une jetée sont de bons choix.
4. Si votre site d'étude est un cours d'eau salée ou saumâtre, vous devez fournir la latitude et longitude de l'endroit pour lequel vous indiquerez les heures de marée haute et de marée basse.

#### Se préparer pour la documentation de votre site d'étude

1. Dès que vous avez sélectionné un site d'étude d'hydrologie, vous devrez le documenter et envoyer les informations trouvées au programme GLOBE. Quoique vous ayez besoin de faire les premières étapes de cette documentation vous-même, nous vous suggérons d'inclure les élèves le plus possible pendant ce processus. Par conséquent, vous allez trouver la leçon « Documentation de votre site d'étude d'hydrologie » après la leçon d'introduction pour les élèves au programme GLOBE.

# Introduction au Programme GLOBE

## GLOBE hydrologie – Leçon 1

### Matériaux / Préparation :

- ❑ Allumettes
- ❑ Liste des pays participants du programme GLOBE (*suivant*)
- ❑ Une carte du monde ou un globe (*il y a une petite carte du monde suivant*)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

### Déroulement :

#### Introduction au programme GLOBE

1. Chacun des élèves se présente (son nom, et peut être aussi sa classe et des goûts personnels comme son matériel préféré ou sa chose préférée à manger, etc.)
2. Écrire « Englobes » au tableau et demandez aux élèves le sens du mot. « Englobes » signifie réunir en un tout. Demander ce que c'est ce qu'un « globe » ? Expliquer que GLOBE est aussi le nom de notre programme.
3. Expliquer le sens de l'acronyme du programme « Global Learning and Observations to Benefit the Environment » C'est-à-dire, « études et observations du globe au profit de l'environnement ».
4. Écrire l'expression tourne-langue (casse-langue) suivante au tableau : Le programme GLOBE englobe l'étude du globe partout dans le globe.
5. Le programme GLOBE a démarré en 1996. Douze ans après il a grandi et il se réalise dans plus de 7500 écoles dans 110 pays. Les élèves de ces écoles sont devenus des scientifiques et ils font de la recherche sur leur propre environnement. Ensuite, comme de grands scientifiques, ils partagent leurs mesures avec d'autres élèves et des scientifiques professionnels sur Internet.
  - a. Définition : **Internet** est le réseau pour les ordinateurs qui leur permet de communiquer entre eux. C'est un réseau (comme le réseau pour les téléphones portables) adapté aux ordinateurs.
6. Le gouvernement nigérien a invité le Programme GLOBE à commencer son action dans le pays en novembre 2005. Le bureau dépend du Ministre de l'éducation nationale et est situé au sein de la cellule pour la généralisation et la pérennisation de l'éducation environnementale (CGPE).

#### Les objectifs du programme GLOBE

1. Le programme GLOBE a deux objectifs complémentaires : la **science** et l'**éducation**.
2. A notre niveau, le programme veut vous aider à :
  - Devenir de bons scientifiques ;
  - Mieux comprendre votre environnement ;
  - Comprendre la méthode scientifique ;
  - Utiliser des appareils scientifiques ;
  - Prélever des mesures et les analyser ;
  - Employer l'Internet pour mettre nos mesures à la disposition des élèves et scientifiques du monde entier ; et
  - Créer des liaisons d'étude entre les sciences, les mathématiques, l'informatique, et l'environnement.
3. Les jeunes scientifiques GLOBE étudient 5 domaines de leurs environnements :
  - L'atmosphère (météorologie)

- L'eau (hydrologie)
  - Les sols (pédologie)
  - La couverture de sol et leur biologie (végétation)
  - Le changement des saisons (phénologie)
4. Nous allons commencer avec l'étude de **l'hydrologie**. Mais tout d'abord nous allons faire un petit jeu.

### **Jeu : à la découverte des pays GLOBE du monde**

1. Diviser la classe en équipes. Chaque équipe doit prendre une feuille de papier et un crayon.
2. Expliquer que GLOBE est présent dans beaucoup des pays et sur tous les continents.
3. Expliquer qu'on allumera une allumette et que pendant le temps qu'elle brûlera, ils devront écrire les noms de pays qu'ils connaissent.
4. Lorsque l'allumette est consumée, en allumer une autre et continuer le jeu.
5. A la fin de la deuxième allumette, ramasser toutes les feuilles. Encercler les noms de tous les pays GLOBE cités, et les écrire sur le tableau. Une équipe gagne un point pour chaque pays GLOBE qu'elle a identifié. Reporter les points de chaque équipe sur le tableau.
6. Une fois écrits au tableau les pays GLOBE identifié par les équipes, faire le total des points et désigner l'équipe gagnante.
7. Ne pas effacer les pays GLOBE du tableau et demander aux élèves s'ils ont pensé à d'autres pays. Dans ce cas, les inscrire à la suite sur le tableau.
8. Montrer aux élèves les pays de la liste sur une carte ou un globe (*Si nécessaire, il y a une petite carte du monde ci après.*).
9. **Modification 1** : Chaque fois qu'on joue, leur montrer 5 ou 6 nouveaux pays qu'ils ne connaissent pas. Ainsi en renouvelant le jeu, les élèves apprendront les pays du monde.
10. **Modification 2** : Donner à chaque équipe une carte du monde (*ci après*). Puis, donner le nom d'un pays que chaque groupe doit localiser sur la carte (avec le doigt). Donner un point à l'équipe qui a raison et corriger les équipes qui ont tort.

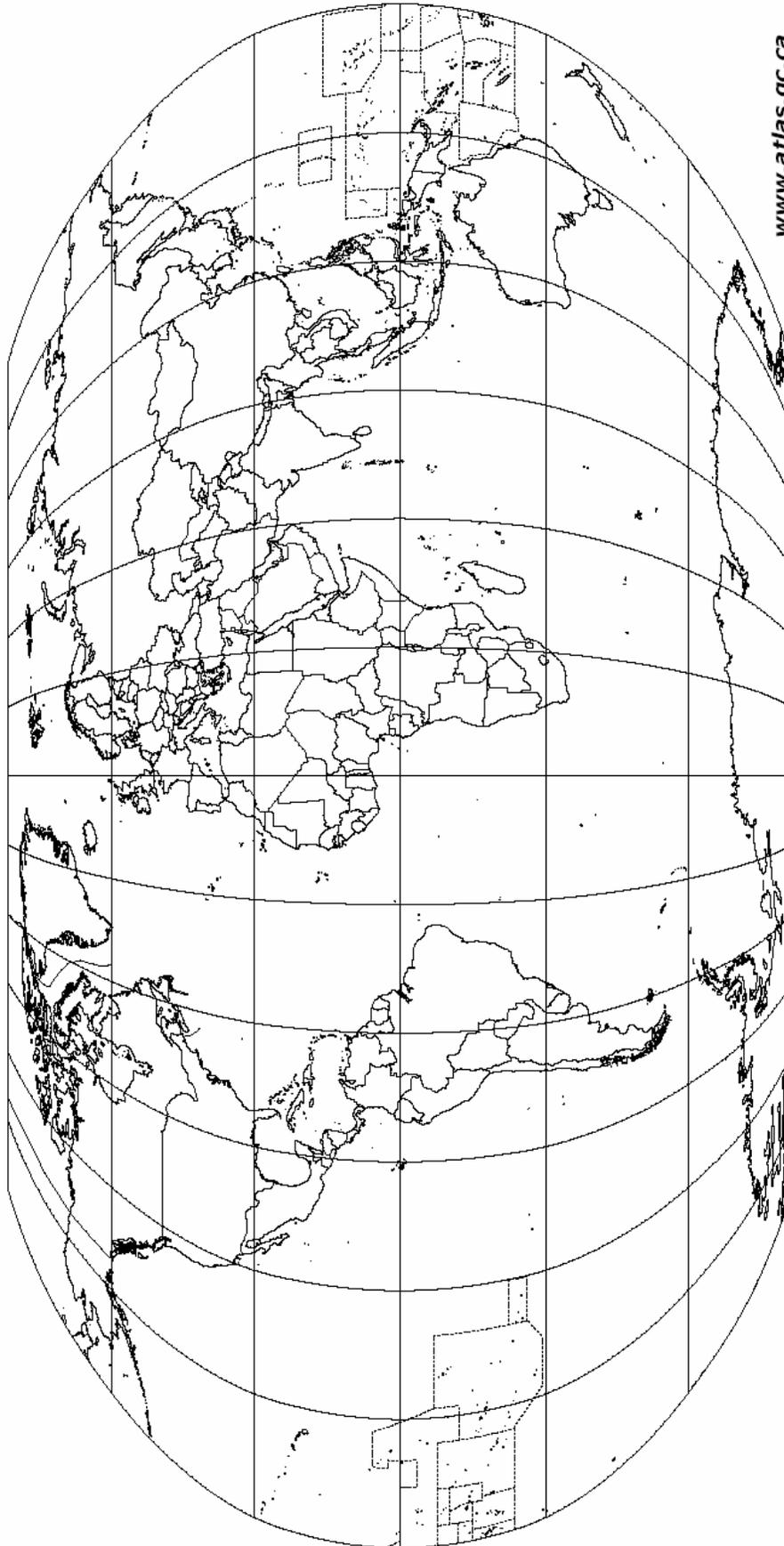
### **Préparation pour la prochaine séance**

1. Demander aux élèves de poser les questions suivantes à leurs parents au sujet du site d'étude et de revenir avec les réponses lors de la prochaine séance. Pour gagner du temps, on peut diviser la classe en groupes et donner une ou deux questions aux membres de chaque groupe. Ces questions doivent être écrites dans leur cahier GLOBE :
  - a. Comment était le fleuve (lac, étang...) autrefois ? C'est-à-dire : Est-ce que c'était exactement comme aujourd'hui ? Quel sont les changements observés en regard à :
    - la quantité d'eau? Est-ce qu'elle était le même que ces dernières années pendant la saison pluvieuse et pendant la saison sèche ?
    - la qualité d'eau ? Est-ce qu'elle était plus ou moins sale par rapport à maintenant ?
  - b. Quels sont les êtres-vivants qui ont été dans le fleuve ?
    - Est-ce qu'ils sont toujours présents ?
    - Dans les mêmes quantités ?
  - c. A votre avis, quelle est la cause de ces changements ?
  - d. À votre avis, comment sera le fleuve dans 10 ans ?
  - e. Est-ce qu'il y a quelqu'un qui est en train de travailler pour protéger les eaux dans notre communauté ? Pourquoi ou pourquoi pas ?
  - f. Quelle est l'utilité du fleuve pour les hommes et les autres animaux ? Quelles sont les activités qui ont lieu au fleuve ?

# GLOBE pays du monde

 Afrique du Sud	 Équateur	 Kirgizstan	 Panama
 Allemagne	 Espagne	 Latvie	 Paraguay
 Arabie Saoudite	 Estonie	 Liban	 Pérou
 Argentine	 États-Unis	 Liechtenstein	 Philippines
 Australie	 Éthiopie	 Lituanie	 Pologne
 Autriche	 Fidji (îles)	 Luxembourg	 Portugal
 Bahamas	 Finlande	 Macédoine	 Qatar
 Bahreïn (archipel de)	 France	 Madagascar	 République Dominicaine
 Bangladesh	 Gabon	 Maldives (îles)	 République Tchèque
 Belgique	 Gambie	 Mali	 Roumanie
 Bénin	 Ghana	 Malta	 Royaume-Uni
 Bolivie	 Grèce	 Maroc	 Russie
 Bulgarie	 Guatemala	 Marshall (Îles)	 Rwanda
 Burkina Faso	 Guinée	 Mauritanie	 Sénégal
 Cameroun	 Hollande	 Mexique	 Serbie and Monténégro
 Canada	 Honduras	 Micronésie	 Sri Lanka
 Cap-Vert (îles du)	 Hongrie	 Moldova	 Suède
 Chili	 Inde	 Monaco	 Suisse
 Chypre	 Irlande	 Mongolie	 Surinam
 Colombie	 Islande	 Namibie	 Tanzanie
 Congo	 Israël	 Népal	 Tchad
 Corée du sud	 Italie	 Niger	 Thaïlande
 Costa Rica	 Japon	 Nigéria	 Trinidad et Tobago (îles)
 Croatie	 Jordanie	 Norvège	 Tunisie
 Danemark	 Kazakhstan	 Nouvelle-Zélande	 Turquie
 Égypte	 Kenya	 Ouganda	 Ukraine
 El Salvador	 Kuwait	 Pakistan	 Uruguay
 Émirats arabes unis		 Palau	

# THE WORLD / LE MONDE



[www.atlas.gc.ca](http://www.atlas.gc.ca)

0 1 500 3 000 km

© 2007. Her Majesty the Queen in Right of Canada, Natural Resources Canada.  
Sa Majesté la Reine du chef du Canada, Ressources naturelles Canada.

# Introduction à l'hydrologie

## GLOBE hydrologie – Leçon 2

### Matériel / Préparatifs :

- Une bouteille d'un litre claire qui contient exactement un litre d'eau colorée (utiliser un colorant non-sucré comme Jolly Jus pour ce faire)
- Cinq petits pots en verre
- Un compte-gouttes
- Du sel
- Des éprouvettes graduées de 100 mL et 500 mL pour mesurer les quantités d'eau
- Cahier GLOBE de chaque élève



\* Mettre tous ces matériaux, sauf les cahiers sur une table devant la classe pour que tous les élèves puissent suivre la démonstration pendant la leçon.

### Déroulement :

#### Dépouillement

1. Prendre le temps de dépouiller le questionnaire posé aux parents.
2. Demander à chaque élève qui a fait le travail de rapporter à l'oral au moins une de ses réponses pour l'encourager et apprécier son effort.
3. Faire un résumé d'une phrase des réponses à chaque question au tableau.
4. Demander aux élèves de recopier le résumé dans leur cahier GLOBE.

#### Introduction à l'eau

1. L'eau est l'une des choses les plus importantes sur la Terre car elle est nécessaire pour toute vie. Si l'eau manque, la vie ne peut pas exister.
2. Une molécule d'eau (une seule unité) se compose de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Donc, on écrit souvent « eau » en employant la formule chimique  $H_2O$ .
3. L'eau est parmi les molécules les plus abondantes sur la Terre mais la quantité d'eau qui est disponible aux humains est influencé par deux facteurs : notre localisation et la pureté de l'eau dans nos alentours.
4. Demander aux élèves, « Où se trouve la plupart de l'eau sur la Terre- dans les océans, les lacs, les rivières, les glaciers et les icebergs, ou dans le sous-sol ? »
  - Les élèves devraient répondre « Dans les océans ».
5. Dites leur, « En fait, les océans couvrent presque  $\frac{3}{4}$  de la surface de la Terre. (Si vous avez un globe vous pouvez le leur montrer.)
6. Mais, Est-ce que les humains peuvent boire l'eau des océans ? »
  - Non.

7. « Pourquoi pas? »
  - Elle est trop salée.
8. Faisons une activité qui va nous montrer les locations et la quantité de l'eau sur la Terre et la quantité de cette eau qui est disponible aux humaines.

**Activité des pourcentages d'eau\***

1. Donner aux élèves les informations de base suivantes :
  - a. 97% de l'eau présente sur la Terre est trop salée : on ne peut pas la boire.
  - b. Les 3% qui restent représentent l'eau que nous pouvons consommer (Eau douce). Mais une grande partie de ce reste se trouve au niveau des glaciers et icebergs sur les pôles de la Terre et ne sont pas tellement accessibles aux humains.
  - c. Alors, l'eau douce que nous pouvons consommer vient des **eaux de surface** et des **eaux souterraines**. Les eaux de surface comprennent les lacs, rivières, ruisseaux, etc. Les eaux souterraines sont emmagasinées dans les couches de roches poreuses et souterraines. Nous y accédons par les puits. Ces deux sources représentent **moins de 1%** de toute l'eau présente sur Terre.
2. Recopier au tableau le tableau suivant, et dire aux élèves de le recopier dans leur cahier. On va remplir la deuxième colonne dans quelques moments.

Répartition par pourcentage de toutes les eaux du monde	Si toute l'eau du Monde était égale à un litre d'eau, chaque source d'eau sera égale aux quantités suivantes :
97,2% Océans (eaux salées)	_____
2,38% Calottes glaciaires et glaciers	_____
0,39% Eaux souterraines	_____
0,029 % Eaux de surface (lacs, rivières, etc.)	_____
0,001 % Dans l'air et à la surface du sol	_____
=100% de l'eau sur la Terre	= _____

3. Leur dire : « Nous allons voir ce que ces pourcentages signifient d'une façon proportionnelle. **Une représentation proportionnelle** est un modèle que nous regardons pour comprendre quelque chose qui est soit trop grand soit trop petit pour l'observer dans sa vraie dimensions. »
4. Montrer aux élèves le litre d'eau colorée dans la bouteille. Leur expliquer que parce que nous ne pouvons pas mettre toutes les eaux du monde dans cette salle, nous emploierons ce litre d'eau pour représenter toutes les eaux du monde. Leur dire qu'un litre d'eau correspond à 1000 mL d'eau.

5. Avec un cylindre gradué, demander à un élève de mesurer 28 mL de cette eau, et de la verser dans un pot en verre. Expliquer que cette eau représente **les eaux douces** de la Terre. La mettre de côté pour le moment.
  6. Demander à un élève de mettre une bonne quantité de sel dans les 972 mL d'eau qui restent dans la bouteille. Expliquer que cette eau représente l'eau salée que se trouve pour la plupart dans les océans du Monde. Leur rappeler que cette eau est non-potable à cause du sel qu'elle contient.
  7. Maintenant, reprendre le pot contenant les 28 ml d'eau que vous avez mis de côté. Expliquer encore que ce 28 mL d'eau représente toutes les eaux douces du monde.
  8. Puis, demander à un élève de répartir les 28 mL d'eau douce à l'aide d'une éprouvette graduée ainsi: (l'élève versera chaque volume dans l'un des quatre pots en verre vides)
    - a. Verser 23 mL dans un pot et expliquer que ça représente l'eau contenue dans les calottes glaciaires (les grandes plaques de glace qui se trouvent aux pôles de notre planète), les icebergs (les gros morceaux de glace qui flottent dans les océans), et les glaciers (les plaques de glace mobiles qui se trouvent dans les montagnes du monde).
    - b. Verser 4 mL dans un autre pot et expliquer que ça représente les eaux souterraines (l'eau emmagasinée dans les profondeurs de la terre).
    - c. Prélever et verser deux gouttes du compte-gouttes dans un autre pot et expliquer que ça représente toutes les eaux de surface comme les eaux des lacs, rivières, étangs, etc.
- NB: 1 mL = 3 gouttes.*
- d. Mettre la dernière goutte d'eau du compte goutte dans le dernier pot et expliquer que ça représente l'eau qui se trouve dans l'atmosphère et le sol (la couche supérieure de la terre)
9. Tester la mémoire des élèves en demandant les volumes qu'ils ont vus pour qu'on puisse compléter le tableau. Commencer avec les 972 mL qui représentent les eaux salées (Voir le tableau complété ci-dessous).
  10. Dire aux élèves de compléter le tableau dans leur cahier avec les proportions de cette activité.

Répartition par pourcentage de toutes les eaux du monde	Si toute l'eau du Monde était égale à un litre d'eau, chaque source d'eau sera égale à quantités suivantes :
97,2% Océans (eaux salées)	972 mL
2,38% Calottes glaciaires et glaciers	23 mL
0,39% Eaux souterraines	4 mL
0,029 % Eaux de surface (lacs, rivières, etc.)	2 gouttes
0,001 % Dans l'air et à la surface du sol	1 goutte
=100% de l'eau sur la Terre	=1 Litre (1000 mL)

### **Discuter les résultats de l'activité**

1. Demander aux élèves de regarder les différents volumes d'eau dans la bouteille et les pots. Puis, leur poser les questions suivantes :
  - a. Où se trouve la plupart de l'eau sur la Terre? (Océans)
  - b. Certaines villes sont proches des océans, comme Lomé, Cotonou, Accra, Conakry, Miami, et New York. Est-ce qu'elles peuvent utiliser l'eau des océans pour le ménage, pour boire, et pour l'industrie? (Non. Les océans contiennent des sels qui sont nuisibles aux humains, plantes, animaux, et aux métaux des machines.)
  - c. Pensez-vous que les sels puissent être enlevés de l'eau de l'océan? (Oui, mais le processus de désalinisation coûte très cher et consomme beaucoup d'énergie.)
  - d. Que pensez-vous, lequel des quatre pots contenant de l'eau douce contient l'eau la plus douce sur la Terre? (le 23 mL qui représentent les calottes glaciaires et glaciers.)
  - e. Est-ce que les calottes glaciaires et les glaciers servent souvent comme sources d'eau potable pour les humains? Expliquer pourquoi ou pourquoi pas. (Non. Les calottes glaciaires et les glaciers se trouvent soit aux pôles de la Terre soit aux sommets des montagnes et d'habitude ils sont trop loin des centres de populations pour être utiles. En plus, on devrait les faire fondre d'abord).
  - f. Quel pourcentage des eaux douces représentent les eaux souterraines? (0,39%, moins de la moitié d'un pourcent.)
  - g. Pourquoi est-ce que la toute petite quantité d'eau contenue dans l'atmosphère et à la surface du sol est tellement importante pour les plantes, les humains, et les animaux ? (L'eau dans l'atmosphère devient la précipitation et sert comme source d'eau pour les lacs, rivières, réservoirs etc. desquels les êtres-vivants terrestres dépendent. La précipitation entre dans le sol et les plantes se nourrissent de l'eau qui se trouve dans la première couche du sol.)
2. Donc, vous pouvez voir clairement que le pourcentage d'eau à notre disposition est une toute petite partie de l'eau présente à la surface de la Terre.
3. **Nous devons travailler pour protéger cette eau afin de ne pas perdre cette ressource vitale.**
4. Nous allons aider les scientifiques GLOBE à suivre les changements des eaux à la surface de la Terre en prenant des mesures de notre cours d'eau ici, à côté de l'école, et puis les leur envoyer.

### **Extensions pour les élèves des classes supérieures**

1. Dire aux élèves de recopier les pourcentages de la distribution des eaux du tableau dans leur cahier sur une feuille vierge. Peuvent-ils les transformer en fractions (centièmes et millièmes) ?
2. Dire aux élèves de proposer quelques méthodes par lesquelles on peut faire la désalinisation de l'eau d'un océan pour la rendre potable. (On peut leur dire de travailler en groupes.) Leur permettre de dessiner les machines ou usines qui peuvent distiller l'eau salée pour une famille ou une ville.

## Importance d'étudier l'eau

1. Expliquer que les scientifiques veulent des mesures de notre communauté afin d'avoir un jeu des mesures de beaucoup des communautés réparties partout dans le monde. Avec ces mesures, ils vont essayer de :
  - a. Suivre la qualité des cours d'eau partout dans le monde ;
  - b. Contrôler la santé des eaux douces, identifier les cours d'eaux pollués, et identifier les sources de pollution des cours d'eau partout dans le monde ;
  - c. Contrôler les niveaux et qualité des sources d'eaux afin d'éviter les crises d'eau pour des populations partout dans le monde;
  - d. Contrôler la santé des animaux et des plantes qui vivent dans les cours d'eau à travers le monde entier.
  - e. Avoir un jeu des mesures à la disposition de tout le monde pour pouvoir étudier d'autres choses aussi lorsqu'elles apparaissent.
2. Expliquer que l'eau est parmi nos ressources les plus importantes. Si nous ne l'étudions pas, ni ne la comprenons, ni ne la protégeons, la qualité de nos vies sera réduite ou deviendra même impossible dans certains lieux.
  - a. Par exemple, il y a certains lacs et rivières en Chine qui sont tellement pollués par les toxines et produits chimiques des usines qui rejettent leurs déchets dans ces cours d'eau que rien ne peut plus vivre dedans maintenant. La population des villes ne peut pas boire ces eaux non plus, parce qu'elle les empoisonnerait.

## Activité optionnelle

1. Enseigner la chanson suivante aux élèves en employant l'air de la chanson en anglais, "My Bonnie Lies Over the Ocean" ou si vous ne connaissez pas ceci, prenez ou créez un autre air :\*

The Earth is all covered with ocean.  
The Earth is all covered with sea.  
The Earth is all covered with ocean.  
More water than land, don't you see?

### Chorus

Water, water, there's water all over  
the world, the world  
Water, water, there's water all over  
the world, the world.

So salty and cold is the ocean.  
So salty and cold is the sea.  
So salty and cold is the ocean.  
Too cold and too salty for me.

### Repeat Chorus

Atlantic, Pacific, the Arctic,  
And then there's the Indian too.  
These oceans all over our planet.  
I named them all, now can you?

### Repeat chorus

La Terre est couverte par des océans  
La Terre est couverte par des mares  
La Terre est couverte par des océans  
Plus d'eau que de terre, tu vois?

### Refrain

L'eau, L'eau, il y a l'eau sur tout le  
Monde, le Monde  
L'eau, L'eau, il y a l'eau sur tout le  
Monde, le Monde.

Très salés et frais sont les océans.  
Très salés et frais sont les mares.  
Très salés et frais sont les océans.  
Trop salés et trop frais pour moi.

### Répéter le refrain

Atlantique, Pacifique, et l'Arctique  
Et puis il y a l'Indien aussi  
Ces océans couvrent notre planète  
Je les ai nommés, le peux-tu ?

### Répéter le refrain

\* *Source* : Le *Water Sourcebook*, mais c'est aperçu d'abord dans *Ranger Rick's NatureScope: Diving Into Oceans*, National Wildlife Federation, Washington DC, p. 8, 1989.

# La documentation de votre site d'étude hydrologique

## GLOBE hydrologie – Leçon 3

### Matériel / Préparatifs :

- Une copie de cette leçon pour remplir comme fiche de mesures
- Un appareil récepteur GPS\*
- Le GPS Protocol Field Guide
- Un appareil photo \*
- Une boussole\*

*\*Si ces appareils vous manquent, faites la leçon quand même, en attendant l'arrivée d'un représentant GLOBE qui peut vous les prêter.*



### Sortir au site d'étude hydrologique

1. Avec soit toutes les élèves soit un groupe sélectionné, se rendre au site d'étude hydrologique
2. Demander aux élèves de faire les observations du site et de remplir la fiche de mesures ci-après.

### Les photos du site

*NB : Si un appareil photo vous manque, sautez cette partie jusqu'à ce qu'un représentant GLOBE muni d'un appareil vienne vous rendre visite.*

*NB : Utiliser cette opportunité d'enseigner aux élèves comment on utilise un appareil photo. Impliquer les élèves le plus possible.*

1. De la position où vous allez prendre vos échantillons d'eau, prendre quatre photos de votre site d'échantillonnage, un dans chaque direction cardinale (N, S, E, O). Employer une boussole pour vérifier chaque direction cardinale.
2. Si vous employez un appareil à pellicule :
  - a. Tirer deux fois ces quatre images. Garder un jeu de photos pour l'école et envoyer l'autre à GLOBE
  - b. Étiqueter l'école, le nom de site d'étude, et la direction cardinale.
  - c. Dans une lettre, inclure le nom et l'adresse de votre école, le numéro d'identité de GLOBE pour votre école (si vous le connaissez), la date et l'heure à laquelle vous avez pris les photos (en temps universel), le nom du cours d'eau, le nom du site d'étude (pour exemple, SWS-1), les coordonnées GPS du site, le nom du protocole GLOBE (pour exemple Hydrologie) et d'autres informations importantes pour la description de votre site.

- d. Envoyer une copie des photos et de la lettre à l'adresse suivant :  
The GLOBE Program  
P.O. Box 3000  
Boulder, CO 80307-3000  
USA

***NB** : GLOBE demande aussi un plan de votre site d'étude d'hydrologie. Nous avons inclus une activité sur le dessin des cartes dans Leçon 7 avec les élèves. Donc, on vous conseille de ne pas envoyer les photos jusqu'à vous ayez fait le plan pour envoyer tout en même temps.*

3. Si vous employez un appareil photo numérique :
  - a. Au lieu de tirer et d'envoyer les photos par la poste, envoyer une copie de chaque photo comme pièce jointe d'un email à [photos@globe.gov](mailto:photos@globe.gov).
  - b. Dans l'email, mettre le nom et l'adresse de votre école, le numéro d'identité de GLOBE (si vous le connaissez) la date et l'heure à laquelle vous avez pris les photos (en temps universel), le nom du cours d'eau, le nom du site d'étude (pour exemple, SWS-1), les coordonnées GPS du site, le nom du protocole GLOBE (pour exemple Hydrologie) et d'autres informations que vous trouvez importantes.
  - c. Aller sur le site web GLOBE, [www.globe.gov](http://www.globe.gov), et charger vos mesures de la fiche de mesures au-dessus en employant votre login et mot de passe.
  - d. Notez bien, GLOBE demande aussi que vous dessiniez un plan du site. C'est inclus dans Leçon 7 suivant.

### **Préparation pour la prochaine séance**

1. Expliquer aux élèves que pendant la prochaine leçon nous allons pratiquer la prise d'un échantillon d'eau de notre cours d'eau au site d'échantillonnage.

# Fiche de définition du site hydrologique

## Informations de base

Nom de l'école : \_\_\_\_\_

Nom de la classe ou groupe : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

Noms des observateurs : \_\_\_\_\_

---

## Informations sur votre cours d'eau

Nom du cours d'eau : \_\_\_\_\_

(Donner le nom figurant sur les cartes si possible)

Type d'eau:      Salée (> 25 ppt)    Saumâtre (2-25 ppt)    Douce (<2 ppt)

L'eau est-elle courante ou stationnaire ?    Courante      Stationnaire

Si l'eau est courante :    Ruisseau    Rivière    Autre: \_\_\_\_\_

Largeur approximative du cours d'eau : \_\_\_\_\_ mètres

Si c'est un plan d'eau :  Étang    Lac    Réservoir    Baie    Fossé  
 Océan    Estuaire    Autre: \_\_\_\_\_

Superficie du plan d'eau :

Moins que 50m x 100m

50m x 100m

Plus que 50m x 100m

Surface approximative de l'eau stagnante : \_\_\_\_\_ km<sup>2</sup>

Profondeur moyenne de l'eau stagnante : \_\_\_\_\_ mètres

Lieu de prélèvement des échantillons (cocher un) :

Crique    Berge    Pont    Bateau    Embouchure    Jetée

Le fond est-il visible?    Oui    Non

Matériaux constituant le lit / la berge (cocher tout ce qui convient):

Sol en terre nue    Roche    Béton    Berge végétale

Nature du sous-sol rocheux (cocher tout ce qui convient):

Granite    Calcaire    Roche volcanique    Sédiments mixtes    Inconnue

Biotope d'eau douce (cocher tout ce qui convient):

Substrat rocheux    Substrat vaseux    Substrat sableux

Bord végétalisé    Végétation submergée    Troncs    Inconnue

Biotope d'eau salée (cocher tout ce qui convient):

Rivage rocheuse    Rivage sableuse    Estuaire / Rivage de boue    Inconnue

### **Description général du site**

*NB : Quand vous envoyez les données de la définition du site à GLOBE, les informations suivantes doivent se trouver sur « La Description en générale de votre site d'étude et les Métadonnées (Commentaires) »*

**Types de plantes observées dans et aux bords de votre cours d'eau :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Types d'animaux observés dans et aux bords de votre cours d'eau :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Utilisation du cours d'eau par les humains dans la zone de votre site d'étude** (par exemple pêche, natation, transport de marchandises ou de gens, boisson [eau potable], irrigation, lessive, etc.) : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Est-ce qu'il y a des décharges (apports) d'eau en amont de votre cours d'eau ?** \_\_\_\_\_

**Est-ce que l'écoulement (rivière) ou le niveau d'eau (lacs) est contrôlé ou naturel ?**  
(Par exemple, l'écoulement d'un fleuve en aval d'un barrage est souvent contrôlé.)

\_\_\_\_\_

### **Les coordonnées GPS**

*NB : Si un GPS vous manque, sautez cette partie jusqu'à ce qu'un représentant GLOBE muni d'un appareil vienne vous rendre visite.*

*NB : Utiliser cette opportunité d'enseigner aux élèves les termes longitude, latitude, altitude, et l'emploi d'un système GPS. Impliquer les élèves le plus possible.*

**Latitude :** \_\_\_\_\_  N ou  S

**Longitude :** \_\_\_\_\_  E ou  O

**Altitude :** \_\_\_\_\_ mètres au-dessus du niveau de la mer

**Source des mesures** (cocher l'un) :  GPS  Autre: \_\_\_\_\_

### **Informations additionnelles à trouver par vous, le professeur**

**Nom du site :** \_\_\_\_\_

*(Créer un nom unique qui décrit bien votre site. Si c'est votre premier site d'étude d'hydrologie, nous suggérons SWS-1. Si c'est votre deuxième site, employer SWS-2, etc.)*

**Kit de la mesure de la teneur en oxygène dissous :**  Lamotte  Hach

Autre : \_\_\_\_\_ Nom du modèle : \_\_\_\_\_

**Kit de la mesure de l'alcalinité :**  Lamotte  Hach  Autre : \_\_\_\_\_

Nom du modèle : \_\_\_\_\_

**Kit de la mesure de la teneur en nitrates :**  Lamotte  Hach  Autre : \_\_\_\_\_

Méthode:  Zinc  Cadmium

Nom du modèle : \_\_\_\_\_

**Kit de la mesure de la salinité par trituration :**  Lamotte  Hach

Autre : \_\_\_\_\_ Nom du modèle : \_\_\_\_\_

# Prendre un échantillon d'eau dans un seau

## GLOBE hydrologie – Leçon 4

### Matériel / Préparatifs :

- Un seau avec une corde nouée à sa poignée (Pour cette première fois, aller au site avec plusieurs seaux et cordes. Comme ça, plusieurs groupes d'élèves peuvent pratiquer en même temps.)
- Des gants en latex (Conseillés pour que vous puissiez éviter de « polluer » l'échantillon d'eau avec vos doigts. Mais, ils ne sont pas nécessaires si on prend la précaution de ne pas toucher l'échantillon ni l'intérieur du seau.)
- **NB** : Cette sortie peut aussi être l'occasion d'enseigner aux élèves d'autres protocoles de mesures de paramètre liés à l'hydrologie (température, turbidité), et ces nouveaux paramètres peuvent être mesurés dès cette sortie. On pourra alors ensuite enseigner les leçons liées à chaque paramètre. Si on choisit cette méthode on aura besoin du matériel nécessaire à tous les protocoles qu'on enseignera.



### Déroulement :

#### Se Préparer

1. Expliquer que pour chaque mesure que nous ferons sur l'eau nous aurons besoin d'un nouvel échantillon d'eau.
2. Donc, aujourd'hui nous sortirons au site d'étude pour apprendre comment on prélève un échantillon d'eau.
3. Aller avec les élèves au site d'échantillonnage et leur montrer comment on prend un échantillon d'eau en suivant les étapes à dessous.
4. Regrouper les élèves en groupes et leur permettre de pratiquer les étapes eux-mêmes.

#### Étapes d'échantillonnage

1. Prélever un seau d'eau dans le site et le vider un peu plus loin, pour rincer le seau et éviter de contaminer le site. Il ne faut pas toucher le sol pour éviter de remettre en suspension les sédiments du fond du site. Il ne faut pas rincer le seau avec de l'eau distillée car cela risquerait de fausser les résultats. Pour la même raison, ne pas utiliser le seau pour un usage tel que le nettoyage.
2. Tenez la corde fermement. Si le site de prélèvement est une rivière, lancez le seau dans une zone où les eaux sont bien mélangées (un petit rapide), à une certaine distance de

- la berge. Idéalement, la rivière devrait avoir au moins un petit courant. Si vous prélevez l'échantillon dans un lac, une baie, ou un océan, lancez de seau le plus loin possible du bord de l'eau.
3. Si le seau flotte, bousculez la corde jusqu'à ce qu'un peu d'eau entre dans le seau. Effectuez toujours le prélèvement à la surface de l'eau. Ne laissez pas le seau se remplir complètement et s'enfoncer. Veillez également à ne pas agiter les sédiments du fond.
  4. Laissez le seau se remplir aux deux tiers ou trois quarts et sortez-le de l'eau.
  5. Effectuez immédiatement les tests que vous allez faire sur l'échantillon car il a une durée de vie de 10 minutes avant qu'un nouvel échantillon soit pris.



**Rincer le seau**



**Lancer le seau**

### ***Enseigner les autres protocoles***

1. Si vous avez le temps, enseigner un ou deux autres protocoles d'hydrologie avant de retourner en classe.
2. Pendant l'enseignement du protocole, remplir une fiche de mesures pour le paramètre que vous enseigniez pour que vous puissiez envoyer un premier jeu de mesures au Programme GLOBE.

### ***Préparation de la prochaine séance (deux options)***

1. L'enseignant a deux options concernant la leçon qu'il enseignera prochainement :
  - a. Option 1 : Enseigner les protocoles de mesures pour qu'on puisse commencer ces mesures tout de suite. Nous vous conseillons de suivre cette option.
  - b. Option 2 : Ne pas enseigner les protocoles pour tester l'eau à ce moment et continuer directement la leçon sur faisant un plan du site d'étude.

# Enseigner les protocoles de mesure des autres paramètres

## GLOBE hydrologie – Leçon 5

### Matériel / Préparatifs :

- ❑ Le protocole de chaque leçon
- ❑ Une fiche de mesures pour chaque protocole
- ❑ Seau et corde pour la prise de l'échantillon d'eau
- ❑ Autres matériaux qui sont nécessaires pour exécuter chaque protocole qu'on enseignera
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève



***NB :** Selon le nombre des protocoles que vous allez enseigner aux élèves, cette séance peut prendre plusieurs semaines. Pendant ces sessions, il faut que tous les élèves soient présents. Après, pendant la prise des mesures hebdomadaire, on pourra aller au site avec quelques élèves chaque semaine, mais pas toujours les mêmes.*

### Déroulement de la séance :

#### Apprendre les protocoles

1. Expliquer aux élèves qu'aujourd'hui nous allons au site d'échantillonnage et apprendre comment faire un ou deux « Protocoles d'hydrologie » en plus et pratiquer ceux que nous avons appris la dernière fois.
2. Aller au site d'échantillon et faire les protocoles.
3. Retourner en classe et sauvegarder les fiches de mesures qu'on a remplies pour envoyer à GLOBE via le site internet.

#### Préparation pour la prochaine séance (si on n'a pas encore fait le plan du site)

1. Expliquer aux élèves que pendant la leçon prochaine, ils pratiqueront le dessin d'un fleuve en préparation pour la création d'un plan du site d'étude hydrologique.
2. Donc, leur dire de venir en classe la prochaine séance avec un crayon, une gomme, et une double feuille d'un cahier.

# Faire un plan dans la salle

## GLOBE hydrologie – Leçon 6

### Matériel / Préparatifs :

- ❑ Feuille de cahier pour chaque élève
- ❑ Des drapeaux ou des objets qui peuvent être utilisés pour indiquer les distances le long du bord du fleuve (par exemple des morceaux de tissu attachés à des bâtons ou des vieilles boîtes peintes en couleur voyante)
- ❑ Un mètre ruban (50 m)
- ❑ Un crayon et une gomme pour chaque élève
- ❑ 10 à 15 objets divers (verres, seaux, cahiers, branches, roches, boîtes, bidons, etc.)
- ❑ Une boussole (si possible)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

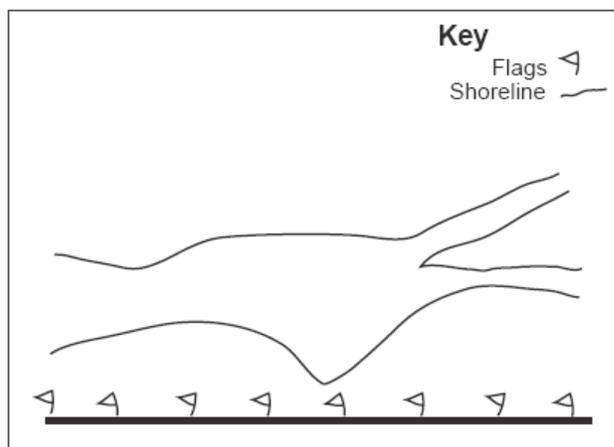


***NB :** Avant de faire cette leçon, nous conseillons à l'enseignant de lire cette séance et la suivante (« Sortie au site d'étude pour faire le plan du site »). Une lecture attentive des exemples de plans donnés à la fin de la prochaine leçon permettra de connaître les exigences de GLOBE concernant le détail des plans et les informations qu'il doit contenir.*

### Déroulement :

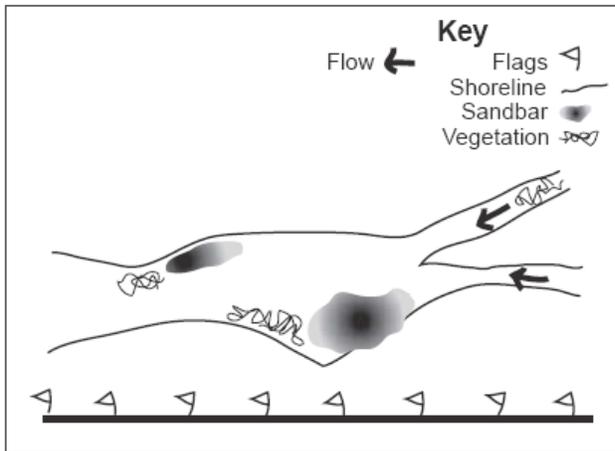
#### Exemple et attentes pour faire un plan

1. Vous, le professeur doit lire l'exemple suivant sur la réalisation d'un plan du site en préparation pour la séance avec les élèves.
2. Exemple de comment on réalise la carte du site d'étude.



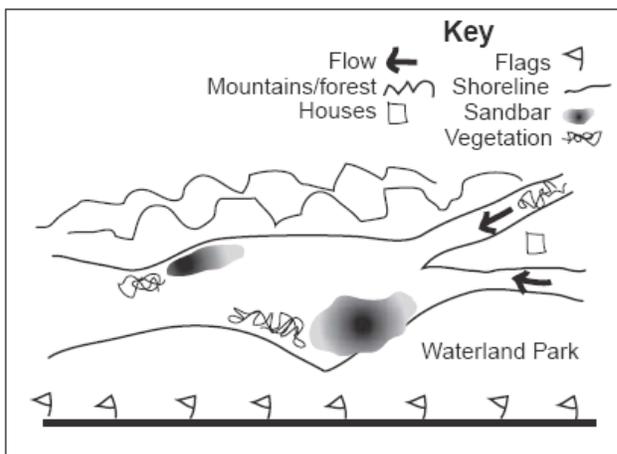
Tracer une ligne transversale et placer sur cette ligne à chaque deux mètres un drapeau. Chaque intervalle sur le papier représentera les deux mètres entre drapeaux.

Dessiner le bord du cours d'eau en mesurant la distance entre chaque drapeau de la ligne et le bord. Si l'autre bord du cours d'eau est trop loin pour le représenter, indiquer cela avec une flèche et la distance approximative à l'autre bord.

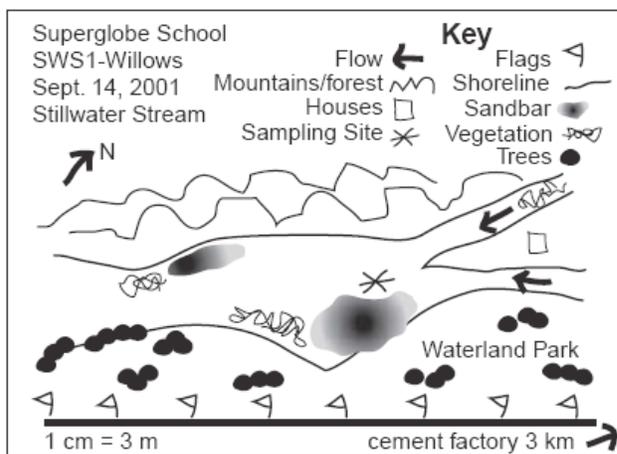


Ajouter les caractéristiques du site au plan. Montrer les aires d'habitat variés, souches des arbres, barrages ou ponts, barres de sable etc. Employer un symbole différent pour chaque caractéristique sur la carte.

Indiquer la direction de l'écoulement d'eau ou les entrées et sorties du cours d'eau si elles sont connues.



Ajouter des caractéristiques au plan de votre site. Montrer les habitats différents, chicots, barrages, ponts, barres de sable, etc.



Ajouter les autres caractéristiques le long du site qui peuvent aider à l'identification du site ou l'interprétation de vos mesures comme les falaises, grands arbres, affleurements de calcaire, dépôts d'argile, etc.

Les caractéristiques importantes qui n'apparaissent pas sur la carte comme les usine ou barrages en amont, peuvent être indiquées avec l'utilisation d'une flèche, le nom de la caractéristique, et sa distance approximative du site.

Ajouter le nom du site et de l'école, le nom du cours d'eau, l'échelle, une flèche qui indique le nord, et la date.

### **Préparation pour faire un plan**

1. Expliquer aux élèves qu'ils vont établir un plan aujourd'hui afin de développer leur capacité d'observation et de s'entraîner avant d'établir celui du site d'étude d'hydrologie.
2. Demander aux élèves de disposer leurs table-bancs en forme de « U » le long des murs de la classe. Sur le plancher au centre de la salle, utiliser la craie pour tracer les bords d'un fleuve de 4 mètres en longueur, avec quelques tournants légers et des virages. Si cet arrangement n'est pas possible, sortir dehors avec les élèves et tracer le fleuve sur le sol.
3. Expliquer que nous allons faire un plan de ce fleuve : nous allons en faire une représentation à l'échelle sur la feuille de papier, c'est-à-dire qu'à l'aide de cette future représentation, nous pourrions facilement décrire le fleuve et ses caractéristiques géographiques aux autres.
4. Désigner un bord du fleuve du dessin comme le bord loin du fleuve et l'autre comme le bord proche. Le bord loin doit être placé en haut des plans et le bord proche en bas des plans.
5. Prendre 10 à 15 objets (boîtes, bâtonnets, etc.) et les placer au bord proche du fleuve que vous avez tracé.
6. Expliquer aux élèves que la première étape pour faire un plan juste est de mesurer le site et de le marquer avec les drapeaux aux intervalles égaux. On fait ceci pour que les grandes distances sur le fleuve correspondent avec les petites distances sur les plans.
7. Demander aux élèves d'étaler le mètre ruban le long proche du fleuve dans une ligne droite et de placer un drapeau chaque 0,5 m sur la ligne.

### **Commencer un plan**

1. Puis, leur dire de dessiner les drapeaux avec un symbole très simple sur le bord de leur papier. Les drapeaux se trouveront tous les deux carreaux avec le premier drapeau au bord de la page (2 carreaux = 0,5 m). L'échelle est donc 2 carreaux = 0,5 m ; ce qui signifie que 2 carreaux sur votre feuille représentent en fait 0,5 m dans la réalité. L'échelle est la correspondance entre votre cahier et la réalité.
2. Leur dire d'écrire l'échelle sur leur plan.

*NB : Ce serait une bonne idée de modéliser ces étapes sur le tableau pour que les élèves puissent bien comprendre, mais il faut dire de ne pas copier directement l'image du tableau. Chaque élève doit créer son propre plan de l'original.*

3. Dire aux élèves de dessiner les bords du fleuve sur leur feuille, en utilisant la méthode suivante :
  - a. Mesurer la distance du premier drapeau au bord du bas de manière perpendiculaire.
  - b. Convertir cette mesure à l'échelle employée pour leur plan.
  - c. Placer un point sur le plan à une distance appropriée du symbole du drapeau.
  - d. Placer ainsi tous les points. Alors, les relier avec une ligne en pointillés.
  - e. Dessiner l'autre bord en utilisant la même méthode. (*Quand vous faites le vrai plan de votre site d'étude, il est possible que vous ne puissiez pas mesurer le bord haut; dans ces cas une simple estimation sera suffisante.*)

4. Avec la même méthode, ajouter les objets au bord proche du fleuve (les seaux, etc.)
  - a. Expliquer leurs aussi que s'ils voient un seau il n'est pas nécessaire de dessiner un seau parfait. Ils doivent plutôt utiliser un symbole qui représente le seau. Par exemple, ils peuvent choisir de dessiner un cercle à la place du seau. Chaque fois qu'ils ajoutent un nouveau symbole sur leur carte, ils doivent aussi l'ajouter dans la **Légende** de la carte qui explique le sens de chaque symbole qu'on trouve sur une carte.

*NB : Il sera aussi nécessaire de faire un exemple d'une légende au tableau pour que les élèves puissent voir clairement le processus. Passer par les table-bancs pendant que les élèves sont en train de travailler. Les encourager et les aider à bien placer les symboles sur les cartes. Leur montrer aussi des légendes sur les cartes commerciales qui appartiennent à votre école.*

5. Si vous avez une boussole, trouvez la direction du Nord et dites aux élèves de l'indiquer sur leur plan avec une flèche.
6. Puis, ils ajouteront à la carte le nom du fleuve, leur nom, et d'autres informations qu'ils pensent nécessaire pour les scientifiques qui examineront leur carte.
7. Demander à quelques élèves de présenter leur plan du fleuve à la classe pour que leur travail puisse être apprécié par les autres élèves.

### **Préparation pour la prochaine séance**

1. Expliquer aux élèves que la prochaine fois ils feront une carte pour leur vrai site d'étude.
2. Les élèves doivent, alors, préparer une nouvelle feuille de papier pour la sortie de la prochaine séance. Mais, cette fois, ils emploieront chacun une double-feuille du cahier, ou une grande feuille de Bloc-note.
3. Leur dire de dessiner un petit drapeau sur chaque ligne verticale de la feuille jusqu'à ils aient dessiné 26 drapeaux. Cette ligne des drapeaux doit commencer au bord gauche de la page et suivre le bord inférieur de la page.
4. Dites leurs d'écrire l'échelle sur leur carte : dans notre exemple, 1 cm sur le cahier représente 2 m dans la réalité mais c'est possible qu'on le trouvera nécessaire de changer cette échelle selon le quadrillage qui existe actuellement dans les cahiers de vos élèves.

*NB : Si vous avez du papier plus grand à votre disposition, vous pouvez le donner aux élèves pour que leurs dessins puissent avoir une échelle plus grande et donc que le plan soit plus détaillé.*

5. Ramasser les cartes des élèves ou leur dire de ne pas les perdre parce qu'on les emploiera au début de la prochaine séance.

# Sortie au site d'étude pour faire le plan du site

GLOBE hydrologie – Leçon 7



## Matériel / Préparatifs :

- Les cartes sur les double-feuilles que les élèves ont préparées la dernière fois (un drapeau chaque 1 cm)
- Un mètre ruban (50 m)
- Un crayon et une gomme pour chaque élève
- Une boussole (si possible)
- Cahier GLOBE de chaque élève
- Une surface dure sur laquelle les élèves pourront s'appuyer (livre ou autre)
- 26 drapeaux ou objets qui peuvent être utilisés pour indiquer les distances le long du bord du fleuve (par exemple des morceaux de tissu attachés à des bâtons ou des vieilles boîtes peintes en couleur voyante)

## Déroulement :

### Préparation pour faire des plans

1. S'assurer que chaque élève a le matériel nécessaire pour la leçon.
2. Faire une petite révision avec les élèves sur les parties du plan qu'ils vont dessiner.
3. Leur expliquer ce qu'ils vont faire cette fois-ci. Leur donner une liste des objets et symboles qu'ils mettront sur leur carte dans la légende.

***NB** : Pour que cette étape soit effective, l'enseignant doit aller au site d'étude bien avant la présentation de cette leçon et créer une légende pour les élèves, basée sur ses observations du site. Puis, il mettra la légende au tableau pour que les élèves la reproduisent sur leur carte. NE PAS RECOPIER la légende qui se trouve dans l'exemple à la fin de cette leçon parce qu'elle ne caractérise pas votre site d'étude.*

4. Expliquer que les meilleures cartes de la classe seront envoyées avec la carte de l'enseignant aux scientifiques GLOBE aux États-Unis et partout dans le monde pour qu'ils puissent les utiliser.

### Préparation du site d'étude pour en faire le plan

***NB** : L'enseignant peut faire ces étapes soit avec les élèves soit avant la sortie avec les élèves.*

1. Sortir au site d'étude d'hydrologie.
2. Sélectionner une partie du site d'étude qui a au moins 50 m de longueur si c'est possible. Les 50 mètres doivent contenir le site d'échantillonnage en plus des habitats divers.

3. Avec le mètre ruban, mesurer une ligne droite de 50 m parallèle au bord du cours d'eau et à moins de 10 m du bord. Bien sûr, la distance entre la ligne et le bord du fleuve varie si le bord n'est pas droit.
4. Placer un drapeau à chaque bout de la ligne puis tous les deux mètres le long de la ligne.

### **Dessin des cartes**

*NB: Pour faciliter ce travail, dire à haute voix le nom de chaque instruction à tour de rôle aux élèves pendant ce processus. Encourager les élèves à marcher le long des 50 mètres pour faciliter l'exactitude de leur carte. Les encourager et les aider à voir les choses qui leur manquent ou qui sont mal-placées sur leur carte.*

1. Vérifier que la ligne droite et les positions de drapeaux sont sur le plan.
2. Placer les points du fleuve correspondants à la position des drapeaux : pour cela, mesurer la distance entre chaque drapeau et le bord du fleuve (de manière perpendiculaire), puis convertir cette mesure à l'échelle du plan, et placer le point à sa place sur la feuille. Raccorder ensuite les points en suivant les mouvements du fleuve.
3. Dessiner l'autre bord du cours d'eau, ou indiquer la distance approximative si c'est connu.
4. Placer les flèches sur la carte pour montrer la direction d'écoulement ou situer l'amont et l'aval de votre cours d'eau.
5. Employer les symboles dans la légende (que vous avez créé avant) pour dessiner un bon plan du site. Les objets à mettre sur la carte sont :
  - Dans le site d'échantillonnage: Rapides, plans d'eau, bords végétalisés, rondins, sites rocheux, barres de gravions, barres de sable, ponts, jetées, barrages, etc.
  - Autour du site d'échantillonnage : La végétation (ou bien les codes MUC – les livres d'identification du MUC sont disponibles en prêt avec votre Représentant GLOBE), les caractéristiques géologiques comme les falaises ou les affleurements rocheux, et les constructions de l'homme comme les maisons, les champs, les usines, les routes, les dépôts d'ordures ou les tas d'ordures, etc.
6. Indiquer le lieu du site d'échantillonnage sur la carte.
7. Ajouter les choses suivantes aux cartes :
  - Le nom du site d'étude
  - Le nom du cours d'eau
  - Une flèche qui indique le Nord
  - La date
  - L'échelle (ex. 1 cm = 2 m)
  - Une légende complète

### **Retourner en classe**

1. Retourner en classe et permettre aux élèves de montrer leur carte aux autres. Organiser un vote entre eux pour choisir les trois ou quatre meilleures cartes. Ramasser toutes les cartes pour les apprécier et retenir les meilleures pour les envoyer au Programme GLOBE.

### **Préparation pour la prochaine séance**

1. Expliquer que la prochaine fois nous allons commencer avec **le cycle de l'eau**, c'est à dire les différents chemins que peut prendre l'eau dans ses mouvements au Niger et dans le Monde.
2. Demander aux élèves de réfléchir à ces chemins et de venir à la prochaine séance avec quelques idées à partager.

### **Après la séance**

1. Photocopier votre carte et les meilleures des élèves pour garder les originaux chez vous.
2. Derrière une carte ou bien sur un autre feuille de papier, écrire le nom et l'adresse de votre école, le numéro d'identité GLOBE (si vous le connaissez), la date du dessin, le nom du cours d'eau, le nom du site d'étude (pour exemple, SWS-1), les coordonnées GPS du site, le nom du protocole GLOBE (pour exemple, Hydrologie) et les autres informations que vous trouvez importantes.
3. Envoyer les copies des cartes et les photographies à GLOBE à l'adresse suivante :

The GLOBE Program  
P.O. Box 3000  
Boulder, CO 80307-3000  
USA

4. Comme alternative, si vous avez accès à un scanner électronique, vous pouvez scanner le plan et l'envoyer comme pièce jointe d'un e-mail au lieu de l'envoyer par la poste. Inclure toute les informations demandées au-dessus et les envoyer à [photos@globe.gov](mailto:photos@globe.gov).

# Le cycle de l'eau

## GLOBE hydrologie – Leçon 8

### Matériel / Préparatifs :

- L'image du cycle de l'eau ci-dessous (ou un autre document pédagogique)
- Cahier GLOBE de chaque élève

### Déroulement :

#### Construction du cycle de l'eau au tableau avec la participation des élèves

1. Pour cette séance on peut employer l'image du cycle de l'eau au dessus ou d'un autre document pédagogique, avec ou sans modifications, selon les besoins des élèves.
  - a. De toute façon, ne pas négliger le rôle que jouent les arbres dans la pluie locale isolée et la formation des nuages car c'est une partie souvent oubliée.
2. Expliquer aux élèves que nous allons faire ensemble un dessin du cycle de l'eau au tableau et qu'après ils vont le recopier dans leur cahier GLOBE.
3. Expliquer que ce cycle est important parce qu'il schématise comment toutes les eaux du Monde sont reliées, de l'étang qui se crée pendant la saison pluvieuse aux océans.
4. Inviter quelques élèves à partager leurs idées : Comment est-ce que l'eau circule dans le monde ? Encourager les élèves par des compliments pour leurs réponses.
5. Puis, leur expliquer que nous allons voir le chemin complet que l'eau prend à travers son cycle complet.
6. Dessiner le cycle de l'eau au tableau en morceau en demandant chaque fois aux élèves la prochaine étape en suivant ces instructions :
  - a. Dessiner l'océan et demander : Qu'est-ce qu'il se passe lorsque le soleil frappe la surface de l'eau ? (Réponse : **évaporation** d'une partie de cette eau)
  - b. Dessiner la vapeur d'eau quittant l'océan (ou un lac) et demander aux élèves : Qu'est-ce qu'il se passe lorsque la vapeur d'eau arrive à une haute altitude ? (Réponse : formation des nuages)
  - c. Dessiner des nuages et expliquer qu'une partie de ces nuages bougeront au dessus de la terre. Demander alors : Qu'est-ce qu'il se passera ? (Réponse : Il tombera sous forme de **précipitations** – pluie, neige, etc.)
  - d. Où est-ce que cette précipitation ira ?
    - i. 31% de cette précipitation **ruisselle à la surface de la terre** pour arriver dans les rivières, ruisseaux, lacs, étangs, et réservoirs. Une partie de cette eau s'écoulera jusqu'à l'océan pour recommencer le cycle.
    - ii. Un peu de cette précipitation sera ajoutée aux **calottes glacières**, les grosses plaques de glace aux Pôles du monde.

*NB: Les calottes glacières aux Pôles Nord et Sud sont en train de fondre à cause du changement climatique qui porte aussi le nom, de réchauffement planétaire. Si les calottes glacières fondent complètement, le niveau des océans va augmenter de quelques mètres et créer beaucoup d'inondations et d'autres problèmes dans le monde.*

- iii. Beaucoup de ces précipitations sont évaporées dans l'air pour former à nouveau des nuages.
  - iv. Un peu de ces précipitations s'infiltré dans le sol et entre dans une autre partie du cycle de l'eau très importante :
    - Pour l'eau qui pénètre dans les sols on parle d'**infiltration**.
    - A peu près 3% des précipitations infiltrent le sol et passent à une grande profondeur. Ces eaux deviennent une partie des **réservoirs souterrains**.
  - v. Puis cette eau infiltrée est absorbée du sol et de ces réservoirs souterrains par les plantes et les arbres respectivement.
    - Prochainement, cette eau s'évapore des feuilles de plantes et crée de la vapeur d'eau localement. L'évaporation de l'eau des feuilles de plantes s'appelle **la transpiration**.
    - S'il y a beaucoup des plantes, surtout beaucoup d'arbres, dans un milieu, l'évaporation est suffisante pour créer des nuages et des précipitations localement.
  - e. Réviser : Donc, l'eau des précipitations va en cinq lieux : ruissellement à la surface, calottes glacières, évaporation, transpiration, et infiltration.
    - i. Parce que c'est tellement difficile de distinguer entre les effets de l'évaporation et la transpiration, les deux processus sont regroupés sur un seul mot, **l'évapotranspiration**.
    - ii. Environ 66% de la précipitation qui tombe sur la terre retourne à l'atmosphère par les processus de l'évapotranspiration.
      - Cette action crée la plupart des pluies dans les forêts. Donc, si les humains abattent tous les arbres dans une région, ils sont en train de perdre la plupart de leur pluie.
7. Dire aux élèves de copier ce cycle dans leur cahier à la fin de l'explication. On peut leur dire aussi d'expliquer leur dessin à leur voisin dès qu'ils ont fini.

### ***L'importance des parties différentes du cycle de l'eau***

1. Demander aux élèves d'identifier les lieux dans le cycle d'eau où nous pouvons ramasser de l'eau potable pour notre consommation chez nous. Étiqueter ces places sur vos cycles avec une étoile. Les lieux à placer:
  - La pluie (ramassé par citernes ou seaux)
  - Fleuves et ruisseaux
  - Lacs et réservoirs
  - Eaux souterraines (via puits et pompes)

*NB : Il est possible que des élèves veuillent étiqueter l'océan aussi comme une source d'eau. Expliquer que l'eau de l'océan est remplie de sels et pour que elle devienne potable, elle doit être traitée dans une usine de désalinisation. Ce processus coute très cher pour le moment. Donc, pendant qu'il y a quelques pays désertiques qui utilisent cette méthode, l'eau des océans reste pour le moment hors de la consommation pour la plupart de gens*
2. Leur rappeler que ces sources représentent une très petite quantité de l'eau qui est sur la Terre. Donc, nous devons comprendre le cycle d'eau et puis travailler ensemble pour protéger ces sources d'eau.

3. Demander aux élèves d'imaginer ce qui se passerait dans tout le cycle si une partie commençait de changer. Par exemple, qu'est-ce que se passerait si la pluie se ralentissait ou si le taux d'évaporation au niveau des océans augmentait ou diminuait:
  - Qu'est-ce que se passerait aux niveaux des rivières et ruisseaux?
  - Qu'est-ce que se passerait au niveau des eaux souterraines et des puits qui y accèdent?
  - Qu'est-ce que se passerait pour les plantes et animaux?
  - Qu'est-ce que se passerait pour les agriculteurs, bergers, et les autres populations liées aux sources d'eau?
4. Rappeler aux élèves que chaque étape du cycle de l'eau est importante.
5. Comme chaque étape est importante, nous devons travailler ensemble pour protéger de la pollution tous les étangs, lacs, eaux souterraines, océans... en effet toutes les eaux du monde !

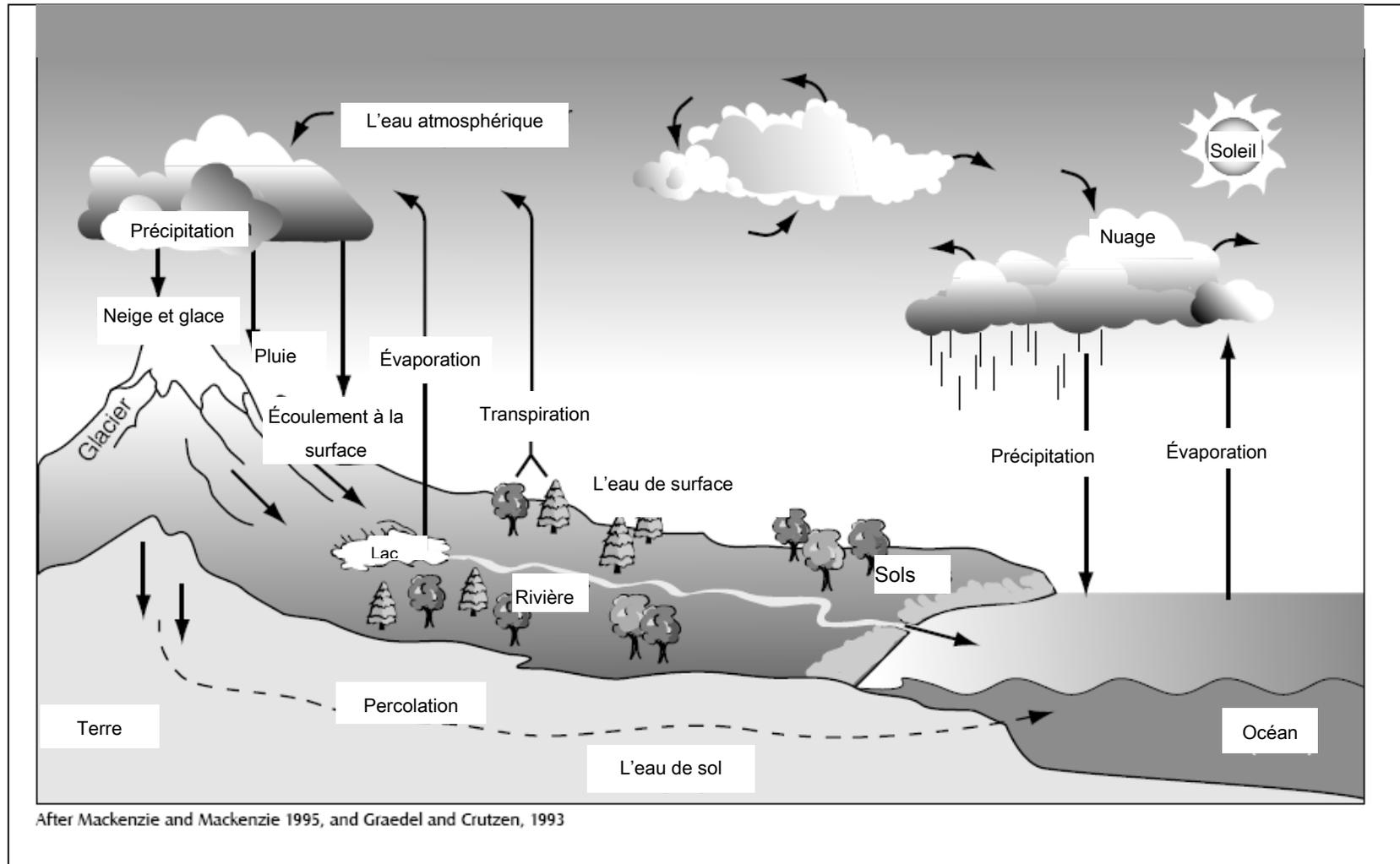
***Exercices supplémentaires en groupes ou individuels :***

1. Dessiner un autre cycle au choix qui est fondé sur le cycle d'eau (Par exemple, la vie d'une plante, la vie d'un animal, les saisons, la profondeur d'un lac ou d'une rivière, la floraison d'un arbre, la migration d'un oiseau, etc.)
2. Partager ces cycles avec les autres élèves par des présentations à la classe.

***Préparation pour la prochaine séance***

1. Expliquer que pendant la prochaine leçon nous allons examiner comment l'eau s'écoule à travers la surface de la Terre et aussi comment cette eau peut devenir polluée même si on ne voit pas une source de pollution.

# Le cycle de l'eau



# Modélisation d'un bassin versant

## GLOBE hydrologie – Leçon 9

### Matériel / Préparatifs :

- Une feuille de plastique (préférentiellement claire ou blanche) d'au moins un mètre carré
- Un pulvérisateur ou un autre instrument pour arroser la feuille de plastique
- Quelques objets pour créer des « collines » (*ex. roche, seau, sac*)
- Quelques graines de Jolly Jus ou un autre colorant soluble pour modeler la pollution
- De petits cailloux
- Des éponges ou morceaux de pagnes pour modeler des forêts
- Un seau d'eau
- Une tasse
- La règle du tableau
- Cahier GLOBE de chaque élève

### Déroulement :

#### Introduction et explication de l'attraction terrestre

1. Demander aux élèves : « D'où est-ce que l'eau de notre fleuve/lac/étang/barrage provient? » (Des autres pays, de la pluie, etc.)
2. Expliquer qu'on va faire un modèle qui va nous indiquer la provenance de l'eau.
3. Tenir la règle horizontalement. Demander : « Si nous versons quelques gouttes d'eau sur la règle, est-ce que l'eau va couler ? » Verser pour constater que l'eau ne s'écoule pas.
4. Tenir la règle en pente et demander : « Si on verse maintenant la même quantité d'eau sur la règle inclinée, est-ce qu'elle va couler ? Verser et constater qu'elle s'écoule.
5. Demander : « Qu'est-ce qui a fait couler l'eau ? Expliquer que c'est l'attraction terrestre exercée par **la pesanteur** (ou **la gravité**).

#### Préparation de l'expérience

1. Disposer les divers objets (livres, boîtes, gobelets) sur une table ou sur le sol puis les recouvrir de la feuille de plastique de manière à obtenir un bassin versant, c'est à dire une surface sur laquelle si on verse un peu d'eau n'importe où, elle ressortira en un seul point.
2. Leur expliquer que cela représente les montagnes et les collines.
3. Montrer aux élèves le pulvérisateur et leur dire qu'il représentera la pluie.
4. Leur dire que maintenant nous allons faire une petite expérience avec notre modèle.

#### Problème et hypothèse

1. Écrire le problème qui suit sur le tableau et demander aux élèves de le copier dans leur cahier : « **Problème** : Qu'est-ce qu'il se passe quand il pleut sur les collines ? Où va l'eau ? »
2. Dire aux élèves que la première des cinq étapes que tous les scientifiques font lorsqu'ils vont faire une expérience est d'**écrire le problème**.

3. Dire que la deuxième des cinq étapes que font tous les scientifiques lorsqu'ils vont faire une expérience est de **Faire une hypothèse**.
  - Qu'est-ce qu'une « hypothèse » ?
  - Si les élèves ne savent pas, expliquer que c'est la prévision du résultat de l'expérience.
  - Expliquer que tout bon scientifique fait une hypothèse avant de réaliser une expérience.
  - Expliquer qu'il n'y a pas une vraie ou une fausse hypothèse : ce ne sont que des prévisions
4. Dire que chaque élève doit formuler une hypothèse qui répond au problème, sous le titre « **Hypothèse** ».

*NB : Rappeler-vous qu'il n'y a pas une vraie réponse à ce niveau. Toutes les propositions sont valables et méritent des encouragements !*

5. Choisir cinq élèves pour partager leur hypothèse avec la classe.
6. Dire que la troisième et la quatrième des cinq étapes du déroulement d'une expérience sont **Décrire la procédure** et **Faire l'expérience**.

*NB : Comme la procédure est simple dans notre cas, on va passer directement à la mise en œuvre de l'expérience.*

### **Faire l'expérience et les observations**

1. Demander un volontaire qui veut être l'orage et, avec le pulvérisateur, faire de la pluie sur « les collines ».
2. Observer comment l'eau s'écoule et s'accumule.
3. Expliquer que l'eau suit toujours la pente, à cause de l'attraction terrestre.
4. Expliquer qu'il en est de même avec tous les fleuves ; l'eau s'écoule des collines en suivant le chemin de la pente.
5. Donner la définition du terme bassin versant : « Un **bassin versant** est une région de la Terre dans laquelle toute l'eau s'écoulant à sa surface passera par une même sortie. » Un bassin versant peut être très grand ou assez petit.
6. Expliquer qu'on va montrer comment les actions de tous les gens, animaux, et plantes qui partagent un même bassin versant sont intimement liées.

### **Modélisation d'un bassin versant avec pollution**

1. Sur le modèle du bassin versant, choisir un endroit creux où l'eau passera inévitablement. Dire aux élèves d'imaginer que c'est le site de notre école. Placer une pierre à ce niveau pour identifier l'endroit.
2. Mettre un peu de *Jolly Jus* ou autre colorant sur une des « collines » qui est au-dessus de « l'école ». Expliquer que ça représente une source de pollution.
3. Demander aux élèves : « Quel type de pollution est-ce que cela peut représenter ? »
  - La liste de réponses peut inclure : les ordures, les excréments humains ou animaux, les abattoirs, les rejets automobiles, les lieux de fabrication de savon, les lieux où les animaux urinent dans l'eau, les lieux où les gens lavent leurs habits, les mines, les teintureries, etc.
4. Demander si toute la pollution est encore visible aux élèves de l'école ou aux autres membres de la communauté ? (Non.)

5. Dire aux élèves de faire une deuxième hypothèse en répondant à la question : « Qu'est-ce que se passera avec les produits contaminant lorsque la pluie tombera sur notre bassin versant ? »
6. Demander à quelques élèves de partager leur nouvelle hypothèse avec la classe.
7. Avec le pulvérisateur, faire tomber de la pluie sur « les collines » et observer comment la pollution se répand jusqu'au niveau de l'école.
8. Conduire les élèves à la conclusion que la pollution en haut de leur village, même si elle vient d'un autre village, s'écoulera jusqu'au niveau de leurs sources d'eau.
9. Leur dire d'écrire quelques observations sur ce que ils ont vu.
10. Demander : « Cette réalité doit nous conduire à adopter quels comportements par rapport à ce que nous buvons et ce que nous jetons ? »

### Ajouter les « arbres »

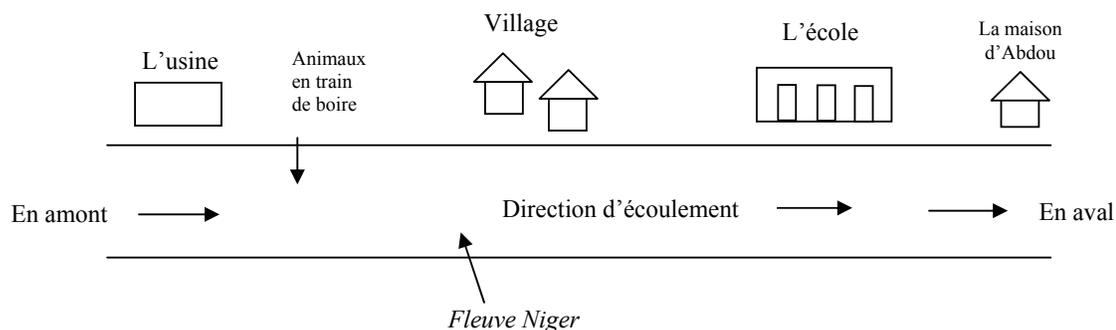
1. Essuyer l'eau colorée du plastique.
2. Mettre des pagnes ou éponges sur « les collines » en expliquant qu'ils représentent les forêts et autres végétations.
3. Intégrer le contaminant (colorant) de façon à ce qu'elle s'écoule sur le tissu.
4. Demander aux élèves de faire une troisième hypothèse : « Qu'est-ce qui se passera avec la pollution lorsqu'on fera tomber la pluie cette fois ? »
5. Demander aux élèves de partager encore leurs réponses. *Ne condamner aucune réponse.*
6. Faire tomber encore la pluie, et observer ce que se passe.
7. Demander : « Qu'est-ce qui s'est passé avec la pollution cette fois-ci ? »
  - Elle a été arrêtée par la végétation,
  - Donc, les plantes jouent un rôle de filtration au niveau des eaux.
  - Mais elles ne peuvent pas enlever tous les produits contaminant de l'eau et elles peuvent être aussi tuées par ceux-ci.

### Conclusion

1. Dire que la dernière des cinq étapes d'une expérience est **Tirer une conclusion**.
2. Demander aux élèves d'écrire quelques phrases au sujet de ce qui s'est passé pendant l'expérience en incluant si leurs hypothèses ont été confirmées ou infirmées.
3. Demander à quelques élèves de lire leur conclusion à la classe.

### Vérification de compréhension

1. Dessiner l'image suivante au tableau :



2. Demander aux élèves de regarder le dessin et de dresser une liste de toutes les choses qui affectent l'eau qui passe devant l'école.
3. « Est-ce que vous pouvez établir une liste d'autres produits contaminant qui ne sont pas sur le dessin mais qui affectent la qualité et la quantité d'eau ? » Les aider à créer une liste complète.
4. Demander les effets que leurs activités à l'école ont sur ceux qui habitent en aval, comme la famille d'Abdou.
5. Demander : « Qu'est-ce que vous pouvez faire pour vérifier que vous ne gênez pas les eaux des autres et que leur eau est propre ? »

# Examiner la pollution de l'eau

## Globe hydrologie – Leçon 10

### Matériel / Préparatifs :

- Un gobelet rempli avec de l'eau propre
- Un couvercle pour le gobelet
- Cahier GLOBE de chaque élève

***NB:** Si vous voulez, vous pouvez amener des polluants actuels pour rendre la démonstration plus réaliste. Ça peut comprendre les déchets de la cuisine, la lessive, les engrais, l'huile de moteur, l'acide d'une batterie, et du pesticide. Dans ce cas, on aura besoin d'un seau d'eau propre pour remplir encore le gobelet pendant le déroulement.*

### Déroulement :

#### Déchets biodégradables

1. Montre aux élèves le gobelet rempli avec l'eau propre. Demander s'ils veulent boire cette eau ? (Oui.)
2. Dire : Si je mets les déchets de la cuisine dans cette eau, tu la boiras ? (Non.)
  - Si j'ajoute les vidanges d'une latrine là-dedans, tu la boiras ? (Non.)
  - Si j'ajoute du fumier là-dedans, tu la boiras ? (Non.)
  - Pourquoi pas ? (Parce-que c'est sale, c'est pollué, c'est mauvais pour la santé, ça peut rendre malade, etc.)
3. Les poissons, les plantes aquatiques et autres êtres-vivants aquatiques n'aiment pas les boire non plus parce qu'ils peuvent les empoisonner comme nous.
4. Tous ceux-ci sont des **déchets biodégradables**. (*Écrire ce terme au tableau sous le titre « Les types de pollution de l'eau ». Puis, ajouter les autres types au fur et à mesure du déroulement de la leçon.*)
5. Ces déchets sont nuisibles pour une autre raison aussi : les bactéries aiment manger les déchets biodégradables. Plus il y a de déchets, plus il y a de bactéries. C'est un problème parce que dans l'eau les bactéries consomment l'oxygène dont les autres êtres-vivants ont besoin pour vivre. S'il n'y a plus assez d'oxygène certains poissons et plantes aquatiques mourront.

#### Nutriments des plantes

1. Montrer aux élèves à nouveau le gobelet rempli d'eau propre. Dire : Maintenant, si j'ajoute de la lessive dans l'eau, tu la boiras ? (Non.)
2. Et si j'ajoute des engrais, tu la boiras ? (Non.)
3. Les poissons et autres animaux dans l'eau ne les aiment pas non plus.
4. Les choses comme le savon et les engrais contiennent des nitrates et des phosphates, qui sont les **Nutriments des plantes**. Ce sont les minéraux nécessaires aux plantes pour qu'elles puissent grandir. Ajouter le terme **nutriments des plantes** à la liste sur le tableau.
5. Alors, pourquoi les nutriments des plantes peuvent-ils être une mauvaise chose parfois ? Parce qu'ils peuvent créer les conditions, qui permettent à certaines plantes, comme les algues, de pousser sans arrêt. Avec cette croissance, ces plantes peuvent occuper facilement tous l'espace dans un cours d'eau et tuer les autres êtres-vivants dedans.

### **Les sédiments**

1. Maintenant, je vais ajouter une poignée de sol dans l'eau du gobelet. Tu veux la boire ? (Non.)
2. Les plantes, animaux, et autres êtres-vivants n'aiment pas trop la terre et les cailloux dans leur eau non plus.
3. Les sols qui ne sont pas fixés en place sont les sédiments. Les sédiments arrivent dans l'eau par les actions du vent et de l'eau qui passe à travers la surface de la terre. Les sols nus sont érodés très rapidement par rapport aux sols occupés parce qu'ils n'ont pas de plantes pour maintenir le sol en place et le protéger du vent et de la pluie. Si trop de sédiments arrivent au niveau d'un cours d'eau, ils peuvent le remplir rapidement.
4. Les sédiments sont encore nuisibles parce qu'ils peuvent apporter les métaux lourds et les produits chimiques toxiques aux eaux. Le résultat est que les êtres-vivants aquatiques sont empoisonnés.

### **La chaleur**

1. Et si je mets cette eau sur le feu jusqu'à la faire bouillir, qui veut la boire à ce moment ? (Non.) Pourquoi ?
2. C'est un exemple de **la pollution par la chaleur**.
3. Si l'eau d'un cours d'eau est même un peu plus chaude que la température auquel les poissons ou autres êtres-vivants sont habitués, ils vont souffrir et parfois même mourir. Une des raisons de cette souffrance est que la chaleur chasse l'oxygène de l'eau et cette action laisse les animaux sans oxygène pour respirer.
4. Une source de pollution par la chaleur est par exemple une centrale électrique, qui emploie de l'eau d'un cours d'eau pour refroidir les machines. Lorsque cette eau est rejetée, elle est chaude et réchauffe donc l'eau de la rivière.

### **Les produits chimiques toxiques et hasardeux**

1. A ce moment, j'ajouterai beaucoup de mauvaises choses dans notre gobelet : de l'huile de moteur, de l'acide d'une batterie, du pesticide, de la teinture d'une teinturerie, et des déchets d'un hôpital. Est-ce que vous allez la boire maintenant ? (Non !)
2. Pourquoi pas ? (Ils sont toxiques.)
3. Ils sont aussi toxiques pour les êtres vivants aquatiques.
4. Ces produits sont appelés les **Produits Chimiques Toxiques et Hasardeux**.
5. Même une petite partie peut être désastreuse. Un seul litre d'huile de moteur, par exemple, peut polluer jusqu'à 1.000.000 litres d'eau. C'est un grand problème national et international.
  - a. Certains produits chimiques toxiques viennent d'une source spécifique, comme une usine, une teinturerie, ou une tannerie. Donc, ces produits chimiques toxiques sont des exemples de **source ponctuelle de pollution**. Il est possible d'identifier la source de ces pollutions et de les contrôler si on a la volonté de le faire.
  - b. D'autres produits chimiques toxiques viennent de beaucoup de sources à travers une grande aire. Par exemple, si de l'huile de 10.000 motos goutte sur un goudron et puis que la pluie rince le goudron et amène toute cette huile dans un fleuve, il serait impossible de trouver et d'infliger une amende aux propriétaires des 10.000 motos. Donc, ce genre de pollution est appelé **source diffuse de pollution**. Elle vient de plusieurs sources mais ensemble toutes ces sources créent un grand problème.

### **Déchets radioactifs**

1. Imaginez que nous sommes au bord d'un ruisseau en aval d'une mine d'uranium et nous prenons un gobelet d'eau du ruisseau. Est-ce que vous allez la boire ? (Non.)
2. Les mines d'uranium sont une source de **déchets radioactifs**. Les déchets radioactifs s'accumulent dans le corps. Puis, la radiation de ces déchets passe à travers le corps continuellement et peut créer un cancer, d'autres problèmes médicaux et même la mort.
3. Les enfants sont plus susceptibles aux effets des radiations que les adultes.

### **Révision**

1. Indiquer chaque type de pollution sur la liste complète sur le tableau (déchets biologiques, etc.) et demander aux élèves de donner un exemple de chaque type. Mélanger l'ordre des types pour le rendre plus difficile.

### **Qu'est-ce que chacun de nous peut faire pour améliorer la pollution de l'eau?**

1. Demander aux élèves, « Qu'est-ce que chacun de nous peut faire pour éviter et réduire la pollution de l'eau ? » Encourager les bonnes réponses au lieu de condamner trop celles qui ne sont pas correctes en inscrivant les bonnes réponses au tableau.
2. Après quelques idées, en ajouter d'autres tirées de la liste suivante :
  - a. Faire attention à où l'on verse ses eaux usées. Ne pas les verser vers un ruisseau, une rivière, un puits, ou un égout pluvial.
  - b. Uriner et déféquer à plus de 30m d'un cours d'eau ou d'une source d'eau.
    - Cette action évite quel type de pollution ? (Déchets biodégradables)
  - c. Bien doser les engrais. Dans beaucoup de lieux, les mesures indiquent que des individus emploient jusqu'à 10 à 50 fois plus des engrais que nécessaire pour la bonne croissance des plantes. Aussi, la substitution des engrais par le compost peut éliminer cette source de pollution.
    - Cette action évite quel type de pollution ? (Nutriments des Plantes)
  - d. Planter des arbres et lutter contre l'érosion et la désertification.
    - Cette action évite quel type de pollution ? (Sédiments)

*Note : La terre nue s'érode rapidement, car s'il n'y a pas de couverture végétale pour protéger le sol du vent ou de la pluie on ne peut pas éviter l'arrivée de trop des sédiments dans les cours d'eau. Aussi, les sols désertiques sont naturellement riches en sels, bore, et autres oligo-éléments qui sont les polluants d'eau. Donc, l'irrigation en excès ou l'érosion peuvent conduire ces éléments à arriver dans les sources d'eau et créer une pollution nuisible aux êtres-vivants, à la flore et à la faune.*

- e. Presque tous les liquides qui se trouvent dans une voiture ou un camion sont des polluants sérieux. Il faut éviter le renversement ou l'enlèvement inadéquat de l'huile, du fluide caloporteur, ou des autres fluides des automobiles.
    - Cette action évite quel type de pollution ? (Produits chimiques et hasardeux)
  - f. Employer les pesticides naturels au lieu des pesticides chimiques.
    - Cette action évite quel type de pollution ? (Produits chimiques et hasardeux)
  - g. Les citoyens peuvent devenir plus actifs politiquement aussi. Par exemple, encourager les gouvernements locaux et nationaux à renforcer les règles de construction de bâtiments et d'enlèvement des ordures dans votre communauté. Participer dans les campagnes pour planifier l'utilisation de l'eau. Éduquer la population sur les origines des ressources en eau et de la pureté de l'eau chez vous.
3. Demander aux élèves : Parmi la liste de ces actions, lesquelles peuvent réduire la pollution de l'eau ? (Toutes ces actions vont réduire la pollution d'eau !)

# **Les séances et activités techniques d'hydrologie pour envoyer les mesures au programme GLOBE**

*NB : Ces protocoles exigent des appareils (de plus chers au moins chers).*

*NB : Vous pouvez enseigner ces protocoles et activités dans n'importe quel ordre.*

# La température de l'eau

## GLOBE hydrologie – Leçon 11



### Matériel / Préparatifs :

- ❑ Une règle d'un mètre ou un mètre ruban (*optionnel*)
- ❑ La fiche de mesures de l'investigation de l'hydrologie
- ❑ Un thermomètre d'étalonnage calibré (*les instructions pour calibrer un thermomètre d'étalonnage se trouvent au dessous si c'est nécessaire*)
- ❑ Un fil et un élastique (*attaché au thermomètre*)
- ❑ Une montre
- ❑ Des gants en latex ou des sachets plastiques propres (pour couvrir les mains et éviter la contamination de l'échantillon si on prélève le pH ou la conductivité de l'échantillon)

### Déroulement :

#### Explication (révision) de l'échelle de température

1. Définition: **La Température** est la mesure relative de la quantité de la chaleur d'une matière.
2. On mesure la température avec un thermomètre gradué en **degrés Celsius**.

#### Jeu : Estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.
2. Expliquer l'importance de savoir-faire les bonnes estimations.
3. Si cela n'a pas été fait pendant une autre séance, faire d'autres estimations sur le modèle d'une compétition des groupes. Par exemple, chaque groupe estime la taille des objets divers dans la salle. On peut mesurer aussi la distance entre les objets dans la salle, la taille des élèves, l'heure exacte... Puis faire mesurer les objets afin de vérifier les estimations en disant aux élèves de venir les mesurer avec une règle.

#### Fonctionnement d'un thermomètre et prélèvement de la température

1. Commencer cette séance avec les définitions des différents types de thermomètres pour que les élèves puissent les connaître.
2. Dire : Nous employons un thermomètre pour connaître la température d'un corps ou d'une matière. Pour prélever cette température, plusieurs sortes de thermomètres peuvent être employés :
  - **Un Thermomètre à alcool** ou **au mercure** est un tube de verre scellé qui contient un liquide et qui a une échelle graduée imprimée sur le verre. Lorsque la température change, le liquide dans le tube se contracte ou se dilate, comme toute matière, et il bouge le long de l'échelle pour indiquer le changement de température.
  - **Un thermomètre digital** emploie une sonde et des composants électroniques pour mesurer la température, au lieu de la dilatation d'un liquide.

### **Séance optionnelle : construction d'un thermomètre**

1. Si on ne l'a pas encore faite, on peut faire la séance suivante avec les élèves : « Construction d'un Thermomètre », Programme de l'Atmosphère.

### **Pourquoi la température de l'eau est-elle importante?**

1. Exactement comme les humains ne peuvent pas vivre dans de l'air trop froid ou trop chaud, les animaux et plantes aquatiques ne peuvent pas vivre dans de l'eau qui est trop froide ou trop chaude.
2. Les plantes et animaux aquatiques sont chacun adaptés à une gamme de températures spécifiques. Les poissons, par exemple, qui sont adaptés aux lacs froids du Canada ne peuvent pas vivre dans les lacs chauds du Niger et inversement.
3. Les cours d'eau ont des températures différentes selon leur latitude et altitude, et selon la saison, l'heure, la profondeur de l'eau, et plusieurs autres variables.
4. Parfois les changements de température d'un cours d'eau proviennent des actions humaines. Par exemple, des usines ou des centrales électriques pompent puis déversent leurs eaux dans les cours d'eau après les avoir utilisées. Si l'eau déversée a une température différente de celle initiale du cours d'eau, qu'arrivera-t-il à l'écosystème du lac ou de la rivière ?
  - Réponse : Il sera perturbé : un changement de température peut tuer certaines espèces aquatiques car chaque espèce est adaptée à une gamme de températures fixe.

### **Comment mesurer la température de l'eau**

1. Compléter votre fiche des mesures hydrologiques en indiquant le nom des observateurs, la date et le nom du site.
2. Mettre les gants de protection ou les sachets propres sur les mains. Ceux ne sont pas nécessaires si on assure que les mains ne touchent aucune goutte d'eau pendant la prise de la température.
3. Passer l'élastique autour du poignet pour éviter de perdre ou de laisser tomber le thermomètre.
4. Contrôler la colonne du liquide de votre thermomètre pour vous assurer qu'elle ne contient pas de bulles d'air. Si le liquide s'est séparé, il y existe une bulle d'air. Pour l'éliminer, agiter fortement le thermomètre du haut vers le bas plusieurs fois. Faire attention qu'on ne frappe un meuble avec le thermomètre pendant les mouvements !
5. Prendre un échantillon d'eau avec un seau. (*Voir ce protocole.*)
6. Plonger le bulbe du thermomètre dans l'échantillon d'eau, à une profondeur de 10 cm. Il faut que le thermomètre soit gardé au centre de l'échantillon.
7. Laisser le thermomètre dans l'eau pendant 3 minutes.
8. Lire la température, sans retirer le bulbe de l'eau!
9. Replonger le thermomètre dans l'eau pour une minute de plus.
10. Lire la température à nouveau. Si la température n'a pas varié, continuer au point 11. Si la température a varié depuis la première lecture, répéter les étapes 9 et 10 jusqu'à ce que la température reste inchangée.
11. Incrire la température mesurée dans la fiche des mesures hydrologiques.
12. Répéter la mesure avec de nouveaux échantillons d'eau et deux autres élèves.
13. Calculer la valeur moyenne de ces trois mesures.
14. Toutes les températures mesurées ne doivent pas s'écarter de plus de 1.0°C de la moyenne. Si c'est le cas, répéter la mesure.

# Étalonnage d'un thermomètre

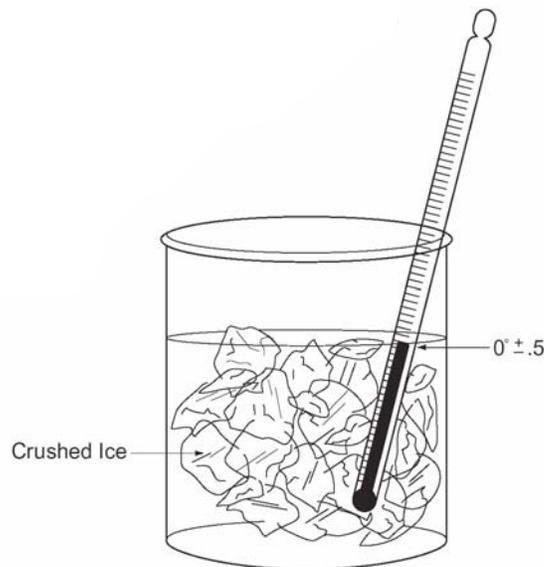
*GLOBE hydrologie – Document technique*

## **Matériel / Préparatifs :**

- Un thermomètre de référence
- Des glaçons
- Un récipient propre d'un volume d'au moins 250 ml
- De l'eau – idéalement de l'eau distillée, mais l'essentiel est qu'elle ne soit pas salée  
(au Niger, les bouteilles carré en plastique de CNES sont préférable)

## **Déroulement :**

1. Préparer dans le récipient un mélange d'eau fraîche et de glaçons, avec deux fois plus de glaçons que d'eau.
2. Placer le thermomètre de référence dans le bain de glace. Le réservoir du thermomètre doit être totalement immergé.
3. Laisser l'ensemble se reposer environ 10 minutes.
4. De temps en temps, agiter doucement le thermomètre dans le bain de glace afin qu'il soit parfaitement refroidi.
5. Relever la température ; si elle est comprise entre  $-0,5$  et  $+0,5^{\circ}\text{C}$ , le thermomètre est précis.
6. Si la température est supérieure à  $+0,5^{\circ}\text{C}$ , vérifier qu'il y a plus de glace que d'eau dans votre récipient. Ajouter plus de la glace et répéter les étapes 3 à 5.
7. Si la température est inférieure à  $-0,5^{\circ}\text{C}$ , vérifier qu'il n'y a pas de sel dans votre récipient. Verser le mélange et répéter les étapes 1 à 5 avec de l'eau pure.
8. Si la température n'est toujours pas comprise entre  $-0,5$  et  $+0,5^{\circ}\text{C}$ , changer le thermomètre Si ce thermomètre a été utilisé pour les mesures, avertir GLOBE.



# Mesurer la transparence de l'eau

## GLOBE hydrologie – Leçon 12

### Matériel / Préparatifs :

- Un tube de transparence (voir « Comment construire un tube de transparence » ci-dessous)
- Une tasse pour verser l'eau dans le tube
- Des gants en latex ou deux sachets propres pour couvrir vos mains
- La fiche de mesures
- Guide et matériaux pour « Prendre un échantillon d'eau dans un seau » (GLOBE programme d'hydrologie, Leçon 4)



### Déroulement :

#### Explication de la transparence de l'eau et de son importance

1. Définition: **La transparence de l'eau** est une mesure de la clarté de l'eau.
2. La clarté d'une eau détermine la profondeur à laquelle la lumière peut pénétrer dans cette eau.
3. S'il y a beaucoup de particules en suspension dans l'eau, les particules absorbent et dispersent la lumière qui veut traverser l'eau. Cet effet rend l'eau trouble et pas claire. Les particules qui peuvent être en suspension dans l'eau sont principalement les argiles (provenant de l'érosion) et les algues.
4. La transparence de l'eau est importante parce qu'elle détermine jusqu'à quelle profondeur les plantes aquatique peuvent pousser.
5. En effet, la lumière est essentielle pour la croissance des plantes vertes. La lumière solaire fournit l'énergie nécessaire pour la photosynthèse, le processus par lequel les plantes produisent leur nourriture. Par conséquent, la pénétration de la lumière dans l'eau détermine la profondeur et la quantité des plantes aquatiques. La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la couleur de l'eau, de la quantité de sédiments en suspension et de la quantité d'algues dans l'eau. La plupart des cours d'eau naturels ont une transparence de moins de quelques mètres mais les eaux extrêmement claires peuvent avoir une transparence de l'eau jusqu'à 30 – 40 mètres.
6. Aujourd'hui nous allons apprendre comment on mesure la transparence de l'eau et nous allons mesurer la transparence de l'eau de notre site d'étude.

#### Procédure pour prendre un échantillon d'eau

1. Compléter la fiche des mesures hydrologiques en indiquant les noms des observateurs, la date et le nom du site.
2. Compléter en même temps la partie sur la couverture nuageuse.

*NB : Il y a plus d'informations et activités sur la couverture nuageuse dans le Programme Atmosphère à la section « Aérosols et nuages »*

3. Prélever un échantillon de l'eau de surface à l'aide d'un seau attaché à une corde. Voir « Prendre un Échantillon d'eau dans un Seau ».
4. Tenir le tube de transparence verticalement, dos au soleil, de manière à faire de l'ombre au tube.
5. Prélever de l'eau du seau dans le gobelet. Agiter bien de l'eau avant de la prélever. Si les testes de pH et conductivité vous restent, ne pas plonger le gobelet dans le seau.
6. Emplir progressivement le tube à l'aide du gobelet (un peu chaque fois). Observer le fond du tube en tenant l'œil près de l'ouverture du tube. Arrêter d'ajouter l'eau dès que le disque à secteurs noirs et blancs n'est plus visible au fond du tube.
7. Tourner le tube sur lui-même pour vérifier que les secteurs ne sont plus visibles.
8. Inscrire la profondeur de l'eau contenue dans le tube sur la fiche des mesures hydrologiques. Indiquer la valeur au centimètre près.

*NB : Si le disque à secteurs reste discernable lorsque le tube est plein, inscrire la profondeur >120 cm.*

9. Verser le contenu du tube dans le seau et mélanger.
10. Répéter la mesure avec deux nouveaux groupes en utilisant le même échantillon d'eau.

# Comment construire un tube de transparence

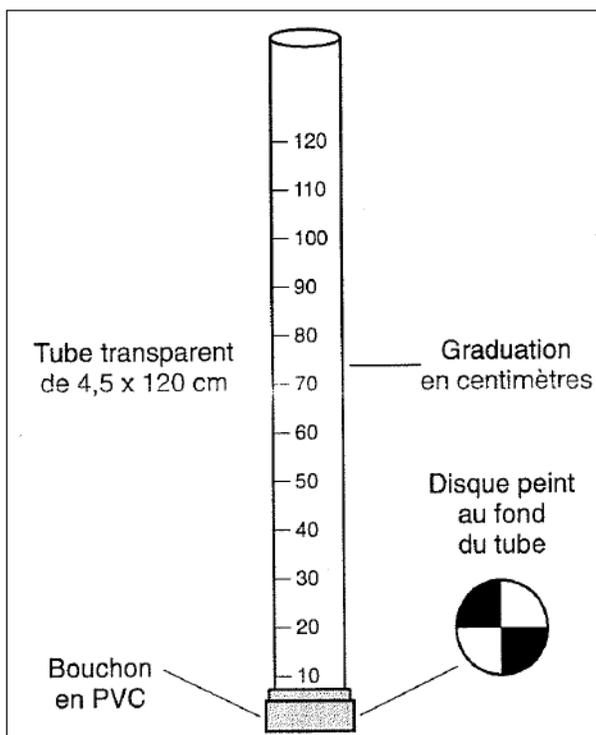
*GLOBE hydrologie – Document technique*

## **Matériel / Préparatifs :**

- ❑ Un tube clair (avec les dimensions à peu près 4,5 cm x 120 cm)
- ❑ Un feutre noir imperméable et permanent
- ❑ Un bouchon en PVC (qui peut s'emboîter parfaitement à l'une des extrémités du tube)
- ❑ Une règle d'un mètre

## **Déroulement :**

1. A l'intérieur du bouchon, dessiner un disque de Secchi (les quartiers du disque sont colorés en alternant le blanc et le noir) avec le feutre noir imperméable.
2. Employer le feutre et la règle d'un mètre et fabriquer une échelle en centimètres sur le tube. Cette échelle doit commencer avec 0 cm à une extrémité du tube et aller jusqu'à 120 cm. Attacher le bouchon au tube de manière à ce que le bout du tube (0 cm) s'aligne avec le dessin du disque de Secchi à l'intérieur du bouchon.
3. Coller le bouchon en PCV sur le bout du tube (au niveau de 0 cm). Le bouchon doit s'emboîter parfaitement pour qu'aucune goutte d'eau ne s'échappe.



# Mesurer la conductivité électrique

## GLOBE hydrologie – Leçon 13

### Matériel / Préparatifs :

- Un mètre de conductivité électrique calibré

***NB** : Le mètre de conductivité doit être calibré avant chaque utilisation. Les instructions de calibrage se trouvent ci-dessous.*

- Un thermomètre
- La fiche de mesures pour la conductivité électrique
- Du tissu léger et propre ou du papier hygiénique
- Des gants en latex ou des sachets propres pour couvrir vos mains (pour éviter la contamination)
- Une bouteille propre avec fermeture pour garder l'échantillon d'eau
- Eau distillée dans une bouteille en plastique souple

***NB** : Au Niger, les bouteilles rondes étiquetées "eau distillée" de Côte d'Ivoire contiennent de l'eau sale. De même, les vendeurs de batterie à Niamey qui déclarent qu'ils ont de l'eau distillée actuellement ont l'eau filtrée (pas distillée) de la société Caterpillar. La seule forme de l'eau distillée que nous avons trouvée ici est l'eau distillée Nigérienne du CNES (20.72.39.23). Elle est vendue dans des bouteilles carrées d'un litre. Les stations services Total vendent cette marque habituellement, mais pas les stations OiLibya.*



### A faire :

#### Explication de la conductivité électrique aux élèves

1. La **conductivité** d'un échantillon d'eau est la mesure de sa capacité à transporter un courant électrique. On mesure la conductivité avec **un conductimètre**.
2. Nous mesurons la conductivité électrique pour découvrir la quantité des solides dissoutes (sels et minéraux) dans l'eau. Une grande conductivité électrique indique qu'il y a beaucoup des solides dissous dans l'échantillon d'eau.
3. L'eau douce contient plusieurs sortes d'impuretés comme les sels et les minéraux. Nous ne pouvons pas toujours les voir ni les sentir. Comme l'eau est en contact avec des roches et des sols, les minéraux de ces derniers se dissolvent dans l'eau. Certaines sociétés vendent de l'eau minérale dans des bouteilles aux gens qui s'intéressent à la consommation des minéraux qui sont dissout dans cette eau.
4. L'eau douce contient aussi plusieurs impuretés qui viennent des activités humaines. Encore, ce n'est pas certain qu'on puisse les sentir ou les voir. Le fait qu'un cours d'eau semble être propre n'est pas une garantie qu'il le soit !
5. Les scientifiques veulent des mesures sur les solides dissouts pour les aider dans la détermination d'une utilisation appropriée de l'eau pour les boissons, l'agriculture, ou les utilisations industrielles. Aussi, ils veulent suivre les changements de qualité des cours d'eau.

### **Explications supplémentaires pour les élèves avancés**

1. L'eau pure a une conductivité électrique très faible parce qu'elle ne contient aucune impureté. C'est-à-dire que l'eau pure ne peut pas transporter un courant électrique facilement.
2. Alors que certains solides comme les sels et minéraux sont dissout dans l'eau, ils se transforment en ions. Les ions portent une charge électrique soit positive (+) soit négative (-) et ces charges peuvent porter un courant électrique à travers l'eau.
3. Donc, plus il existe d'ions dans l'eau plus cette eau conduit le courant électrique.

### **Protocole pour tester la conductivité électrique**

1. Calibrer le conductimètre en suivant les instructions de calibrage qui se trouvent dans la document technique suivant. Employer aussi le tableau de température vs. conductivité pour votre solution standard.
2. Aller au site d'échantillonnage.
3. Compléter votre fiche des mesures hydrologiques.
4. Mettre les gants de protection ou les sachets propres sur les mains.
5. Prendre un échantillon d'eau avec un seau en suivant les instructions dans Leçon 4.
6. Mesurer la température de l'eau, à l'aide du thermomètre. Si elle est comprise entre 20 et 30°C, passer à l'étape numéro 5.
7. Si la température est inférieure à 20°C ou supérieure à 30°C, remplir la bouteille avec un échantillon d'eau et fermer le bouchon. Rapporter la bouteille en classe. Laisser la température se stabiliser entre 20 et 30°C, puis remesurer la température. Passer à l'étape numéro 5.
8. Rincer les deux gobelets à deux reprises avec l'échantillon d'eau.
9. Verser environ 50 mL d'eau à analyser dans chacun des gobelets.

*Note : 50 mL d'eau c'est à peu près 5/7 d'une petite boîte de tomate [de 100 F] pour ceux auxquels manque un cylindre gradué.*

10. Retirer le capuchon du conductimètre électronique. Mettre en marche avec le bouton ON/OFF.
11. Rincer l'électrode à l'eau distillée. Tamponner légèrement l'électrode pour la sécher. Ne pas l'essuyer ni la frotter.
12. Plonger l'électrode dans le premier échantillon. Agiter doucement pendant quelques secondes. Ne pas toucher les bords ni le fond du gobelet avec l'électrode.
13. Sortir l'appareil du premier gobelet, l'égoutter en le secouant légèrement, puis le plonger directement dans le second échantillon.
14. Laisser l'électrode immergée pendant une minute au moins. Lorsque la valeur est stable, inscrire le résultat obtenu par le premier groupe sur la fiche des mesures hydrologiques.
15. Recommencer la mesure avec deux autres groupes en utilisant à chaque fois de nouveaux échantillons d'eau en suivant les étapes 5 à 14. Il n'est pas nécessaire de calibrer encore l'appareil de mesure à chaque fois. Inscrive les résultats des groupes 2 et 3.
16. Calculer la moyenne des trois mesures.
17. Chaque mesure ne doit pas varier de plus de 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de la moyenne. Si l'une des mesures diffère trop, recommencer avec un nouvel échantillon et recalculer la moyenne. Si le problème persiste discuter des causes possibles avec le maître.
18. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée, sécher en tamponnant légèrement et refermer le capuchon de l'appareil. Rincer et sécher les gobelets et la bouteille.

### **Comparaison des mesures en fonction des usages**

1. La meilleure eau pour le ménage et les boissons a une conductivité électrique au dessous de 1100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
2. Pour les besoins en eaux agricoles, l'eau portera idéalement une conductivité électrique entre 2200-2600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Au delà, les plantes sensibles peuvent être endommagées.
3. Est-ce que l'eau de votre site d'étude est adaptée à une de ces utilisations ?



# Étalonnage du conductimètre

## *GLOBE hydrologie – Document technique*

### **Matériaux / Préparation :**

- Un conductimètre
- Un mouchoir en papier ou du papier hygiénique
- La solution-étalon pour la conductivité
- Deux béchers de 100 mL ou deux gobelets réservés à cette tâche
- Un thermomètre
- Des gants en latex ou deux sachets propres
- De l'eau distillée dans une pissette
- Un petit tournevis pour l'étalonnage du conductimètre

### **La solution-étalon**

1. La solution-étalon est une solution d'une conductivité connue qu'on utilise pour calibrer un conductimètre. La solution-étalon doit rester fermée hermétiquement dans une bouteille pour éviter l'évaporation de l'eau et qu'ainsi la conductivité varie. Il est préférable que la solution-étalon soit aussi gardée dans un réfrigérateur.
2. La solution-étalon doit être achetée de temps en temps (peut-être une fois chaque année) pour vérifier que la valeur d'étalonnage ne dévie pas.

### **Étalonnage du conductimètre**

1. Prélever la température de la solution-étalon en évitant la contamination de la solution et puis employer le tableau de valeurs de la conductivité aux températures diverses pour votre solution-étalon pour identifier la conductivité courante de la solution-étalon. Si la solution-étalon est gardé dans un réfrigérateur, la température à l'intérieur du réfrigérateur sera égale à la température de la solution-étalon. La même chose sera vraie pour une solution collée à un thermomètre qui est emmagasinés dans un lieu ombré.
2. Prendre deux béchers de 100 mL propres et secs et y mettre juste assez de solution-étalon pour immerger l'électrode (à peu près deux centimètres).
3. Enlever le capuchon de l'électrode du conductimètre et appuyer sur l'interrupteur ON/OFF pour allumer le conductimètre.
4. Rincer l'électrode et le dessous du conductimètre avec l'eau distillée d'une pissette.
5. Sécher doucement l'électrode et le conductimètre avec un mouchoir en papier. Ne pas frotter ni caresser l'électrode pendant ce processus.
6. Plonger l'électrode dans la solution dans le premier bécher. Remuer légèrement le conductimètre pendant deux secondes pour enlever l'eau distillée qui reste.
7. La retirer de la solution et plonger dans la deuxième bécher de solution sans la rincer.
8. Remuer légèrement le conductimètre pendant quelques secondes, puis laisser la valeur indiquée se stabiliser.
9. Si l'afficheur n'indique pas la valeur correcte (la valeur de conductivité de la solution-étalon), corriger le réglage du conductimètre. Pour cela, tourner la vis d'étalonnage avec le tournevis de joaillier jusqu'à ce que le conductimètre affiche la valeur correcte.
10. Rincer l'électrode à l'eau distillée et l'essuyer délicatement avec un mouchoir en papier. Appuyer sur l'interrupteur ON/OFF pour éteindre le conductimètre puis remettre le capuchon sur l'électrode.
11. Jeter la solution-étalon des deux béchers. **Ne pas** la remettre dans le récipient original. Puis, rincer les deux béchers avec l'eau distillée et les essuyer.

# Une leçon sur le pH

## GLOBE hydrologie – Leçon 14

### Matériel / Préparatifs :

- Choisir 5 à 7 des solutions suivantes en prenant soin de choisir des solutions acides et des solutions basiques. Préparer et amener en classe quelques cuillerées de chaque solution dans des boîtes en verre munies de couvercles. Essayer de préparer les solutions en mélangeant des quantités semblables pour toutes les préparations. Étiqueter chaque boîte avec le nom de la solution mais n'écrire aucune indication de pH.

***NB** : Faire attention aux élèves avec les produits chimiques nuisibles afin d'éviter les brûlures chimiques.*

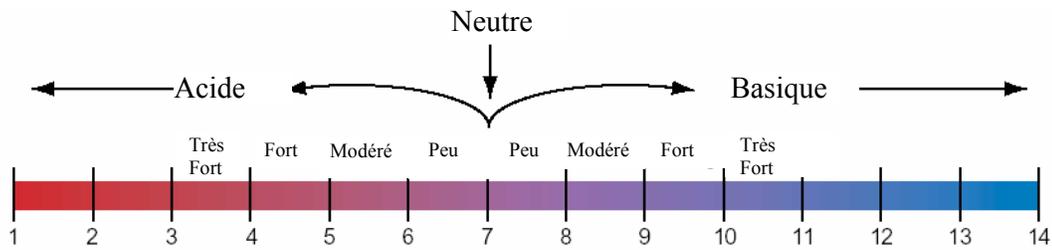
- Jus du citron (*acide*)
  - Jus du citron dilué dans de l'eau (*acide*)
  - Vinaigre (*acide*)
  - Café/Nescafé (*acide*)
  - Jus d'orange (*acide*)
  - Acide d'une batterie (*acide fort – Attention !*)
  - L'eau du puits ou de pompe (*plus ou moins neutre selon la source*)
  - Eau Distillée (*neutre*)
  - Le Lait (*basique*)
  - Sel dissous dans de l'eau (*basique*)
  - Shampoing ou savon dissous dans de l'eau (*basique*)
  - Détergent en poudre dissous dans de l'eau (*basique*)
  - Bicarbonate dissous dans de l'eau (*basique*)
  - Eau de Javel (*basique*)
- Du papier pH ou un pH-mètre
  - Une pince à épiler en plastique (pour la manipulation du papier pH)



### Déroulement :

#### Explication du pH aux élèves

1. Expliquer aux élèves que tous les liquides sont acides, basiques, ou neutres. L'eau pure est neutre.
2. Donner cette définition du pH aux élèves : Le **pH** est une mesure qui permet de dire si un liquide est acide, basique, ou neutre.
3. **L'Échelle de pH** se compose des nombres 1 à 14 sur une forme de droite numérique. Sur cette échelle, 7 représente le neutre parce que c'est le milieu : c'est le pH de l'eau pure. De 7 à 14 sont comprises les valeurs **basiques** dont 14 est la plus forte. De 7 à 1 sont comprises les valeurs **acides** dont 1 est la plus forte.
4. Dessiner l'échelle suivante sur le tableau pour aider les élèves à bien comprendre l'idée de l'échelle de pH :



5. Les solutions acides et basiques ont beaucoup d'applications diverses. Par exemple, plusieurs solutions basiques sont employées comme solvants ou dans les savons pour le nettoyage. Les acides dans nos estomacs désagrègent la nourriture que nous mangeons pour que nous puissions absorber les nutriments.
6. Si on souffre de mal au ventre ou de brûlures d'estomac, un verre de lait peut parfois le calmer : le lait est basique alors il **neutralise** (annule) les acides dans l'estomac et calme la brûlure.
7. C'est important pour nous de savoir si un liquide est acide ou basique parce que cette information nous aide à identifier les applications du liquide. Nous mesurons le pH à partir du papier pH ou d'un mètre pH.
  - a. **Le Papier pH** est du papier qui est traité avec des produits chimiques. Il subit une réaction chimique dès qu'il est en contact avec une solution acide ou basique. Cette réaction change la couleur du papier. En trouvant la nouvelle couleur du papier sur une échelle des couleurs, nous pouvons connaître le pH de la solution.
  - b. **Un pH-mètre** est un appareil électronique qui porte deux sondes. Quand ces deux sondes sont plongées dans un liquide, elles peuvent mesurer le pH du liquide, par l'emploi de l'électricité dans un circuit. Puis, la valeur du pH s'affiche sur l'écran du pH-mètre.

### **Activité : construire une échelle de pH**

1. Avec une des solutions qu'on a préparé et amené en classe, montrer aux élèves comment on détermine le pH d'une solution avec soit le papier pH soit le pH-mètre :

#### **Instructions pour l'utilisation du papier pH :**

- Avec la pince à épiler en plastique, tirer et couper un petit morceau du papier pH (1-2 cm) du rouleau.
- Si on a besoin d'utiliser les mains pour manipuler le papier pH, ne pas toucher la partie qui entrera dans la solution, car les huiles de vos mains contamineront le papier pH et ça vous donnera une valeur incorrecte.
- Avec la pince à épiler en plastique, plonger le papier pH dans la solution. Le papier pH réagit rapidement donc il n'y a aucune raison de le laisser longtemps dans la solution.
- Secouer légèrement le papier pH pour enlever le liquide qui reste sur le papier pour que le liquide n'empêche pas la lecture du papier pH. Ne pas l'essuyer ni le toucher.
- Chercher la couleur identique du papier pH testé sur l'échelle des couleurs qui est venue avec le papier pH et noter le pH qui s'associe à cette couleur.
- Jeter le papier pH utilisé et rincer la pince à épiler avec de l'eau distillée (ou au moins filtrée) avant de la sécher. Puis, répéter ces étapes pour un nouvel échantillon.

### **Instructions pour l'utilisation d'un pH-mètre :**

- Suivre les instructions Mesurer le pH avec un pH-mètre qui se trouvent dans ce guide en conjonction avec les instructions qui sont venues du fabricant.
- 2. Diviser la classe en deux groupes et donner à chaque groupe une solution à tester. Dire à chaque groupe le contenu de leur solution mais ne pas leur dire si la solution est acide ou basique.
- 3. Faire un tableau au tableau, avec une colonne pour les **produits** choisis, une colonne **pH – hypothèses**, une autre **pH-résultats**. Puis demander à chaque groupe de faire une hypothèse (une estimation ou une prévision) du pH de leur solution et de venir l'écrire dans la colonne pH – hypothèses.
- 4. Dessiner une échelle de pH horizontale sur le tableau. Employer une flèche avec une étiquette pour indiquer la position de la solution qui a été testée comme exemplaire sur l'échelle.
- 5. Puis, aider chaque groupe pendant le test de leur solution. Superviser le travail des élèves, mais s'assurer qu'ils font le travail eux-mêmes.
- 6. Dès que chaque groupe a testé sa solution, leur dire de passer au tableau, d'inscrire la valeur dans la colonne pH – résultats et de noter la position de la solution sur l'échelle du pH. Aussi, leur dire de comparer leur résultat avec leur hypothèse et discuter avec eux de l'exactitude de leur hypothèse.
- 7. Demander aux élèves de recopier l'échelle du pH et les résultats de la classe dans leur cahier GLOBE. On peut ajouter aussi des autres liquides et leur pH à l'image à la fin de cette leçon pour élaborer en plus ce dessin.

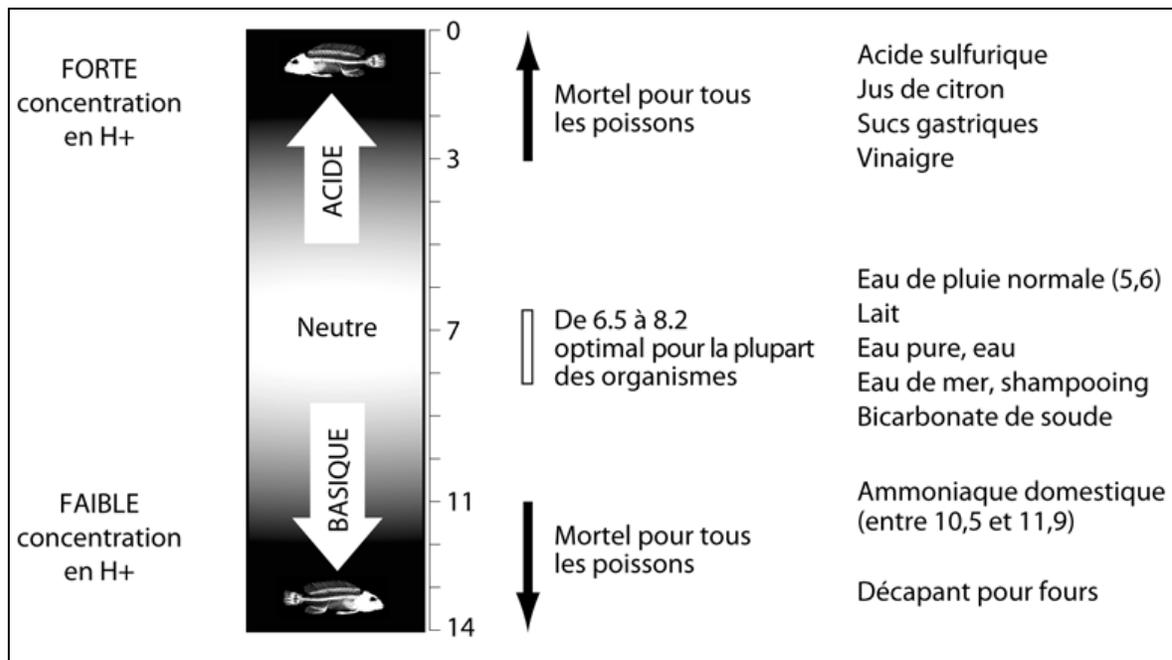
### ***Aux élèves avancés : explication d'une échelle logarithmique***

1. Chaque chiffre sur l'échelle pH représente une concentration acide ou basique qui est **dix fois** plus grande que celle du chiffre précédent. N'importe quel échelle qui s'exprime de cette façon est **une échelle logarithmique**.
2. Pour mieux comprendre cette échelle, nous continuons de penser de 7 comme le milieu de l'échelle et nous allons regarder quelques exemples : Un pH de 9 est dix fois plus basique qu'un pH de 8 ; un pH de 4 est dix fois plus acide qu'un pH de 5.
3. Comme la puissance d'une unité de pH (entre deux numéros) augment 10 fois, la puissance augment 100 fois entre deux unités de pH (parce que  $10 \times 10 = 100$ ). Pour exemple, une solution avec un pH de 10 est cent fois plus basique qu'une solution avec un pH de 8 ; un liquide avec un pH de 3 est cent fois moins acide qu'un liquide avec un pH de 1.
4. Donc, les mesures précises sont importantes parce qu'une erreur d'une unité de pH résultera en une donnée qui est dix fois hors de la marque.

### ***Pourquoi est-ce que le pH de l'eau est important à l'environnement ?***

1. L'eau circule à travers tout être vivant (à l'extérieur et à l'intérieur de chacun). Donc, les produits chimiques dissous dans l'eau peuvent affecter les vies et les environnements de tous les êtres vivants pendant que ces produits bougent dans l'eau.
2. Ces produits chimiques peuvent venir de plusieurs sources telles que :
  - a. L'incinération des déchets ou les voitures rejettent des gaz toxiques dans l'air qui se dissolvent dans les gouttes de pluie qui peuvent alors tomber dans nos sources d'eau.
  - b. Les déchets liquides qui proviennent des activités industrielles ou humaines (comme le nettoyage d'assiettes ou de véhicules) peuvent s'écouler dans les sources d'eau potable ou des autres cours d'eau, et ainsi les contaminer.

- c. Les produits chimiques nuisibles peuvent être lessivés du sol pendant l'irrigation agricole. Puis, ils sont amenés aux cours d'eau et à nos sources d'eau potables.
3. L'eau polluée est très mauvaise à l'environnement et aux êtres vivants :
- Elle affaiblit les plantes et les rend plus sensibles aux maladies, aux insectes, et à la sécheresse, qui peuvent tous tuer les plantes.
  - Elle élimine les éléments du sol qui sont essentiels à la croissance des plantes.
  - Elle relâche des éléments du sol qui empoisonnent les plantes et les animaux qui mangent ces plantes.
  - Elle tue des animaux aquatiques comme les poissons
  - Si elle arrive dans les sources d'eau et la nourriture humaine elle peut les rendre malade, créer des problèmes de développement aux enfants, et rendre des lieux inhabitables par l'élimination de toutes les sources d'eau potable.
4. Si on veut arrêter l'eau polluée, on doit connaître ses origines, ses changements en concentration, et ces effets sur l'environnement. Nos mesures de pH pour le programme GLOBE aideront les scientifiques et parfois les gouvernements dans la lutte contre ce problème.
5. L'échelle du pH qui suit montre des produits chimiques et leurs pH par rapport au pH qui tue les poissons. Si le pH d'un cours d'eau est inférieur à 3 ou supérieur à 11, tous les poissons y seront tués.



# Mesurer le pH avec le papier pH

## GLOBE hydrologie – Leçon 15a

*NB: On peut choisir ce qu'on va utiliser: soit le papier pH soit le mètre pH. Le Programme GLOBE accepte tous les deux.*

*NB: Si on a un conductimètre et qu'on sait que la conductivité de l'échantillon est dépassée 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , on peut sauter la mise de sel dans l'échantillon. Si on a besoin, les instructions pour la mesure du pH sans l'addition du sel sont disponibles auprès de votre représentant GLOBE ou sur internet à [www.globe.gov](http://www.globe.gov) dans les protocoles d'hydrologie.*

### Matériel / Préparatifs:

- La fiche des mesures hydrologiques
- Des mouchoirs en papier, du tissu propre, ou du papier hygiénique
- Un conductimètre (*optionnel*)
- Des gants en latex ou des sachets propres
- Une pince à épiler en plastique
- Du papier pH
- Des cristaux de sel (2 mm de diamètre) ou du sel de table
- Une tige d'agitation ou une cuillère
- Un bécher de 100 mL ou un petit gobelet



### Préparation de l'échantillon

1. Remplir la partie haute de la fiche de mesures. Dans la partie concernant la mesure du pH, cocher la case « Papier pH ».
2. Mettre les gants en latex pour éviter la contamination de l'échantillon par les huiles de la peau qui changeront le pH.
3. Rincer la pince à épiler et la tige d'agitation ou la cuillère avec un peu de l'eau de l'échantillon et l'essuyer avec du papier hygiénique ou des mouchoirs en papier.
4. Rincer le bécher ou gobelet avec de l'eau de l'échantillon trois fois.
5. Mettre à peu près 50 mL de l'eau de l'échantillon dans le bécher. (Une petite boîte de concentré de tomate a un volume d'environ 70 mL, donc 5/7 d'une petite boîte de pâte tomate est une indication approximative de 50 mL.)
6. Avec la pince à épiler, placer un cristal de sel dans les 50 mL d'eau de l'échantillon. Ne pas toucher le sel avec les doigts car les huiles et les acides des mains changeront le pH.

Si les cristaux de sel vous manquent, remplir cette lettre **O** (*Times New Roman 20 pt*) avec une seule couche de sel de table et la verser dans l'échantillon.

*NB: Le sel permet plus de précision dans la mesure du pH avec le papier pH, car ce dernier ne marche pas très bien dans les échantillons qui ont une conductivité inférieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .*

7. Bien agiter avec la cuillère ou la tige d'agitation jusqu'à ce que le sel soit totalement dissout.

### **Mesure de la conductivité (optionnelle)**

1. Si on a un conductimètre, mesurer la conductivité de l'échantillon salé en suivant le protocole *Mesurer la conductivité électrique*.
  - Si la conductivité est supérieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , noter cette valeur sur la fiche de mesures.
  - Si la conductivité est toujours inférieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , retourner à l'étape 6 et ajouter encore du sel jusqu'à ce que l'échantillon ait une valeur de conductivité d'au moins 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avant de continuer.

### **Mesure du pH avec le papier pH**

1. Pour tester un échantillon suivre les instructions inscrites sur la notice d'utilisation du papier pH. Si les instructions vous manquent, voici les instructions pour la plupart des marques de papier pH ayant une gamme d'environ 1 à 13 :

#### **Instructions de l'utilisation du papier pH**

- a. Mettre les gants en latex ou les sachets propres sur vos mains.
- b. Avec la pince à épiler en plastique, tirer et couper un petit morceau du papier pH (1-2 cm) du rouleau.

*NB : Si on a besoin d'employer les mains pour manipuler le papier pH, ne pas toucher le côté qui entrera dans la solution, car les huiles de vos mains contamineront le papier pH et ça vous donnera un prélèvement inexact.*

- c. Avec la pince à épiler en plastique, plonger le papier pH dans la solution. Le papier pH réagit rapidement donc il n'y a aucune raison de le laisser longtemps dans la solution.
  - d. Secouer légèrement le papier pH pour enlever le liquide qui reste sur le papier pour qu'il ne gêne pas la lecture du papier pH. Ne pas essuyer ni toucher au papier.
  - e. Chercher la couleur identique du papier pH testé sur l'échelle des couleurs qui est venue avec le papier pH et noter le pH qui s'associe avec cette couleur.
  - f. Jeter le papier pH utilisé et rincer la pince à épiler avec de l'eau distillée (ou au moins filtrée) avant de la sécher. Puis, répéter ces étapes pour un nouvel échantillon.
2. Noter le pH de l'échantillon sur la fiche de mesures comme Observateur 1.
  3. Répéter encore deux fois les étapes 3 à 9 avec deux autres échantillons d'eau et de nouveaux morceaux de papier pH. Noter le pH de ces essais sur la fiche de mesures comme Observateur 2 et Observateur 3.
  4. Calculer la moyenne de ces trois mesures.
  5. Vérifier que l'écart de chaque valeur à la moyenne est un inférieur à une unité de pH. Si ce n'est pas le cas, répéter les mesures. Si ce n'est toujours pas le cas, discuter des problèmes possibles avec votre Représentant GLOBE.
  6. Rincer le bécher ou gobelet avec de l'eau distillée et poser pour la prochaine semaine.

# Mesurer le pH à l'aide d'un pH-mètre

## GLOBE hydrologie – Leçon 15b

*NB: On peut choisir ce qu'on va utiliser: soit le papier pH soit le mètre pH. Le Programme GLOBE accepte tous les deux.*

*NB : Si on a un conductimètre et qu'on sait que la conductivité de l'échantillon est dépassée 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , on peut sauter la mise de sel dans l'échantillon. Si on a besoin, les instructions pour la mesure du pH sans l'addition du sel sont disponibles auprès de votre référent GLOBE ou sur internet à [www.globe.gov](http://www.globe.gov) dans les protocoles d'hydrologie.*

### **Matériaux / Préparation:**

- Un pH-mètre
- La fiche des mesures hydrologiques
- Des mouchoirs en papier, du tissu propre, ou du papier hygiénique
- Un conductimètre (*optionnel*)
- Des gants en latex ou des sachets propres
- Des cristaux de sel (2 mm de diamètre) ou du sel de table
- Une tige d'agitation ou une cuillère
- Un bécher de 100 mL ou un petit gobelet
- De l'eau distillée dans une pissette (*au Niger, les bouteilles carré en plastique de CNES sont préférable*)
- Les solutions suivantes nécessaires pour l'échantillonnage du pH-mètre :
  - 25 ml de solution tampon à pH 7,0 dans un récipient avec bouchon étiqueté « pH 7,0 »
  - 25 ml de solution tampon à pH 4,0 dans un récipient avec bouchon étiqueté « pH 4,0 »
  - 25 ml de solution tampon à pH 10,0 dans un récipient avec bouchon étiqueté « pH 10,0 »

*NB: Chacun de ces récipients doit avoir une ouverture assez grande pour permettre l'entrée du pH-mètre.*

### **Préparation de l'échantillonnage**

1. Remplir la partie haute de la fiche mesures. Dans la partie pour la mesure du pH, cocher la case « pH-mètre ».
2. Mettre les gants de latex ou les sachets propres sur les mains pour éviter la contamination de l'échantillon par les huiles de la peau qui changeront le pH.
3. Rincer la pince à épiler et la tige d'agitation ou la cuillère avec un peu d'eau de l'échantillon et l'essuyer avec du papier hygiénique ou des mouchoirs en papier.
4. Rincer le bécher ou gobelet avec l'eau de l'échantillon trois fois.
5. Mettre à peu près 50 mL de l'eau de l'échantillon dans le bécher. Une petite boîte de concentré de tomate a un volume d'environ 70 mL, donc 5/7 de cette boîte est une indication approximative de 50 mL.
6. Avec la pince à épiler, placer un cristal de sel dans les 50 mL d'eau de l'échantillon. Ne pas toucher le sel avec les doigts car les huiles et les acides des mains changeront le pH de l'échantillon.

Si les cristaux de sel vous manquent, remplir cette lettre **O** (*Times New Roman 20 pt*) avec une seule couche de sel de table et la verser dans l'échantillon.

*NB* : Le sel permet plus de précision dans la mesure du pH avec le papier pH, car ce dernier ne marche pas très bien dans les échantillons qui ont une conductivité inférieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

7. Bien agiter avec la cuillère ou la tige d'agitation jusqu'à ce que le sel soit totalement dissout.

### **Mesure de la conductivité (optionnelle)**

1. Si on a un conductimètre, mesurer la conductivité de l'échantillon salé en suivant le protocole *Mesurer la conductivité électrique*.
  - Si la conductivité est supérieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , noter cette valeur sur la fiche de mesures.
  - Si la conductivité est toujours inférieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , retourner à l'étape 6 et ajouter encore du sel jusqu'à ce que l'échantillon ait une valeur de conductivité d'au moins 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avant de continuer.

### **Mesure du pH avec le pH-mètre**

1. Enlever le bouchon du pH-mètre qui couvre l'électrode (la bulle en verre au bout du pH-mètre).
2. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée d'une pissette. L'essuyer délicatement avec un morceau de tissu propre, du papier hygiénique, ou un mouchoir en papier.

*NB*: Ne pas toucher l'électrode avec les doigts ni le frotter avec le mouchoir.

3. Rincer et sécher l'électrode encore une fois de la même façon.
4. Étalonner le mètre pH en suivant les instructions du fabricant.
5. Plonger l'électrode du mètre pH dans l'échantillon d'eau. Ne pas toucher les bords ni le fond du récipient avec l'électrode.
6. Mélanger une fois la solution avec le mètre pH. Ne pas permettre le mètre à toucher les bords ni le fond du récipient. Attendre une minute. Après une minute, regarder l'écran du pH-mètre. Si les chiffres changent toujours, attendre encore une minute, jusqu'à la stabilisation.
7. Noter la valeur du pH sur la fiche de mesures comme l'observation d'Observateur 1.
8. Répéter les étapes 3 à 7 deux fois en employant un nouvel échantillon pour chaque prélèvement. Mais, cette fois-ci, sauter l'étape 4, car on n'a pas besoin d'étalonner à nouveau le mètre pH. Noter le pH et aussi la conductivité si on la connaît sur la fiche de mesures.
9. Rincer encore l'électrode avec de l'eau distillée et l'essuyer. Éteindre le pH-mètre. Replacer son bouchon pour protéger l'électrode.
10. Calculer la moyenne des trois prélèvements.
11. Vérifier que l'écart de chaque valeur à la moyenne est inférieur à 0,2. Si c'est le cas, noter cette valeur moyenne sur la fiche de mesures. Sinon répéter les mesures. Si ce n'est toujours pas le cas, discuter des problèmes possibles avec votre Représentant GLOBE.

# Fiche de mesures hydrologiques

Nom de l'école : \_\_\_\_\_ Nom du Site d'observation : \_\_\_\_\_

Noms des observateurs : \_\_\_\_\_

## Heure des mesures

Année : \_\_\_\_\_ Mois : \_\_\_\_\_ Jour : \_\_\_\_\_

Heure locale (heure : min) : \_\_\_\_\_

Heure universelle UT (heure : min) : \_\_\_\_\_

## État du cours d'eau : (cocher la case qui convient)

Normal  Débordé  À sec  Gelé  Inaccessible

## Couverture nuageuse : (cocher la case qui convient)

Sans nuages  Partiellement couvert (50%-90%)  
 Ciel clair (<10%)  Ciel couvert (>90%)  
 Nuages isolés (10%-24%)  Ciel obscurci  
 Nuages épars (25%-49%)

## Tube de transparence

Épreuve numéro	Nom de l'observateur	Profondeur (cm)	Plus profond que le tube de turbidité ?	Moyenne
1			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	_____ cm
2			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
3			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	

***NB** : Si le disque à secteurs reste visible lorsque le tube est totalement rempli, cocher la case «plus profond que le tube de turbidité», et compléter la longueur du tube.*

### Température de l'eau

Épreuve Numéro	Nom de l'observateur	Température (°C)	Moyenne
1			_____ °C
2			
3			

**Conductivité:** Température de l'échantillon lors de la mesure : \_\_\_\_\_ °C

Épreuve Numéro	Nom de l'observateur	Conductivité (µS/cm)	Moyenne
1			_____ µS/cm
2			
3			

Valeur de la conductivité de la solution d'étalonnage : \_\_\_\_\_ µS/cm

**pH de l'eau:** Cocher la méthode de mesure utilisée :  Papier pH  pH-mètre

Épreuve Numéro	Nom de l'observateur	pH mesuré	Conductivité si on la connaît (µS/cm)	pH Moyen
1			_____	_____
2				
3				

Valeur des tampons d'étalonnages utilisés :  pH 4  pH 7  pH 10

(Cocher tous les tampons utilisés)

*NB :* Les tableaux de mesures pour la salinité, l'alcalinité, et la teneur en nitrates se trouvent dans le Guide International du Programme GLOBE ou sur le site web [www.globe.gov](http://www.globe.gov).