

MANUEL POUR L'ANALYSE SIMPLE DE LA QUALITÉ D'EAU

Esther de Lange



International Water Tribunal

241.0 - 94MA - 12193

LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

MANUEL
POUR
L'ANALYSE SIMPLE DE LA QUALITE D'EAU

PAR

ESTHER DE LANGE

Fondation IWT
Damrak 83-I, 1012 LN Amsterdam
Les Pays-Bas

Par ici je voudrais remercier tous les gens qui m'ont aidée à produire ce manuel pendant mes voyages d'études au Chili, en Ecuador, en Inde, au Kenya, aux Philippines et en Tanzanie. Je voudrais remercier aussi Le Global Rivers Environmental Education Network (GREEN) à Ann Arbor, U.S.A., et le International Center of Water Studies (ICWS) à Amsterdam, Pays-Bas, pour leur support.

Soutien financier pour la production du manuel est donné par NOVIB, MISEREOR et BROT FÜR DIE WELT.

IWT Production
Amsterdam, Juin 1994

© 1994 IWT Foundation
Figures de Eveline de Lange
Edité par Nigel Harle
Traduction française par P. van Tulder
Layout par Eric Bijvoet et Frens Vries
Design cover par Rob Koeze et Step Stevens

ISBN 90-70803-03-8

Table de Matières

Introduction.....	0 - 1
Vue d'ensemble.....	0 - 1
Que faire du manuel.....	0 - 2
Limitations.....	0 - 3
Suggestions et remarques.....	0 - 4
1. Faits concernant l'Eau	1 - 1
1.1 Le cycle d'eau.....	1 - 1
1.2 Le bassin.....	1 - 2
1.3 Types différents d'eaux.....	1 - 2
<i>Eaux courantes</i>	1 - 2
<i>Eaux stagnantes</i>	1 - 3
1.4 Le tissu alimentaire.....	1 - 4
1.5 Plantes vivant dans l'eau.....	1 - 4
<i>Algues</i>	1 - 5
<i>Grosses plantes aquatiques</i>	1 - 5
1.6 Animaux vivant dans l'eau.....	1 - 6
<i>Zooplancton</i>	1 - 6
<i>Petits animaux aquatiques</i>	1 - 6
<i>Gros animaux aquatiques</i>	1 - 6
Littérature recommandée	1 - 7
2. Types de Pollution des eaux.....	2 - 1
2.1 Sources de pollution.....	2 - 1
2.2 Types de pollution des eaux.....	2 - 2
<i>Solides en suspension</i>	2 - 2
<i>Déchets organiques</i>	2 - 3
<i>Fèces</i>	2 - 3
<i>Nutriments</i>	2 - 4
<i>Pesticides et lourds métaux</i>	2 - 4
2.3 Epuration naturelle	2 - 6
Littérature recommandée	2 - 6
3. La Recherche sur le Terrain.....	3 - 1
3.1 Exécuter une Recherche sur le Terrain.....	3 - 1
3.2 Dresser cartes de la région.....	3 - 2
3.3 Localisation des points d'observation.....	3 - 3
3.4 Les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain.....	3 - 4
3.5 Que faire.....	3 - 4
3.6 Evaluation.....	3 - 6
Littérature recommandée	3 - 6
4. La Recherche Biologique.....	4 - 1
4.1 Indices biologiques.....	4 - 1
<i>(Bio)diversité</i>	4 - 1
<i>Sensibilité</i>	4 - 2
4.2 Choix des points d'observation biologiques	4 - 2
4.3 Les Feuilles de Données de la Recherche Biologique	4 - 3
4.4 Dessin des plantes et des animaux.....	4 - 4
4.5 Que faire.....	4 - 4
4.6 Bactéries.....	4 - 6
4.7 Algues.....	4 - 6
<i>Présence naturelle</i>	4 - 6
<i>Indices</i>	4 - 6

4.8	Plantes aquatiques.....	4 - 7
	<i>Présence naturelle</i>	4 - 7
	<i>Indices</i>	4 - 8
4.9	Vertébrés.....	4 - 8
4.10	Poissons.....	4 - 9
	<i>Présence naturelle</i>	4 - 9
	<i>Indices</i>	4 - 9
	<i>Méthodes d'échantillonnement</i>	4 - 10
4.11	Macroinvertébrés.....	4 - 10
	<i>Présence naturelle</i>	4 - 11
	<i>Indices</i>	4 - 11
	<i>Méthodes d'échantillonnement</i>	4 - 13
4.12	Evaluation.....	4 - 15
	Littérature recommandée.....	4 - 15
5.	La Recherche Hygiénique	5 - 1
5.1	Indices de la Recherche Hygiénique	5 - 2
5.2	Feuilles de Données de la Recherche Hygiénique	5 - 3
5.3	Que faire.....	5 - 4
5.4	Colibacille fécal comme indice.....	5 - 5
5.5	L'analyse bactériologique	5 - 5
5.6	Matériel.....	5 - 5
5.7	Que faire: l'échantillonnement	5 - 7
5.8	Que faire: l'analyse	5 - 8
	Littérature recommandée.....	5 - 9
6.	Recherche Physique et Chimique	6 - 1
6.1	Prélever des échantillons.....	6 - 1
	<i>Matériel</i>	6 - 2
	<i>Temps d'échantillonnement</i>	6 - 2
	<i>Endroits d'échantillonnement</i>	6 - 3
	<i>Paramètres guides</i>	6 - 3
	<i>Méthodes d'échantillonnement</i>	6 - 3
	<i>Envoi des échantillons au laboratoire</i>	6 - 4
6.2	Couleur et odeur	6 - 5
6.3	Température.....	6 - 5
	<i>Mesure</i>	6 - 5
6.4	Visibilité (turbidité)	6 - 6
	<i>Mesure</i>	6 - 6
6.5	Vitesse du courant et débit.....	6 - 7
	<i>Mesure</i>	6 - 8
6.6	Acidité (pH).....	6 - 9
	<i>Mesure</i>	6 - 9
6.7	Oxygène.....	6 - 10
	<i>Mesure</i>	6 - 11
6.8	Conductivité	6 - 12
	<i>Mesure</i>	6 - 12
6.9	Lourds métaux et pesticides	6 - 12
6.10	Contrôle de la qualité d'eau.....	6 - 12
	Littérature recommandée.....	6 - 13
7.	Activités pour Améliorer l'Eau	7 - 1
7.1	Améliorer l'eau potable chez soi	7 - 1
7.2	La sélection et la protection de la source d'eau.....	7 - 3
	<i>Sources d'eau de surface</i>	7 - 4
	<i>Sources d'eau souterraine</i>	7 - 4
7.3	La collection de l'eau de pluie	7 - 4

7	- 7.4	La protection et l'amélioration de la santé communautaire	7 - 5
7	- 7.5	Protection du bassin d'érosion	7 - 6
8	- 7.6	Cultures alternatives pour réduire la pollution	7 - 8
8		Littérature recommandée	7 - 8
8. Organiser la Communauté et Actions Légales 8 - 1			
8.1		Organiser la communauté	8 - 1
8.2		Mettre sur pied une campagne	8 - 2
8.3		Femmes et eau	8 - 3
8.4		Législation	8 - 4
8.5		Entreprendre des actions légales	8 - 4
8.6		Types of legal action	8 - 5
8.7		Suggestions finales	8 - 6

Appendices

1.	Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain 1: <i>Description Générale</i>	App	1 - 1
2.	Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain 2: <i>Indications de pollution des eaux relatifs à utilisations de la terre</i>	App.	2 - 1
3.	Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain 3: <i>Couleurs et odeurs avec sources non identifiées</i>	App.	3 - 1
4.	Feuille de Données de la Recherche Biologique 1: <i>Description Générale</i>	App.	4 - 1
5.	Feuille de Données de la Recherche Biologique: <i>Indices Biologiques</i>	App.	5 - 1
6.	Liste des Algues	App.	6 - 1
7.	Liste des Macroinvertébrés	App.	7 - 1
8.	Feuille de Données de la Recherche Hygiénique	App.	8 - 1
9.	Feuille de Données de l'Analyse Physique et Chimique	App.	9 - 1
10.	Liste de fabricants d'équipement relatifs à la qualité d'eau	App.	10 - 1
11.	Techniques de conservation recommandées d'échantillons d'eau	App.	11 - 1
12.	Facteurs de Conversion	App.	12 - 1
13.	Normes de la qualité d'eau WHO et EPA	App.	13 - 1
14.	Liste d'organisations juridiques	App.	14 - 1
15.	Vocabulaire	App.	15 - 1

Introduction

Nous avons tous besoin d'eau pour survivre, et il est important, au delà de la quantité d'eau disponible, que la qualité de l'eau qu'on utilise, réponde à certaines normes. Si ces normes ne sont pas accomplies et l'eau est polluée, elle ne peut plus être appropriée à boire, à se baigner, à l'agriculture ou à l'industrie. Aussi les animaux et les plantes qui vivent dans l'eau ou autour ont besoin d'une certaine qualité de l'eau pour survivre et se reproduire.

Ce manuel expose des questions importantes qu'il faut connaître pour répondre au problème de pollution de l'eau. A l'aide de ce manuel il faut être en état de savoir si l'eau est polluée ou non, et de quel type de pollution il est question. On sera aussi en état de localiser la(les) source(s) d'une pollution. En bref, beaucoup de suggestions sont présentées pour réduire ou résoudre des problèmes de pollution de l'eau.

Tant les gens sans connaissance spécifique de la qualité de l'eau ou de l'environnement que ceux qui en sont au courant grâce à leur expérience antérieure dans ce domaine peuvent utiliser ce manuel. Il vise en particulier les hommes et les organisations des pays en développement, mais aussi ailleurs.

Vue d'ensemble

Au premier chapitre on va décrire les différents types d'eau, et les plantes et les animaux qui vivent là. Au deuxième chapitre on va évoquer les types majeurs de pollution de l'eau, ses sources et ses effets potentiels. Il faut que tous ceux qui veulent savoir plus de la pollution de l'eau, soient au courant du contenu de ces chapitres.

Les Chapitres 3 jusqu'à 6 décrivent différentes méthodes d'analyse de la qualité de l'eau, variant en niveau de difficulté, de précision et de matériel nécessaire.

Le Chapitre 3 décrit la Recherche sur le Terrain (Field Survey). La Recherche sur le Terrain se sert de couleurs, d'odeurs, et d'utilisations de la terre comme indices de la qualité de l'eau. Il n'est pas besoin d'avoir des connaissances spécifiques, entraînement ou équipement pour faire de Recherche sur le Terrain.

Avec les résultats de la Recherche sur le Terrain propre on peut inventorier de toutes les sources potentielles de pollution dans une région, et tirer une supposition sur le type de pollution en question.

La Recherche Biologique, décrite au Chapitre 4, utilise bactéries, algues, grosses plantes aquatiques, poissons, vertébrés et petits animaux aquatiques comme indices de la qualité de l'eau. Il ne faut pas beaucoup de

matériel pour ces recherches, et on peut le trouver ou construire chez soi. La Recherche Biologique ne demande pas des connaissances biologiques additionnelles, sauf en ce qui concerne le Pollution Tolerance Index, pour lequel il faut des connaissances supplémentaires sur les petits animaux aquatiques.

Avec les résultats de la Recherche Biologique propre, on peut prouver la présence d'une pollution dans l'eau, et on peut estimer une pollution en termes de pollution négative, modérée, moyenne ou grave. Les indices biologiques peuvent décrire beaucoup des conséquences actuelles d'une pollution pour l'eau, et signaler les effets à long terme pour la communauté aquatique.

Le Chapitre 5 centre sur la contamination potentielle de l'eau avec des organismes provoquant des maladies (pathogènes). Ce chapitre se divise en deux parties. La première partie traite de la Recherche Hygiénique, se servant de maladies répandues et des sources et des voies potentielles de contamination comme indices de la présence de pathogènes. La Recherche Hygiénique est facile à effectuer, et ne demande pas des capacités ou de matériel spécifiques. Quelques connaissances supplémentaires sur la présence et la propagation de maladies (en dehors de ce qui a été exposé dans ce manuel) seront utiles à ce sujet.

Avec les résultats d'une Recherche Hygiénique propre on peut inventorier les sources potentielles d'une contamination pathogénique, et tirer une supposition sur la présence potentielle de pathogènes.

La deuxième partie traite d'un test pour analyser l'eau par rapport à la présence de bactéries Coli F., qui forment une indication pour la présence de pathogènes. Pour ce test d'entraînement et d'équipement du laboratoire sont nécessaire.

Une analyse propre de Coli F. peut prouver la présence de pathogènes dans l'eau, et fournir une estimation d'une contamination en termes de pollution négative, modérée, moyenne ou grave.

Le Chapitre 6 traite des analyses d'un certain nombre de paramètres physiques et chimiques constituant une indication de pollution de l'eau. Des techniques d'échantillonnement et de conservation sont aussi exposées, en cas qu'on veuille faire analyser un échantillon dans un laboratoire professionnel. Il faut de l'entraînement et un matériel très spécifique pour ces tests.

A l'aide des analyses physiques et chimiques on peut localiser la(les) source(s) de pollution et déterminer la dissémination d'une pollution. Des niveaux exacts de polluants, tels que lourds métaux et pesticides, peuvent être obtenus via l'expertise d'un laboratoire professionnel.

Le Chapitre 7 donne beaucoup de suggestions pratiques sur les activités à faire pour améliorer la quantité et la qualité de l'eau, chez soi, dans sa communauté et bien à l'échelle plus large.

Le Chapitre 8 traite d'un certain nombre d'activités sociales et juridiques à effectuer pour réduire ou résoudre des problèmes causés par la pollution de l'eau..

Que faire du manuel

Si on utilise ce manuel, il faut commencer à lire à fond les Chapitres 1 et 2. Ils forment la base de faire usage du manuel.

Ensuite il faut continuer à élaborer un plan et effectuer la Recherche sur le Terrain. Il faut faire toujours en première instance la Recherche sur le Terrain, avant les autres méthodes de recherches. Il est aussi très utile de faire des Recherches sur le Terrain régulièrement entre les autres méthodes de recherche et les activités menées dans le manuel.

Puis, en fonction de la situation locale, ses désirs et ses capacités, on peut continuer avec la Recherche Biologique, la Recherche Hygiénique et/ou l'analyse bactériologique, et/ou les analyses physiques et chimiques. Les méthodes évoquées sont complémentaires, mais il n'est pas nécessaire de faire toutes ces recherches.

Il faut faire les tests bactériologique, physique et chimique seulement si on a besoin effectivement de cette information, car ils sont relativement chers et demandent équipement et entraînement.

Après chaque méthode de recherches, même si on a seulement fait la Recherche sur le Terrain, on peut passer aux Chapitres 7 et/ou 8, pour accomplir des actions pour réduire ou résoudre le problème de pollution de l'eau.

Limitations

A part les multiples possibilités, le manuel a un certain nombre de limitations qu'il faut connaître.

Le manuel a été écrit principalement en termes généraux, du fait du cadre visé tous les pays en développement. Cependant, chaque eau a ses caractéristiques propres, et il y a de nombreux types de pollution de l'eau. Donc, les problèmes des différentes régions ne sont jamais identiques. En conséquence, on incite chacun à adapter le manuel aux conditions locales autant que possible, abandonnant des éléments non pertinents, et ajoutant des éléments qui sont importants dans son cas spécifique.

Le manuel traite seulement de problèmes de pollution dans les eaux fraîches. Il n'est pas à utiliser pour les eaux salées

car la biologie, la physique et la chimie de l'eau salée sont toutes différentes. Pour autant, La Recherche sur le Terrain

exposée au Chapitre 3, et les idées générales de la Recherche Biologique et la Recherche Hygiénique peuvent être utilisées pour faire d'autres manuels pour l'eau salée.

Les méthodes décrites ne présentent pas d'information sur le niveau exact de polluant(s) présents. Si on veut réunir cette information, il faut faire un complément de tests chimiques et physiques plus amples et plus consciencieux, qui ne sont pas évoqués dans ce manuel. Cependant, le manuel expose les moyens d'envoyer les échantillons au laboratoire pour de plus amples analyses (voir Chapitre 6).

Des substances toxiques telles que lourds métaux et pesticides (voir Chapitre 2) peuvent seulement être indiquées généralement avec les méthodes exposées dans ce manuel. Il n'est pas possible de déterminer de quel type de lourd métal ou de pesticide il s'agit, pas plus que le taux exact. Pour obtenir cette information, il faut envoyer les échantillons à un laboratoire professionnel, comme il a été exposé au Chapitre 6.

Suggestions et remarques

Il faut être libre d'utiliser ce manuel, et de partager le contenu avec tous ceux qui sont intéressés. On peut employer le manuel pour élaborer d'autre matériel sur la pollution de l'eau, par exemple à des fins éducatives pour les enfants.

Ce manuel est disponible en anglais, espagnol et français, et peut être obtenu via la IWT Foundation ou NOVIB (voir adresses en bas).

Si on a des questions, suggestions ou/et remarques à poser, on peut s'adresser toujours à la International Water Tribunal (IWT) Foundation.

Esther de Lange
Juin 1994

*International Water Tribunal
Damrak 83-1
1012 LN Amsterdam
Les Pays-Bas*

*NOVIB
Amaliastraat 7
2514 JC La Haye
Les Pays-Bas*

1.2 _____ **Le bassin**

Toutes les terres qui transportant les eaux souterraines et l'eau évacuée vers un ruisseau, une rivière, un étang ou un lac particuliers, est appelé le bassin (fluviale). L'eau n'est pas à séparer de la terre qu'elle traverse. Les activités sur le bassin produisent leur effet sur l'eau. Par exemple, quand un paysan fait usage de pesticides pour ses terres, les pesticides vont pénétrer après la pluie ou par l'eau d'irrigation dans la rivière ou le lac proches et seront transportés en aval de ces eaux.

1.3 _____ **Types différents d' eaux**

Il y ont beaucoup de types différents des eaux. A cause de l'intérêt de la vitesse de l'eau (vélocité du courant) à la qualité de l'eau, les eaux sont souvent divisées en eaux courantes et eaux stagnantes. Exemples des eaux courantes sont ruisseaux, fleuves et rivières. Exemples des eaux stagnantes comprennent étangs et lacs.

Eaux courantes

Les eaux courantes peuvent avoir différentes origines. A l'origine se trouve une source, issues de pluies, de neige de fonte, des eaux de fonte d'un glacier ou bien une issue d'un lac ou un étang. En règle générale les eaux courantes prennent naissance à des hauteurs plus élevées sous forme de petits ruisseaux ou fleuves. Un fleuve est une petite rivière. Un ruisseau est une petite rivière qui est originaire des eaux souterraines.

En aval de la mer (ou du lac), les fleuves augmentent leur débit et rejoignent d'autres fleuves. Un réseau ramifié s'établit ainsi, comme les branches d'un arbre. Les petits fleuves deviennent de larges rivières et plus loin débouchent sur la mer ou sur un lac. D'une façon générale la vélocité du courant est plus élevée en amont de la rivière. Selon que le débit de la rivière augmente, s'étend le lit de la rivière et diminue la vélocité du courant. Les rivières peuvent s'élargir énormément, comme l'Amazone du Brésil, le Congo en Zaïre et le Gangués en Inde.

La vélocité du courant est très importante pour la qualité de l'eau. Quand l'eau coule, la pollution sera vite dispersée et diluée et la pollution occasionnelle peut être totalement enlevée.

Comme l'atmosphère, l'eau contient de l'oxygène. L'oxygène est important pour les animaux et les plantes vivant dans l'eau et il contribue à la décomposition de certains types de pollution (voir chapitre suivant). Plus l'eau contient d'oxygène, meilleure la qualité de l'eau sera. L'eau froide peut contenir plus d'oxygène que l'eau chaude. En règle générale, avec la même température l'eau courante contiendra plus d'oxygène que l'eau stagnante, ce qui tient à l'échange accrue d'oxygène avec l'atmosphère.

La vélocité du courant influence aussi les types végétaux et animaux, qui peuvent vivre dans l'eau. Dans les eaux qui coulent fort, les seuls plantes et animaux qui peuvent survivre sont ceux, qui possèdent des membres spéciaux les protégeant d'être enlevés.

Les substances du fond (substrat) dans les eaux courantes varient selon la vélocité du courant et la nature du sol que l'eau traverse. Les eaux qui coulent fort peuvent emporter de petites substances telles que le sable et le sel, laissant seulement les rochers pesants au fond (ou lit). Donc, les eaux qui coulent fort possèdent des lits solides et stables. Dans les eaux qui coulent lentement se déposent ces petits particules du sol, en rendant souvent peu profond et solide (déstabilisant) le lit.

Un estuaire est l'endroit où la rivière se jette dans une mer ou dans un océan. D'une façon générale la rivière dans l'estuaire possède beaucoup d'affluents (rivières tributaires), et le lit de la rivière est devenu large et peu profond, car de multiples particules du sol, entraînées par la rivière se déposent (sédimentation).

La qualité de l'eau d'un estuaire peut varier à un très haut degré à cause du flux et reflux et de la pénétration d'eau salé. Au même endroit on peut mesurer l'eau de mer à la marée haute et à la marée basse et il faut noter que dans le dernier cas l'eau de l'estuaire est constituée seulement d'eau de rivière. A cause du fait que l'eau salée est plus lourde que l'eau fraîche, l'eau de mer forme une couche sous la forme d'une langue au-dessous de l'eau fraîche de la rivière. C'est à cause de cela que la qualité de l'eau de l'estuaire peut largement varier à des profondeurs différentes.

Eaux stagnantes

Le lac est un corps d'eau stagnante. Un petit lac contenant des plantes s'enracinant au fond du lac, d'un bord à l'autre, est un étang (mare). Les terres inondées ('wetlands') sont des régions n'étant pas suffisamment profondes pour être désignées par le mot lac (en règle générale, moins de deux mètres), mais elles sont couvertes d'eau ou bien elles ont un fond inondé pendant une grande partie de l'année. Si les terres inondées sont en partie couvertes d'arbrisseaux et/ou d'assez gros arbres tels que le cyprès et la plante à caoutchouc, c'est un marais. Si les terres inondées ne possèdent pas d'arbres et sont couvertes d'herbes, de joncs et de laïche, c'est un marécage. Les terres inondées de la côte sont des lieux d'incubation très importants à de multiples organismes vivant dans et aux alentours de l'eau.

La profondeur, la quantité de nutriments et le temps du résidence ('residence time') sont les caractéristiques plus importantes des lacs qui influencent la qualité de l'eau.

Dans un lac profond la couche supérieure de l'eau peut devenir très chaude, alors que le fond du lac est toujours froid. Les eaux à température variable varient en poids: l'eau chaude est plus légère que l'eau froide. Selon qu'il y a un grand écart de température entre la surface de l'eau et les couches inférieures, l'écart de poids entre la partie supérieure et la partie inférieure sera aussi grande, et par là se produira une barrière entre les différentes couches d'eau, qui ne se mélangent plus aussi facilement. Ce phénomène s'appelle stratification thermique du lac. La stratification peut se produire si les lacs sont plus profonds de dix mètres, mais peut aussi naissance le cas des lacs moins profonds. En dehors de la profondeur, la forme et la stabilité du lac sont importantes à ce sujet.

L'établissement de ces couches aura des conséquences importantes pour le lac et ses formes biologiques. Comme les couches supérieures et inférieures sont séparées les unes des autres, il ne se produira pas d'échange d'oxygène entre ces couches. Il en résulte un manque d'oxygène dans les couches inférieures pendant les périodes de stratification, amenant peut-être la mort de la plupart des animaux et des plantes. Dans beaucoup de pays cela se produit pendant l'été.

Un manque d'oxygène dans les couches inférieures aura aussi pour conséquence que les nutriments au fond de l'eau vont se dissoudre. Au terme de la stratification les nutriments se dispersent aussi vers les couches supérieures du lac, servant d'alimentation aux algues. La pro-

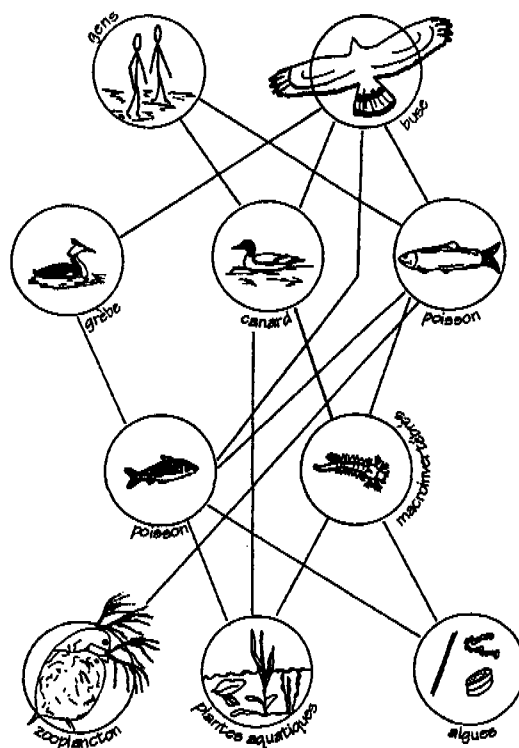
lification d'algues ferme le cercle d'eutrophisation croissante causée par et causant une pollution organique accrue (voir aussi Chapitre 2).

La profondeur de l'eau et la transparence de celle-ci déterminent la quantité de lumière qui peut pénétrer dans l'eau. Les plantes aquatiques et les algues ont besoin de lumière du soleil et en conséquence elles ne croissent pas dans l'eau très profonde ou pas transparent.

Les nutriments sont des substances dans l'eau qui servent de nourriture aux plantes. Les lacs sont à classer selon leurs concentrations de nutriments, variant de l'eau qui contient une concentration de nutriments réduite (eau oligotrophique) à l'eau qui contient une concentration élevée de nutriments (eau eutrophique). L'eau qui contient une pollution modérée de nutriments est appelée eau mésotrophique.

D'autant que les lacs stockent l'eau qu'ils reçoivent, ils ne sont pas aussi facilement à épurer qu'une rivière. Toutes les substances qui se retrouvent dans le lac demeurent là pour une période plus longue et en conséquence les concentrations augmentent progressivement après un certain temps. Le temps nécessaire pour renouveler le volume total de l'eau dans le lac s'appelle temps de résidence. On le calcule en mesurant le volume total des eaux affluentes et des eaux effluentes (respiration incluse) et en les comparant au volume total du lac dans une période déterminée. Plus le temps de séjour sera long, plus les polluants vont augmenter dans le lac.

1.4 Le tissu alimentaire



Les eaux sont pleines d'énergie. En dehors du poisson et l'oiseau aquatiques, connus de tout le monde, se retrouvent beaucoup d'autres plantes et animaux, variables de très petits à très grands. Tous les animaux et toutes les plantes vivant dans la même aire sont dépendants entre eux. Ensemble, ils forment un système écologique. Les petites plantes servent de nourriture aux petits poissons et les petits poissons servent de nourriture aux poissons plus gros, et les poissons plus gros sont consommés par les oiseaux et les hommes. Quand les poissons et les oiseaux meurent, leurs cadavres sont consommés par de très petits organismes. Cela s'appelle le tissu alimentaire, laquelle est représenté en Figure 2.

Figure 2: Le tissu alimentaire

1.5 Plantes aquatiques

Le nombre et les types végétaux dans l'eau dépendent pour une large part de la quantité de nutriments, la nourriture la plus importante aux plantes. La quantité de lumière solaire pénétrant dans l'eau est égale-

ment importante, car les plantes ne peuvent survivre sans lumière solaire. D'autres facteurs par rapport au nombre et aux types végétaux représentent la profondeur de l'eau, la vitesse du courant, la nature des substances du fond et la température.

Les plantes sont très importantes à cause de l'oxygène qu'elles produisent, lequel est essentiel à tous les organismes vivant là. Elles servent aussi de nourriture aux animaux.

Algues

Les algues sont les plus petites plantes sur la terre avec une structure simple, sans tiges et feuilles vrais. Elles peuvent croître à elles seules, ou bien s'agglutiner en chapelets ou en pelotes. La plupart des algues sont seulement perceptibles à l'aide d'un microscope, mais certaines algues le sont à l'œil nu. Il existe deux espèces d'algues: algues planctoniques et benthiques.

Les *algues planctoniques* flottent librement dans l'eau et ne sont pas en état de se mouvoir par elles-mêmes. Individuellement et en petits groupes, on peut les apercevoir seulement au moyen d'un microscope, mais en masse à l'œil nu sous la forme d'une couleur verte, vert et bleu, brune ou rouge dans l'eau (floraison d'algue, comme la marée rouge). On trouve les algues planctoniques typiquement dans les étangs, les lacs, les rivières qui coulent lentement et parfois dans les régions de ruisseaux où se trouvent des mares. Elles ne se trouvent guère dans les eaux qui coulent fort, car elles sont enlevées là.



Les *algues benthiques* s'attachent aux rochers, aux bûches inondés, au fond inondé des navires, aux plantes aquatiques ou à d'autres objets. Certaines algues attachées sont identifiables à l'œil nu sous la forme d'une mousse d'étang ou d'écume. Les rochers lisses sont souvent dus à la croissance des algues. Les algues attachées se trouvent surtout dans les ruisseaux, dans les rivières et au bord des lacs.



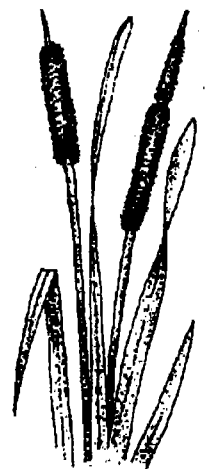
Les algues sont très importantes, car elles produisent de l'oxygène dans l'eau, et elles servent de nourriture à beaucoup d'autres animaux. Dans les lacs profonds elles sont souvent les producteurs majeurs d'oxygène. La prolifération des algues empêchent la poussée des plantes aquatiques (car elles consomment tous les nutriments, et elles interceptent toute la lumière solaire) et de certains types de poissons ayant besoin d'eau sûre. Ajoutez à cela que la prolifération des algues peut causer les problèmes pour les gens, car n'est pas possible de user l'eau à l'eau potable (aussi pour les animaux) ou à l'eau d'irrigation, par exemple.

Grosses plantes aquatiques

Au-delà des plantes terrestres, il y a aussi des plantes aquatiques. Il y a différents types de plantes aquatiques. Certains s'attachent au fond, alors que d'autres flottent. Il y en a avec des parties à la surface de l'eau et d'autres complètement immergés.

Dans les lacs peu profonds les plantes aquatiques sont souvent les producteurs majeurs d'oxygène. Elles fournissent aussi des aliments, des lieux d'incubation et un abri pour insectes aquatiques, escargots et poissons. Les plantes aquatiques sont consommées par de multiples animaux. En plus, les oiseaux aquatiques et d'autres animaux utilisent les plantes aquatiques comme foyer et nid.

Les plantes aquatiques sont effectives à briser la force des lames et avec leurs racines elles retiennent le sol et préviennent ainsi l'érosion de la côte. Des plantes comme la jacinthe aquatique absorbent des



Les petits animaux aquatiques ne se signalent souvent pas à cause de leur taille et de leur habitat, mais ils sont très importants. Ils consomment des plantes et des animaux morts tels que les feuilles et les poissons morts, en décomposant les restes en des particules. Ces particules, englobant des nutriments, servent à leur tour de nourriture aux algues et aux plantes aquatiques. Les petits animaux aquatiques mêmes sont consommés par un grand nombre d'animaux tels que poissons, mammifères et amphibiens.

Gros animaux aquatiques

Les vertébrés sont les autres animaux vivant dans l'eau. La plupart sont plus gros que les macroinvertébrés et eux possèdent un colon vertébral. Les gros animaux aquatiques comprennent poissons, amphibiens (salamandres, grenouilles, crapauds et sirènes), reptiles (serpents, lézards et tortues), oiseaux et mammifères.



La présence de gros animaux aquatiques est une indication de la santé de l'écosystème aquatique entier, car les gros animaux se trouvent au sommet du tissu alimentaire: ils sont dépendants pour leur survie de la santé d'un grand nombre d'autres plantes et animaux. En conséquence, l'eau avec un grand nombre d'espèces animaux différents sera souvent de bonne qualité.



Littérature recommandée

Water Watch, Kentucky Division of Water: "A field guide to Kentucky lakes and wetlands". Kentucky Natural Resources and Environmental Protection Cabinet, 18 Reilly Road, Frankfort, Kentucky 40601, U.S.A. 1985 (gratuit).

WEITZEL, ROBERT G.: "Limnology". Michigan State University, Saunders College Publishing, Harcourt Brace Jovanovitch Inc., Orlando, Florida, U.S.A. Second edition, 1983.

2 _____ Types de Pollution Aquatique

Nous possédons la même quantité d'eau sur la terre qu'il y a des millions d'années, et c'est par le cycle d'eau (Figure 1) que nous récupérons continuellement cette même eau. L'eau qui est souvent utilisée, peut être facilement polluée. L'eau est polluée quand elle nuit aux plantes et aux animaux vivant dans l'eau et qu'elle ne peut plus servir d'eau potable, d'eau d'irrigation ou à d'autres buts. Cela se produit par exemple quand les ordures ménagères, les déchets de l'industrie ou les eaux d'égout des villages et des villes sont déversées dans l'eau.

Avec le temps la population mondiale augmente, et on va utiliser plus d'eau à d'autres fins en détériorant ainsi la pollution des eaux. La nature de la pollution change aussi. On va produire plus de substances artificielles qui sont dangereuses pour l'environnement et pas biodégradables, c'est-à-dire qu'elles subsistent dans l'environnement pour une longue période.

Les effets de la pollution sur la qualité de l'eau dépendent d'abord du type de pollution. Plusieurs types de pollution et leurs effets sur la qualité de l'eau sont analysés dans ce chapitre. Les effets dépendent aussi du quantité de chaque polluant, de la dilution et de l'épuration naturelle par l'eau réceptrice.

2.1 _____ Sources de pollution

La pollution des eaux peut être causée par différentes activités humaines. Les sources majeures de la pollution des eaux sont industries, déchets ménagères, activités agricoles, activités de construction, exploitation minière, déforestation et forages de pétrole. La pollution des eaux émane parfois d'une source naturelle, mais le degré en est en général moindre que la pollution causée par les hommes.

La pollution émane de deux types de sources, en fonction de la façon dont la pollution est déversée dans l'eau. Les *sources ponctuelles* sont des sources de pollution localisées à un point unique, souvent un tuyau de vidange (décharge) particulier. Les usines et les installations d'épuration ont souvent des tuyaux de décharge conduisant directement à l'eau. En règle générale, les sources ponctuelles sont faciles à localiser.

La pollution *des sources non-ponctuelles* ne provient pas d'une seule localisation spécifique mais de multiples petites sources dans une région plus étendue. Elle est le plus souvent provoquée par l'eau qui coule par terre vers une rivière ou un lac, par exemple l'eau de pluie ou l'eau d'irrigation. Quand cette eau passe sur le sol, elle prend des polluants et les emporte vers des eaux locales. La pollution de sources non-ponctuelles peut résulter aussi de la pollution de l'atmosphère se déposant dans l'eau ou sur la terre (déposition atmosphérique). Les sources non ponctuelles sont plus difficiles à identifier. Par exemple, la pollution des sources non ponctuelles peut être causée par des activités agricoles sur tout le bassin, quand les eaux évacuées contiennent des pesticides. La pluie acide constitue aussi une forme de pollution émanant de sources non-ponctuelles.

2.2 Types de pollution des eaux

La Table 1 présente les plus importants types de pollution des eaux se produisant dans l'eau fraîche, et leurs sources majeures.

	industrie	agriculture		exploitation minière	ménage	
		cultures	bétail		rural	urbain
solides en suspension		x		x		(x)
déchets organiques	x		x		x	x
pathogènes (fèces)			x		x	x
nutriments		x	x		x	x
pesticides		x				
métaux lourds	x	x		x		(x)

Table 1: Types de pollution des eaux et leurs sources majeures

Les déchets ménagères des régions rurales englobent les eaux d'égout et les ordures solides des ménages, et elles sont souvent déversées directement dans les eaux voisines ou sur la terre.

Dans les régions urbaines les déchets ménagères sont en règle générale évacués par un système d'égouts. Les eaux d'égouts peut aussi inclure des eaux usées des industries et des eaux évacuées; donc, elles contiennent souvent toutes sortes de polluants. Les régions urbaines peuvent disposer d'une installation d'épuration. Les installations d'épuration traitent souvent des eaux usées contenant un taux élevé d'éléments nutritifs, un taux réduit d'oxygène et quelques bactéries. Les ordures solides sont en général ramassées et stockées dans une zone de décharge, qui est souvent située sur la rive d'une rivière ou d'un lac.

Solides en suspension

Le terme érosion veut dire que des particules de terre sont enlevées par le vent ou l'eau. Toute activité rendant la terre moins solide aura pour résultat que sol est emporté vers l'eau. Le sol érodé s'appelle solides en suspension. L'agriculture, la sylviculture, l'exploitation minière et les routes non pavées provoquent des solides en suspension dans les zones rurales. Dans les zones urbaines les travaux aux constructions peuvent contribuer à un taux élevé de solides en suspension dans les eaux.

Les eaux surchargées de solides en suspension sont très reconnaissables à cause de leur apparence 'boueuse'. Cependant, quand la rivière rejoint l'eau stagnante, l'eau ralentit et les solides en suspension se déposent au fond, et forment une couche de sédiment, ce qu'on appelle sédimentation. En conséquence, l'eau du lac apparaît transparente à quelque distance de l'endroit où une rivière boueuse aboutit. Mais cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas de pollution sédimentaire dans l'eau stagnante.

Les substances toxiques telles que les métaux lourds et les pesticides tendent à s'attacher aux particules de terre; donc, les solides en suspension peuvent être contaminés (voir aussi pesticides et les métaux lourds dans ce chapitre). Quand les solides en suspension se déposent dans les eaux stagnantes, le taux de métaux lourds et de pesticides au fond de l'eau augmente progressivement. Par les animaux vivant au fond ou près du fond de l'eau, les toxines vont entrer dans le tissu alimentaire, ce qui peut sérieusement nuire à l'écosystème. C'est pour cela qu'on appelle les fonds avec des charges élevées de sédiments bombes à retardement chimiques.

Les solides en suspension dans l'eau préviennent la pénétration de la lumière solaire. En particulier les algues et les plantes aquatiques, qui ayant be-

Les solides en suspension dans l'eau préviennent la pénétration de la lumière solaire. En particulier les algues et les plantes aquatiques, qui ayant besoin de lumière solaire, vont mourir quand l'eau est très boueuse. Évidemment, cela atteint également les animaux aquatiques, car ils sont pour leur survie, eux aussi, dépendants des algues et des plantes aquatiques.

Le sédiment au fond peut étouffer beaucoup de petits animaux aquatiques. Ces insectes constituant un approvisionnement majeur des poissons de chasse peuvent être détruits, en réduisant à leur tour la population de poissons. Les poissons de chasse peuvent céder leur place aux poissons qui ne chassent pas ou bien à ces poissons dont l'existence ne dépend pas de ces petits organismes.

Une prolifération de sédiments comble aussi le lit du courant et par là réduit la capacité du chenal, ce qui peut causer des inondations.

Les solides en suspension qui sont emportés vers la mer peuvent aussi détruire des bancs de coraux. Les coraux meurent à cause de l'étouffement par des sédiments.

Quand des quantités élevées de solides en suspension sont enlevées vers un lac ou un étang pendant une longue période, ils peuvent effectivement combler le bassin en le transformant éventuellement en terres inondées, ou même en terre sèche.

Déchets organiques

Les déchets organiques sont les restes d'un organisme vivant tout ce qui fut en vie antérieurement. Des exemples sont plantes mortes et animaux morts, résidus alimentaires, et aussi fèces (excréments) des animaux et des hommes. On peut trouver déchets organiques dans les tuyaux de décharge des usines (en particulier industries alimentaires et moulins à pulpe), dans les fèces des animaux et des hommes (points où abreuver et alimenter les animaux, places de défécation), et dans les ordures ménagères.

Les déchets organiques peuvent être perceptibles, provoquent de l'eau sale et couverte. Quand la pollution est élevée, on peut sentir les fèces et/ou une odeur d'œufs pourris.

Les déchets organiques causent plusieurs problèmes dans l'eau.

Elles rendent l'eau impropre à boire. Les déchets organiques sont consommées et donc épurées par des bactéries vivant dans l'eau. A cet effet les bactéries ont besoin d'oxygène. Quand la pollution organique est élevée, elle produit une réduction et parfois un manque total d'oxygène dans l'eau. Cela est très grave, car les plantes aquatiques et la majorité de animaux aquatiques ne peuvent survivre sans oxygène. Les eaux hautement polluées par des déchets organiques (comme beaucoup de rivières traversant les grandes villes) ne possèdent plus de plantes ou d'animaux: du point de vue biologique ils sont morts.

Fèces

Les fèces des animaux et des hommes contiennent beaucoup de petits organismes, par exemple des bactéries, seulement visibles à l'aide d'un microscope. Certaines d'entre elles, cependant, peuvent être très dangereuses à cause des maladies qu'elles provoquent. Les organismes provoquant des maladies sont appelées pathogènes. Quand les fèces sont déversées dans l'eau (cela se passe souvent), l'eau sera contaminée par ces pathogènes. Les hommes buvant cette eau peuvent devenir

malades. Les fèces dans l'eau sont visibles ou bien invisibles quand ils sont dilués.

Par exemple diarrhée, choléra, typhode, dysenterie, fièvre jaune (hépatite), helminthiase guinéenne et bilharziose (schistosomiase) ce sont des maladies causées par des pathogènes, le plus souvent par l'eau. On peut devenir malade si l'on boit de l'eau contaminée, et parfois aussi si l'on se trouve dans l'eau contaminée (à travers la peau).

Nutriments

Les nutriments sont de petites substances, pas visibles à l'oeil nu. Elles servent de nourriture aux algues et aux plantes aquatiques. Les nutriments les plus importantes sont azote et phosphore. Les nutriments se trouvent dans les engrais artificiels et les fèces des animaux et des hommes.

Les eaux non polluées contiennent de petites quantités de nutriments. Quand le nombre de nutriments augmente, certains types végétaux prolifèrent, alors que d'autres ne survivent plus. Alors on dit que l'eau est polluée avec nutriments, et plus particulièrement on parle de l'eutrophication de l'eau.

D'abord une croissance du nombre de nutriments va provoquer une abondance de plantes aquatiques, par exemple le jacinthe. Cela peut rendre l'eau impropre à boire, à l'irrigation et à l'usage industriel, par exemple.

La pollution nutritive excessive causera une dominance des algues. Cela peut conduire à une floraison des algues donnant à l'eau une couleur verte, vert et bleu, brune ou rouge. Celles floraisons de algues rendent l'eau impropre aux hommes, aux animaux et aux plantes aquatiques. La 'marée rouge', également une floraison des algues, est toxique pour les animaux tels que poissons et crevettes.

D'autant que les algues et les plantes aquatiques sont organiques, la mort massive de celles-ci conduit à une déplétion d'oxygène (voir aussi déchets organiques). L'enrichissement en nutriments conduit à une population accrue de plantes et animaux jusqu'au moment où un manque d'oxygène se produit.

Des taux élevés de nitrates dans l'eau potable peut être toxique, en particulier pour les bébés et les vieillards. Les nitrates immobilisent la respiration, causant éventuellement la mort par suffocation. Cela s'appelle aussi 'syndrome bébé bleu'.

Pesticides et lourds métaux

Les pesticides et les lourds métaux sont des substances toxiques. Cela signifie qu'ils sont très dangereux pour les plantes et les animaux aquatiques, et même pour les hommes utilisant de l'eau qui est contaminée par ces substances.

Les pesticides sont des produits synthétiques, tuant certains types végétaux (herbicides) ou d'insectes (Insecticides). Ils sont utilisés par les paysans pour protéger leurs cultures des parasites animaux et végétaux. Le plus grand désavantage des pesticides réside dans le fait qu'ils ne sont pas seulement nuisibles aux parasites visés.

Les pesticides sont des substances toxiques qui affectent beaucoup de plantes, d'animaux et même les hommes. Les pesticides sont le plus nuisibles aux hommes quand ces derniers y sont exposés directement, par exemple, en arrosant des pesticides sur les champs. Cependant, dans ce

manuel seront seulement discutés les effets des pesticides se retrouvant dans l'eau.

Le terme 'lourd métal' se réfère à un type d'élément métallique qui est trouvé sur la terre. Quelques lourds métaux répandus sont: aluminium (Al), arsenic (As), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), fer (Fe), plomb (Pb), manganèse (Mn), mercure (Hg), nickel (Ni), argent (Ag) et zinc (Zn).

Les lourds métaux sont à trouver en sous-sol et dans les rochers de la terre. Ils peuvent pénétrer dans l'eau après une éruption volcanique et par l'érosion des rochers, par exemple. En conséquence, on peut trouver des taux réduits (naturelles) de lourds métaux dans presque toutes les eaux.

Pour autant, les activités humaines telles que l'exploitation minière et l'industrie peuvent susciter des taux très élevés de lourds métaux dans l'eau. Les utilisations communes de lourds métaux dans l'industrie englobent: plomb et nickel dans les batteries, cuivre dans le textile, argent dans une bobine de pellicule photographique, et minéral de fer dans la production d'acier. Les eaux d'égout (issues de l'industrie) peuvent contenir des taux très élevés de lourds métaux.

Après les pluies torrentielles, les eaux évacuées des zones urbaines contiennent un nombre élevé de métaux, par exemple plomb dans le gaz d'échappement, huile, et graisse; zinc dans l'huile de moteur et dans les lubrifiants; et cuivre dans les lames d'acier et dans la garniture de frein.

Les solides en suspension érodés des terres de culture peuvent contenir cuivre, cadmium, et même uranium, quand sont trouvés dans certains engrais de phosphate. Les herbicides utilisés à combattre les mauvaises herbes peuvent contenir de l'arsenic ou le mercure.

On sait que des toxines tels que pesticides et lourds métaux conduisent à un grand nombre de dommages aux organismes. Ils incluent cancer, stérilité, malformations congénitales, troubles sanguins, dommage génétique, mutations hormonales et autres mutations chimiques, troubles du système nerveux central, dommage subi par plusieurs organes et la mort. Il est souvent très difficile d'identifier les effets exacts des toxines, car ils sont souvent présents en des mixtures complexes, et les toxines peuvent s'interpénétrer. Les effets nocifs se font parfois jour longtemps après l'intoxication.

Il y a deux processus importants à la consommation des toxines dans un organisme. Le premier, c'est la *bioaccumulation* (accumulation de toxines dans l'organisme). Quand les substances toxiques pénètrent dans le corps d'un animal, elles demeurent là, en règle générale, pour longtemps. Les toxines peuvent être absorbées directement de l'eau, ou bien par la consommation de nourriture contenant des toxines. D'autant que les toxines sont résorbées seulement partielles par l'organisme, ils peuvent atteindre des taux élevés, lesquels sont de plus en plus dangereux pour l'organisme. Beaucoup de pesticides organiques et de lourds métaux se bioaccumulent dans l'organisme.

Le deuxième processus, c'est la *biomagnification* (accumulation de toxines dans le tissu alimentaire). Cela veut dire qu'il y a une concentration accrue de toxines à mesure qu'on gravit les échelons du tissu alimentaire. Chaque animal accumule la quantité toxique de tous les êtres vivants qu'il a consommés. Les animaux au sommet de le tissu, tels que les aigles et également les hommes, risquent d'être exposés à des sub-

stances toxiques concentrations élevées. Par exemple, un toxine particulier pourrait être absorbé par une algue planctonique ou consommé par un animal planctonique à des degrés non intoxicants. Pour autant, un fretin consomme des milliers de ces petits plantes et animaux, chacun contenant une petite quantité de toxine. Une perche ou une truite consommera des centaines de fretins, chacun avec un nombre de substances toxiques provenant des milliers de particules de plancton. Donc, plus on gravit les échelons du tissu alimentaire, plus on consomme de toxines avec chaque morceau. La substance s'est bioaccumulée dans le tissu alimentaire. Une personne consommant seulement un repas de poissons à partir d'un lac contaminé contenant des toxines bioaccumulés peut absorber une dose plus élevée de toxines que quelqu'un qui boit de l'eau du lac pendant toute sa vie.

Toutes les deux, la bioaccumulation et la biomagnification, sont des processus graduels de pollution qui sont seulement visibles quand il est trop tard, quand le mal est déjà fait.

2.3 _____ Epurature naturelle

L'eau est à même d'épurer la pollution, pour autant que la pollution ne soit pas grave, et que le polluant soit biodégradable.

Biodégradable signifie qu'une substance est à décomposer dans ses substances de base, lesquelles peuvent être récupérés pour la croissance des plantes et des animaux. La décomposition de ces substances est faite par des bactéries et des macroinvertébrés. L'oxygène est utilisé à la décomposition, et en conséquence la concentration d'oxygène de l'eau constitue un facteur majeur dans le processus d'autoépuration de l'eau.

La température est aussi un facteur important, car les processus biologiques se produisent plus vite quand la température monte.

En dehors de la décomposition par des bactéries et des macroinvertébrés, la pollution est aussi réduite par des processus physiques et chimiques dans l'eau.

Littérature recommandée

WETZEL, ROBERT G.: "Limnology". Michigan State University, Saunders College Publishing. Harcourt Brace Jovanovitch Inc., Orlando, Florida, U.S.A. Second edition, 1983.

3 _____ La Recherche sur le Terrain

Quand on suppose ou bien fait l'expérience d'une pollution des eaux, il est utile de savoir de quel type de pollution des eaux il s'agit, et d'où elle provient. Ensuite il faut faire une Recherche sur le Terrain (Field Survey). La Recherche sur le Terrain est faciles à accomplir. Elle comprenne une analyse de l'eau polluée et de la région d'où l'eau provient, l'utilisation de ses yeux et de son nez et du sens commun.

La Recherche sur le Terrain englobe examiner des utilisations différentes de la terre à l'intérieur du bassin, car la qualité de l'eau est hautement influencée par des activités sur la terre autour de l'eau. Il faut aussi examiner l'eau pour la présence de couleurs et d'odeurs étranges, car elles dénotent une pollution des eaux. Ce chapitre explique les règles à suivre par exécuter une Recherche sur le Terrain.

Avec les résultats de ce Recherche sur le Terrain on sera en état de décrire la région recherchée en termes de pollution potentielle, et de dresser une liste aussi complète que possible de toutes les sources potentielles de pollution à l'intérieur du bassin. On aura aussi une bonne indication de quel type de pollution il s'agit. Bien qu'il soit, en règle générale, possible de savoir le degré de gravité de la pollution, il est impossible de préciser la quantité et l'effet de la pollution.

Une Recherche sur le Terrain est une méthode propre à analyser plus en détail la qualité de l'eau. En conséquence, c'est la première démarche dans ce manuel. On peut aussi faire des Recherches sur le Terrain avant des soupçons de pollution, par exemple à des fins éducatives, pour un prompt dispositif d'alarme, ou bien pour réunir des données de référence. Il est très utile de faire des Recherches sur le Terrain en plus d'autres recherches et activités traitées dans ce manuel.

3.1 _____ Exécuter une Recherche sur le Terrain

La Recherche sur le Terrain est très faciles à faire, et demande peu de matériel: au fond il faut un tableau d'attache, des crayons, et les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain numéros 1, 2 et 3 (voir Appendice 1, 2 et 3). Une paire de bottes jusqu'aux hanches, un caméra et une boussole, si l'on en dispose, sont utiles.

La Recherche sur le Terrain englobe trois régions où analyser l'eau concernant des couleurs et des odeurs étranges et où noter les types d'utilisations de la terre, en faisant usage des Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain.

D'abord on examine la région dans laquelle on suppose ou fait l'expérience de pollution. C'est la *région de recherches*, et peut être une partie d'une rivière ou d'un lac ou bien une source d'eau potable. Ensuite une examen du corps total de l'eau à l'intérieur duquel la région recherchée est située, par exemple le lac ou la rivière. Enfin on examine en détail le bassin à l'intérieur de laquelle est situé le corps d'eau (et donc la région recherchée).

La Recherche sur le Terrain est à faire par terre, à travers l'eau ou en bateau. Le mieux vaudra d'utiliser une combinaison de ces trois manières afin de réunir plus de données. Un caméra est un moyen de documentation utile. Il faut veiller à inscrire le numéro de la photo, la localisation, la date, et le nom du photographe sur toutes les photos. On peut aussi donner une description sommaire des photos. Il peut être utile d'avoir

des endroits fixes où prendre des photos plusieurs fois par an en échelonnant cela sur différentes années. Cela mettra des changements graduels plus en évidence.

Il faut que la Recherche sur le Terrain soit faite par plusieurs personnes, car deux ou plusieurs personnes veilleront à ce que la représentation des caractéristiques de la région recherchée soit plus objective. Si possible, il faut former des équipes de recherches comportant des personnes avec un passé différent. Il faut inclure au moins une personne locale dans chaque équipe. Les personnes locales sont souvent au courant d'un grand nombre de choses concernant la région, l'eau, son passé et ses changements. Il faut utiliser une série de Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain pour chaque petit groupe de chercheurs.

Si possible, il faut établir des rapports amicaux avec le(s) propriétaire(s). Demander la permission de parcourir le terrain privé avant de faire la recherche, et essayer d'engager les propriétaires dans la recherche.

3.2 Dresser cartes de la région

Pendant la Recherche sur le Terrain il faut faire au moins deux cartes. Une carte (voir Figure 3 à titre d'exemple) présente en détail l'eau recherchée. Il faut que la deuxième carte englobe tous le bassin dans lesquelles l'eau(x) recherchée(s) est(sont) localisée(s). Laquelle est appelée la carte générale de la région (voir Figure 4). Si plusieurs régions sont recherchées, alors il faut faire une carte détaillée de chacune. Il sera utile de dresser une carte du corps d'eau total dans lequel l'eau étudiée est située.

Sur chaque carte il faut faire un petit cadre dans un coin, qui donne le nom de la personne dressant la carte, la date, et la municipalité ou la province de la région. Sur la carte générale il faut noter le nom du bassin; sur la carte détaillée le nom de l'eau recherchée.

Il faut marquer l'échelle de la carte et la 'légende', expliquant les symboles utilisés. Il faut toujours dresser la direction du(des) cour(s) d'eau et une flèche orientée vers le nord.

Si possible, il faut dresser les limites des régions administratives dépendant des autorités nationales, régionales ou locales (provinces, municipalités, etc.), et des lignes marquant l'altitude si la région est vallonnée ou montagneuse.

Il faut dresser les points suivants sur chaque carte: les limites du bassin, toutes les eaux majeures et quelques villes et villages majeures à l'intérieur du bassin, les points d'observation de la Recherche sur le Ter-

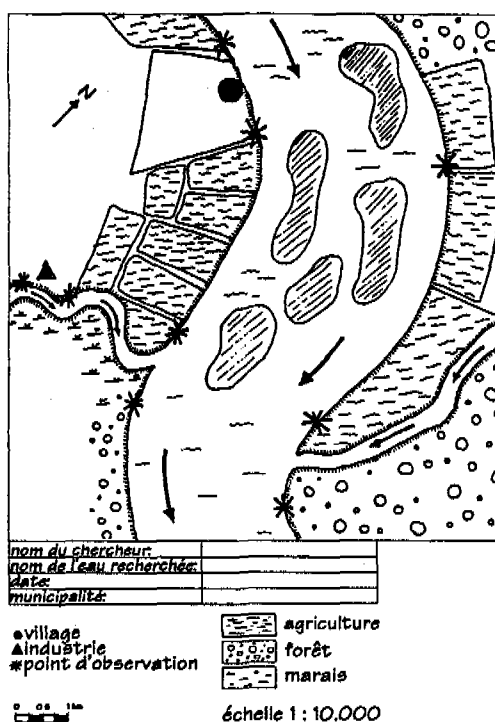


Figure 3: Carte de l'eau recherchée

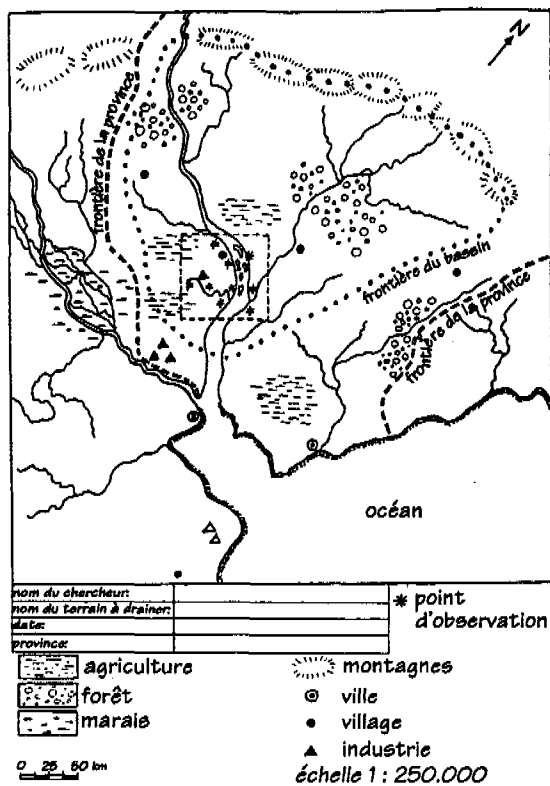


Figure 4: Carte générale de la région

rain (nom et nombre), différents types d'utilisation de la terre et de l'eau, et toutes les structures dans et autour de l'eau (par exemple, îles, ponts, digues, barrages, écluses). Il faut marquer l'endroit de l'eau recherchée sur la carte générale (et sur la carte du corps d'eau, si dressé).

En dehors dresser vôtres cartes mêmes de la région recherchée, il est très utile de faire usage des cartes existantes. Cela fournit un complément d'information et aide à élargir les connaissances de la région.

3.3 Localisation des points d'observation

Les points d'observation sont des endroits à l'intérieur de la région recherchée et du bassin où l'on trouve des indications de pollution. Il faut marquer tous les points d'observation sur vôtres cartes, les numéroter, et les décrire sur la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 1.

Afin de découvrir si un point dans une eau qui coule ou bien est stagnante est pollué ou non, il faut examiner cet endroit. Par exemple, il faut savoir si l'endroit où les hommes réunissent de l'eau potable est pollué ou non.

Pour identifier les sources potentielles de pollution, il faut utiliser plusieurs points d'observation. Le type d'endroit qu'on va sélectionner dépendra du type d'eau: eaux courantes ou eaux stagnantes.

Quand on examine un corps d'eau stagnant, tel qu'un lac ou un étang, il faut idéalement rechercher le corps d'eau entier et toutes les eaux qui affluent. La pollution peut pénétrer dans le lac par l'eau évacuée de surface, par les eaux souterraines, par des eaux qui affluent telles que les rivières et les fleuves, ou bien par une déposition atmosphérique. Il faut prendre conscience qu'une combinaison de sources peut être en cause. La quantité d'eau effluente du lac (évaporation incluse), en comparaison avec la quantité d'eau qui afflue, donnera une idée de l'augmentation du taux de pollution dans le lac.

Quand une pollution d'eau se produit dans un fleuve ou dans une rivière, le meilleur endroit pour observer les effets se trouvera en aval de la source de pollution présumée. Le point exact en aval à examiner variera. Si l'eau coule très rapidement, il faut peut-être faire des observations à quelque distance en aval du point où le courant va plus lentement afin d'obtenir quelques indications de pollution. C'est en particulier vrai

quand on examine les effets ou les indicateurs potentiels de nutriments, car les effets de nutriments excessives dans les eaux courantes se montrent seulement au moment où la vitesse du courant est peu élevée.

Afin de localiser le point exact de pollution, il faut aller en amont jusqu'au point où l'on trouve de l'eau ne montrant plus les indications de pollution. La distance à aller peut varier hautement. Parfois on trouvera une usine en deçà de 200 mètres en amont de l'eau recherchée, mais il est aussi possible que la pollution soit causée éloigné en amont du bassin par une exploitation agricole, de bois, et/ou exploitation minière. C'est pourquoi il est utile de connaître tout le bassin, avec une liste aussi complète que possible de toutes les sources de pollution potentielles.

Pour décrire la pollution en termes de son impact, il faut comparer des endroits en aval et en amont de la source de pollution. Il faut faire usage de points d'observation non pollués en amont comme données de référence.

3.4 __ Les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain

Il est évidemment très important que toutes les informations obtenues soient clairement documentées et marquées sur une carte. Si l'on ne documente pas proprement, les données réunies ne sont pas à utiliser.

Il faut utiliser les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain, à trouver dans les Appendices 1, 2 et 3 pour noter l'information obtenue pendant la Recherche sur le Terrain. Il faut discuter des feuilles de données avant d'amorcer la Recherche sur le Terrain avec tous les participants, afin de s'assurer que tous les points ont été compris. Il faut pourvoir chaque équipe d'une série de feuilles de données, si c'est possible en combinaison avec une copie ou une carte existante (de la section) de l'eau à examiner. Il faut que chaque équipe de chercheurs dresse les cartes comme il a été expliqué en Section 3.2.

Il faut autant que possible adapter les feuilles de données aux circonstances locales, en adjoignant d'autres points importants, et/ou en séparant les points sans importance.

Il ne faut pas inscrire sur les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain originales. Il faut faire des copies et y inscrire.

Il ne faut pas remplir les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain dans un bureau!

3.5 _____ Que faire

1. Il faut noter clairement les raisons de faire une Recherche sur le Terrain et, d'une façon aussi détaillée que possible, les objectifs à accomplir.
2. Il faut déterminer la(les) région(s) à rechercher, laquelle peut être la(les) région(s) où l'on suppose ou fait l'expérience de pollution. Déterminer le corps d'eau entier et le bassin dans lesquels la(les) région(s) recherchées est(sont) située(s). Il faut utiliser, si possible, des cartes existantes.
3. Il faut constituer des groupements de chercheurs, formés par des hommes locaux de la région (propriétaires inclus), des hommes de toutes organisations engagées, et éventuellement d'autres personnes et experts intéressés.

4. Il faut discuter avec les participants des raisons et des objectifs de la Recherche sur le Terrain, des régions à rechercher, et les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain. Il faut s'assurer que tout autre matériel nécessaire pour la recherche (par exemple un caméra, un bateau) est disponible et prêt à utiliser.
5. Il faut faire maintenant une promenade (à pied et/ou en bateau) à travers la région à rechercher. Remplir les 'Données générales' et la 'Description de la région recherchée' sur la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 1. Dresser une carte de la région recherchée comme il a été décrit en Section 3.2.
6. Il faut déterminer les points d'observation dans la région recherchée (voir Section 3.3) et les marquer sur la carte, les numéroter et les décrire sur la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 1.
7. Il faut examiner tous les types d'utilisations de la terre et son impact potentiel sur la région recherchée, en utilisant la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 2. Il faut inscrire toutes les utilisations de la terre à trouver sur la carte. Egalement, Il faut utiliser numéraux ou codes pour mettre en lumière les régions avec des utilisations différentes de la terre sur la carte.
8. Il faut analyser l'eau par rapport à des couleurs ou des odeurs étranges. Il faut faire usage de la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 3, si une couleur et/ou une odeur étranges est observée afin de trouver des sources potentielles de pollution.
9. Si l'on fait des photos, il faut noter numéro, localisation, date, et une description sommaire sur la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 1.
10. Si l'on veut étudier plusieurs régions, il faut faire les pas 5 jusques et y compris pas 9 inclus pour chaque région.
11. Après avoir examiné la(les) région(s) à rechercher, il faut se faire une idée globale du corps d'eau et du bassin dans lesquels la(les) région(s) à rechercher est(ont) située(s). Quand une eau courante est observée, il faut aller en amont et noter tous les affluents (rivières tributaires). Il faut essayer la même chose en allant en aval. Quand une eau stagnante est observée, il faut localiser toutes les eaux affluentes et effluentes, et suivre les eaux affluentes en amont.
12. Il faut remplir la 'Description du corps d'eau' et la 'Description du bassin' sur la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 1, et dresser une carte du bassin (voir Section 3.2.). Si besoin est, il faut dresser une carte du corps d'eau.
13. Il faut estimer la vitesse d'une eau courante en marquant une distance de 10 mètres sur la rive, parallèlement à l'eau. Il faut mettre un objet flottant dans l'eau en amont de la bande marquée. Noter le nombre de secondes que l'objet flottant met à parcourir la distance marquée. Calculer la vitesse du courant au moyen de diviser le nombre de mètres couvré par le nombre de secondes (exprimé en mètres par seconde). Il faut faire cette épreuve encore deux fois tout au moins et calculer la vitesse moyenne du courant.
14. Il faut fixer des points d'observation à l'intérieur du bassin (voir Section 3.3). Marquer les points d'observation sur la carte, les numéroter

et les décrire sur la Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain numéro 1.

15. Également, il faut utiliser les Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain numéros 2 et 3, quand on fait l'inventaire du corps d'eau et du bassin. Il faut procéder d'une façon aussi détaillée que possible.
16. Après avoir fait la Recherche sur le Terrain, il faut faire une évaluation comme il a été expliqué en Section 3.6.

3.6 _____ **Evaluation**

Une fois que la recherche est accomplie, on peut utiliser l'information des Feuilles de Données de la Recherche sur le Terrain pour faire un résumé du bassin et de la(des) région(s) recherchées en termes d'une pollution possible et toutes sources potentielles.

Quand les résultats de une Recherche sur le Terrain dénote une pollution, il y a plusieurs manières de procéder. Quand on suppose que la pollution est liée à des maladies, on peut vouloir utiliser une Recherche Hygiénique comme il a été expliqué au Chapitre 5. La Recherche Hygiénique peut donner une évidence convaincante sur la présence d'une pollution bactériologique et de sa(ses) source(s).

Si l'on veut savoir davantage sur le degré de pollution et son impact sur l'environnement, on peut décider de faire une Recherche Biologique, à expliquer au Chapitre 4.

Si vous voulez trouver la distribution exacte de la pollution industrielle ou des eaux d'égout, ou bien si l'on veut savoir le taux exact d'oxygène dans l'eau, il peut faire quelques analyses physiques et chimiques expliquées au Chapitre 6. Ce chapitre-là explique aussi ce qu'il faut faire si l'on veut faire appel à un laboratoire pour analyser l'eau contenant des lourds métaux, des pesticides ou autres toxines.

Si la Recherche sur le Terrain fournisse suffisamment d'information sur le type de pollution qui se produit et la source de celle-ci, on peut décider de lire les Chapitres 7 et 8 et de chercher des activités pour réduire le problème de pollution.

Littérature recommandée

DICKMAN, M.: "Waterways walkabout". Biological Sciences Department, Brock University, St. Catharines, Ontario, Canada L2S 3A1. Second edition, 1992.

REKRELL, CHARLES R. and Dr. PATRICIA BYTNAR PERFETTI: "Water quality indicators guide: surface waters". Soil and Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C., 1991.

4 La Recherche Biologique

A cause de leur dynamique, les rivières et les ruisseaux se transforment continuellement. Une section d'eau quand est polluée aujourd'hui peut être épurée par le courant dans huit jours. A un moindre degré il en va de même pour les étangs et les lacs. En conséquence, quand voir seulement l'eau même (analyse physique et chimique, voir Chapitre 6), c'est possible de manquer pollution que influence la qualité de l'eau pendant une période précédée.

Cependant, pollution aussi influence les plantes et les animaux aquatiques. Ces effets sont visibles quand pollution est présent, et encore plus tard après que la pollution est arrêtée, donc ils sont de ce fait de bons indices d'une pollution des eaux. Les indices biologiques fournissent aussi une bonne description des effets à long terme d'une pollution pour l'écosystème.

La Recherche Biologique est hautement comparable à la Recherche sur le Terrain discutée au Chapitre 3. La seule différence réside dans le fait qu'on ne recherche pas couleurs, odeurs et utilisations de la terre, mais le flore et la faune dans et autour l'eau(x) recherchée(s).

La Recherche Biologique examine seulement les types généraux des animaux et des plantes, parce que ils sont à utiliser dans le monde entier. Cependant, un seul type d'animal ou de plante est constitué en fait d'un groupe étendu de espèces de l'animal ou de la plante en question, chacun avec ses propres caractéristiques. Par exemple, il y a plus de 400 espèces de vers d'eau, mais le manuel traite d'un seul espèce de ver d'eau. L'utilisation d'organismes plus spécifiques fournira un complément d'information.

Grâce aux résultats de la Recherche Biologique on sera en état de déterminer le degré de pollution des eaux, variant d'une pollution négative ou modérée à une pollution moyenne ou grave. Les résultats de la Recherche Biologique peuvent fournir une bonne indication du type de pollution en question et de sa(ses) source(s). Cependant, des analyses physiques et chimiques seront pour autant nécessaires pour procurer des preuves décisives.

A l'aide de la Recherche Biologique on ne peut dépister des pathogènes (organismes provoquant des maladies) dans l'eau. A cet effet il faut effectuer la Recherche Hygiénique exposée en Chapitre 5. Bien que la présence de substances toxiques puisse être hautement indiquée par la Recherche Biologique, il n'est pas faisable de déterminer de quels types de toxines il s'agit. Donc, il faut faire des analyses physiques et chimiques complémentaires (voir Chapitre 6).

4.1 Indices biologiques

En général, il y a deux méthodes pour utiliser des plantes et des animaux comme indices de la qualité de l'eau: la diversité d'un groupe de plantes ou d'animaux, et la sensibilité d'organismes spécifiques à une pollution.

(Bio)diversité

Le nombre de différents types d'organismes trouvé dans un groupe biologique est appelé (bio)diversité. Une diversité élevée signifie qu'il existe de multiples types d'organismes, et que chaque type se présente en nombres réduits. Une diversité réduite signifie qu'il y a quelques rares ty-

pes d'organismes, et que chaque type se présente en nombres élevés. En règle générale, à l'opposé des eaux non polluées qui ont une diversité élevée, les eaux polluées ont une diversité réduite ou bien il n'y a même aucun organisme visible. Donc, le degré de diversité peut être utilisé comme indice du taux de pollution des eaux.

Le manuel expose l'utilisation générale de la diversité des plantes aquatiques et des poissons comme indices de la qualité de l'eau. Pour les macroinvertébrés (petits animaux aquatiques) la Sequential Comparison Index (SCI), basée sur la diversité de la population des macroinvertébrés, peut servir pour calculer le taux de pollution des eaux (voir aussi Section 4.11).

Sensibilité

Certains organismes peuvent survivre dans une eau polluée. Ces espèces sont 'tolérantes' à une pollution. D'autres sont très sensibles aux changements de la qualité de l'eau, et sont 'intolérants' ou 'sensibles' à une pollution.

Les organismes dont on sait qu'ils sont, soit sensibles, soit tolérants à une pollution peuvent servir d'indices de la qualité de l'eau. Ce chapitre présente plusieurs types de bactéries, algues, poissons et vertébrés à utiliser comme organismes indicatives. La Pollution Tolerance Index (PTI) se sert de la sensibilité des macroinvertébrés à une pollution pour déterminer le degré de pollution des eaux.

Afin de savoir si l'absence ou la présence de certaines plantes et animaux indique une pollution des eaux ou non, il faut d'abord savoir où et quand ces plantes et animaux figurent normalement. Dans un corps d'eau donné l'absence de crevette, cette est sensible à une pollution, peut seulement indiquer une pollution si la crevette se trouve normalement dans cette eau. Pas plus qu'on ne trouve des petits animaux aquatiques à la surface d'un lac profond, on ne trouvera beaucoup d'algues en suspension (planctoniques) dans un ruisseau qui coule fort. Il faut rechercher l'habitat naturel des animaux et des plantes spécifiques en se servant de l'information du Chapitre 1 et des Appendices 6 et 7, et des renvois de littérature supplémentaire, si disponible.

Il faut aussi prendre en compte que l'absence de certains animaux et plantes peut se rattacher à des facteurs différents que pollution. Par exemple, quand il y a seulement un peu de types de poissons dans une eau, cela peut indiquer une pollution, mais aussi une surpêche. Pareillement, l'absence de plantes aquatiques peut être liée à une pollution, mais aussi à la saison, ou à l'ombrage extrême des arbres en saillie.

4.2 _____ Choix de points de recherche biologique

Pendant la Recherche Biologique on veut peut-être d'abord étudier les endroits où l'on s'attend à une pollution de l'eau, comme aux environs d'un tuyau de décharge industriel, ou bien sur la rive de l'eau d'une plantation à bananes. Il faut choisir les points de Recherche Biologique au plus près de la(les) source(s) de pollution. La position de tels points de Recherche Biologique peuvent à déterminer à l'aide des résultats de la Recherche sur le Terrain, et/ou d'autres observations. Il faut bénéficier des cartes dessinées pendant la Recherche sur le Terrain, et/ou d'autres cartes.

Après avoir recherché les sites avec une pollution de l'eau présumée, il faut rechercher aussi intensivement que possible le corps d'eau dans lequel se produit la pollution présumée. De cette façon on peut obtenir

une vue d'ensemble de la qualité de l'eau dans le corps d'eau entier, en vous permettant de comparer le degré de pollution en différents sites, et vous aidant à déterminer la(les) source(s) de pollution.

En recherchant une source ponctuelle de pollution ou un déséquilibre dans une eau courante, par exemple une usine ou une barrière, on peut comparer des points de Recherche Biologique en amont et en aval de la source. Il faut choisir deux points en amont de la source, et trois ou quatre en aval. Quand on examine une eau stagnante, on peut comparer les points aux alentours de la source de pollution ou du déséquilibre à ceux dans une zone où l'on ne suppose pas d'effets de pollution, par exemple sur l'autre rive d'un lac.

Aux cas où l'on ne soupçonne pas de pollution dans une eau, votre objectif sera peut-être de rechercher du corps d'eau pour déterminer la qualité biologique. La méthode idéale serait de comparer le corps d'eau à rechercher à un corps d'eau semblable, clairement non pollué. Dans ce cas, on peut utiliser l'eau non polluée comme cadre de référence ou norme, et se concentrer sur les différences entre les deux. Cependant, l'eau de référence doit être bien semblable à l'eau recherchée, et aussi bien que les méthodes de recherche, pour s'assurer que les différences dépistées sont seulement dues à une pollution ou à un déséquilibre. Il faut que l'habitat des zones comparées soit tellement semblable que les plantes et les animaux en question aient les mêmes vecteurs déterminant leur présence. Par exemple, il est inutile de comparer la partie en amont d'une rivière (près de la source) à un estuaire. Des facteurs importants déterminant l'habitat des organismes aquatiques sont la profondeur, la vitesse du courant, et le type de sol. Les caractéristiques de l'habitat des plantes et des animaux spécifiques sont inventoriées au Chapitre 1 et dans les Appendices 6 et 7.

Quand on recherche les algues et les plantes aquatiques il faut faire la part de l'influence des arbres en saillie. L'ombrage causant une grande variation, même sur les deux rives de la même eau.

Il faut se rendre compte du fait que des sites modifiés localement, tels que des petits lochs dans l'eau ou des ponts, peuvent avoir des conséquences locales pour la qualité de l'eau.

Il ne faut pas prélever des échantillons de macroinvertébrés peu après une pluie à verse, sauf pour des raisons spécifiques, car une fraction des animaux sera enlevée par la pluie.

4.3 _____ Les Feuilles de Données de la Recherche Biologique

Il y a deux Feuilles de Données de la Recherche Biologique (Biological Survey Data Sheets), numéro 1 et 2, à trouver dans les Appendices 4 et 5. Sur la première feuille de données il faut inscrire des données générales sur la recherche et les chercheurs (au début de la recherche), en combinaison avec une description du corps d'eau (à la fin de la recherche).

Sur la deuxième feuille de données on peut inscrire les différentes données des indices biologiques. Après une liste sommaire de points décrivant le point de Recherche Biologique, la feuille de données va évoquer les données sur les différents plantes et animaux à collecter si on décide d'utiliser une espèce déterminée de plante ou d'animal comme indice. Pour les macroinvertébrés a été donnée la calcination sur la SCI et la PTI.

Il faut utiliser une copie de la Feuille de Données de la Recherche Biologique numéro 1 pour la Recherche Biologique entière. Il faut utiliser diffé-

rentes copies de la Feuille de Données de la Recherche Biologique numéro 2 pour décrire chaque point de Recherche Biologique.

En plus des Feuilles de Données de la Recherche Biologique numéros 1 et 2, il faut du papier blanc pour dessiner toutes les types de plantes et d'animaux à observer et à utiliser comme indice.

4.4 _____ Dessin des plantes et des animaux

Il est très important de faire des dessins de toutes les types de plantes et d'animaux à observer pendant la Recherche Biologique. Il faut faire les dessins sur du papier blanc (pas encore inclus dans ce manuel), et l'inclure dans la Feuille de Données de la Recherche Biologique numéro 2 correspondant au point de recherche en question.

Il est très important de faire tous les dessins d'une façon aussi exacte que possible, afin de pouvoir comparer les résultats des différents groupes à l'intérieur d'une Recherche Biologique, et de comparer les résultats des différentes Recherches Biologiques (exécuté en différentes eaux ou bien dans une seule eau mais à différentes époques).

Sur chaque dessin, il faut inscrire le nom de la personne du dessin, la date, et une description de la position exacte de la plante et de l'animal trouvés (si possible, avec nom et référence à une feuille de données). Il faut toujours décrire la couleur de la plante ou de l'animal, et marquer l'échelle du dessin.

En dessinant les plantes, il faut prêter attention en particulier au nombre de feuilles et si elles sont attachées à une forme particulière de la tige. Si des fleurs sont là, il faut prêter attention au nombre de pétales, à la forme, et à la façon dont ils sont attachés à la plante.

En dessinant les animaux, il faut prêter attention en particulier à la forme du corps, au nombre de pieds, au nombre et à la forme des queues et à la projection.

4.5 _____ Que faire

1. Il faut utiliser la motivation et des conclusions des Recherche sur le Terrain (et/ou autres résultats), pour noter le(s) raison(s) pour le(s)quelle(s) on veut faire une Recherche Biologique et les objectifs à accomplir.
2. Comme il a été exposé en Chapitre 3, il faut constituer des groupements réduits se composant de 4 à 6 personnes chacun. Il faut discuter des raison(s) pour la Recherche Biologique et les objectifs de celle-ci, et il faut exposer comment les feuilles de données sont à utiliser. Il faut s'assurer que tout le matériel destiné à prélever des échantillons soit disponible et prêt à employer.
3. Sur la base des résultats de la Recherche sur le Terrain et/ou d'autres observations, il faut déterminer les points d'observation biologique. Il faut se servir des cartes dessinées pendant la Recherche sur le Terrain, et/ou d'autres cartes pour enregistrer l'endroit précis de ceux-ci.
4. Il faut copier les Feuilles de Données de la Recherche Biologique numéros 1 et 2 (éviter d'écrire sur l'original). Il faut employer une copie de la feuille de données numéro 1 pour la recherche entière et employer une nouvelle copie de la feuille de données numéro 2 pour décrire chaque point de Recherche Biologique.

5. Il faut joindre assez de papier blanc au manuel pour faire des dessins de toutes les types des animaux et des plantes à utiliser comme indices.
6. D'abord il faut rechercher tous les points de Recherche Biologique identifiés. Il faut inscrire toutes les 'Données générales' sur la feuille de données numéro 1. Il faut utiliser une autre copie de la Feuille de Données de la Recherche Biologique numéro 2 pour chaque nouveau point de Recherche Biologique. Il faut noter la 'Description du point de Recherche Biologique' et marquer l'endroit exact du point de recherche sur une carte. Il faut effectuer les démarches 6 jusqu'à 9 incluses pour chaque point de Recherche Biologique à identifier.
7. Il faut estimer la vitesse du courant en employant les directives de la Section 3.5, et dessiner deux petites cartes sur chaque point de Recherche Biologique, l'une en coupe sagittale et l'autre en coupe transversale.
8. En ce qui concerne les bactéries, les algues, les grosses plantes aquatiques et les vertébrés, comme il a été exposé dans les Sections 4.6 à 4.9, il faut rechercher les points de Recherche Biologique par rapport à leur présence. Il faut décrire l'endroit(s) et la nature de leur présence sur la feuille de données numéro 2. Il faut faire des dessins exacts (sur du papier blanc) de toutes les types de bactéries, d'algues et de grosses plantes aquatiques observées, comme il a été exposé en Section 4.4.
9. Par rapport aux poissons, il faut décider si on va enregistrer seulement les observations visuelles de la conduite des poissons, ou qu'on va prendre du poisson pour une recherche plus détaillée (voir Section 4.10 pour un plus explication). Il faut noter la méthode de recherche employée et les résultats obtenus sur la feuille de données numéro 2, et faire des dessins précis de toutes les types de poissons observées (voir Section 4.4). Il faut recueillir le maximum d'information provenant d'autorités (locales), universités et pêcheurs locaux quant à la présence des poissons.
10. Quant aux macroinvertébrés, il faut employer les méthodes exposées en Section 4.11 pour sélectionner des endroits à échantillonner et pour prélever des échantillons. Il faut décrire la région à échantillonner sur feuille de données numéro 2. Il faut faire des dessins précis de toutes les types de macroinvertébrés observées (voir Section 4.4), et calculer les SCI et PTI.
11. Après avoir recherché tous les points de Recherche Biologique identifiés, il faut rechercher amplement le corps d'eau entier. Il faut fixer d'autres points de Recherche Biologique (si nécessaire) à l'aide des suggestions en Section 4.2. Il faut utiliser encore d'autres copies de feuille de données numéro 2 de chaque point de recherche à déterminer. Il faut inscrire la 'Description du corps d'eau' sur la feuille de données numéro 1.
12. Après avoir mené la Recherche Biologique, il faut faire une évaluation comme il a été exposé en Section 4.12.

4.6 Bactéries

Le fongus d'égout (sewage fungus), un type de bactérie (*Sphaerotilus natans*), est observé en général sous la forme de plumes gluantes avec l'apparence de coton-laine (blanches, grises ou brunes en général) attaché aux branches ou aux feuilles, ou bien au fond de l'eau. Le fongus d'égout constitue un indice de pollution organique dans les eaux courantes. Par exemple, le fongus d'égout apparaît souvent dans des eaux recevant des ordures provenant de papeteries, raffineries de sucre, fabriques de conserves, raffineries d'alcool et tuyaux d'égout municipaux. Quand on trouve une croissance de fongus d'égout, il faut remonter le courant jusqu'à ce qu'on découvre la source, en général pas si éloignée, de pollution organique.

4.7 Algues

Présence naturelle

La présence d'algues dépend essentiellement de la quantité de lumière de soleil et du volume de nutriments dans l'eau. La vitesse du courant détermine si des algues benthiques ou bien planctoniques se trouvent là.

Les algues seulement se trouvent dans la partie en amont du corps d'eau, où la lumière du soleil peut encore pénétrer. Les algues planctoniques vivent libre en suspension dans la partie supérieure d'une eau stagnante ou d'une eau qui coule lentement. Les algues benthiques sont en général attachées à des substrats submergés juste en-dessous de la surface de l'eau, et se trouvent dans les eaux courantes.

S'il y a suffisamment de lumière du soleil, la croissance des algues est en général limitée par la quantité de la nourriture (nutriments) disponible. Dans la plupart des eaux, une augmentation en nutriments (provenant de champs ou d'égouts, par exemple) provoquera une population plus large d'algues. Donc, la présence d'un volume énorme d'algues en général indice une pollution de nutriments.

Une pollution continue dans les eaux stagnantes, peut aboutir à une croissance massive des algues planctoniques, appelé une floraison des algues. La mort massive de ces algues entraîne une pollution organique et conduit à une déplétion sérieuse d'oxygène dans l'eau, ou même à un manque total d'oxygène.

L'eau avec l'apparence de soupe aux pois contient des algues bleu-vert, dont beaucoup de types sécrètent des toxines ou des substances nauséabondes, ce qui les rend peu attirants à consommer par d'autres organismes et les permet ainsi de croître sans que leurs prédateurs les empêchent. L'eau contenant beaucoup d'algues bleu-vert n'est pas appropriée à boire, pour les animaux comme pour les hommes.

Indices

Les eaux de bonne qualité contiennent peu de quantités d'algues. Les eaux avec très peu d'algues ou sans algues peuvent être atteintes par des substances toxiques ou être localisés dans des régions avec des niveaux bas de nutriments. Cependant, ces découvertes sont seulement à effectuer à l'aide d'un microscope.

Dans les eaux courantes les *algues benthiques* (algues attachées à un substrat), à percevoir à l'oeil nu, peuvent être utilisées comme indices de la qualité de l'eau. Les algues benthiques dénotant une pollution sont connues en général comme écume d'étang et varech. Il existe aussi des types d'algues benthiques sensibles à une pollution et marquant ainsi

une eau pure. L'Appendice 6 décrit un certain nombre d'algues benthiques, perceptibles à l'oeil nu, comme indices d'eau polluée ou pure.

Les *algues planctoniques* si présentes en grande quantité dans les eaux stagnantes ou qui coulent lentement sont à utiliser comme indices de pollution de nutriments, car elles sont à percevoir par une coloration de l'eau (floraison d'algues). L'eau peut prendre une couleur plus profonde de nuances variées de vert, bleu-vert, rouge ou brun, dépendant de le type d'algue en question. Les algues planctoniques individuelles sont seulement à percevoir à l'aide d'un microscope, et ne sont de ce fait pas à employer comme indices de pollution dans ce manuel.

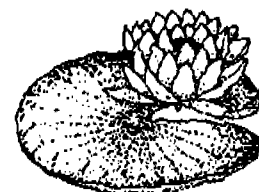
La déplétion d'oxygène, causée par la mort de quantités énormes d'algues (pollution organique), est indiquée par un comportement étrange des poissons et la mort de ceux-ci (voir Section 4.9).

Le processus d'enrichissement de nutriments, appelé eutrophication, englobe trois phases différentes qui sont facilement à reconnaître. Si la pollution de nutriments est réduite, il y aura une abondance en grosses plantes aquatiques. En cas de pollution modérée, des tapis massifs d'algues seront formés. Enfin, en cas d'une grave pollution, l'eau sera dominée complètement par les plantes vivant dans la partie supérieure de l'eau. Si elles sont là, les plantes aquatiques avec des feuilles flottant sur l'eau domineront. Sinon, les algues bleu-vert en suspension domineront, donnant une apparence de soupe aux pois à l'eau.

4.8 Plantes aquatiques

Présence naturelle

Le type et le volume de plantes aquatiques présentes dépend de différents facteurs, englobant la quantité de lumière du soleil, la vitesse du courant, le type de sol, le volume de nutriments et la profondeur de l'eau. La plupart des plantes aquatiques se trouvent dans l'eau stagnante ou en lent mouvement et qui n'est pas très profonde.



La lumière du soleil est très importante pour les plantes. Une réduction en lumière du soleil est due à plusieurs facteurs, comprenant l'envasement, une prolifération d'algues, une ombrage intense (par exemple des arbres surplombant l'eau ou des plantes aquatiques avec des feuilles flottant sur l'eau), et évidemment la profondeur de l'eau à cause de la pénétration limitée de la lumière.

En règle générale la profondeur de l'eau est le facteur majeur déterminant les types de plantes présentes. Différentes types de plantes aquatiques forment des bandes concentriques dans l'eau. La région peu profonde au bord du lac est colonisée par des plantes s'enracinant dans le fond de l'eau, mais qui ont leurs parties supérieures en-dessus de l'eau, comme le papyrus. Dans les couches inférieures du lac, la bande suivante est formée par des plantes avec des feuilles flottant ou submergées, avec ou sans racines dans le fond de l'eau, comme la jacinthe et le lotus. Dans la couche inférieure de l'eau où la lumière peut encore atteindre le fond, on peut trouver des plantes complètement submergées, avec ou sans racines dans le fond de l'eau.

La meilleure façon de trouver le type de plantes aquatiques se trouvant naturellement dans une région déterminée, sera de recueillir de l'information sur leur présence dans une période antérieure des plantes aquatiques dans cette région. Il faut recueillir le maximum d'information sur les changements dans la présence des plantes aquatiques dans le temps (de la part des gens locaux, par exemple), et noter toutes les rai-

sons possibles pour les changements (changement dans le niveau de l'eau, travaux de construction, qualité de l'eau, par exemple).

Indices

La croissance des plantes atteindra le degré le plus élevée dans les eaux relativement pures et peu profondes et qui coulent lentement. Quand ce type de corps d'eau contient différentes types de plantes aquatiques (diversité élevée), cela signifie en général qu'il n'est pas pollué.

Quand la diversité décline pour une certaine période dans une région avec une diversité élevée, cela peut indiquer une pollution. Il faut remarquer qu'une réduction dans la diversité peut être due aussi au changement de saison, à certains animaux ou hommes, ou bien à un changement dans le niveau de l'eau ou dans la vitesse de l'eau. Il faut identifier les causes potentielles de la réduction.

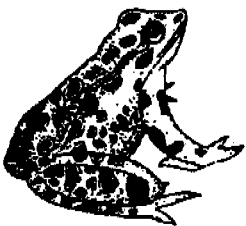
La prédominance d'une seule type de plante aquatique indique en général des taux élevés de nutriments. Le jacinthe (*Eichhornia crassipes*), par exemple, est une espèce de plante aquatique prédominant facilement d'autres plantes aquatiques en cas d'une pollution plus élevée avec des nutriments. En conséquence, une abondance du jacinthe indique normalement une eutrophication.

Si la surface de l'eau est recouverte de plantes avec les feuilles qui flottent, cela indique probable une déplétion d'oxygène dans l'eau, car l'oxygène ne peut plus être fourni par l'air. La qualité de l'eau sera probable pauvre dans ce cas-là.

Un nombre très élevé de plantes mortes dans l'eau, ou une absence de plantes aquatiques, indique une déplétion d'oxygène dans l'eau, une grave sédimentation ou bien la présence de substances toxiques. Mais cela peut être dû aussi à une combinaison de polluants.

Quand il y a une déposition considérable de sédiments, les plantes aquatiques ne peuvent plus pousser et se reproduire. Ainsi une population entière de plantes aquatiques peut être détruite.

4.9 Vertébrés



Les animaux au bout de la chaîne alimentaire (voir aussi Section 1.4 et Figure 2) sont ordinairement des vertébrés (avec une colonne vertébrale). Ces animaux tels que poissons prédateurs, oiseaux et mammifères qui consomment du poisson, sont dépendants des tous les autres organismes. Quand certains macroinvertébrés disparaissent, par exemple, cela affectera les plus gros animaux dépendant de ces macroinvertébrés. Aussi, des substances toxiques absorbées en petites quantités par les petits animaux, peuvent s'accumuler dans les corps des gros animaux à un degré très nuisible (voir aussi Chapitre 2, pesticides et lourds métaux). En conséquence, ces animaux fournissent des indices de la santé de la communauté aquatique entière. Un inventaire historique des vertébrés vivant dans une région déterminée sera un indice valable de la qualité de l'eau pour une période plus longue.

Toujours, il faut noter les vertébrés observés et entendus, et demander aux gens locaux quel types d'animaux se trouve là, et s'il y a des changements historiques dans la présence des types d'animaux.

Il faut noter les reptiles et les amibiens observés et entendus. La plupart des grenouilles et des crapauds font des bruis caractéristiques, et détermination est facile. La plupart des grenouilles et des crapauds sont

Les poissons prédateurs utilisant leurs yeux pour la chasse, comme le brochet, ont besoin d'eau pure et sont donc sensibles à une pollution (substances organiques, solides en suspension et nutriments). Les poissons prédateurs qui ne chassent pas à vue, tels que carpe et brème, peuvent survivre dans les eaux polluées.

La mort massive de poissons indique généralement une déplétion sérieuse d'oxygène, causée par une grave pollution organique. Les morts massives de poissons peuvent être provoquées aussi par une pollution avec de l'huile ou bien par autres substances toxiques.

Les poissons nageant au ras de l'eau et haletant à la surface, ralentissant leur mouvement, changeant de couleur ou nageant en cercles (nageant irrégulièrement) peuvent dénoter la présence de substances toxiques dans l'eau.

Des plaies rouges ou des taches blanches sur la peau avec l'apparence de coton, indiquent la présence de maladies. Plusieurs poissons malades dans une région déterminée peuvent indiquer la présence de substances toxiques à un degré non suffisant pour tuer immédiatement les poissons.

Les lésions aux organes des poissons et les tumeurs (qui sont visible quand coupeur le poisson) sont normalement causés par des substances toxiques.

Dans tous les cas concernant les substances toxiques, il faut faire une analyse chimique pour dépister les types de substances en question (voir Chapitre 6).

Méthodes d'échantillonnement

Les poissons peuvent être recueillis par une variété de méthodes. Il est très pratique d'utiliser la connaissance et les capacités des pêcheurs locaux, si présents. Il faut s'informer sur leurs pêches, et/ou leur demander de pêcher pour vous.

Pour les petites et moyennes eaux courantes en particulier, la méthode la plus pratique de capturer des poissons sera de se servir d'un filet de frelin mesurant environ 1 à 1,5 mètres. Le prélèvement des poissons en rapides est accompli le plus facilement en recueillant chaque fois dans une région mesurant cinq à six pieds carrés. Une ou deux personnes fixent le filet à une angle de 45° par rapport à l'eau dans le sens du courant, avec l'un bout du filet au fond de l'eau. Une ou deux autres personnes doivent se mouvoir cinq ou six pieds en amont du filet, commencer à remuer le substrat avec leurs pieds et progressivement en direction du filet. Quand les collecteurs regagneront le filet, il faut le sortir de l'eau et le transférer vers la rive. En cas de pêche dans les eaux stagnantes, il faut faire des seines courts et amorçant de préférence près du milieu du lac en direction de la rive. Il faut identifier au plus vite les poissons en les rejetant très vite dans le courant.

Il faut emballer les spécimens de poissons morts nécessitant une analyse dans le laboratoire dans un papier d'aluminium, placé dans un sac en plastique et surgelé.

4.11 _____ Macroinvertébrés

Les macroinvertébrés (petites animaux aquatiques) sont des indices valables car ils sont relativement immobiles comparés aux poissons, et ne peuvent donc échapper à une pollution. Ils sont aussi très sensibles à une

pollution. Quand l'eau est modérément ou gravement polluée, certaines types d'animaux mourrions. En cas d'une pollution la population ne se remet pas si vite d'une pollution antérieure. En conséquence, on peut percevoir les effets d'une pollution pour longtemps.

Présence naturelle

Chaque type de macroinvertébrés préfère des conditions de vie déterminées. Par exemple, certains aiment mieux les rapides, tandis que d'autres sont à trouver dans des eaux stagnantes. En plus de la vitesse du courant, le type de fond est d'importance pour la présence des macroinvertébrés. Les macroinvertébrés benthiques vivent près du fond de l'eau. Beaucoup de macroinvertébrés benthiques préfèrent séjourner sur des substrats durs tels que rochers, pierres submergées, etc.

Beaucoup de macroinvertébrés benthiques vivent dans des régions où l'on trouve des rapides dans une eau courante (riffles). L'habitat optimal pour les petits animaux aquatiques est une rapide constituée uniformément de substances de fond variant des pierres de 30 centimètres (pavés ronds) aux gravillons de 3 centimètres. Cela produit un fond stable. En outre, le mouvement continu de l'eau fournit un approvisionnement continu en nourriture et en oxygène. Les couches inférieures des grandes fleuves supportent peu, si no, de petits animaux aquatiques ou n'en supportent pas du tout, car leur fond salé n'est pas stable et la plupart manquent d'oxygène (le sel a un contenu organique élevé).

Les courants avec des fonds salés ou boueux (donc constitués de très petits particules) supportent des macroinvertébrés tels que vers construisant des tubes, éphémères creusantes, sangsue, moucheron, moules et palourdes. Les lits de sable sont intermédiaires entre les lits avec des pavés ronds/gravillons et les lits salés/boueux. Les fonds sableux ne supportent pas ou supportent peu de macroinvertébrés, car les sables mouvants fournissent peu de surfaces stables auxquelles les organismes peuvent s'attacher.

L'Appendice 7 énonce les types majeures de macroinvertébrés se produisant dans les eaux fraîches. Il faut noter que, bien que exacts, les descriptions et les dessins sont très généraux, et qu'on trouvera des déviations et des exceptions dans chaque eau.

Indices

On peut acquérir beaucoup d'information sur la condition de la communauté de macroinvertébrés et sur la qualité de l'eau sans identifier les animaux. En triant et en regroupant avec soin les animaux qui se ressemblent, on peut déterminer le nombre de types présentes et donc la diversité de celles-ci.

Si une bonne variété de types est présente, avec un nombre réduit de chaque type observée ou recueillie, l'eau doit avoir une bonne qualité. En règle générale, un corps d'eau de pauvre qualité aura seulement quelques types, avec un nombre considérable de chaque espèce.

Le *Sequential Comparison Index (SCI)* indique la diversité d'une communauté de macroinvertébrés en mesurant la distribution des individus parmi les types d'organismes. Cet indicateur est facile à employer par des personnes qui ne se sont pas familiarisées avec l'identification des macroinvertébrés. Le SCI est fondé sur la théorie de séquence. Une nouvelle séquence commence chaque fois qu'un organisme trié d'un échantillon ne ressemble pas à ceux triés auparavant. A cette fin, il faut employer essentiellement la forme du corps et le nombre de pieds et de

queues; des caractéristiques comme la taille et la couleur sont aussi à utiliser.

$$SCI = \frac{\text{nombre de séquences}}{\text{nombre total d'organismes triés}}$$

Le SCI varie en valeur de 0 à 1, avec les estimations suivantes de la qualité de l'eau:

0	-	0.3	<i>pauvre qualité de l'eau</i>
0.3	-	0.6	<i>qualité médiocre de l'eau</i>
0.6	-	1	<i>bonne qualité de l'eau</i>

L'Appendice 7 énonce les types majeurs (genres) de macroinvertébrés vivant dans les eaux fraîches. Comme il a été dit plus haut, un seul genre de macroinvertébrés comprend aussi de multiples espèces. La meilleure façon de mesurer la diversité d'une communauté de macroinvertébrés sera de compter chaque espèce comme une nouvelle séquence. Comme il peut être cependant très compliqué de distinguer les différentes espèces d'un seul genre (il faut évidemment une clé de détermination élaborée et un binoculaire), le SCI de ce manuel est limité aux types généraux (genres) de macroinvertébrés.

Le *Pollution Tolerance Index (PTI)* est fondé sur la comparaison du nombre de macroinvertébrés qui sont tolérants à une pollution dans l'eau, et le nombre de macroinvertébrés qui ne le sont pas. A l'aide de cette méthode, on peut distinguer une qualité excellente, bonne, médiocre et pauvre de l'eau. A cette fin, il faut une clé de détermination et une certaine connaissance des macroinvertébrés.

La proportion de macroinvertébrés qui sont tolérants à une pollution et ceux qui ne le sont pas (sensibles à une pollution) constitue un indice de la qualité de l'eau. Un nombre élevé de macroinvertébrés tolérants et peu ou pas de macroinvertébrés intolérants signifie que l'eau est polluée.

Il se peut que le nombre total de macroinvertébrés ne change pas, si les macroinvertébrés tolérants à une pollution augmentent. Il faut noter que la présence de macroinvertébrés tolérants à une pollution n'est pas à elle seule un indice d'une pollution, car ils peuvent être trouvés aussi dans les eaux non polluées.

Les macroinvertébrés sont recueillis et identifiés en les comparant aux descriptions et aux dessins en Appendice 7, et en se servant de la feuille d'identification en Figure 5. Si elles sont disponibles, on peut employer aussi d'autres clés d'identification. Les différents types de macroinvertébrés sont alors divisés en quatre groupes, sur la base de leur tolérance à une pollution. A chacun des quatre groupes est donné un indice, et au groupe le moins tolérant est donné l'indice le plus élevé (voir aussi Figure 5 et les Feuilles de Données de la Recherche Biologique numéro 2).

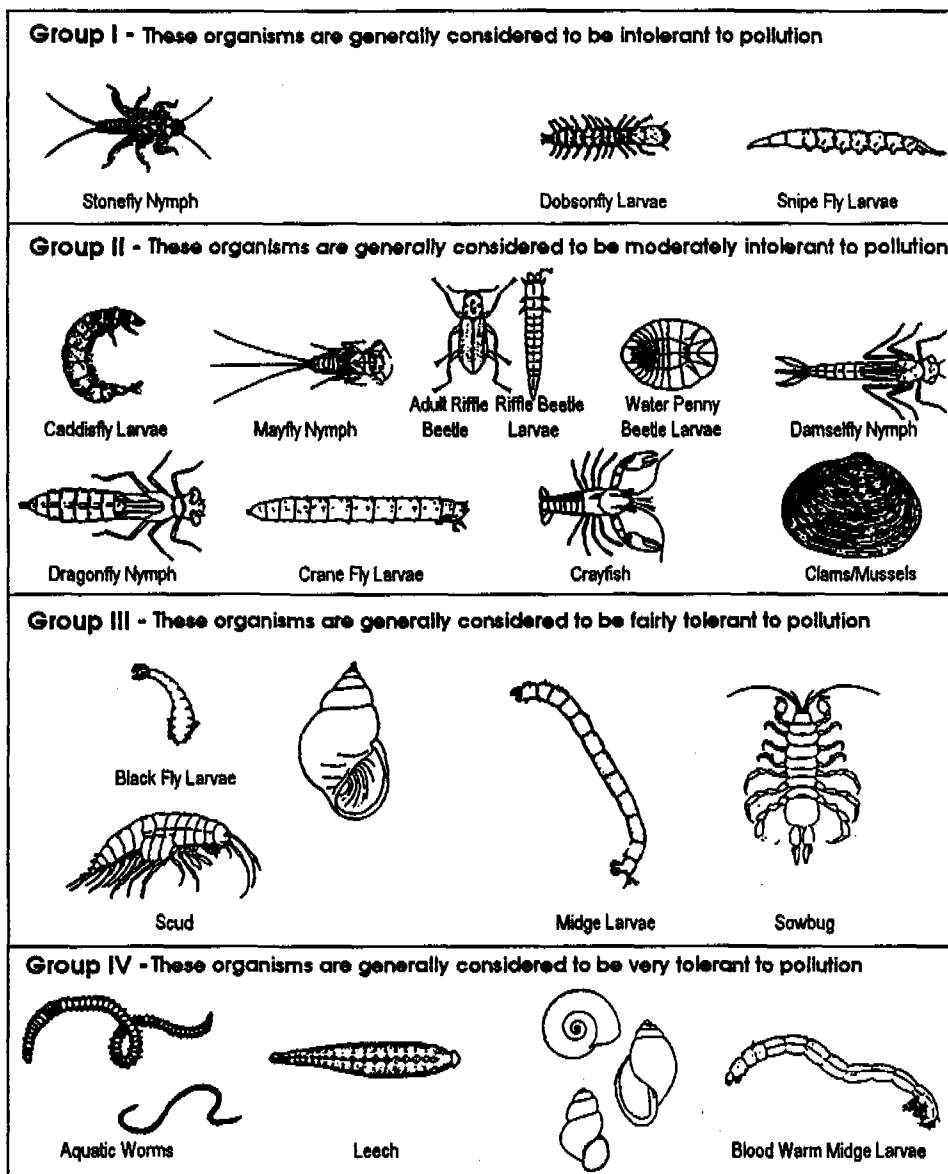


Figure 5: Feuille d'identification (voir aussi Appendice 7)

Un indice de la qualité de l'eau est déterminé en multipliant le nombre de types de macroinvertébrés de chaque groupe avec l'indice pour ce groupe (1, 2, 3 ou 4), et en dénombrant les quatre chiffres qui en résultent. Puis en divisant le total de tous les groupes par le nombre total des différents types de macroinvertébrés trouvés (voir aussi la Feuille de Données de la Recherche Biologique numéro 2).

Méthodes d'échantillonnement

Il faut les choses suivantes pour échantillonner des macroinvertébrés (voir aussi Figure 6): un filet, boîtes blanches (défendu de placer les animaux d'échantillons différents dans la même boîte), une pincette, et la liste de macroinvertébrés en Appendice 7. Bien que cela ne soit pas nécessaire, il est utile d'être en possession d'une brosse molle pour enlever les animaux des pierres etc, et une clé d'identification plus élaborée. Si on veut recueillir des macroinvertébrés pour un supplément de recherche, une dissolution d'alcool 70%, un certain nombre de bouteilles où prélever des échantillons et une binoculaire sont nécessaires.

Il est très important que tous ceux qui effectuent une Recherche Biologique se servent de la même méthode d'échantillonnement, et prélèvent

toujours la même grandeur à un seul endroit. C'est le seul moyen de comparer les résultats de différentes Recherches Biologiques entre elles.

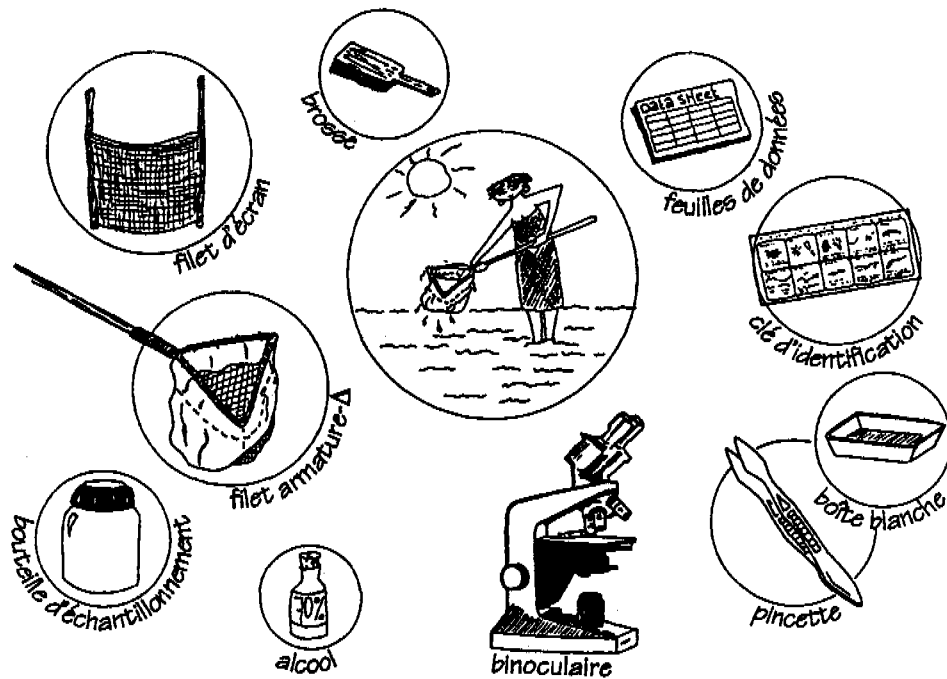


Figure 6: Echantillonnage des macroinvertébrés

Pour l'échantillonnage on peut se servir d'un filet armature- Δ et/ou un filet en forme d'un écran (kick-screen net). Un filet armature- Δ est normalement d'environ 30 centimètres à 20 centimètres avec une profondeur d'au moins 40 centimètres et avec une maille de 0,5 mm. Un filet en forme d'un écran se compose d'un morceau de fibre de verre ou de grillage de nylon d'environ de 1 à 1,5 ou 2 mètres, avec une maille de 0,5 mm, y avec deux pôles attachés aux bouts. Un filet en forme d'un écran est à employer seulement dans une eau courante.

Il faut choisir des endroits d'échantillonnage d'environ un mètre carré à l'aide des suggestions en Section 4.2. On peut choisir aussi un endroit rectangulaire d'échantillonnage parallèle à la rive de l'eau, de 1 à 4 mètres de long et d'environ 0,5 mètres de large.

Dans les eaux courantes, il faut s'approcher toujours de l'endroit d'échantillonnage en aval pour ne pas bouleverser la zone. Il faut placer le filet au fond de l'eau en aval de la zone d'échantillonnage. En se servant de ses mains et/ou pieds il faut remuer avec circonspection le fond en avant du filet. Il faut enlever tous les rochers dans la zone d'échantillonnage et enlever les animaux attachés en avant du filet avec ses mains ou avec une brosse molle.

Dans les eaux stagnantes il faut tourner son filet pour capturer les macroinvertébrés, car il n'y a pas un courant pour les envoyer dans son filet. Il faut garder le filet en contact avec le fond autant que possible.

A un endroit d'échantillonnage il faut essayer d'échantillonner un nombre maximum d'habitats variés. Il faut gratter avec précaution les animaux des rochers, des plantes et des autres substrats, et pousser son filet à travers les plantes aquatiques quand elles sont là.

La meilleure méthode c'est d'examiner les animaux sur le terrain. Il faut vider le contenu de son filet avec une partie de l'échantillon d'eau dans une boîte blanche. Il faut enlever toutes les grandes substances comme feuilles et pierres, et d'abord rechercher pour savoir s'il y a des animaux ou non. Il ne faut jamais placer des animaux provenant de différents endroits d'échantillonnement dans la même boîte.

Il faut analyser son échantillon en se servant des méthodes décrites plus haut dans cette section. Après avoir analysé l'échantillon, il faut rejeter les animaux dans l'eau d'où on les a pris.

Si l'analyse n'est pas à faire sur le terrain, il est nécessaire de tuer les animaux en les conservant avant le transport. Il faut employer une pincette pour placer les animaux dans de petites bouteilles avec une dissolution de 70 à 80% l'alcool. Isopropyl (pour frotter) est un conservateur approprié et il peut être acheté chez chaque drugstore. Il faut garder seuls les platodes dans l'eau, car ils se dessèchent dans l'alcool. Il faut inscrire au crayon la date, l'endroit et le numéro d'échantillon sur deux étiquettes. Il faut placer une étiquette à l'extérieur de la bouteille, et l'autre à l'intérieur de la bouteille.

Dans la plupart des cas, il faut échantillonner quatre fois par an pour tirer des conclusions sur la qualité de l'eau. Il faut choisir différentes saisons pour ses activités d'échantillonnement pour avoir une bonne idée des changements saisonniers.

4.12 _____ **Evaluation**

Il faut employer les résultats de la Recherche Biologique, en combinaison avec ceux de la Recherche sur le Terrain, pour arriver à une évaluation du type de pollution qui se produit et la(les) source(s) de celle-ci.

Quand on a dépisté une pollution et la(les) source(s) de celle-ci, on peut formuler des suggestions pour améliorer la qualité de l'eau, comme il a été dit en Chapitres 7 et 8.

Si l'information ne procure pas suffisamment d'évidence sur le(s) type(s) et la(les) source(s) d'une pollution, et/ou qu'on ait besoin de données scientifiques, on peut décider de faire les analyses physiques et chimiques exposées en Chapitre 6.

S'il y a des raisons de soupçonner une contamination pathogène on peut décider de faire la Recherche Hygiénique et l'essai bactériologique décrits en Chapitre 5.

Littérature recommandée

McDONALD, B., W. BORDEN and J. LATHROP: "Citizen stream monitoring, a manual for Illinois". Illinois Department of Energy and Natural Resources (ENR), Illinois, U.S.A. August 1990.

MITCHELL, MARK K. and WILLIAM B. STAPP: "Field manual for Water Quality Monitoring, an environmental education program for schools". Global Rivers Environmental Education Network (GREEN), 721 East Huron st., Ann Arbor, Michigan 48104, U.S.A. 7th Edition, 1992.

Water Watch, Kentucky Division of Water: "A field guide to Kentucky lakes and wetlands". Kentucky Natural Resources and Environmental Protection Cabinet, 18 Reilly Road, Frankfort, Kentucky 40601, U.S.A. 1985 (gratuit).

qualité de l'eau. Si vous voulez connaître le degré exact de la contamination, ou s'il faut des données scientifiques, on peut faire l'analyse bactériologique après la Recherche Hygiénique, et passer après au Chapitre 7.

5.1 _____ Indices de la Recherche Hygiénique

Pendant la Recherche Hygiénique il faut utiliser trois types d'Indices d'hygiène.

Toutes les *sources potentielles d'une contamination pathogénique* constituent le premier type d'Indices Hygiénique. Avant d'effectuer cette partie de la Recherche Hygiénique, il faut avoir une certaine connaissance des sources potentielles d'une contamination pathogénique. Comme il a été exposé en Chapitre 2, la source majeure d'une contamination est constituée par les fèces des animaux et des hommes, qui se trouvent dans les déchets ménagers. Les déchets ménagers peuvent être déversés via un système d'égout (avec ou sans une installation d'épuration), via des fosses d'aisances (latrines) ou directement en plein air.

Les systèmes d'égout déversent toujours dans un corps d'eau, avec ou sans traitement antérieur. D'autant que la plupart des installations d'épuration ne sont pas en état d'éliminer des organismes pathogéniques, la plupart des eaux recevant des déchets d'un système d'égout sont contaminées par des pathogènes. Le degré de contamination pathogénique varie en fonction de la concentration de pathogènes dans les eaux d'égout, et le volume d'eau d'égout en comparaison du volume de l'eau affluente. Moins le volume de l'eau d'égout sera comparé au volume de l'eau affluente, plus vite la pollution sera diluée.

Quand il n'y a pas de système d'égout, les gens peuvent avoir soit des fosses d'aisances ou des zones de défécation en plein air. Une fosse d'aisances est un trou protégé où déféquer (voir aussi Section 7.4 et Figure 13). Les fosses d'aisances peuvent prévenir la propagation des pathogènes si elles sont nettoyées régulièrement et protégées des moustiques et d'autres animaux. La distance entre une fosse d'aisances et une source d'eau doit être d'au moins 10 mètres, car l'eau souterraine coule normalement (voir aussi Section 1.1), et peuvent donc entraîner des pathogènes à partir des latrines vers la source d'eau. Quand la source d'eau est située sur une colline, les fosses d'aisances au-dessus de la source d'eau contamineront probablement la source d'eau avec des pathogènes.

Une zone de défécation en plein air entraîne le plus souvent une contamination pathogénique, car les pathogènes seront toujours disséminés et amenés vers l'eau (via gens, animaux, eau de pluie, etc.). Cela vaut aussi pour les régions où les animaux (sauvage ou bétail) déféquent.

Le second type d'Indices d'hygiène englobe toutes les *voies de contamination pathogénique* se produisant à partir du moment que l'eau a été amené à partir de la source jusqu'à usage. Il est apparu que la plupart de la contamination pathogénique se produit après que l'eau a été amené de la source. Contamination peut arriver quand jarres, conteneurs, cordes ou mains ne sont pas pures, quand mouches et moustiques viens en contact avec l'eau, quand une pollution de l'air entre dans l'eau, etc. Par exemple, si on emploie une jarre sale pour recueillir de l'eau potable, il y a des grandes chances pour que l'eau soit contaminée. Afin d'avoir une vue d'ensemble complète de toutes les voies

potentielles de pollution, il faut suivre l'eau à partir du moment où elle a été amenée de la source au moment d'être utilisée.

Le troisième type d'indices hygiénique utilisé dans la Recherche Hygiénique est *la présence, pendant la recherche ou au passé, de maladies propagées par et via l'eau*. La présence de telles maladies prouve que l'eau est contaminée. Des maladies majeures provoquées par des pathogènes dans l'eau sont énoncées au début de ce chapitre.

Il faut noter que le type de source d'eau ne détermine pas nécessairement si une eau est sûre à boire ou non. Beaucoup de gens croient que l'eau du robinet ou d'une source est toujours sûre et pure, par exemple. Il n'est pas ainsi!

5.2 _____ La Feuille de Données de la Recherche Hygiénique

Il faut copier la Feuille de Données de la Recherche Hygiénique (Health Survey Data Sheet), à trouver en Appendice 8, et utiliser une copie pour chaque source d'eau ou une autre endroit à rechercher pour des indices hygiéniques.

La plupart de l'information à recueillir durant la Recherche Hygiénique doivent être fournies par les gens locaux utilisant la source d'eau. Comme chaque endroit et chaque source d'eau aura ses propres, uniques caractéristiques, il faut adapter la Feuille de Données de la Recherche Hygiénique aux circonstances locales. Il faut utiliser tous les points énoncés dans la feuille de données et dans ce chapitre pour formuler vos propres questions et points, et interviewer les gens locaux utilisant la source d'eau.

Après les données générales et la description de la source d'eau, la feuille de données fournit quatre sources potentielles de contamination pathogénique, à savoir: déchets d'égout, latrines, zones de défécation en plein air et (zones de défécations de) animaux. Il faut inscrire en détail les points présente dans sa zone de recherche, et ne pas oublier d'inclure des remarques additionnelles pour décrire la situation.

Ensuite, un certain nombre de voies potentielles de contamination pathogéniques sont fournies. D'autant que des voies potentielles de contamination pathogénique varient largement en fonction des conditions locales, cela ne sera pas du tout une liste complète et parfaite. En conséquence, il faut adapter les points évoqués autant que possible aux conditions locales, et incorporer le maximum d'autres voies de contamination potentielles vous pouvez imaginer.

Les maladies qui se sont produites dans l'année dernière et/ou se produisent aujourd'hui peuvent énoncer dans la dernière partie de la feuille de données. Il faut employer du papier supplémentaire s'il n'y a pas suffisamment d'espace pour noter ses expériences.

Enfin, on peut noter les résultats de l'analyse bactériologique, si elle est faite. Voir Section 5.5 et autres Sections pour un supplément d'information sur ce point.

5.3

Que faire

1. Il faut préparer et effectuer la Recherche Hygiénique toujours en combinaison avec les gens locaux utilisant la source d'eau ou le corps d'eau à rechercher.
2. Il faut déterminer la(les) source(s) et le(s) corps d'eau(x) vous voulez rechercher concernant une contamination pathogénique. Cela se fait à l'aide de la connaissance ou des désirs des gens locaux, des conclusions tirées de la Recherche sur le Terrain, et/ou par d'autres informations ou observations.
3. Il faut noter les raisons pour qu'on veuille faire une Recherche Hygiénique, et les objectifs à réaliser. Il faut discuter cela avec tous les participants de la Recherche Hygiénique.
4. Il faut employer la Feuille de Données de la Recherche Hygiénique et l'information fournie dans ce chapitre pour formuler des questions et des point de interview dont on a besoin pour recueillir toutes les informations nécessaires. De cette façon, le cadre de l'interview et les questions sont adaptés à la région locale et aux gens qu'on veut rechercher. Il faut que tous les participants de la Recherche Hygiénique soient engagés dans l'adaptation de la feuille de données aux circonstances locales.
5. Auparavant, il faut demander aux hommes à interviewer sur la recherche s'ils veulent être interviewés, et exposer les raisons pour votre curiosité. Il faut expliquer aux hommes si et comment on peut les aider au cas qu'ils souffrent d'eau contaminée, et veiller à ce qu'on ne promette pas de choses difficiles à accomplir.
6. Durant la Recherche Hygiénique, il faut engager tous les hommes utilisant la source d'eau (le plus souvent les femmes)
7. et autres personnes locales concernées. Il faut partager avec eux ses observations, et alterner des questions posées et ses propres observations. Quand on soumet des personnes à une interview, il faut toujours essayer d'être aussi poli que possible.
8. Il faut examiner la source d'eau et les zones environnantes, et inscrire la 'Description de la source d'eau'. Ensuite il faut rechercher la présence de sources potentielles de contamination avec des matières fécales, c'est-à-dire les méthodes des gens pour enlever leurs fèces et l'abreuvoir (et donc le lieu de défécation) pour le bétail et les animaux sauvages.
9. En coopération avec les hommes qui vont chercher et utilisent l'eau (pour la plupart femmes et enfants), il faut énoncer toutes les voies potentielles de contamination pathogénique après que l'eau a été prise de la source.
10. Il faut demander aux hommes ce qu'ils pensent de la qualité de source d'eau, et s'ils sont au courant de maladies particulières arrivées dans l'année dernière, ou se produisant maintenant.
11. Il faut utiliser sa Feuille de données de la Recherche Hygiénique adaptée pour noter ses découvertes et tirer ses conclusions.
12. Si nécessaire et possible, il faut faire l'analyse bactériologique comme il a été décrit dans les paragraphes suivants, et noter les

résultats aussi sur la Feuille de Données de la Recherche Hygiénique.

5.4 Colibacille fécal comme indice

Si on veut analyser l'eau pour des organismes pathogéniques, on peut utiliser la bactérie colibacille fécal (Coll F.) comme indice. Les bactéries colibacilles fécales, en elles-mêmes ne provoquent pas de maladies. Elles se trouvent normalement dans les intestins de l'homme, aidant à digérer la nourriture. Elles se trouvent dans les fèces des hommes et les animaux à sang chaud (mammifères).

Les bactéries Coll F. ne sont pas pathogènes, mais on les découvre toujours en grandes quantités quand des pathogènes sont présents. Dans les intestins des hommes malades les bactéries Coll F. se trouvent avec les organismes pathogènes. S'il y a beaucoup de bactéries Coll F. dans l'eau (plus de 200 colonies/100ml d'eau échantillon), il y a des chances considérables pour que des organismes pathogènes soient aussi présents.

Une seule bactérie Coll F. n'est pas à voir sans l'aide du microscope. Cependant, en moins de quelques jours une seule bactérie peut se multiplier en un groupe étendu (colonie) de bactéries, visibles à l'oeil nu.

5.5 L'analyse bactériologique

L'analyse bactériologique est fondée sur le principe qu'une seule bactérie se multiplie en moins de quelques jours en une colonie, s'il y a suffisamment de nourriture et la bonne température. Un peu d'eau analysée est gouttée dans un médium de croissance, et est conservée dans une bûche durant deux jours. Le médium contient toute la nourriture nécessaire aux bactéries. La bûche, appelée incubateur, restera constamment à la même température. Chaque bactérie se multiplie alors en une colonie qui est visible à l'oeil nu, et le nombre de bactéries dans l'eau peut donc être calculé.

Il y a divers types d'analyses pour déterminer la présence de bactéries Coll F. Ce manuel traite seulement de la technique dite de *filtration à membrane*, car avec cette méthode, si elle est faite d'une manière correcte, le niveau de contamination peut être détecté très exactement. Pour autant, cette méthode n'est pas à utiliser en cas d'eau turbide (boueuse). Cette technique (aussi bien que toutes les autres méthodes non exposées) demande aucune capacité, entraînement et compréhension.

Comme le test bactériologique prend au moins une journée, l'analyse fournira toujours une indication de la qualité de l'eau dans une période antérieure.

5.6 Matériel

Le matériel nécessaire à l'analyse bactériologique (voir aussi Figure 8) comprend: pincette, bouteilles d'échantillonnement, alcool éthylique ou méthyle, une flamme, eau distillée, filtres stériles, pétri disques, médiums, tampons absorbants, un seringue ou pipette de 10 à 20 ml, un système de filtration, un incubateur et une unité de stérilisation.

Une grande partie de ce matériel doit être achetée chez des fabricants spéciaux. En Appendice 10 on peut trouver des adresses d'un certain nombre de fabricants où acheter tout le matériel nécessaire. La plupart des fabricants fournissent aussi le matériel de campagne (field kit) pour

l'analyse bactériologique, une petite boîte contenant la plupart du matériel nécessaire pour faire l'analyse (en général un incubateur et une unité de stérilisation sont non incluses).

En beaucoup de cas, il sera très utile d'acheter un kit pour faire l'analyse bactériologique, car on y trouve presque tout le matériel ce dont on besoin, et normalement aussi un manuel. Il faut prendre note de ce qu'il y a plusieurs types d'analyse bactériologique et un kit est en général en état de faire une seule analyse. Agréablement d'emploi, frais, disponibilité de substances chimiques et la nature des conclusions tirées sont des facteurs importants à prendre en considération quand on a à décider de l'équipement à acheter.

En certains cas il sera plus avantageux de composer son propre équipement, par exemple si on veut l'utiliser pour autres analyses. D'abord il faut réunir de l'information sur les différentes possibilités d'équipement à acheter, et faire son choix par rapport à ses besoins et ses capacités.

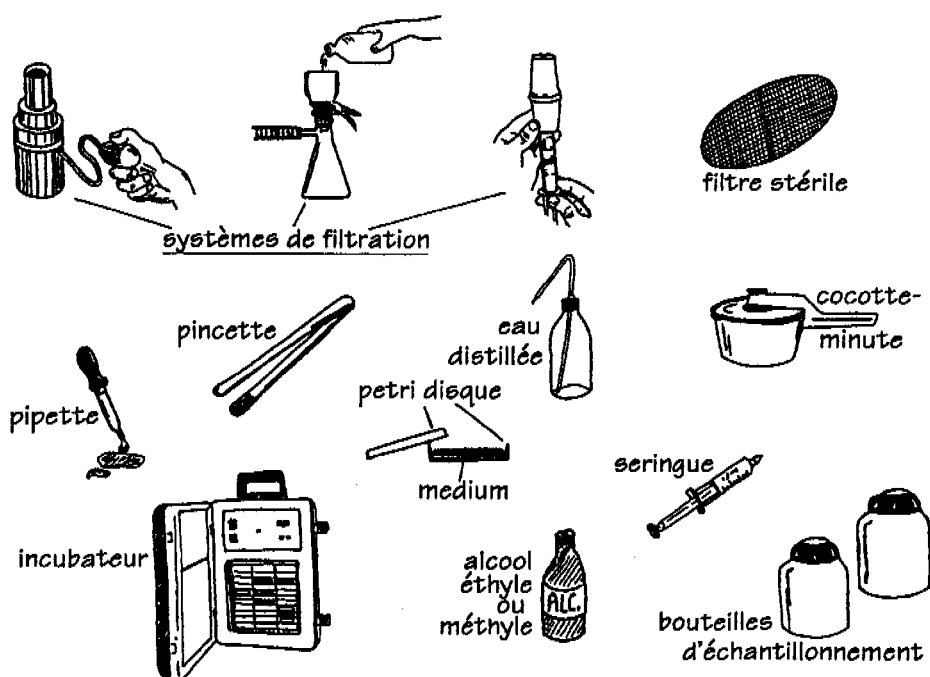


Figure 8: Analysant Coll F.

Bouteilles d'échantillonnage

Pour l'échantillon et la analyse il faut utiliser des bouteilles de ver d'au moins 200 ml de capacité, avec un bouchon rond de verre, ou avec un bouchon à vis en caoutchouc fait de plastique ou d'aluminium.

Médium

Le médium de croissance nécessaire à la bactérie Coli F. doit être achetée chez un fabricant. Les fabricants fournissent des médiums qui peuvent être préparées à partir de poudre déshydraté, ou bien des médiums à utiliser directement à partir d'ampoules prémesurés et préparés. Les ampoules sont plus faciles à employer.

Tampons absorbants

Les tampons absorbants blancs sont employés pour absorber les médiums liquides dans des pétri disques, et ils sont disponibles emballés dans des tubes distributeurs chez les fabricants. Il y a aussi des pétri disques stériles en plastique à usage unique disponibles avec un tampon déjà inséré et stérilisé.

Petri disques

Les pétri disques sont des boîtes ronds et plats (comme un pneu de voiture), et ils ont un diamètre de 9 cm. Ils sont disponibles chez des fabricants.

Système de filtration

Un système de filtration se compose d'une membrane à travers filtre l'échantillon d'eau. L'échantillon d'eau est mis dans un cylindre en tête de la membrane et aspiré à travers la membrane par un seringue ou autre système aspirant. Les bactéries sont retenues par la membrane. Il y a différents systèmes de filtration, dont trois sont montrés en Figure 8. On peut acheter un système de filtration chez un fabricant. On peut le faire aussi à soi-même à partir de Tupperware (voir aussi Figure 8), en se servant de minigobelets attachés entre eux avec un plomb de moule roulé. Il faut perforer des trous taille 4 dans les deux fonds des gobelets.

Incubateur

Un incubateur est un type particulier de bache se maintenant toujours à la même température. Elle peut être achetée chez un fabricant. Il est aussi possible de la construire soi-même (utilisant de l'eau chaude réchauffée régulièrement à l'électricité), mais il est très important que la température demeure stable et peut être fixée exactement à 44.5 °C.

Stérilisation

Il est essentiel de stériliser tout le matériel employé pour l'analyse bactériologique (bouteilles d'échantillonnement, pipettes et système de filtration) avant d'échantillonner et analyser. La stérilisation tue tous les microorganismes, donc prévenant toute interférence ou tout trouble de l'analyse. Cela peut être accompli en se servant d'un autoclave, maintenu à 121 °C. durant 15 minutes.

On peut utiliser aussi un Cocotte-minute. La Cocotte-minute doit fonctionner à 15 lbs pression par pouce (Inch) carré pour stériliser correctement l'équipement. La stérilisation au moyen d'une Cocotte-minute prend 20 minutes. Si on demeure à 600 mètres au-dessus du niveau de la mer ou encore plus haut, il faut augmenter le temps de cuisson par 1 minute pour chaque 300 mètres au-dessus du niveau de la mer.

On peut aussi mettre son matériel dans un four à une température de 170 °C (± 10 °C) pour au moins 60 minutes. Les bouteilles et les systèmes de filtration en plastique ne peuvent être placés dans un four, mais ils peuvent être placés dans de l'eau bouillante pendant 5 minutes.

Les pétri disques, les médiums, les tampons absorbants et les filtres sont stérilisés et emballés par le fabricant.

Eau distillée

L'eau distillée est une eau se composant totalement de molécules d'eau. Elle peut être achetée, ou obtenue en bouillant de l'eau et en recueillant la vapeur d'eau évaporée. Il faut s'assurer que tout le matériel employé a été correctement stérilisé.

5.7 _____ Que faire: l'échantillonnement

1. Il faut stériliser toutes les bouteilles d'échantillonnement avec précaution.
2. Il faut sélectionner les endroits d'échantillonnement à l'aide des résultats de la Recherche Hygiénique et/ou d'autres observations.

l'échantillon. Le nombre idéal de colonies bactéries Coli F, est de 20 à 60 sur un pétri dish. Il faut diluer l'échantillon d'eau toujours avec de l'eau distillée. Il faut faire 3 dilutions distinctes d'un seul échantillon.

6. Il faut adapter le système de filtration. Avant de prélever un échantillon, il faut se servir de la pipette ou du seringue pour rincer le système de filtration avec un petit volume d'eau distillée. Il faut ajouter l'eau à travers le trou au dessus du système.
7. Il faut remplir la pipette ou le seringue avec le volume désiré de l'échantillon d'eau, montré par les indications de volume sur le côté.
8. Il faut placer la pipette ou le seringue dans le trou au dessus du système, et libérer l'échantillon d'eau dans l'entonnoir.
9. Il faut utiliser la pompe à aspirer ou le seringue pour filtrer l'échantillon entier, et rincer le système de filtration avec de l'eau distillée pour s'assurer que toutes les bactéries se retrouvent sur le papier à filtrer.
10. Il faut enlever prudent le papier à filtrer avec la pincette stérilisée, et faire glisser le filtre dans le pétri dish, avec la grille en haut. Il faut couvrir les pétri dish dans moins de 30 minutes après la filtration de l'échantillon. Il faut s'assurer de noter la date, l'endroit et le volume de l'échantillon dans le pétri dish.
11. Il faut placer le pétri dish inverser dans la couveuse. Si on emploie un bain d'eau, il faut inclure le pétri dish dans un sac résistant à l'eau (éviter fuites) et le placer dans le bain. Les dish peuvent être scellés avec bande adhésive résistante à l'eau (freezer tape) pour éviter des fuites. Il faut incuber durant 24 heures (± 2 heures) à 44.5°C . ($\pm 0.25^{\circ} \text{C}$). Il faut inverser les pétri dish durant le incubateur pour éviter une condensation. Il faut nettoyer ses mains après l'analyse.
12. Après incubation, il faut dénombrer les colonies de bactéries sur le filtre. Il vaut mieux de faire dénombrer les bactéries à plusieurs personnes. Chaque tache bleuâtre compte pour une colonie de bactéries Coli F. Les colonies crème ou grises sont des bactéries Coli non fécal. Les colonies de bactéries Coli F, doivent être analysées dans moins de 20 minutes afin d'éviter des changements de couleur se produisant avec le temps.
13. On peut tirer des conclusions à partir des résultats de la Recherche Hygiénique et l'analyse bactériologique par rapport à la présence de contamination pathogénique. Il faut comparer ses résultats avec les normes admises de qualité de l'eau par rapport à la bactérie Coli, à trouver en Appendice 13.

Littérature recommandée

DUKTA, B.J. and A.H. EL-SHAARAWI: "Use of simple, inexpensive microbiological water quality tests, results of a three-continent, eight-country research project". IDRC, P.O. Box 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9, 1990.

LLOYD BARRY, and RICHARD HELMER: "Surveillance of drinking water quality in rural areas". WHO and UNEP, 1991.

NDUKA OKAFOR: "Aquatic and waste microbiology, A textbook for microbiologists, hydrobiologists, general biologists, sanitary engineers and public health workers". Fourth Dimension Publishers, 1985.

WHO: "Guidelines for drinking-water quality, Volume 3. Drinking-water quality control in small-community supplies". Geneva, 1985.

6 _____ **Analyse Physique et Chimique**

Les paramètres biologiques exposés dans les chapitres précédents engagent tous les créatures vivant qui décrivent et agissent sur la qualité d'un corps d'eau. Les paramètres physiques et chimiques regardent tous les facteurs non vivants qui décrivent et agissent sur la qualité de l'eau.

L'eau contient beaucoup de substances (particules constituants) qui ne sont pas visibles à l'oeil nu ou même à l'aide d'un microscope normal. En chimie ces particules constituants sont appelés molécules et ions. Des exemples englobent les nutriments phosphore et nitrogène (voir Section 2.2), qui se présentent en de multiples formes telles que phosphate, nitrate et ammonium. Le chlorure se présente dans l'eau comme ion, et peut être utilisé pour tuer des pathogènes (un processus appelé désinfection). Les lourds métaux sont des ions qui sont trouvés normalement attachés aux particules du fond dans l'eau. L'analyse physique et chimique centre sur la présence de ces particules constituants.

Les paramètres physiques englobent par exemple température, transparence et acidité de l'eau en question. Les paramètres chimiques comprennent par exemple oxygène dissout, nutriments, lourds métaux et pesticides.

En se servant d'une analyse physique et chimique on peut déterminer les quantités exactes de polluants spécifiques dans l'eau. Par exemple, on peut mesurer les concentrations de phosphore et nitrogène, mesurer les concentrations de lourds métaux ou pesticides dans l'eau, ou mesurer le niveau d'oxygène dissout. Seule l'analyse chimique peut fournir des preuves concluantes de la présence d'un polluant spécifique.

En règle générale les paramètres biologiques en disent plus sur l'impact actuel d'une pollution sur l'eau, et sur les effets à long terme pour la communauté aquatique.

D'autant que la qualité de l'eau est déterminée tant par des facteurs biologiques que par des facteurs non biologiques, le mieux sera de combiner ces types d'analyse pour obtenir une compréhension complète de la qualité de l'eau dans une région déterminée.

Dans ce chapitre sera exposée l'importance de certains paramètres fondamentaux physiques et chimiques, et seront fournis des suggestions sur divers matériel d'analyse. A l'aide des paramètres guides exposés, on peut toujours localiser les sources ponctuelles de pollution. La localisation de sources non ponctuelles est plus difficile à établir (voir Section 2.1), mais elle est aussi possible. A l'aide de la température et du test d'oxygène dissout, les effets de pollution organique peuvent être mesurés exactement.

Pour déterminer exactement de quel type de polluant(s) il est question, par exemple le(s) type(s) de lourds métaux ou de pesticides, il faut envoyer des échantillons d'eau à un laboratoire professionnel. Une explication de procédure sera donnée dans ce cas-là.

6.1 _____ **Prélever des échantillons**

Il faut collecter les échantillons avec précaution, car la précision des résultats est largement déterminée par l'exactitude d'échantillonner. Certaines considérations généraux concernant l'échantillonnement sont

fournies en bas. Des besoins spécifiques pour les paramètres individuels sont analysées dans les paragraphes correspondants.

Matériel

Le type de matériel utilisé dépend du paramètre à analyser. Normalement il faut un matériel général à utiliser pour chaque test, tels que bouteilles, entonnoir, pipettes ou seringues, gobelets de ver, etc.

Au delà de la verrerie générale, il faut du matériel spécifique pour chaque paramètre. Le matériel nécessaire varie en fonction du type de test à faire, et en général il y a différents tests pour un paramètre donné. Par exemple, on peut mesurer l'acidité avec du papier d'indication, un comparateur de couleurs, un mètre pH ou une sonde pH. Les tests diffèrent en général quant à facilité à utiliser, exactitude et frais. L'information et le matériel peuvent être obtenus chez les fabricants de matériel de test pour mesurer la qualité de l'eau, tels que ceux énoncés en Appendice 10.

Certains fabricants fournissent aussi un kit de test sur le terrain pour mesurer la qualité de l'eau (water quality field testing kit), se composant d'une boîte contenant tout le matériel nécessaire pour faire des séries de tests. Un avantage du kit est qu'on a tout le matériel nécessaire réuni dans un seul kit. Évidemment il faut décider si les tests présentés dans le kit répondent à ses demandes ou non. Les frais et la précision varient de kit à kit. En règle générale les kits sont fournis en combinaison avec un manuel.

Il faut toujours prendre en compte des précautions de sûreté quand on travaille avec des produits chimiques (protéger ses mains et yeux), et rejeter avec précaution les produits chimiques après emploi. Il ne faut pas les rejeter dans les toilettes!

Ce manuel est limité aux tests faciles à accomplir et peuvent être faits sur le terrain. Avant de choisir un type de test et le matériel nécessaire, il faut rechercher d'abord quel type de précision est demandé dans ses recherches, les frais du matériel, et les connaissances et capacités demandées pour employer le matériel. Si on achète un mètre ou une sonde, il faut contrôler toujours si une méthode de calibration est incluse.

Il faut contrôler aussi si les produits chimiques (aussi appelé réactifs) constituant une partie du test sont faciles à obtenir et qu'ils ne sont pas trop chers. Cela est très important si on se propose d'acheter un kit de test, car de tels kits englobent souvent des tests qui sont inventés par le fabricant et n'englobent pas du matériel standardisé. Il se peut que les produits chimiques nécessaires puissent seulement être obtenus chez le fabricant. S'il apparaît qu'on ne peut acheter les réactifs nécessaires à ses tests ou qu'ils sont trop chers, cela veut dire qu'on peut utiliser le kit seulement jusqu'à ce qu'on manque de réactifs.

Temps d'échantillonnement

La pollution et les paramètres mesurés changent normalement dans le temps. D'abord, les sources de pollution peuvent être continues ou discontinues. Par exemple, les pesticides sont rejetés seulement pendant la saison où ils sont employés, et les industries peuvent déverser continuellement ou non.

Les paramètres à mesurer peuvent changer aussi tous les jours ou/et selon la saison. La concentration d'oxygène dissout est par exemple toujours plus basse pendant la nuit que dans la journée (voir Section 6.7). La température est un des paramètres qui change aussi bien quotidiennement qu'avec la saison.

Il est donc très important de choisir le temps juste pour échantillonner, et de noter toujours la date et heure d'échantillonnement sur la Feuille de Données pour l'Analyse Physique et Chimique, à trouver en Appendice 9. Une comparaison propre de différents échantillons d'eau est à faire seulement si les dates et heures d'échantillonnement correspondent.

Pour obtenir un complément d'information sur des changements annuels dans la qualité d'une eau déterminée, il sera très utile de prélever plus échantillons à le même endroit, par exemple pendant différentes saisons de l'année.

Endroits d'échantillonnement

Si la pollution provient d'une source ponctuelle, il faut prélever des échantillons au plus près de la source. Ces échantillons sont comparés aux échantillons prélevés en amont de la source (si l'eau coule), ou aussi loin de la source de manière qu'aucune influence de la pollution ne puisse être mesurée (eaux stagnantes).

Si la pollution est causée par des sources non ponctuelles, il faut rechercher dans quelle partie du corps d'eau la pollution se produit, donc localiser la source de pollution. Si on veut prouver que la pollution provient d'une source non ponctuelle, il faut s'assurer que toutes les autres sources potentielles sont exclues de soupçons. Il faut localiser les endroits d'échantillonnement de manière que toutes les autres sources soient exclues ou quantifiées.

Si on veut prélever un échantillon qui soit représentatif d'un corps d'eau, il faut éviter d'échantillonner près de la rive ou de barrières (barrages, etc.). S'il n'y a pas un bateau de disponible, l'échantillonnement à partir d'un pont peut être très pratique. En principe dans les eaux courantes il faut échantillonner au milieu de l'eau et environ 10 cm en dessous de la surface. Il faut échantillonner les eaux stagnantes au point le plus profond ou, si c'est connu, au milieu, également 10 cm en dessous de la surface.

Il faut noter les points qui décrivent l'endroit d'échantillonnement sur la Feuille de Données pour l'Analyse Physique et Chimique (voir Appendice 9).

Paramètres guides

Si on ne sait pas la localisation exacte d'une source, on peut le déterminer au moyen des paramètres guides température, pH, conductivité et, si nécessaire, oxygène. Si un ou plus de ces paramètres change soudainement en valeur, cela dénote en général la présence d'une pollution. Si on se dirige plus en amont, la déviation de un ou plus de ces paramètres augmente.

Méthodes d'échantillonnement

Il faut s'assurer que le matériel utilisé soit pure, et ne puisse donc contaminer l'échantillon. Si on emploie un mètre, il faut toujours contrôler la batterie et calibrer le mètre avant la lecture.

Il faut protéger soi-même des effets dangereux potentiels d'une pollution, notamment si on échantillonne des eaux d'égouts ou des eaux usées industrielles.

Il faut toujours étiqueter les bouteilles d'échantillonnement et noter nom du chercheur, date, nombre et nom de l'endroit d'échantillonnement, techniques de conservation appliqué et le paramètre pour lequel l'eau

est analysée. Il faut noter les points correspondantes sur la feuille de données.

Il est à recommander explicite de tester tous les paramètres exposés dans ce chapitre sur le terrain. Cependant, si cela n'est pas possible, il existe des techniques de conservation des échantillons pour une période déterminée. L'Appendice 11 énonce un certain nombre de techniques de conservation pour différents paramètres.

Pour améliorer la précision des mesures, il est à recommander explicite de prélever des échantillons en double (deux échantillons identiques), et de calculer la mesure moyenne.

Envoi des échantillons au laboratoire

Si on se propose d'envoyer son(s) échantillon(s) à un laboratoire professionnel, il faut consulter le laboratoire en ce qui concerne choix et nombre de paramètres, choix du matériel d'échantillonnement, préparation de bouteilles d'échantillonnement, méthode(s) d'échantillonnement, conditions de contrôle de qualité, contrôle d'analyse et méthode de notation.

Il faut fournir des données de fond sur types d'échantillons (par exemple, si l'échantillon est constitué d'eau de référence, d'effluent concentré ou d'eau polluée), pH, température, conductivité, et heure d'échantillonnement. Pour assurer l'objectivité, il ne faut pas donner d'information sur des sources (potentielles) de pollution. Il faut noter les points correspondantes sur la feuille de données.

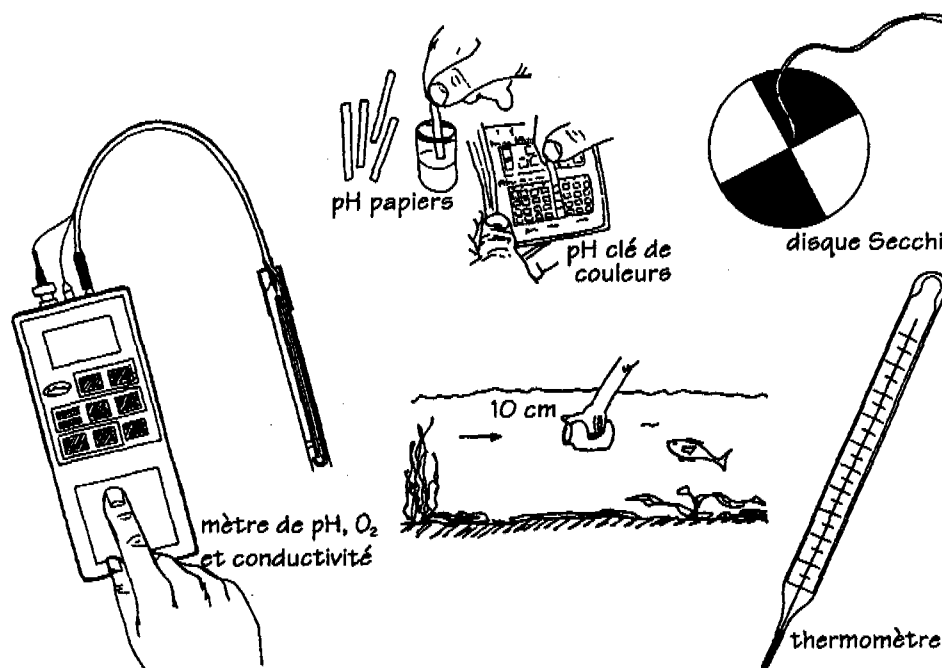


Figure 9: Analyse physique et chimique

Le laboratoire doit effectuer des méthodes standardisées de d'analyse, une contrôle de qualité interne incluse pour assurer leur exactitude. Des normes externes de la part de tels organismes tels que la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), la Commission Européenne (EC) ou la World Health Organisation (WHO), peuvent être utilisées pour effectuer cette contrôle de qualité externe. Ces normes externes sont des échantillons certifiés avec des niveaux connus des polluants à analyser. Ces échantillons sont analysés régulièrement pendant l'analyse d'autres échantillons pour contrôler si les analyses effectuées sont consciencieuses.

sement. Il est aussi possible de prélever des échantillons en double (deux échantillons identiques), et d'envoyer le deuxième échantillon à un autre laboratoire pour demander l'avis de celui-ci.

6.2 _____ **Couleur et odeur**

L'eau pure est presque toujours incolore (il faut noter que cela ne veut pas dire que l'eau incolore sera toujours pure et sûre). Pour dépister la couleur de l'eau, il faut verser un peu d'eau dans un gobelet de verre et le tenir devant un morceau de papier blanc ou sur un autre arrière-fond. Si on trouve des couleurs mixtes, il faut mentionner d'abord la couleur prédominante, par exemple, bleu-vert si bleu prédomine. Pour dépister si l'eau a une odeur quelconque, il faut remplir un gobelet de verre et sentir. Il faut noter ses résultats sur la feuille de données (Appendice 9). Pour de plus amples informations sur couleurs et odeurs, voir aussi Chapitre 3 et Appendice 3.

6.3 _____ **Température**

La température de l'eau est normalement déterminée par des facteurs tels que type de source (les eaux souterraines sont en général plus froides que l'eau de surface par exemple), distance de la source, profondeur de l'eau et ombrage. La température subit des changements quotidiens et saisonniers naturels.

Une augmentation de température induite par les hommes (appelée aussi pollution thermique) peut être causée par les industries utilisant de l'eau pour refroidir les machines, telles que établissements nucléaires, et par eaux évacuées urbaines. Cela peut aussi être causé par les arbres qui sont coupés et qui servaient d'ombre pour l'eau. Les solides en suspension augmentent aussi la température de l'eau, car ils absorbent la chaleur du soleil (voir aussi Section 6.4).

L'eau de refroidissement des industries est normalement évacuée via un tuyau autre que celui utilisé pour les eaux usées, et ne contient donc pas nécessairement d'autres polluants. Cependant, le tuyau d'évacuation des eaux de refroidissement n'est jamais très loin du tuyau d'évacuation des eaux usées.

La température de l'eau est importante pour la qualité de l'eau. Elle influence sur la quantité d'oxygène qui peut être dissoute dans l'eau (l'eau fraîche peut garder plus d'oxygène que l'eau chaude; voir aussi Section 6.7) et elle agit sur le taux de croissance de tous les organismes aquatiques. Les préférences des organismes aquatiques quant à la température varient largement, mais tous les organismes peuvent tolérer des changements saisonniers progressifs mieux que des changements brutaux. Des chocs et des contraintes thermiques peuvent se produire si la température change avec plus de 1 ou 2 °C en 24 heures. Si cela se produit, des populations entières peuvent être tuées.

Mesure

La température peut être mesurée avec un alcool toluène, un thermomètre à mercure ou à cadran. Certains mètres, tels que de conductivité et d'oxygène dissout, peuvent aussi avoir un dispositif de mesure pour la température (voir aussi Figure 9).

Il faut mesurer toujours la température à l'endroit même où l'on mesure d'autres paramètres, c'est aussi le cas si on collecte des échantillons à des profondeurs différentes. Il faut tenir le thermomètre 10 cm en dessous

de la surface d'eau pendant environ 2 minutes (jusqu'à ce qu'il soit stable). Il faut noter ses résultats sur la feuille de données.

Pour mesurer la température à de grandes profondeurs, il faut attacher le thermomètre à un bâton gradué, ou bien échantillonner de l'eau à partir de cette profondeur et mesurer immédiatement après qu'on a sorti l'échantillon d'eau à la surface.

Si on met le thermomètre dans un gobelet ou une bouteille avec de l'eau d'échantillonnage, il faut rincer le thermomètre d'abord en versant une portion de l'eau sur le thermomètre.

Comme la température de l'eau est souvent un bon indice d'une pollution ponctuelle, il faut répéter la mesure de la température au plus vite à 1 km en amont de l'endroit d'échantillonnage, noter ses résultats et calculer la différence de température. Des changements brutaux de température dans une partie du corps d'eau indiquent une pollution.

Si on compare la température à deux endroits différents, il est important d'égaliser de près les conditions physiques à ces endroits, telles que vitesse du courant, quantité de soleil qui atteint l'eau et profondeur d'eau. Pour réduire les erreurs, il faut utiliser le même thermomètre à tous les endroits.

Dans les eaux à profondeur de plus de 10 mètres, il est important de mesurer la température à des profondeurs diverses, car la stratification peut se produire (voir aussi Section 1.3), entraînant de multiples implications pour la qualité de l'eau. Un profil de température est mesuré en même temps que le niveau d'oxygène dissout; voir Section 6.7.

La température peut être exprimée en degrés Celsius (°C) ou en degrés Fahrenheit (°F). Dans les documents officiels, il faut donner la température en degrés Celsius. Les facteurs de conversion peuvent être trouvés en Appendice 12.

6.4 _____ Visibilité (turbidité)

La turbidité est l'opposé de transparence. Elle est due à la présence de solides en suspension (voir aussi Section 2.2) et peut être vue comme une coloration de l'eau, variant de presque blanche et jaunâtre à brune, et verte ou rouge d'une floraison d'algues. Pendant la saison des pluies et pendant une tempête ou juste après, les niveaux de turbidité sont en général plus élevés qu'en temps normaux.

La turbidité peut aussi être exprimée en termes de visibilité, qui sera le centre d'intérêt dans ce chapitre.

Des niveaux élevés de turbidité peuvent causer une variété de problèmes pour les hommes, les plantes et les animaux (voir aussi Section 2.2). L'eau n'est plus appropriée à boire, et les systèmes d'irrigation peuvent être obstrués, par exemple.

Une turbidité élevée stimule la croissance de bactéries et peut protéger les pathogènes des effets de désinfection. Quand l'eau est désinfectée, la turbidité doit toujours être réduite.

Les plantes et les animaux aquatiques sont aussi affectés par une turbidité accrue. La turbidité réduit la quantité de lumière pénétrant dans l'eau, et le rend plus difficile pour les algues et les grosses plantes aquatiques à survivre. Sans algues et grosses plantes aquatiques, le niveau d'oxygène dissout baisse dramatiquement (voir aussi Section 4.7 et 4.8).

d'évacuation d'une usine, il faut savoir le débit pour calculer la quantité de pollution déversée.

La concentration d'un polluant ou d'une particule constituant représente une mesure de la proportion de particules se trouvant en 1 litre d'eau (ou autre solvant). La quantité absolue de particules constituants qui parcourt une rivière ou s'accumule dans un lac dans le temps, est appelée la charge. On mesure la charge en multipliant le débit par la concentration, et elle est exprimée en unités de masse par unité de temps, kg/s ou kg/jour par exemple.

$$\text{Charge (kg/s ou kg/jour)} = \text{débit (m}^3/\text{s)} \times \text{concentration (mg/l)}$$

Mesure

Pour mesurer la vitesse du courant il faut une corde marquée de 5 mètres au minimum, une montre de seconde main, un objet flottant et une épulsette. L'objet flottant ne doit pas être trop gros ou trop léger, car sa vitesse peut être influencée par le vent.

Il faut marquer une distance de 5 mètres au minimum le long de la rive. Il faut déposer l'objet flottant dans le courant majeur de l'eau en amont de la bande marquée. Il faut noter le nombre de secondes qu'il faut pour parcourir la distance marquée. Il faut retirer l'objet flottant de l'eau. Il faut calculer la vitesse de l'eau en divisant le nombre de mètres parcourus (longueur de la bande marquée) par le nombre de secondes qu'on a notés (vitesse du courant est exprimée en m/s). Il faut répéter le test deux fois au moins et calculer la vitesse moyenne du courant. Il faut noter ses résultats sur la feuille de données.

$$\text{Vitesse du courant (m/s)} = \frac{\text{mètres parcourus (m)}}{\text{secondes nécessaires (s)}}$$

Pour estimer le débit il faut le même matériel que pour la vitesse du courant. Dans le cas d'un petit tuyau de vidange il faut aussi une bouteille vide avec un volume connu (bouteille soft-drink, par exemple), un entonnoir et une paire de gants pour protéger ses mains.

Il faut imaginer une ligne droite d'une rive à l'autre, laquelle est la largeur de la rivière (ou fleuve). Il faut estimer la longueur de cette ligne, en se servant de la corde marquée ou d'une carte. Il faut partager la ligne imaginée à travers la rivière en 4 à 10 sections, en fonction de la largeur de la rivière. Il faut attacher un objet lourd à la corde marquée. A chaque section le long de la ligne imaginée, il faut baisser l'objet lourd jusqu'à ce qu'il atteigne le fond, et noter la profondeur trouvée de l'eau (on peut utiliser aussi un bâton gradué). Il faut calculer la profondeur moyenne de la rivière. La largeur multipliée par la profondeur moyenne fournit le coupe transversale de la rivière (à son point de mesure). Il faut estimer le débit en multipliant la vitesse du courant par le coupe transversale (largeur \times profondeur) de la rivière. Il faut noter ses résultats sur la feuille de données.

$$\text{Coupe transversale (m}^2\text{)} = \text{largeur (m)} \times \text{profondeur moyenne (m)}$$

$$\text{Débit (m}^3/\text{s)} = \text{vitesse du courant (m/s)} \times \text{coupe transversale (m}^2\text{)}$$

Si le débit est suffisamment petit pour être pris à l'aide d'un entonnoir, on peut utiliser une bouteille vide avec un volume connu (par exemple une bouteille d'un litre soft-drink) et un entonnoir. On peut utiliser aussi un seau. Il faut noter le temps nécessaire pour remplir la bouteille ou seau. Il faut faire ce test 3 fois et calculer la moyenne. Il faut éviter le contact de

la peau avec de l'eau du tuyau de vidange; il faut employer toujours des gants ou autres choses pour se protéger.

6.6 Acidité (pH)

L'acidité de l'eau est exprimée en pH, et peut varier de 0 à 14. L'eau neutre a un pH de 7. L'eau acide a un pH en dessous de 7, l'eau basique un pH en dessus de 7. Des exemples de substances de base sont eau de javel (pH 12), ammoniacque (pH 11), soude (pH 8.5) et eau de mer (pH 8). Les substances acides incluent jus de fruits (pH 5.5), coke (pH 4), vinaigre (pH 3), jus de limon (pH 2) et acide de batterie (pH 1).

L'alcalinité ou la capacité de neutralisation d'acides se réfère à la capacité d'une eau à résister aux changements en pH en neutralisant l'input acide. La capacité de l'eau à neutraliser les acides varie avec le niveau d'alcalinité. La procédure de mesure de l'alcalinité inclue la recherche des changements en pH d'un échantillon d'eau lors qu'un acide y est versé.

La plupart des eaux naturelles ont un pH variant de 6 à 9, et la plupart des eaux de surface naturelles sont quelque peu basiques (pH de 7.5 à 8). Les clairières et les marais sont souvent acides. Dans les clairières et les marais où la mousse de tourbe (*Sphagnum*) croît, le pH est en général entre 4.0 et 5.0. Les eaux dans les régions sableuses contiennent aussi de l'eau acide. Les eaux sur un fond d'argile et de marais sont souvent basiques.

En général les eaux d'égout ménagères sont basiques, alors que les eaux usées industrielles sont acides ou basiques. Comme le pH des eaux usées industrielles et ménagères diffèrent en général du pH de l'eau qui les reçoit, des changements brutaux en acidité indiquent souvent ce type de pollution.

La valeur pH varie naturellement selon le jour et la saison, due essentiellement à l'activité des algues et des grosses plantes aquatiques. La nuit l'eau est un peu acide, et dans la journée la valeur pH augmente.

Les plantes et les animaux préfèrent en général une acidité spécifique et ne survivront pas si l'acidité dévie beaucoup. Certains organismes sont plus tolérants aux changements de pH, alors que d'autres sont plus sensibles à ces changements.

Les changements en pH d'une eau peuvent affecter aussi la qualité d'eau indirectement, par exemple parce que les métaux toxiques qui sont pris dans le sédiment sont libérés dans l'eau à un niveau pH plus bas (voir aussi Section 2.2).

Mesure

Il faut prélever les échantillons à distance de la rive et environ 10 cm en dessous de la surface, juste comme les échantillons d'oxygène. Le pH doit être mesuré sur le terrain, ou bien il faut garder l'échantillon dans la obscurité et en glace, et l'analyser au plus vite. Il faut noter ses résultats sur la feuille de données.

Il y a trois techniques de mesure basiques à utiliser pour mesurer l'acidité sur le terrain, c'est-à-dire papiers indicateurs pH (tournesol), indicateurs pH liquides, et électrodes pH portables (sondes) et mètres (voir Figure 9). Les indicateurs pH liquides sont faciles à utiliser, mais ils sont relativement inexacts et difficiles à utiliser dans l'eau turbide. Les papiers indicateurs et les mètres sont faciles à employer, mais varient en exactitude et en frais.

Le papier indicateur pH coûte le moins cher et le moins exact, mais il suffit pour la plupart des programmes d'échantillonnement pour fournir des indices. Les mètres et les électrodes sont très chers, mais ils valent la peine d'être achetés en cas d'emploi fréquent. Tout le matériel peut être fourni par des fabricants (voir Appendice 10).

Il est important de noter que pour chaque changement d'unité sur l'échelle pH (logarithmique), il y a un changement au décuple en eau basique ou acide. C'est-à-dire que pH 6 est dix fois plus acide que pH 7; pH 5 est cent fois plus acides que pH 7.

6.7 _____ **Oxygène**

L'oxygène est aussi essentiel à la vie aquatique qu'il l'est à la vie terrestre. Sans oxygène, une eau serait un désert aquatique sans poissons, plantes ou insectes. C'est pour cela que beaucoup d'experts tiennent l'oxygène dissout pour le paramètre capital utilisé pour caractériser la qualité d'eau.

La quantité d'oxygène dans l'eau est appelée la concentration d'oxygène dissout (DO), et elle est influencée par la température de l'eau. Plus l'eau est froide, plus l'eau peut contenir d'oxygène, car des gaz comme l'oxygène sont dissoutes plus facilement dans l'eau froide.

L'oxygène se dirige naturellement de l'air à l'eau. L'agitation de la surface d'eau par les vents et les vagues (rapides et chutes d'eau, par exemple) augmentent ce processus de diffusion (appelé réaération).

Les algues et les grosses plantes aquatiques, tout comme chaque autre plante, produisent de l'oxygène dérivé de la photosynthèse. C'est la transformation de chaleur (énergie) du soleil en énergie à utiliser par la plante. Mais les algues et les plantes aquatiques utilisent l'oxygène aussi pour respirer.

La respiration se produit tout le temps, mais la photosynthèse se produit seulement en présence de lumière du soleil. En conséquence, une eau contenant une large population d'algues ou de plantes aquatiques peut éprouver une large fluctuation en concentration d'oxygène dissout durant une période de 24 heures.

Les bactéries qui décomposent les substances organiques utilisent l'oxygène de l'eau. La quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer les substances organiques est appelée Demande d'Oxygène Biologique (Biological Oxygen Demand, BOD). Quand la BOD dépasse l'oxygène dissout disponible (DO), le DO dans l'eau est réduit ou subit un manque. Cela est très nuisible aux organismes aquatiques et peut tuer même les poissons. Dans les courants normaux et salins l'addition et l'enlèvement d'oxygène sont en général en équilibre.

La Demande d'Oxygène Chimique (Chemical Oxygen Demand, COD) est la quantité d'oxygène dissout réduite par des réactions chimiques dans l'eau.

La quantité d'oxygène dissout joue un rôle majeur en déterminant les types d'organismes vivant dans l'eau. Certains organismes ont continuellement besoin de concentrations élevées d'oxygène dissout pour survivre, alors que d'autres sont plus tolérants à des concentrations basses ou fluctuantes d'oxygène dissout. Les eaux avec un taux élevé continu d'oxygène dissout sont tenues pour saines et d'écosystèmes aquatiques stables en état de supporter de multiples types d'organismes aquatiques.

Les lacs peuvent être stratifiés en deux couches (voir aussi Section 1.3). La couche supérieure est plus chaude et contient des algues et de grosses plantes aquatiques car la lumière du soleil peut pénétrer dans l'eau. La partie inférieure est froide et obscure. Comme ces couches ne se mélangent pas, la couche inférieure est exclue de l'apport en oxygène via l'atmosphère et l'oxygène produite par les plantes. C'est pourquoi que l'oxygène peut être réduite au fond, en particulier s'il y a une large quantité de substances organiques décomposées par les bactéries. En conséquence, il est important de déterminer la température et le taux d'oxygène dissout à des profondeurs variées dans un lac si on caractérise les conditions d'oxygène dissout. Des différences considérables en température à des profondeurs différentes indiquent une stratification.

En plus de son impact pour les organismes vivants, un manque d'oxygène peut aussi avoir des effets dramatiques pour la chimie aquatique et l'eutrophication. Par exemple, le phosphore, (un nutriment) peut être libéré des sédiments où existe un manque d'oxygène et donc augmenter l'eutrophication.

Mesure

Il faut échantillonner toujours loin de la rive et en dessous de la surface de l'eau, et déterminer toujours la température de l'échantillon (localisation) au même temps. Il faut noter la température sur la bouteille d'échantillonnement et sur la feuille de données. Il ne faut pas agiter son échantillon, car cela augmentera le niveau d'oxygène dissout. Il faut s'assurer qu'il n'y ait pas de bulles d'air dans la bouteille d'échantillonnement. Il faut faire le test immédiatement après l'échantillonnement, sinon des techniques de conservation doivent être effectuées (voir Appendice 11).

L'oxygène dissout peut être mesuré au moyen d'une analyse chimique, par exemple en utilisant la méthode de titrage Winkler, ou d'un mètre DO ou sonde (voir Figure 9). Un kit de test sur le terrain fournit normalement une méthode de titrage. Un mètre DO ou une sonde est plus chers à court terme (à long terme les réactifs pour ces méthodes chimiques vous coûteront beaucoup d'argent), mais il est plus facile d'utiliser et moins susceptible d'inexactitudes. Un mètre DO peut mesurer aussi bien d'autres paramètres (tels que température et conductivité).

Le niveau d'oxygène dissout dans un lac peut être caractérisé au mieux en faisant un profil d'oxygène dissout (mesures de la surface au fond à des intervalles de séquence), et un profil de température aux mêmes intervalles.

La Demande d'Oxygène Biologique (BOD) est mesurée en utilisant une bouteille d'échantillonnement claire et une bouteille obscure. Une bouteille peut être obscurcie au moyen de ruban électrique ou bien avec du papier d'aluminium. Il faut prélever avec les bouteilles au même endroit et profondeur. Il faut analyser le niveau d'oxygène dissout dans la bouteille claire immédiatement après l'échantillonnement. Il faut stocker la bouteille obscure à 20 °C à un endroit obscur. Il faut déterminer le niveau d'oxygène dissout après 5 jours. Si l'eau contient des niveaux élevés de substances organiques, il sera utile de diluer l'eau d'échantillonnement (avec de l'eau distillée) et/ou de calculer la BOD après 2 ou 3 jours au lieu de 5.

La $BOD_5 = DO$ en bouteille claire (mg/l) – DO en bouteille obscure après 5 jours (mg/l).

6.8 _____ **Conductivité**

La conductivité est une expression de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité varie en fonction de la concentration de sels dissous (ions) en solution. La conductivité est influencée par la température de l'eau.

La conductivité influe sur la présence des plantes et des animaux dans l'eau. Certains types d'organismes sont sensibles à une conductivité accrue, alors que d'autres sont plus tolérants à ce sujet.

La conductivité est un des paramètres guide, ce qui veut dire que des changements en conductivité peuvent dénoter une pollution. En général une conductivité plus élevée entraîne une pollution plus élevée.

Mesure

Il faut mesurer la conductivité sur le terrain. Si ce n'est pas possible, il faut faire une mesure au plus vite, car la conductivité d'un échantillon d'eau peut varier dans le temps.

Il est important de mesurer la température de l'échantillon en mesurant sa conductivité. Plusieurs instruments compensent automatiquement la température. Si cela n'est pas le cas, la température au temps de mesure doit aussi être notée sur la feuille de données.

La conductivité peut être mesurée à l'aide d'un mètre, fourni par beaucoup de fabricants (voir Figure 9). Certains instruments sont bon marché et un peu fragiles pour emploi sur le terrain. Donc, il est utile de payer un peu plus pour un bon modèle.

La conductivité est normalement exprimée en microsiemens au centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

6.9 _____ **Lourds métaux et pesticides**

Aussi bien les lourds métaux que les substances organiques toxiques (pesticides) sont très nuisibles aux hommes, aux animaux et aux plantes (voir aussi Section 2.2). Si on trouve une absence considérable ou une diversité réduite des organismes aquatiques, notamment des macroinvertébrés benthiques, mais les tests physiques et chimiques ne montrent pas une atteinte à la qualité de l'eau, l'eau peut être contaminé avec des lourds métaux ou des pesticides.

Si on veut s'assurer s'il y a des pesticides ou des lourds métaux dans l'eau et/ou au fond de l'eau, et si oui, de quel(s) type(s) il s'agit, il faut envoyer un échantillon (un ou plusieurs) à un laboratoire professionnel pour faire analyser l'échantillon. Le matériel est trop cher et l'analyse trop difficile pour être effectué par quelqu'un qui n'est pas professionnel dans ce domaine.

Il faut vérifier universités, services publics, et institutions particulières pour savoir s'il y a des possibilités d'analyse des échantillons. Il faut utiliser les suggestions en Section 6.1 et en Appendice 11 pour prélever des échantillons, pour les conserver et les envoyer à un laboratoire.

6.10 _____ **Contrôle de la qualité d'eau**

Pour obtenir une vue d'ensemble de la qualité d'eau d'un corps d'eau, il est important de faire des mesures sur de longues périodes (plusieurs années), et déceler ainsi des changements dans un écosystème (l'eau et

les terres environnantes). On appelle cela contrôler le processus (monitoring). Des données peuvent être utilisées pour établir des conditions de base, de déterminer des tendances dans la qualité de l'eau, ou d'identifier des problèmes actuelles et potentiels.

Le contrôle peut être fait en collectant des données à différents points dans un corps d'eau, pour comparer la qualité d'eau à divers échelons (par exemple, tout au long de la rivière). La rivière peut être moins saine à mesure qu'elle traverse des champs que si elle passe à travers des régions boisées en amont, par exemple, dû à l'écoulement de fertilisants et de pesticides.

On peut comparer aussi des corps d'eau similaires (par exemple fleuves d'une étendue et d'origine comparables), si l'une est polluée et l'autre saine. En se servant d'eau de référence, il est possible de prouver l'influence d'une pollution et de formuler des classifications biologiques locales de la qualité d'eau.

Une condition pour la mise en oeuvre propre d'un programme de contrôle est l'existence d'une agence d'experts qui est responsable de l'élaboration institutionnelle du programme. Des objectifs doivent être identifiés, et les paramètres à mesurer et les méthodes utilisées doivent être déterminés au paravant. Les paramètres et les méthodes mises en oeuvre dépendent beaucoup des fonds disponibles et de la connaissance des gens participant dans le programme de contrôle. Si on met sur pied un programme de contrôle basé sur la communauté, il sera important de développer des méthodes de contrôle locales à utiliser à l'échelon communautaire.

Pour un complément d'informations sur la mise sur pied d'un programme de contrôle de la qualité d'eau, il faut lire la littérature recommandée. C'est dommage que le sujet ne puisse être exposé dans ce manuel.

Littérature recommandée

Campbell, G. and S. Wildberger: "The monitor's handbook". LaMotte Company, P.O. Box 329, Chestertown, Maryland 21620, U.S.A., 1992 (gratuit).

Ellett, Kathleen K.: "An introduction to water quality monitoring using volunteers. A handbook for coordinators", second edition 1993. Alliance for the Chesapeake Bay, Inc. 6600 York road, Baltimore, Maryland 21212, U.S.A. (gratuit).

HUTTON, L.G.: "Field testing of water in developing countries". WEDC, Dept. of Civil Engineering, University of Technology, Loughborough LE11 3TU, United Kingdom, 1983.

MITCHELL, MARK K. and WILLIAM B. STAPP: "Field manual for Water Quality Monitoring, an environmental education program for schools". Global Rivers Environmental Education Network (GREEN), 721 East Huron st., Ann Arbor, Michigan 48104, U.S.A. 7th Edition, 1992.

SIMPSON, J.T.: "Volunteer lake monitoring: a methods manual", U.S. Environmental Protection Agency, 1991. Office of Wetlands, Oceans and Water-

sheds. Assessment & Watershed Protection Division (WH-553), 401 M Street S.W., Washington, D.C. 20460, U.S.A. (gratuit).

U.S. Environmental Protection Agency: "Volunteer water monitoring: a guide for state managers". Office of Water Regulations and Standards, Assessment and Watershed, Protection Division (WH-553), 401 M Street S.W., Washington, D.C. 20460, U.S.A. (gratuit), 1990.

WHO and UNEP: "Guidelines for drinking-water quality, Volume 1. Recommendations". Geneva, 1984.

WHO and UNEP: "Guidelines for drinking-water quality, Volume 2. Health criteria and other supporting information". Geneva, 1984.

7 _____ Activités pour Améliorer l'Eau

Les chapitres précédents aidaient trouver la pollution se produisant dans votre source d'eau ou dans votre bassin, et la(les) cause(s) de pollution. Ce chapitre-ci fournira des suggestions en ce qui concerne les moyens d'améliorer la qualité et la disponibilité de l'eau.

Chaque personne du monde a le droit de disposer d'un approvisionnement suffisant en eau pure et sûre. Il incombe aux gouvernements de prendre charge de l'approvisionnement d'eau. En principe, s'il y a un problème à ce sujet, on peut faire appel au gouvernement pour demande l'aide.

Cependant, la situation sera dans la pratique souvent tout autre. Les membres des pouvoirs publics pourraient ne pas avoir le temps d'apporter leur soutien, ou bien l'équipement et les ressources leur manquent pour aider. C'est pour cela qu'on ne peut attendre que le gouvernement intervienne. On peut faire beaucoup à soi-même, et en coopération avec les gens de sa communauté, pour améliorer la situation de l'eau. Aussitôt qu'on connaît vos problèmes de l'eau, on peut passer soi-même à l'action.

Ce chapitre expose diverses activités vous aidant à obtenir de l'eau potable et de l'eau à d'autres fins plus pure et plus sûre. On va donner aussi des suggestions pour augmenter le volume d'eau disponible. Finalement seront exposées un certain nombre d'activités agricoles pour réduire l'érosion. Beaucoup des questions évoquées dans la texte sont montrés dans les différentes figures.

7.1 _____ Améliorer l'eau potable chez soi

Il faut employer une seule jarre, de préférence de faïence, seulement pour l'eau potable. Il faut utiliser toujours le même conteneur pour enlever de l'eau de la jarre. Garder la jarre fermée.

Il faut nettoyer avec précaution cette jarre de faïence avec du savon et de l'eau pure avant de la remplir d'eau potable.

Il faut stocker de l'eau potable pour deux jours au moins dans une jarre de faïence, à un endroit frais et obscur, avant de la boire. Au bout de deux jours la plupart de la boue seront déposées au fond et, qui mieux est, la plupart des organismes provoquant des maladies seront tués. Une odeur désagréable peut être facilement enlevée en la bouillant tôt. Chaque couche de boue sur la surface de l'eau peut être enlevée en versant l'eau à travers un tissu propre et serré.

Si on n'a pas stocké l'eau potable pour au moins deux jours, il faut la bouillir durant 10 minutes avant de la boire. Cela tue tous les pathogènes dans l'eau. Si on n'a qu'un peu de bois de chauffage en possession, il faut au moins bouillir l'eau pour les enfants, les personnes âgées et les malades.

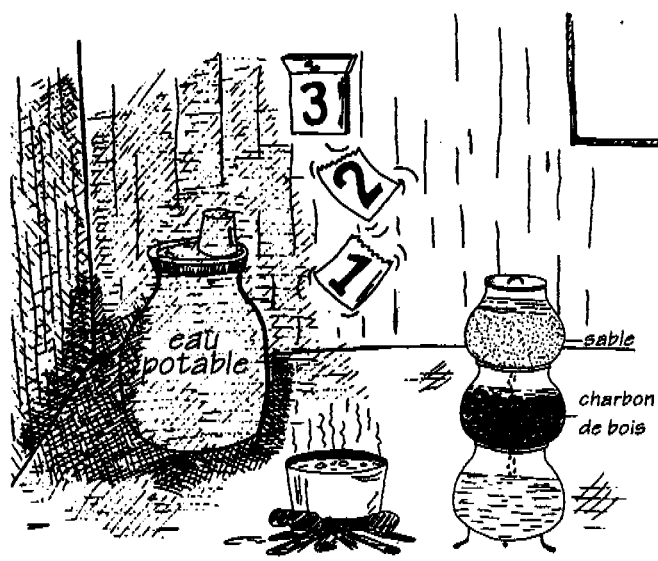


Figure 10: L'eau chez soi

Il faut nettoyer avec précaution toutes les jarres à eau et tous les contenants avec du savon avant de les employer. Quand on va chercher de l'eau à un puits, on partage un seul seau et une seule corde avec ceux qui se servent du puits. Il faut nettoyer avec précaution le seau et la corde avec du savon avant l'emploi.



Figure 11: Le nettoyage de l'équipement d'eau

Il faut éviter que de la poussière et de la boue se trouvent dans l'eau étant transportée chez soi, par exemple en couvrant la jarre.

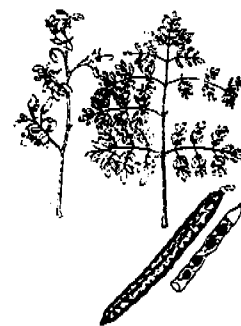
Si l'eau a une apparence boueuse ou sale, on peut la filtrer à travers un tissu propre et serré, qu'on attache autour de l'ouverture de la jarre. Cette méthode fournit moins d'eau pure et sûre que l'eau stocké ou brouillé, mais elle enlève insectes, débris des plantes, immondices et oeufs et vers pathogènes de l'eau. Il faut nettoyer le tissu dans de l'eau bouillante chaque fois qu'on s'en sert en le rangeant dans une boîte propre avant l'emploi suivant.

Pour épurer de l'eau polluée visiblement et non visiblement, on peut en filtrer à travers une méthode dit le système de trois pots (three-pot system), (voir aussi Figure 10). Avec cette méthode de *filtration à sable lent*, on peut enlever la quasi-totalité de la pollution. Le système à trois pots est constitué de trois jarres de faïence, les unes sur les autres. Les deux jarres supérieures ont un trou étroit (diamètre de 1 cm) au fond. Il faut remplir la jarre supérieure d'un tiers ou d'un quart de sable avec un diamètre de 0.2 à 0.4 mm. Il faut remplir la deuxième jarre (jarre du milieu) d'un tiers ou d'un quart de sable avec un diamètre de 0.6 à 0.8 mm. Il faut verser l'eau dans la jarre supérieure. Elle tombera goutte à goutte dans la jarre inférieure en passant par la deuxième jarre, alors que la pollution se retrouvera sur le sable. Quand le sable devient visiblement sale, il faut le nettoyer ou le remplacer.

On peut épurer l'eau aussi à l'aide des cendres de plantes, de certaines graines ou de certaines légumes. Les cendres de chaque plante peuvent être employés, mais beaucoup de gens de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique Latine emploient souvent les cendres de tiges de millet, de bois de chauffage, de coquilles des cocotiers et de l'enveloppe du grain de riz.

Il faut tamiser deux tasses de cendres (chacun contenant 127 g) et les ajouter à une jarre contenant 50 litres d'eau crue. Il faut remuer l'eau durant 30 minutes avec un bâton.

Un exemple de graines qui épurent sont les graines du Moringa. Cet arbre prend son origine dans l'Inde centrale et sud, mais il est distribué aussi en Asie sud-est, en Afrique, dans les Indes occidentales et en Amérique Latine. En beaucoup de pays, on se sert de portions de l'arbre comme médecine. En Inde centrale et sud et en Afrique orientale on l'utilise comme nourriture, grillés en cacahuètes ou avec les cossees vertes préparées comme curies.



De multiples espèces du Moringa sont connus d'avoir des capacités d'épuration, par exemple le Moringa oleifera, le Moringa peregrina et le Moringa stenopetala. Il faut enlever les ailes et l'enveloppe de la graine, et réduire l'amande en poudre juste avant l'emploi. Il faut mélanger le poudre avec une petite quantité d'eau déjà épurée dans un verre à thé durant environ 5 minutes. Il faut filtrer la suspension à travers un passe-thé et le verser dans la jarre contenant de l'eau crue. Il faut remuer lentement l'eau avec un bâton durant 10 à 15 minutes. Il faut utiliser l'eau au bout d'une heure au moins. Il faut utiliser 3 graines pour 4 litres d'eau.

Les légumes qui sont en état d'épurer l'eau englobent les haricots (Faba vulgaris ou Phaseolus vulgaris). Il faut nettoyer la cosse et la poussière des graines, et enlever prudent l'enveloppe. Il faut écraser l'amande et employer la même méthode qu'avec les graines du Moringa. Il faut utiliser 23 ou 24 haricots pour 40 litres d'eau.

7.2 _____ La sélection et la protection de la source d'eau

Il faut toujours prendre note de ce que l'eau provenant d'un robinet ou d'une pompe n'est pas nécessairement pure et sûre. En particulier, l'eau peut contenir certains pathogènes qui peuvent causer des maladies. Même l'eau pure avec un bon goût n'est pas toujours sans pollution.

Sources d'eau

L'eau peut être employée à de multiples fins. L'endroit où les gens vont prendre de l'eau est appelé la source d'eau. Les sources d'eau se divisent en sources d'eau souterraine et d'eau de surface. Les sources d'eau souterraine sont des couches dans le fond contenant de l'eau (nappes aquifères) et fontaines. Les sources d'eau de surface sont rivières, fleuves, lacs, et étangs, et l'eau de pluie recueillie.

Finalment, toutes les sources d'eau sont alimentées par la pluie tombant dans le bassin. Les voies de l'eau à parcourir et le temps que l'eau prend pour gagner une source d'eau, affectent largement le volume d'eau disponible pendant les différentes saisons, aussi bien que le type et le degré de pollution.

Les sources d'eau souterraine sont protégées davantage de pollution que les sources d'eau de surface, et fournissent donc normalement de l'eau plus pure et plus sûre. Les sources d'eau souterraine sont affectées aussi plus lentement par une pollution que les sources d'eau de surface, car l'eau traversant le fond prend plus de temps pour gagner une source que l'eau traversant la surface. Comme l'eau souterraine passe très lentement, le rapport entre un problème de source et la cause de celui-ci peut être plus difficile à dépister. Par exemple, la pollution affectant un puits peut être causée des années avant qu'on ait ressenti celle-ci.

La meilleure méthode pour obtenir de l'eau pure et sûre est de choisir avec précaution la place où l'on prend l'eau. Les sources d'eau composées d'eau souterraine, telles que puits et fontaines, sont en général plus pures et plus sûres que les eaux de surface, telles que rivières et lacs.

Il faut choisir une source d'eau qui n'est pas utilisée par d'autres gens et d'animaux, ou utilisée très peu. Les sources cachées dans les rochers sont normalement plus pures et plus sûres. Il faut éviter d'employer de l'eau puante ou qui a une apparence sale.

En Inde et en Iran il y a des gens se servant de poisson rouge (*Carassius auratus*) comme dispositif d'alerte pour une pollution d'eau. Les poissons rouges sont maintenus dans la source d'eau, et aussitôt qu'ils ralentissent leurs mouvements, changent de couleur ou meurent, les gens savent que la source n'est plus sûre à employer.

Sources d'eau de surface

Il faut aller chercher l'eau (tout au moins l'eau potable) tôt dans la matinée, lorsque la source est le moins troublée par d'autres gens et animaux.

Il faut prendre l'eau en amont de communautés, industries, et autres activités sur la terre qui peuvent polluer l'eau.

Il faut prendre l'eau dans des régions où l'eau soit profonde et le fond stable, comme un fond de rochers ou de pavés ronds. Il faut éviter de prendre l'eau des rives de lac.

Si possible, il faut creuser toujours un trou sur la rive du corps d'eau, et prendre l'eau du trou au lieu de directement du corps d'eau. Il faut s'assurer que l'eau du corps d'eau ne puisse couler par terre dans le trou. Le sable de la rive sert de filtre pour recueillir toute pollution (voir aussi Figure 12).

Il faut planter des arbres sur les rives des corps d'eau. Les branches qui donnent de l'ombre à l'eau réduisent l'évaporation de l'eau. Il faut aussi planter des arbres et des arbustes à une plus large distance du corps d'eau, car ils aident l'eau à s'écouler dans le sol, préviennent l'érosion, et attirent l'eau de pluie vers la région.

Sources d'eau souterraine

Il faut protéger la source d'eau des animaux. Il faut construire une clôture autour de la source, et organiser un abreuvoir spécial pour les animaux en amont et en aval de la source d'eau.

Il faut construire une petite plate-forme autour de la source d'eau (de préférence en béton), un drain d'environ deux mètres, et une couverture pour éviter l'affluence d'eau polluée vers la source d'eau (voir Figure 14).

Il ne faut pas construire des fosses d'aisances (toilettes) en deça de 10 mètres de la source d'eau. Si la source est située sur une colline, il ne faut pas construire des fosses d'aisances au-dessus de la source.

Il ne faut pas employer les terres en deça de cinquante mètres de la source d'eau pour des activités agricoles ou pour le stockage de pesticides et de fertilisants.

Il faut nettoyer le puits avec du savon et de l'eau pure au terme de chaque saison sèche.

7.3 _____ La collection de l'eau de pluie

Si on manque d'eau pendant la saison sèche, on peut construire un grand récipient à côté de sa maison, et collecter l'eau de pluie tombant sur son toit (voir Figure 14). Les systèmes de collecte de l'eau de pluie plus grands peuvent fournir à plus de ménages, même à une communauté entière. En Nigéria il y a des communautés stockant 50 jarres d'eau de pluie, chacune avec une capacité de 50 litres, pour leur approvisionnement en eau pendant la saison sèche.

Les jarres pour la collecte de l'eau de pluie peuvent être construits de matériaux variés, et ils peuvent avoir des tailles différents, en fonction du matériau et de l'argent disponible, et de la capacité requise. A la fin de ce chapitre on va donner des titres de publications qui exposent clairement la façon de construire les types de jarres différents. On peut trouver aussi certains noms et adresses d'organisations qui peuvent donner des bons avis à ce sujet. Il faut entrer en contact avec chacune de ces adresses si on veut construire un récipient pour collecter de l'eau de pluie et on a besoin l'aide.

Chaque toit est approprié pour la collecte de l'eau de pluie, sauf les toits en amiante, car l'amiante peut causer des maladies aux hommes et animaux. L'amiante est gris clair, et a l'apparence d'une mixture de métal et d'isorel. Si on n'est pas sûr si on a un toit en amiante ou non, il faut le contrôler avec un expert, par exemple au Ministère de la Construction ou le Ministère de la Santé.

7.4 _____ La protection et l'amélioration de la santé de la communauté

Il faut employer différents endroits pour la collecte d'eau potable, pour se baigner et nageoire, pour nettoyer des vêtements, et pour abreuvoir.

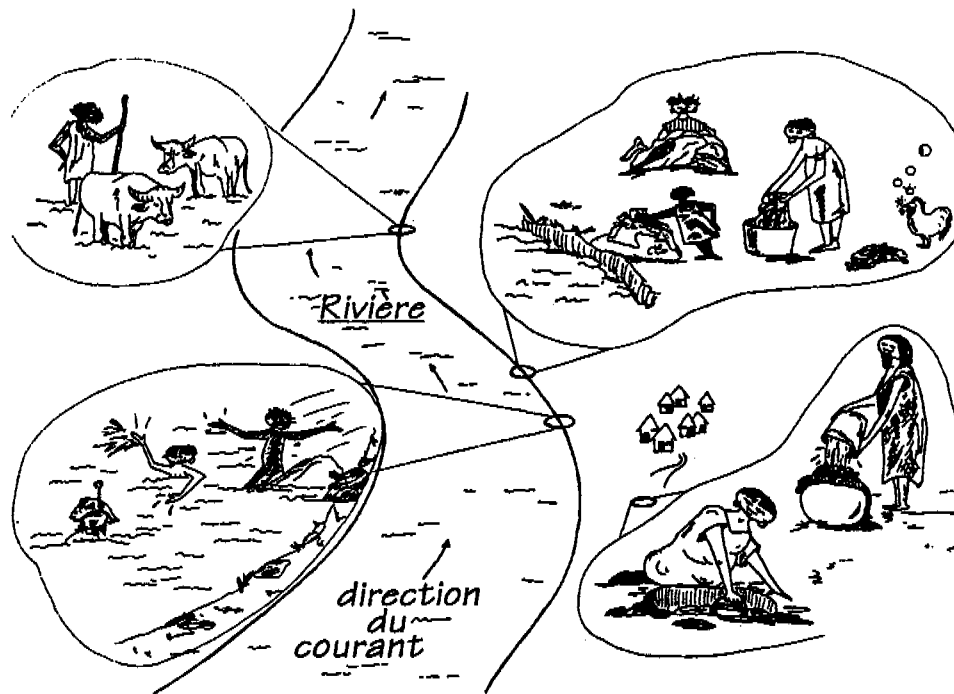


Figure 12: Séparation des fonctions de l'eau

Quand on utilise une rivière ou un fleuve comme source d'eau, il faut recueillir l'eau potable au plus en amont que est possible. Deuxième en amont il faut localiser une place pour se baigner et nageoire. En aval de ces zones, il faut localiser un endroit pour nettoyer les vêtements. Les abreuvoirs pour les animaux doivent être situés au plus en aval.

Il faut construire des fosses d'aisances (latrines) propres. Une fosse d'aisances est ordinairement un trou protégé dans le fond où les fèces tombent (voir Figure 13). Elle a une plaque pour se tenir accroupi ou une contremarche avec un trou, une garniture en ciment et un tuyau à ventilation avec un écran protégeant des mouches. Quand la fosse est remplie jusqu'à une mètre de la surface, la garniture en ciment et la

plaque sont enlevées et la fosse est comblée de terre. On creuse alors une fosse nouvelle tout près.

Les aménagements sanitaires sont très importants. La défécation en plein air ou les latrines (fosses d'aisances) sales peuvent causer des maladies graves. Il faut prendre conscience du fait que: les fèces ne doivent pas contaminer les eaux souterraines ou de surface, ne doivent pas polluer le sol, ne doivent pas être accessibles aux mouches, aux rongeurs, ou autres animaux, et en doivent pas causer des désagréments dus à l'odeur ou à une apparence laide.

Il faut collecter les ordures et les rejeter proprement. Il faut séparer les déchets organiques (tout ce qui fut en vie antérieurement) d'avec les autres déchets (tels que boîtes, plastique, papier etc.). Il faut creuser un trou pour déchets organiques, et un autre pour autres déchets. Ni l'un ni les autres des trous ne peuvent se trouver près de l'eau, en particulier près d'une source d'eau. On peut réutiliser (recycler) les déchets organiques comme fertilisant pour le sol.

Il faut améliorer la compréhension des hommes des sources potentielles de maladies, des différentes façons d'être infecté au moyen de activités de training et éducation (voir aussi chapitre suivant).

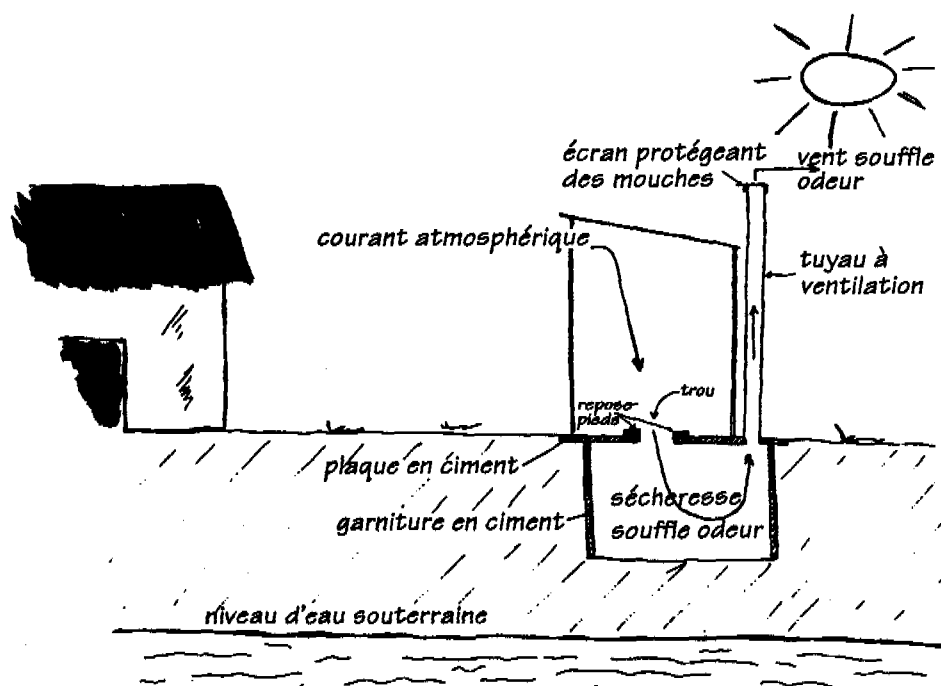


Figure 13: Construction d'une fosse d'aisances

7.5 Protection du bassin d'érosion

Il faut planter des arbres jusqu'à 9 km au-dessus et éloignés de sa source d'eau, et éloignés de 600 mètres par rapport à tous les corps d'eau. Il faut utiliser des arbres qui poussent vite qui fournissent du bois de chauffage, ou des arbres qui fournissent des fruits. On peut planter aussi des arbres Moringa, dont on peut utiliser les graines pour épurer l'eau (voir Section 7.1). Il faut éviter des arbres absorbant des volumes énormes d'eau ou de nutriments de sol, comme l'eucalyptus. Il faut éviter les arbres n'appartenant pas à la région, ou qui ne sont pas trouvés normalement là. Les arbres aident l'eau à s'enfoncer dans le sol, à prévenir l'érosion du sol, et attirent la pluie pour la région. Il faut demander des

avis au Ministère des Forêts. Dans la plupart des cas ce ministère procure aussi des semis gratuits.



Figure 14: Améliorer l'eau dans sa communauté

Il faut planter des arbres et des arbustes en particulier sur les collines, car

1. Il faut planter des arbres sur les rives des corps d'eau et ailleurs
2. Il faut protéger sa source d'eau
3. Il faut collecter l'eau de pluie
4. Il faut construire des fosses d'aisances propres
5. Il faut collecter les déchets et les rejeter proprement
6. Il faut planter des arbres et des arbustes sur des collines arides
7. Il faut labourer les collines en formes horizontales
8. Il faut créer un tampon boisé entre les champs et le corps d'eau

ces régions sont très sensibles à l'érosion. Il ne faut pas laisser une colline dénudée et aride.

Il faut labourer les champs sur les collines en forme horizontale le long des lignes d'altitude. Il faut essayer aussi de construire des terrasses en culture sur les collines (voir Figure 14).

Dans les champs ouverts, on peut déposer des rangées de pierres le long des lignes d'altitude pour réduire la vitesse de l'eau évacuée par terre pendant la saison de pluie, et donc réduire l'érosion.

Il faut s'assurer que le sol soit le plus souvent couvert de plantes, pour prévenir le dessèchement de la terre (eau souterraine) et l'érosion. Par exemple, on peut le faire en utilisant des cultures poussant très près les unes des autres, en plantant différentes cultures mélangées entre elles, en plantant une nouvelle (autre) culture après la récolte, et/ou en procurant une couverture pour les plantes en les saisons de culture, par exemple en laissant des résidus de plantes après la récolte.

7.6 _____ Cultures alternatives pour réduire la pollution

Autant que possible, il faut convertir en méthodes de *l'agriculture organique*. Cela signifie qu'on réduise l'emploi des pesticides et des fertilisants inorganique (artificiels), et en les remplaçant par les fertilisants, tels que fumier, et des méthodes biologiques de contrôle des invasions.

Les méthodes biologiques de contrôle des invasions incluent le contrôle par les ennemis naturels, et le contrôle en utilisant des plantes (alle par exemple). On peut utiliser aussi des méthodes physiques et mécaniques de contrôle, telles que boucher les trous construits par les animaux nuisibles, en produisant un bruit continu pour troubler la multiplication des animaux nuisibles, et en attrapant les rats. On peut laisser aussi du riz aux bouts de chaque champ: les oiseaux les absorbent et en conséquence ils n'attaquent pas les cultures, et consomment les vers autour.

Il faut créer des tampons boisés entre les champs et les eaux de surface pour réduire l'eau polluée avec des pesticides et des fertilisants qui s'écoule par terre vers les eaux de surface.

Il faut rejeter les conteneurs à fertilisants et à pesticides proprement: il faut les garder hors des corps d'eau, trous de forage, criques, et autres lieux tout près des corps d'eau.

Recommended literature

JAHN, SAMIA AL AZHARIA: "Traditional water purification in tropical developing countries, existing methods and potential application". Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, P.O. Box 5180, D-6236 Eschborn 1, Germany, 1981.

JAHN, SAMIA AL AZHARIA: "Proper use of African natural coagulants for rural water supplies". Research in the Sudan and a guide for new projects. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, P.O. Box 5180, D-6236 Eschborn 1, Germany, 1986.

MANN, H.T. and D. WILLIAMSON: "Water treatment and sanitation, a handbook of simple methods for rural areas in developing countries". Intermediate Technology Publications, 1986.

NDUKA OKAFOR: "Aquatic and waste microbiology. A textbook for microbiologists, hydrobiologists, general biologists, sanitary engineers and public health workers". Fourth Dimension Publishers, 1985.

OXFAM publications, among others manuals for water storage, water pumping, well digging, water distribution and water filtration. Oxfam Publications, 274 Banbury Road, Oxford OX2 7DZ, United Kingdom.

SCHULZ, CHRISTOPHER R. and DANIEL A. OKUN: "Surface water treatment for communities in developing countries". Department of Environmental Sciences and Engineering, School of Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, Intermediate Technology Publications, 1984.

HASSE, ROLF: "Rainwater reservoirs above ground structures for roof catchment. Most common rainwater tanks in comparison and construction. Manual". Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, P.O. Box 5180, D-6236 Eschborn 1, Germany.

LEE, MICHAEL D. and JAN TEUN VISSCHER: "Water harvesting. A guide for planners and project managers". 30 Technical Paper Series. IRC and DANIDA, 1992. International Water and Sanitation Centre (IRC), P.O. Box 93190, 2509 AD The Hague, The Netherlands.

8 _____ Organiser la Communauté et Actions Légales

Le Chapitre 7 a fourni des suggestions d'obtenir de l'eau pure et sûre, et de protéger et augmenter la quantité d'eau dans sa région. Pour autant, si une pollution énorme se produit sur une longue période, il peut être très difficile de faire quelque chose à la pollution même. Par exemple, il peut être très difficile de réduire ou d'arrêter la pollution d'une usine ou d'exploitations minières à grande échelle, d'un hôpital ou de l'écoulement des eaux d'égout urbaines.

Si on est confronté à ces problèmes de pollution des eaux, il y a toujours différentes activités à mener pour tenter d'améliorer la situation. Les activités exposées dans ce chapitre sont: organiser sa communauté, mettre sur pied une campagne, et entreprendre des actions légales. Le chapitre se termine par certaines suggestions finales.

Bien que ce manuel centre essentiellement sur les problèmes de la qualité de l'eau, les suggestions fournies dans ce chapitre peuvent aussi être utilisées pour résoudre d'autres problèmes environnementales.

8.1 _____ Organiser la communauté

Il est important de savoir qu'un groupe formant bloc est plus fort qu'une seule personne. A cause de cela, les gens s'associent souvent à une organisation. Les travailleurs peuvent organiser un syndicat pour améliorer leurs salaires et conditions de travail. Les paysans peuvent travailler ensemble sur leurs terres respectives pour réduire la pression du travail, et les femmes peuvent mettre en place une crèche pour prendre soin de leurs enfants respectifs.

La pollution de l'eau atteint souvent plusieurs personnes. Une communauté entière peut avoir des problèmes quant à la qualité d'eau, et de temps en temps plusieurs communautés subissent des problèmes, tout au long de la rivière ou du lac, ou dans le même bassin.

La première chose à faire, c'est de réunir toutes les personnes atteintes par la pollution, et d'autres qui sont concernées. On peut commencer par les gens de votre communauté (que sera un village, une petite ville ou un quartier de sa ville). On appelle cela organiser la communauté. Si les gens de votre communauté sont organisés, on peut s'étendre vers d'autres communautés qui sont aussi affectées par la pollution des eaux.

Il faut s'assurer d'engager tout le monde affecté par une pollution (hommes et femmes). Il faut nommer une personne (femme ou homme) président de l'organisation. Cette personne peut être par exemple le porte-parole de toute la communauté. Il faut parfois nommer d'autres personnes aussi, par exemple un trésorier si l'organisation dispose d'argent, ou une personne intermédiaire si on a noué des contacts fréquents avec une personne de la presse.

Il faut échanger ensemble les problèmes de pollution et de autres affaires, et discuter de(s) source(s) potentielle(s). A cette fin on peut mener une des recherches exposées dans ce manuel et utiliser les résultats, en combinaison avec d'autres informations disponibles. Il faut utiliser l'expérience des personnes dans son groupe. Les pêcheurs par exemple, savent souvent où et comment une usine déverse des polluants dans leurs eaux de pêche.

Après avoir identifié le(s) problème(s) de pollution et la(les) source(s), on peut réfléchir sur les solutions. Suggestions pratique de activités pour améliorer la quantité et la qualité de l'eau chez soi, à la communauté et dans le bassin sont énoncées en Chapitre 7.

En cas les activités expliqués dans Chapitre 7 ne sont pas suffisant pour résoudre le(s) problème(s), il faut discuter avec la(les) personne(s) responsable(s) de la pollution, augmenter la pression pour réduire ou arrêter la pollution, et faire dédommager les dommages causés. Cela peut être le président d'une usine ou d'une exploitation minière, ou le maire d'un village ou d'une ville polluant votre eau par des eaux d'égout. Il faut tenter d'arranger le problème à une manière amiable qui puisse satisfaire toutes les parties concernées. Il faut toujours fixer les ententes et les rendez-vous. Les documents officiels doivent être signés par toutes les parties concernées.

Il arrive souvent que les gens qui sont responsables d'une pollution ne soient pas prêts à dépenser de l'argent et le temps pour réduire ou arrêter la pollution. Si cela se produit, il faut mener d'autres actions pour augmenter la pression, par exemple en lançant une campagne ou mener des actions légales. Il faut prendre note qu'un groupe qui veut faire pression doit être très bien organisé.

8.2 _____ Mettre sur pied une campagne

Une campagne est une série d'activités qui exposent un problème à beaucoup d'hommes, et qui font pression sur la(les) personne(s) responsable(s) de faire quelque chose aux problèmes ressentis. Il faut toujours tenter de mettre sur pied une campagne en tant que groupe, constitué de une ou plusieurs communautés souffrant d'une pollution, par exemple.

Si possible, il faut entrer en contact avec une organisation protectrice de l'environnement ou une autre organisation qui a l'expérience d'organiser des campagnes, de fournir des suggestions et d'apporter son soutien à vos activités. Normalement on trouvera de telles organisations dans la capitale ou en d'autres grandes villes.

Il y a beaucoup d'activités relevant d'une campagne. Quelques-unes sont énoncées en bas:

- ◆ Il faut faire une *pétition* et la présenter à la(les) personne(s) responsable(s) de la pollution. Dans une pétition on peut décrire les problèmes ressentis. Il faut noter clairement les raisons pour qu'on soit d'avis que la(les) personne(s) doit faire quelque chose à la pollution (il faut tenter de prouver la responsabilité d'une personne(s)). Il faut énoncer les désirs (et/ou demandes) du groupe (par exemple concernant l'enlèvement de la pollution existante et la réhabilitation de la région) et présenter des solutions et des alternatives. La pétition doit être signée par un maximum de personnes: les gens atteints par la pollution et d'autres personnes concernées.
- ◆ Il faut exposer le problème de pollution via les *médias*: journaux, radio et/ou télévision. Les médias peuvent apporter un large soutien à la campagne, car cela signifie que beaucoup de gens veulent tirer des leçons de la pollution et les problèmes causés par cela. Cela fait pression sur la(les) personne(s) responsable de la pollution de faire quelque chose à ce problème. Au delà de la presse locale dans sa région, c'est normalement très utile d'entrer en contact avec la presse nationale.

- ◆ Il faut tenter de discuter avec des *politiciens* à l'échelon local, régional et national, tels que maire, préfet, gouverneur, et membres du congrès. Il faut les informer sur le(s) problème(s) de pollution et de sa campagne, et demander leur soutien (appelé lobby). C'est très important, car les politiciens ont souvent le pouvoir de réduire ou d'arrêter la pollution.
- ◆ Il faut organiser un *rassemblement* pour attirer une large attention au(x) problème(s) de pollution. Normalement, un rassemblement dans une grande ville, de préférence la capitale, est le plus effectif. Si les participants du rassemblement vivent ailleurs, il faut organiser transport et logement. Il faut faire des grandes panneaux publicitaires et des banderoles et parcourir une voie déterminée. On peut aller au bureau de la firme ou de l'institution responsable de la pollution et présenter une pétition, par exemple. On peut aussi inviter des orateurs pour parler de l'affaire et des désirs des participants. Il faut toujours tenter d'engager la presse.
- ◆ Si l'organisation(s) ou la(les) personne(s) responsable(s) est(sont) des étrangers, comme beaucoup d'exploitations minières et de compagnies pétrolières, il peut être utile de chercher aussi *support international* de la presse, de groupes environnemental et d'autres groupes dans ces pays.
- ◆ Si le problème est causé par un *projet de développement*, par exemple la construction d'un barrage, les bailleurs de fonds de ce projet est(sont) la(les) personne(s) le(s) plus importante(s) responsable(s) à s'adresser. Les bailleurs de fonds peuvent être les gouvernements nationaux et/ou internationaux, banques ou organisations particulières.
- ◆ Il faut organiser des *activités d'entraînement et éducatives* pour les gens affectés, par exemple sur des aspects environnemental et sanitaires, ou sur la mise en oeuvre des suggestions présentées en Chapitre 7. Deux groupes de personnes sont très importants à cet égard, c'est-à-dire enfants et femmes.

Les enfants sont notre avenir, et il est très important de leur enseigner les moyens de protéger notre environnement, et spécifiquement notre eau. On peut entrer en contact avec des organisations (protectrices de l'environnement) dans son pays qui ont développé un programme d'éducation de l'environnement. Il faut discuter avec les professeurs des écoles de la possibilité de mettre en place des programmes relatifs à l'environnement, par exemple une semaine spéciale où différentes classes sont enseignées sur l'environnement et/ou l'eau.

8.3 _____ Femmes et eau

Les femmes sont normalement les personnes qui s'occupent le plus souvent de l'eau. Dans la plupart des pays en développement elles vont chercher l'eau (s'il n'y a pas de prise d'eau), prennent soin de la cuisine, lavent les vêtements et en beaucoup de pays elles élèvent le bétail et travaillent sur la terre aussi. Donc, les femmes sont concernées plus directes par la pollution des eaux.

Il est très important que les femmes soient bien informées sur les types variés de pollution des eaux et sur ses effets nuisibles potentiels, surtout pour la santé. Comme beaucoup de femmes ne peuvent jamais allées à l'école, notamment dans les régions rurales, il est très important d'organiser pour elles un entraînement et des cours sur ces aspects.

Beaucoup des suggestions présentées en Chapitre 7 peuvent être mises en pratique par les femmes. On peut organiser une session d'entraînement relative au 'three-pot system', par exemple, ou leur apprendre les moyens de protéger une source d'eau.

Il peut arriver que les hommes ne soient pas prêts à coopérer avec des activités visées aux femmes. Cependant, il est très important pour les femmes, les enfants et les hommes mêmes, d'engager les femmes dans toutes les activités concernant l'eau, et d'organiser des sessions d'entraînement, si besoin est.

Il peut être très utile d'organiser une organisation spécialement de femmes. Beaucoup de problèmes et de questions sont étroitement liés à la position des femmes dans leur société. Une organisation des femmes est plus capable de prêter attention aux problèmes féminins. C'est très important, car en beaucoup de pays la situation social et économique des femmes est beaucoup plus pire que celle des hommes.

8.4 _____ **Législation**

Le gouvernement de chaque pays a conçu des règles sur l'organisation de l'état (politiques), sur les relations entre les citoyens, et sur les relations entre les citoyens et l'état. Dans ces règles les droits et les devoirs des citoyens sont stipulés, par exemple. Ainsi il est défendu de tuer une autre personne, et beaucoup de pays stipulent que tous les enfants doivent aller à l'école.

Ces règles sont couchées en différents types de lois, appelés dans son ensemble législation. Les lois sont faites pour assurer que tout aille bien dans un pays. Chaque pays a beaucoup de lois sur l'eau, centrées sur les fonctions diverses que l'eau remplit, par exemple règles concernant l'eau utilisée pour transport, hydroénergie, utilisation industrielle, agriculture, eau potable, pêcher et récréation. Beaucoup de règles décrivent seulement la fonction de l'eau, mais il y a aussi des règles sur la quantité et la qualité d'eau. En beaucoup de pays des normes concernant la qualité d'eau (pareilles à celles énoncées en Appendice 13) sont formulées, par exemple.

Toutes les lois concernant l'eau sont dispersées sur différents ministères, en fonction de l'objectif de l'eau. Par exemple, le Ministère de l'Agriculture, le Ministère de Minière et le Ministère de la Santé font leurs propres lois relatives à l'eau.

Les corps d'eau ne sont souvent pas limités à un pays. Une rivière peut traverser différents pays, ou différents pays peuvent confiner au même lac ou à la même mer, par exemple. Indépendamment de la législation nationale il est très important que les pays passent des accords internationaux sur la régulation de l'emploi de l'eau ou de la pollution des eaux, par exemple. Certains accords sont appelés conventions.

8.5 _____ **Entreprendre des actions légales**

Normalement il y a des règles limitant ou défendant la pollution des eaux. Si une personne enfreint ces règles sans permission du gouvernement, cette personne porte atteinte à la loi. Si on prouve qu'un cas de pollution est contraire à la loi, l'organisation(s) ou la(les) personne(s) responsable(s) de la pollution seront punies, par exemple en imposant une amende, mises en application des lois pour faire arrêter ou réduire la pollution, ou en faisant débarrasser les déchets.

Entreprendre des actions légales signifie qu'on vérifie si une pollution déplorée est contraire à la loi. Si on veut entreprendre une action légale, il est très important d'entrer en contact avec une organisation capable de vous porter assistance juridique, car une connaissance étendue est nécessaire pour intenter une action légale. En Appendice 14 on peut trouver quelques noms et adresses d'organisations qui peuvent vous donner conseil et assistance juridiques.

On peut intenter une action légale, soit à titre individuel, soit à titre d'organisation qui est reconnue comme une personne juridique dans votre pays. Cela signifie que si on veut intenter une action légale de concert avec un groupe d'hommes, une communauté par exemple, il est absolument essentiel que le groupe se soit fait inscrire officiellement en tant que une organisation (comme une fondation, syndicat, etc.).

Il est très important par rapport aux actions légales, mais aussi si on organise une campagne, que l'information réunie sur le problème de pollution soit fondée sur une évidence exacte et concluante. Il faut donc toujours réunir de l'information avec précaution et la documenter clairement.

8.6 _____ Types d'actions juridiques

Il y a différents types d'actions légales à entreprendre pour réduire ou arrêter une pollution. On peut, soit vérifier des procédures administratives, soit porter une affaire devant le tribunal. Dans cette section les types d'actions sont exposés en termes générales, et non pas spécifiquement pour un pays particulier.

Il sera possible d'entreprendre une combinaison d'actions légales sur le même problème et en même temps. Il faut toujours au début inventorier à fond les possibilités et les chances à l'aide d'une organisation ou d'une personne expérimentées avant de décider d'entreprendre (un) type(s) d'action(s) particulier(s).

1. Vérifier l'administration de l'eau

Quand une usine commence à fonctionner, par exemple, ou qu'un barrage sera construit, il y a un certain nombre de procédures à suivre. En beaucoup de pays la compagnie concernée doit faire une étude des effets (impact) du processus industriel ou du projet de construction pour l'environnement. On appelle cela une Evaluation des Effets pour l'Environnement (Environmental Impact Assessment, E.I.A.). Si une autorisation est concédée de construire un barrage ou une usine, on a convenu que la pollution ou la nuisance subies ne dépasse pas les niveaux prédéterminés. Il existe un service public appelé généralement administration des eaux, qui contrôle si ces prescriptions sont accomplies.

A titre individuel ou à titre d'organisation reconnue, la première chance d'être engagé dans le processus sera d'entreprendre la E.I.A., suivie d'auditions publiques. Si la E.I.A. a été entreprise déjà, on peut contrôler si toutes les procédures prescrites étaient observées avant que l'usine commençât ses activités ou avant la construction démarrât. Enfin, on peut vérifier aussi si la pollution déplorée est autorisée aux termes de la licence délivrée.

En fait on vérifie le service public censé contrôler la pollution. On appelle cela vérification des procédures administratives. Si on trouve des déviations dans la mise en oeuvre des procédures administratives, on peut demander à l'administration des eaux de porter l'affaire en justice.

En théorie, les procédures administratives sont les plus faciles à mener, car on n'intente pas une action juridique soi-même (on demande cela à l'administration) et on n'a pas besoin d'un avocat. Cependant, en pratique il peut être très difficile de réunir toute l'information nécessaire. Bien que dans la plupart des pays l'information de l'E.I.A. doive être accessible à tout le monde, en beaucoup de pays les services publics et les sociétés ne se réjouissent pas des gens vérifiant leurs activités, et retiennent l'information.

2. Porter une affaire en justice

Si on a subi des dommages personnels d'une pollution et l'organisation(s) ou la(les) personne(s) responsable(s) ne sont pas prêts d'indemniser et/ou de réparer le dommage, on peut intenter un procès à cette organisation ou cette personne. Cela peut se produire, par exemple, si quelqu'un a usé de violence contre vous ou qu'il a détruit vos propriétés, ou si on est personnellement atteint par une pollution. On a à prouver qu'on a subi un dommage, que le dommage est causé par la pollution (et pas par autre chose), et la(les) organisation(s) ou la(les) personne(s) responsable(s) de cela. Si, après l'interrogation des parties, le juge croit qu'on dit la vérité et la partie accusée est déclarée coupable, on a eu gain de cause et la(les) partie(s) responsable(s) est(sont) obligée(s) à indemniser. En fonction de l'affaire, l'organisation(s) ou la(les) personne(s) responsable(s) peut être forcée(s) à arrêter ou réduire la pollution, de réparer le dommage et/ou d'enlever les déchets.

On peut porter une affaire en justice à titre individuel ou à titre d'organisation reconnue. Si on agit en tant que organisation, il doit être une relation évidente aux objectifs et aux activités de l'organisation et à l'affaire en question.

3. Une action publique

Si une pollution n'atteint pas personnellement ou en tant que groupe, par exemple si elle atteint une région qui n'est pas votre propriété (fleuve ou lac publique), on peut porter plainte contre l'organisation(s) ou la(les) personne(s) responsable(s) par voie d'une action publique. Ainsi on tente de protéger l'environnement (milieu), victime d'une pollution. En pratique il est souvent très difficile de gagner ce type d'affaire, car en de multiples cas il est très difficile de déterminer exactement quel dommage ou quels changements dans l'environnement sont causés par une pollution particulière. Surtout dans les pays où la loi relative à l'environnement sera relativement nouvelle, il se peut qu'il n'y ait pas suffisamment d'expérience avec ce type d'affaire.

8.7 _____ Suggestions finales

Les problèmes de pollution des eaux et la législation relative à l'eau peuvent varier énormément en différents pays du monde, et en différentes régions dans un pays. Il est, de ce fait, impossible de noter toutes les activités à entreprendre pour réduire ou éliminer un problème de pollution dans un seul manuel. Pour un complément de suggestions on peut toujours tenter d'entrer en contact avec d'autres organisations et de gens avec les mêmes expériences.

Il faut toujours essayer d'adapter les suggestions énoncées dans ce manuel, aussi bien que les suggestions obtenues ailleurs, autant que possible, à sa propre situation.

Description du corps d'eau

Superficie totale du corps d'eau:
(mesurée ou estimée)

Type(s) d'utilisation de la terre présente:

Si l'eau est stagnante

Nombre et noms des eaux affluentes:

Nombre et noms des eaux effluentes:

Si l'eau coule

Source de l'eau:

Vitesse de l'eau:
(estimée m/s)

Région recherchée est dans la partie supérieure, centrale ou inférieure
du ruisseau/rivière:

Nombre et noms des affluents (rivières tributaires):

Description du bassin fluviale

Nom du bassin:
(sous-terrain à drainer, si applicable)

Superficie du bassin:
(longueur et largeur estimée)

Nombre et noms de corps d'eau majeurs à l'intérieur du bassin:
(ruisseaux, rivières, étangs, terres inondées, lacs, autres)

--
--
--
--

Type(s) d'utilisation de la terre présente:

--
--
--
--
--
--
--

Points d'observation

(nombre et description)

Région recherchée:

--
--
--
--
--
--
--
--

Bassin:

--
--
--
--
--
--
--
--

Photos preneuses:

(nombre, endroit, date et description sommaire)

--
--
--
--
--
--
--

2 Feuille de Données de la Recherche sur le Terrain 2

Indications de pollution des eaux relatifs à utilisation de la terre

Il faut rechercher toutes les utilisations de la terre inscrites sur la feuille de données numéro 1, pour trouver des indications de pollution des eaux, en faisant usage de un ou plusieurs points d'observation pour chaque utilisation de la terre. 'PO' équivaut à point d'observation.

Forêt

→ Il faut rechercher s'il y a des solides en suspension ou non (eau couverte ou boueuse) provenant d'érosion causée par exploitations de bois, travaux de construction ou exploitations minières.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Région forestière (ha ou km ²):			
Exploitation de bois:			
Exploitation minière:			
Travaux de construction:			
Clarté de l'eau:			
Autres:			

Terres de culture (bétail et cultures)

→ Il faut rechercher des fèces animales dans l'eau. Il faut rechercher les abreuvoirs pour le bétail, et suivre son nez. Il faut aussi rechercher l'érosion de travaux agricoles, indiquée par une apparence brune et boueuse de l'eau. La présence de nutriments (issus de fertilisants) est indiquée par une couleur verte de l'eau. Les pesticides sont indiqués par la présence de conteneurs à pesticides, et par une odeur âcre (âpre). On peut demander aux paysans s'ils emploient des fertilisants et pesticides et si oui, de quel type de fertilisant il s'agit.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Superficie terres (ha ou km ²):			
Type(s) de culture:			
Conteneurs à pesticides:			
Type(s) de bétail:			
Nombre de bétail:			
Fèces animales dans l'eau:			
Couleur de l'eau:			

Odeur de l'eau:			
Information issue des paysans:			
Autres:			

Industries

→ il faut rechercher des changements de couleur. Une couleur verte dénote un enrichissement de nutriments (algues). Une odeur âcre (âpre) dénote une pollution industrielle générale. Une couleur rouge foncé, pourpre, bleue ou noire de l'eau peut indiquer une pollution organique des matières colorantes, des tanneries ou des matières textiles. La pollution organique peut être indiquée par un fond boueux, vaseux, parfois par l'eau boueuse et foncée, et par l'odeur d'oeufs pourris.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Type(s) d'industrie:			
Couleur de l'eau:			
Odeur de l'eau:			
Clarté de l'eau:			
Type de sol de l'eau:			
Autres:			

Déchets ménagers avec système d'égouts

(installations d'épuration, tuyaux d'égout ou autres)

→ il faut rechercher une pollution organique indiquée par un fond boueux, vaseux, et par une odeur comme des oeufs pourris. L'eau foncée, boueuse peut être causée par des solides en suspension et/ou une pollution organique. Les eaux dégoûtées peuvent aussi contenir des nutriments, indiqués par une odeur verte, et par beaucoup d'autres types de pollution, comme des métaux (tels que plomb), sels, produits chimiques et huile. L'huile est perceptible par une réflexion polychrome sur l'eau.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Nom village, ville:			
Nombre de habitants:			
Tuyau(x) d'égouts:			
Couleur de l'eau:			
Type de sol de l'eau:			
Clarté de l'eau:			
Autres:			

Déchets ménagers sans système d'égouts

→ il faut rechercher les places de défécation employée par les hommes. Une zone de défécation en plain air ou fosses d'aisances peuvent indi-

quer des maladies. Il faut rechercher ce que les hommes font de leurs eaux ménagères. Des savons sont perceptibles par la couleur blanche de l'eau, parfois avec une écume blanche.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Nom village, ville:			
Nombre de habitants:			
Méthode de défécation:			
Couleur de l'eau:			
Odeur de l'eau:			
Autres:			

Ordures solides

→ Il faut rechercher les ordures rejetées dans l'eau. La pollution organique peut être visible sous forme d'une couleur noire, d'un fond boueux, vaseux, et dans des cas graves d'une odeur d'oeufs pourris. Une réflexion multicolore sur la surface de l'eau marque la présence d'huile.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Superficie zone de décharge:			
Couleur de l'eau:			
Odeur de l'eau:			
Ordures présente:			
Type de sol de l'eau:			
Autres:			

Exploitation minière

→ il faut rechercher des solides en suspension, marqués par une couleur brunâtre, boueuse de l'eau. Un dépôt jaune et orange peut être là au fond, dû à un taux élevé de fer.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Zone minière (ha ou km²):			
Type(s) de mineral:			
Clarté de l'eau:			
Couleur de sol:			
Autres:			

Etangs de pêche

→ Il faut rechercher l'emploi excessif de pesticides et de fertilisants. La présence de nutriments (issus de fertilisants) est marquée par une couleur verte de l'eau. Les pesticides peuvent être marqués par la présence de conteneurs à pesticides, et par une odeur âcre (âpre). On peut aussi demander aux paysans s'ils emploient des pesticides et si oui, de quel type il s'agit.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Type de poissons élevés:			
Superficie étang(s) de pêche:			
Couleur de l'eau:			
Conteneurs à pesticides:			
Odeur de l'eau:			
Information issue des paysans:			
Autres:			

Construction

→ des activités troublant la terre, telles que la construction de maisons et de routes, entraînent une érosion du sol. Donc, il faut rechercher des eaux couvertes ou boueuses.

	PO	PO	PO
Nom et nombre PO:			
Construction de maisons:			
construction de routes:			
Clarté de l'eau:			
Autres:			

Brun clair à brun foncé

→ est causé par des solides en suspension dans l'eau, produisant une couleur boueuse ou couverte. L'érosion peut être causée par exploitations minières, activités agricoles, eaux d'évacuées des zones urbaines, routes non pavées et travaux de construction.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Exploitation minière:			
Travaux agricoles:			
Zones urbaines:			
Routes non pavées:			
Travaux de construction:			
Découvertes spécifiques:			

Bleu

→ peut marquer la présence de cuivre. Le cuivre peut causer des irritations de la peau. Le thé sent étrange après l'ébullition. La poisson peut mourir. Le cuivre est employé comme pesticide. Les pesticides peuvent être marqués par la présence de conteneurs à pesticides, et par une odeur âcre (âpre). On peut aussi demander aux paysans s'ils emploient des pesticides et si oui, de quel type il est question.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Conteneurs à pesticides:			
Information issue des paysans:			
Odeur de l'eau:			
Découvertes spécifiques:			

Une couche superficielle après s'être baignée pendant 6 à 8 heures

→ cela indique la présence de fer, cela peut souvent ressentir dans les ménages.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Nom village, ville:			
Nom ménage:			
Découvertes spécifiques:			

Une réflexion multicolore

→ marque de l'huile flottant sur l'eau. Une pollution de l'huile peut causée par de forages de pétrole, d'exploitations minières, de rejets maritimes, de stations-service et garages ou bien de décharge de voitures.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Drainage d'une exploitation minière:			
Forage de pétrole:			
Déchets de pétrole de navires:			
Stations-service:			
Décharge de garage/voitures:			
Découvertes spécifiques:			

Des dépôts blancs autour des rives

→ peut indiquer une pollution de sel causée par des activités dans un puits de pétrole.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Forage de pétrole:			
Découvertes spécifiques:			

Rouge foncé, pourpre, bleu, noir

→ indique une pollution organique de matières colorantes issues de tanneries ou de textiles.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Industrie(s) de tannerie:			
Découvertes spécifiques:			

_____ Odeurs issues de sources non identifiées

Une odeur d'oeufs pourris

→ peut indiquer une pollution organique, et peut être causée par des déchets ménagères ou des industries.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Industrie(s):			
Déchets ménagères:			
Zone(s) de décharge:			
Découvertes spécifiques:			

Odeur de musc

→ peut marquer la présence d'une décharge des eaux d'égout ou d'abattis, dégradant les algues ou d'autres conditions.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Tuyau(s) d'égout:			
Fèces d'animaux:			
Algues mortes:			
Découvertes spécifiques:			

Odeur âcre (âpre)

→ peut indiquer la présence de pollution provenant de l'industrie ou des pesticides.

	OP	OP	OP
Nom et nombre PO:			
Industrie(s):			
Terres de culture:			
Emploi de pesticides:			
Découvertes spécifiques:			

Odeur de chlore

→ peut marquer qu'un installation d'épuration ou bien une industrie chimique pollue son effluent de chlore.

	OP	OP	OP
<i>Nom et nombre PO:</i>			
<i>Installation d'épuration:</i>			
<i>Industrie(s):</i>			
<i>Découvertes spécifiques:</i>			

Ecume

→ si elle est blanche, et qu'elle soit plus haut de 5 centimètres, l'écume généralement provient de détergents. L'écume peut aussi provenir d'algues qui se décomposent, marquant une pollution de nutriments.

	OP	OP	OP
<i>Nom et nombre PO:</i>			
<i>Zones de laver:</i>			
<i>Tuyau(s) d'égout:</i>			
<i>Terres de culture:</i>			
<i>Découvertes spécifiques:</i>			

4 _____ Feuille de Données de la Recherche Biologique 1 Description Générale

Il faut copier cette feuille de données et en fournir une copie à chaque groupe de participants engagée dans la recherche. Il faut utiliser une feuille de données pour une Recherche Biologique. Il faut écrire des remarques additionnelles nécessaires pour décrire l'eau recherchée au verso du papier.

Données générales

Date:

Nom(s) du chercheur(s):

Nom de province/municipalité:

Nom, adresse d'organisation:

Photos preneuses:
(nombre et description)

Description du corps d'eau

Type de corps d'eau recherché:
(ruisseau, fleuve, rivière, lac, étang, réservoir, estuaire, autres)

Endroit:
(référence à carte(s), référence à autres recherches, nom)

Superficie totale du corps d'eau:
(eau stagnante en m² ou km², longueur et largeur de l'eau courante en m ou km)

5 _____ Feuille de Données de la Recherche Biologique 2 Indices Biologiques

Il faut copier cette feuille de données et fournir une copie à chaque groupe engagé dans la recherche. Il faut utiliser une feuille de données pour chaque point d'observation biologique. Il faut écrire des remarques additionnelles nécessaires pour décrire le point d'observation biologique au verso du papier.

Description du point d'observation biologique

Endroit:

(Nom, nombre, référence à carte(s), référence à la Recherche sur le Terrain, description sommaire)

Longueur et largeur: par m

Profondeur de l'eau: m

Vitesse du courant: m/s *(estimée, voir section 3.5)*

Description de la rive:
(altitude, pente)

Description des substances du fond:

(feuilles mortes, sel, sable, boue, roches, rochers, autres)

Couleur du fond d'eau:

Carte de vue d'en haut du pont d'observation biologique:

(types de sol, plantes et animaux présents inclus)

Carte de coupe transversale du point d'observation biologique:

(types de sol, plantes et animaux présents inclus)

Bactéries

Le fungus d'égout (*Sphaerotilus natans*)

Description de l'endroit précis:

(type de substrat, submergé ou à la surface, autres)

Quantité estimée (volume en cm² ou dm²):

Référence au dessin:

Source(s) potentielle(s) de pollution organique:

(système d'égout, industrie(s) alimentaires, industrie(s) de papier, autres, avec une description sommaire de l'endroit)

--
--
--
--
--
--
--
--
--

Autres remarques:

Algues

Algues planctoniques présentes

Couleur de l'eau:

Clarté de l'eau:

(transparente, modérée, moyenne ou très turbide)

Présence d'algues mortes:

(écume présente, type d'odeur)

Autres remarques:

Algues benthiques présentes

(voir aussi appendice 6)

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Nom				
Couleur				
Etendue (cm)				
% Couverture (estimée)				
Flottant ou submergées				
Type de substrat				
Référence au dessin				
Autres remarques				
Indiquant de l'eau polluée ou pure				
Sources utilisées autres qu'en Appendice 6:				

Plantes aquatiques

Types (si possible noms) des plantes aquatiques présentes:
(flottant, submergées complètement ou en partie, enracinées dans le fond ou non, avec nombre estimé de présence et référence au dessin)

--

--

Nombre estimé de types de plantes présentes à m²

nombre total estimé de plantes présentes à m²

Diversité estimée:
(élevée, modérée, basse)

% Couverture de surface d'eau avec feuilles flottantes:
(estimée)

Nombre estimé de plantes mortes présentes à m²

Changements historiques en présence de plantes:

Autres remarques:

Vertébrés

Description des vertébrés vus ou entendus:

(endroit, nom, nombre, masculine/féminine, heure et date d'enregistrement, référence au dessin)

Oiseaux:

(oiseau aquatique et autres)

--

--

Reptiles et amphibiens:

--

--

Mammifères:

--

--

Changements historiques en présence:

Autres remarques:

Poissons

Méthode(s) de recherche:

(observation visuelle, échantillons de pêcheurs ou de soi-même, source(s) d'information)

Méthode d'échantillonnement:

(matériel, actions)

Superficie de la zone échantillonnée: m²

Types de poissons présents dans l'eau:

(nom, si possible local et scientifique, référence au dessin, si possible niveau alimentaire)

--

--

--

Changements historiques en population des poissons:

Présence de poissons mortes (types et nombres):

Présence de poissons nageant irrégulièrement (types et nombres):

Présence de poissons malades (symptômes spécifiques):

Autres remarques:

Littérature et personnes utilisées à des informations:

Macroinvertébrés

Méthode d'échantillonnement:
(matériel, actions)

Superficie de la zone échantillonnée: m^2

Types et nombres d'animaux apportés:
(noms, référence aux dessins)

Description de la zone échantillonnée:
(type de sol, profondeur)

Conditions atmosphériques du temps de l'échantillonnement:

Conditions atmosphériques de la période antérieure:

Autres remarques:

Score du Sequential Comparison Index (SCI)

$$SCI = \frac{\text{nombre de séquences}}{\text{nombre total de macroinvertébrés triés}}$$

- 0 - 0.3 *qualité pauvre de l'eau*
 0.3 - 0.6 *qualité moyenne de l'eau*
 0.6 - 1 *bonne qualité de l'eau*

<i>endroit d'échantillonnement</i>		
<i>Nombre</i>	<i>Description</i>	<i>SCI</i>

Score de la Pollution Tolerance Index (PTI)

<i>Groupe 1</i>	<i>Groupe 2</i>	<i>Groupe 3</i>	<i>Groupe 4</i>
Mouche de les pierres	Trichoptère	Simulie	Chétopodes
Mouche de ibis	Ephémère	Moustique	Sangsue
Mouche d'aune	Coléoptère du rousseau	Aselle	Escargots pulmonés
	Demolselle	Gammars	Moustique
	Grande Libellule	Escargots prosobranches	
	Ecrevisse		
	Tipule		
	Moules et palourdes		

Nombre de Types $\times 1 =$ (a) Nombre de Types $\times 2 =$ (b) Nombre de Types $\times 3 =$ (c) Nombre de Types $\times 4 =$ (d)

$$(a) + (b) + (c) + (d) =$$

$$\frac{\text{Totalité de tous les scores}}{\text{Nombre total de différents types}} =$$

Les algues de l'eau pure

Lemanea

La Lemanea a des fils courtes (2,5 à 15 cm), de couleur entre olive foncé et noire. Les fils sont raides et ne sont pas ramifiées, et elle peut s'attacher au fond de l'eau, aux roches, aux lochs submergés, aux plantes ou à autres surfaces. La Lemanea se retrouve dans les eaux agitées, et elle se retrouve typiquement dans les eaux courantes et au bord des lacs.

**Rhizoclonium**

La Rhizoclonium en général a des fils longs, verts et de soie (jusqu'à 60 cm), qui forment une masse dure d'algues. Les fils n'ont pas de boutons et ne sont pas ramifiés, et peuvent s'attacher au fond de l'eau, aux lochs submergés, aux plantes ou à autres surfaces. La Rhizoclonium se retrouve typiquement dans des eaux courantes et au bord des lacs.

**Diatomées**

Les Diatomées existent en différentes formes. Un type vit dans des colonies glaireuses et elles ont une couleur entre dorée et brune. Les plantes individuelles ne sont pas perceptibles. Ces Diatomées s'attachent ou sont attachées d'une façon lâche à leur substrat et elles poussent souvent sur de la boue. Elles se trouvent typiquement dans des eaux stagnantes ou dans des eaux qui coulent lentement, et aussi dans des fontaines et des criques.



Un autre type a une couleur entre mordoré et brun foncé. Les Diatomées vivent dans des colonies glaireuses et forment de la bourbe de rochers. Elles s'attachent aux plantes ou à autres surfaces, et se trouvent dans les eaux courantes et au bord des lacs.

Le troisième type est une algue planctonique qui donne l'eau une couleur entre jaune-vert et jaune-brun à mesure qu'elle est distribuée uniformément dans la colonne d'eau. Les algues individuelles sont pour la plupart des organismes microscopiques en suspension dans l'eau et qui ne forment pas d'écume de surface. Ces Diatomées se trouvent typiquement dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement.

Oedogonium

Cette algue a des fils non ramifiés, formant des tapis ou s'attachent ou sont attachés d'une manière lâche à des substances variées telles que bois submergé, bâtons, mauvaises herbes et brins d'herbe. L'Oedogonium ne pousse pas sur la boue du fond. Elle se trouve dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement. Elle pousse aussi sur les parois des réservoirs.

**Batrachospermum**

La Batrachospermum se trouve normalement dans ou en dessous des fontaines. Elle a une couleur entre olive foncé et noire et est caractérisée par des masses compactes et gélatineuses (glaireuses). Elle pousse en s'attachant à chacun substrat.



Un autre type de Batrachospermum est compact, glaireux, et a une couleur entre olive et rougeâtre-pourpre. Les fils se ramifient et sont emboîtés dans une masse comme pudding. Cette Batrachospermum se trouve fréquemment dans les fontaines ou dans l'écoulement des fontaines, dans les eaux courantes ou bien sur les rives. Elle pousse aussi sur les murailles des réservoirs.

Algues aquatiques polluées

Cladophora

La Cladophora a une couleur entre vert foncé et brunâtre-vert. Les fils sont touffus et rugueux, et sont souvent long (parfois de 90 à 120 cm). Les fils s'attachent ou sont attachés d'une manière lâche à un substrat, mais elle ne s'attache pas au bois submergé et elle ne pousse pas sur la boue du fond. La Cladophora se trouve dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement.



La Cladophora figure aussi comme une masse rugueuse, touffue, de couleur entre vert foncé et brunâtre-vert. Les fils se ramifient et s'attachent au fond de l'eau, aux rochers, aux lochs submergés, aux plantes ou à autres surfaces. Ce type se trouve typiquement dans les eaux agitées, les eaux courantes, et au bord des lacs.

Un autre type de Cladophora a une couleur entre verte et brunâtre-vert. Cette Cladophora forme des tapis de fils longs, ramifiés, touffus et rugueux. Les fils s'attachent au fond de l'eau, aux rochers, aux lochs submergés, aux plantes ou à autres surfaces. Elle se trouve dans les fleuves et les lacs enrichis de nutriments, et se trouve souvent dans les eaux qui coulent très rapidement.

Euglena (viridus)

L'Euglena est une algue planctonique (en suspension) et forme une écume de surface verte (parfois rougeâtre) ou bien apparaît comme 'herbe coupée' dans l'eau. Les algues individuelles sont moins de 2 mm de long et ne possèdent pas de racines. L'Euglena se trouve typiquement dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement.



Spyrogyra

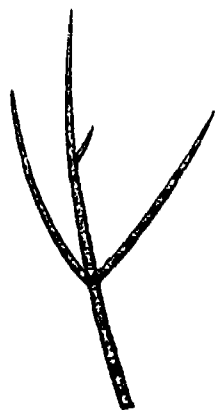
La Spyrogyra a une couleur entre verte claire et jaunâtre, se composant de tapis filandreux et flottants, s'accumulant souvent près des rives et dans les criques, mais elle peut couvrir la surface entière d'un lac ou d'un étang. Les fils sont de sole, pas ramifiés, glissants, et les bouts se tortillent quand ils sont dressés. Les fils s'attachent ou sont attachés d'une manière lâche à un substrat, mais ils ne sont pas attachés au bois submergé ni poussent sur la boue du fond. La Spyrogyra se trouve souvent dans les régions de limon, et se trouve typiquement dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement.

Un autre type de Spyrogyra est de couleur verte vive, en suspension ou attachée d'une manière lâche à un substrat, très glissante, et forme souvent des tapis qui contiennent des bulles d'oxygène.

Stigeoclonium

La Stigeoclonium forme une masse glissante, vert clair d'algues. Les fils ramifiés s'attachent au fond de l'eau, aux rochers, aux lochs submergés, aux plantes aquatiques ou à autres surfaces. La Stigeoclonium se trouve typiquement dans les eaux agitées, dans les eaux courantes et au bord des lacs.





Un autre type de *Stigeoclonium* forme des masses éclatantes de couleur verte et glissantes. Les longs fils ramifiés sont emboîtés dans une masse comme pudding, et se peuvent attachés au fond de l'eau, aux rochers, aux lochs submergés, aux plantes aquatiques ou à autres plantes. La *Stigeoclonium* se trouve typiquement dans les eaux courantes et au bord des lacs.

Algues bleu-vert

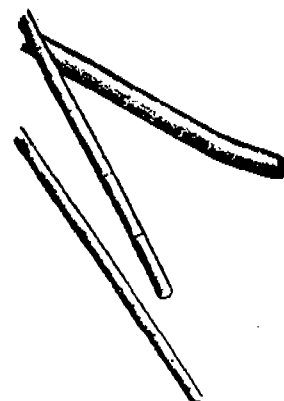
Il y a différents types d'algues bleu-vert. Un type se trouve comme une masse sans fils, en forme d'une feuille rougeuse et membraneuse, constituée de colonies glissantes. La couleur est entre verte et olive. Les plantes individuelles ne sont souvent pas visibles. Elle peut s'attacher ou est attachée d'une manière lâche à un substrat, souvent de la boue. Elle se trouve dans les fontaines et les criques, dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement (par exemple, *Lyngbya*).

Un autre type d'algue bleu-vert est bleu-vert, olive ou noir, et forme des colonies rondes, glissantes et comme pudding. Souvent, les plantes individuelles ne sont pas perceptibles. Elle peut s'attacher ou est attachée d'une manière lâche à un substrat, souvent de la boue. Elle se trouve dans les fontaines et les criques, dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement (par exemple, *Oscillatoria*, *Schizothrix*, *Phormidium*).

Il existe aussi des colonies d'algues en suspension, bleu-vert de couleur entre vert foncé et noire, constituées de tapis filandreux et velouté qui sont faciles à séparer. Les tapis s'accumulent souvent près du bord des lacs et dans les criques, mais ils peuvent couvrir la surface entière d'un lac ou d'un étang, s'accumulant à la surface de l'eau, et constituant une floraison (écume de surface). Ce type d'algue bleu-vert se trouve typiquement dans les eaux stagnantes et dans les eaux qui coulent lentement, par exemple *Oscillatoria*.

L'écume a une couleur entre vert claire et bleu-vert, semblé la soupe aux pois, est aussi un type d'algue bleu-vert. Les plantes individuelles sont moins grandes que 2 mm, sans racines. Ils vivent en suspension et accumulent à la surface de l'eau, et constituant une floraison (écume de surface), ou bien apparaît comme 'herbe coupée' dans l'eau. Ce type d'algue bleu-vert se trouve typiquement dans les eaux stagnantes et dans les eaux qui coulent lentement, par exemple *Anabaena*.

Les algues (planctoniques) en suspension, de couleur bleu-vert clair à bleu-vert comme soupe aux pois, sont distribuées dans les couches supérieures de l'eau, en ne formant pas d'écumes de surface. Ce type d'algue bleu-vert se trouve dans les eaux stagnantes ou dans les eaux qui coulent lentement, par exemple *Anabaena*.



7 Liste des Macroinvertébrés

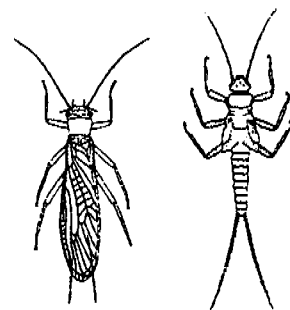
Cet appendice fournit les types majeurs de macroinvertébrés se trouvant dans les eaux fraîches. Il faut prendre note que tant les descriptions que les dessins sont très généraux, et qu'il y a beaucoup de déviations possible (concernant couleur, taille, et la forme de certaines parties du corps, par exemple). Bien que cette liste de macroinvertébrés soit universellement applicable, pas tous les macroinvertébrés ne se retrouvent dans toutes les parties du monde. En conséquence, il faut adapter les descriptions et les dessins aux circonstances locales dans son pays.

Macroinvertébrés prédominant dans les eaux pures

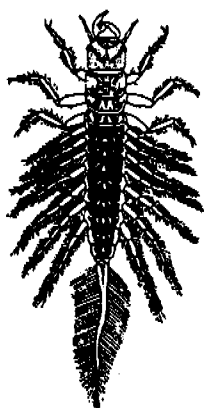
Larves de mouche de les pierres (*Plecoptera*)

Les larves de mouche de les pierres ont de longs pattes constitués de trois parties, chacun à deux petits crochets, et deux queues s'allongeant de la partie postérieure. Les larves de mouche de les pierres sont en général gris-brun, mais elles peut être aussi de couleur claire, variant de mordoré, brune ou doré à noir luisant. Certaines apparaissent enveloppées d'une culrasse, ornée de couleur jaune et brun foncé. Leur longueur varie, mais elle est d'environ 2.5 cm au maximum.

En règle générale, ces insectes se déplacent lentement, vivant dans des régions protégées en débris, en feuilles, en sable ou en terre battue, ou sous les pierres. Normalement les plécoptères se trouvent dans les eaux courantes froids, contenant beaucoup d'oxygène. Elles abondent plus en ruisseaux avec un fond de terre battue ou de pierres. Quelques espèces vivent dans les eaux stagnantes. Elles sont très sensibles à une pollution, en particulier à un manque d'oxygène.



Larves de mouche d'aune (*Megaloptera*)

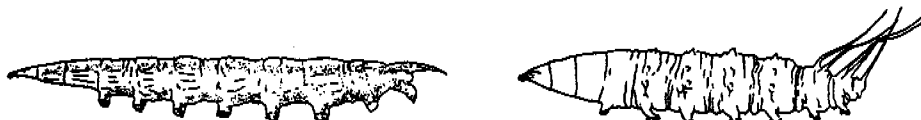


Ces insectes sont très marquants dans la phase de larve. Elles ont des mâchoires largement développés et une queue poilue. Leurs gros et longs corps ont une peau épaisse, et souvent de couleur mat jaune, brune et mordoré. Les larves de mouche d'aune sont appelées hellgrammites et sont connues comme un appât délicieux des poissons. Leur longueur est de 3 cm à 7.5 cm.

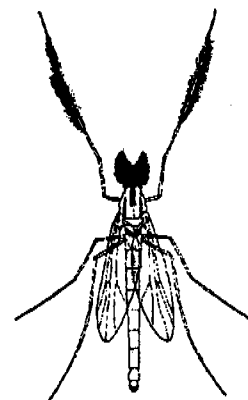
Elles se trouvent rampant au fond ou enterrées dans la boue des lacs et des terres inondées. En fonction de l'espèce, on peut les trouver en tous types d'eau, tant stagnantes que courantes.

Larves de mouche de ibis (*Diptera Athericidae*)

Les larves de mouche de ibis ont un corps étiré, cylindrique et légèrement aplati, avec l'abdomen en forme de cône. Elles ont deux queues



frangées au bout de l'abdomen. La couleur varie, et la longueur est d'environ 1.2 cm au maximum.



Les larves vivent seulement au fond des eaux courantes pures.



Argyronète (*Argyroneta aquatica*)



On peut trouver l'argyronète, avec l'apparence d'une araignée normale, dans les eaux stagnantes claires, avec de multiples plantes aquatiques et beaucoup d'oxygène. L'argyronète amène des bulles d'oxygène de la surface vers sa toile, où elle forme une bulle en forme de une cloche. L'argyronète demeure la plupart du temps dans cette cloche, et respire via la bulle d'air. Quand l'argyronète nage, le corps poilu est couvert d'une couche d'oxygène, qui la donne une apparence d'argent. L'argyronète est sensible à une pollution.

Macroinvertébrés prédominant dans les eaux polluées modérément

Larves du trichoptère (*Trichoptera*)

Le trichoptère (vers d'eau) adulte est une espèce de phalène. Les larves du trichoptère sont caractérisées par un corps cylindrique, avec trois paires de pattes attachés au devant du corps, juste derrière la tête. Il a deux petits crochets s'allongeant de la partie postérieure.

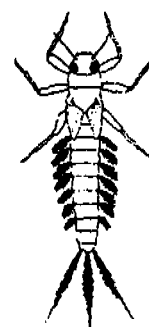
Les larves des trichoptères sont connues pour leur construction d'enveloppes (cageots) creuses qu'elles entraînent avec elles ou bien attachent aux rochers. La meilleure méthode pour les trouver est de chercher au fond des eaux peu profondes des débris en mouvement. Si on regarde de près, on peut voir la tête foncée du trichoptère qui apparaît. Les enveloppes cylindriques creuses se composent de grains de sable, de petits morceaux de feuilles, d'herbes, d'écorces et de brindilles. Il existe aussi différentes espèces de larves des trichoptères vivant sans enveloppe. Un certain nombre d'espèces vivant dans les rivières et les fleuves construisent des filets pour prendre leur nourriture de l'eau courante. La longueur des larves est d'environ 2,5 cm au maximum.

La plupart des larves du trichoptère vivent dans les eaux courantes claires, mais certaines se trouvent dans les eaux stagnantes. Les larves du trichoptère vivant dans les eaux courantes sont très sensibles à une pollution, en particulier à un manque d'oxygène. Les types vivant dans les eaux stagnantes peuvent tolérer une petite quantité de pollution.

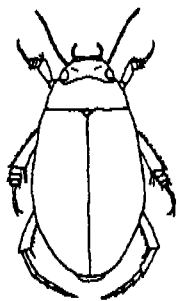
Nymphes des éphémères (*Ephemeroptera*)

Les nymphes de l'éphémère ressemblent beaucoup aux larves des mouches de les pierres. Cependant, elles ont normalement trois queues (parfois deux), et un crochet au bout des pattes. Leurs antennes sont relativement courtes. La couleur varie de verte ou brune à grise, mais elle est le plus souvent noire. Leur longueur est de 2,5 cm au maximum.

On peut les trouver en grimpant sur les plantes submergées ou bien en rampant et se frayant un passage à travers le fond. Les nymphes de l'éphémère se trouvent dans tous types d'eau fraîche où l'approvisionnement en oxygène soit suffisant, mais le plus souvent dans les eaux courantes pures. Les adultes de certaines espèces de l'éphémère (*Hexagenia*, par exemple) émergent en même temps de l'eau, quand elles sont matures, formant une nuée noir d'éphémères.



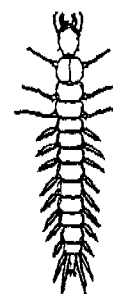
Larves du coléoptère et adultes (*Coleoptera*)




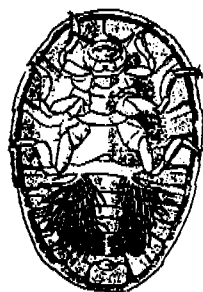
Les coléoptères constituent le groupe le plus large d'insectes vivant dans l'eau. Les coléoptères adultes sont facilement reconnus, mais les larves se confondent avec d'autres animaux. Les larves du coléoptère sont totalement différentes des adultes, et varient largement en apparence. Certaines sont en état de nager, alors que d'autres rampent ou se promènent. Les larves des coléoptères se trouvent normalement dans les mêmes régions que les coléoptères adultes.

Beaucoup de coléoptères aquatiques adultes aspirent l'oxygène de l'air. Elles stockent l'air sous l'enveloppe de leur ailes, ou bien attrapent des bulles d'air sur le poil couvrant les pattes et l'estomac. On peut trouver différentes espèces de coléoptères dans les eaux courantes comme dans les eaux stagnantes. Les adultes se trouvent normalement en endroits peu profonds sur les plantes ou les débris. Beaucoup s'attachent aux bâtons ou aux lochs.

Un des coléoptères les plus visibles à la surface tourne en nageant, en mouvements circulaires (helter-skelter). On dirait qu'il est à écrire. C'est le gyryn (*Gyrinidae*). Le gyryn vit en eau assez enrichi de nutriments, sans autre pollution. Il se trouve dans les eaux stagnantes.

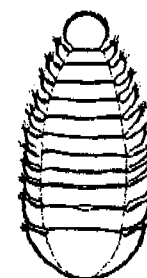


Le coléoptère du rousseau (*Elmiphidae*) se trouve dans les rivières étroites, souvent entre les pierres et la mousse souterraine. Les larves du  coléoptère du rousseau ressemblent à un petit torpédo, avec des raies circulaires ou des cercles autour du corps. Leur corps est taillé en pointe à deux extrémités, et le bout arrière a une masse pelucheuse. Leur couleur est normalement grisâtre; leur longueur est en dessous de 1.5 cm.



Les larves du petite coléoptère de l'eau (*Psephenidae*) sont très plates et vivent en général attachées aux rochers dans les eaux qui coulent fort et pures. Leur taille est en dessous de 4.5 à 6 mm.

En général les coléoptères adultes sont tolérants à une variété large de polluants. Cependant, les larves sont plus sensibles à ce point (valeur critique est plus élevée à ce point). Ils se trouvent tant dans les eaux courantes que dans les eaux stagnantes.

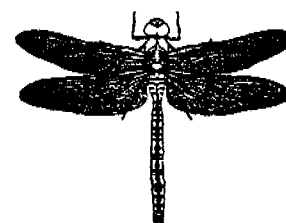


Nymphes de les petites et grandes libellules (*Odonata Zygoptera et Odonata Anisoptera*)

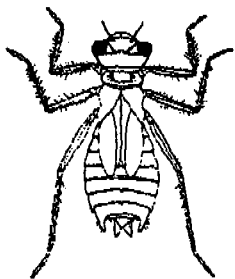
Les libellules adultes sont des insectes aquatiques très connus. Ils ont des corps longs et sveltes, avec quatre ailes gros et forts. Leur gros yeux en forme de balle sont très marquants. Chacun peut les voir se mouvant rapidement autour des eaux.



Les nymphes aquatiques ont un organe très distinct en forme de cuillère pour se ravitailler et qui se replie sous la tête. Il peut avoir la longueur du quart du corps. Quand la nourriture approche, cet organe s'allonge tout à coup, prenant la proie et l'amène vers le bec.

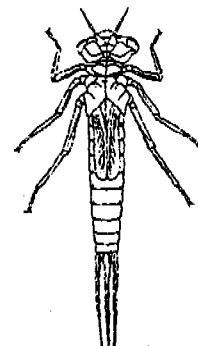


Les nymphes de demoiselle ou petite libellule (zygoptères) ont trois queues en forme de pagaie (effectivement des branchies), situées à



l'arrière. Elles ont trois paires de pattes localisés près du devant du corps. La couleur varie de verte ou brune à noire. Certaines nymphes sont robustes, alors que d'autres sont sveltes. Leur longueur est de 5 cm au maximum. Les nymphes de demoiselles sont en général très actives et vivent le plus souvent entre les plantes aquatiques. Elles tolèrent une petite pollution.

Les nymphes de grande libellule (anisoptères) varient en forme, mais elles ont en général des corps robustes, étirés ou en forme d'araignée, et des algues peuvent pousser sur leur dos. Elles ont trois paires de pattes localisés près du devant du corps, et deux grands yeux aux côtés de la tête. Une paire de petits ailes commence à se développer sur le dos. Leurs branchies sont cachés à l'arrière du corps, avec l'apparence d'un petit pyramide. La couleur peut être brune ou noire, mais elle est souvent verte. La longueur est de 5 cm au maximum.



Les nymphes de grande libellule vivent cachées dans le fond de boue, ou entre les plantes aquatiques, et remuent très lentement en général.

Les larves des petites et grandes libellules préfèrent les eaux stagnantes ou les eaux qui coulent lentement. On les trouve sur les plantes submergées, et dans les régions plus profondes des lacs et des rivières.

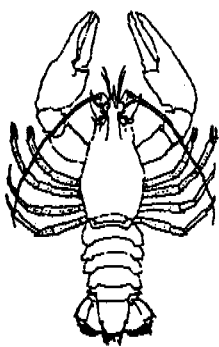
Larves du tipule (*Diptera Tipulidae*)



Les larves du tipule ont l'apparence des vers, ont une peau épaisse et ont une couleur de brunâtre-vert à un peu transparente ou blanchâtre. Elles sont taillées en pointe ou rondes à une extrémité, et elles ont une série de stigmates en forme de disque à l'autre extrémité. Leur longueur est de 7.5 cm au maximum. Les larves se trouvent dans les touffes de mousse, en sel et entre les feuilles dans le fond des eaux peu profondes stagnantes et courantes.

Écrevisses (*Crustacea Astacidea*)

Les écrevisses comptent parmi les macroinvertébrés les plus gros à collecter. Les écrevisses ressemblent aux petits langoustes, et ils ont quatre paires de pattes et une paire de pinces. Leur couleur peut être brune, verte, rougeâtre ou noire. Leur longueur est de 15 cm au maximum.



Ils se cachent normalement sur les bords des fleuves ou bien sous les rochers et les lochs. La plupart de les écrevisses sont des fouisseurs et ils ne sont pas visibles durant la journée, bien qu'on puisse les voir sous les rochers ou les lochs. La nuit, en utilisant un flash, on peut les trouver rampant au fond. Les écrevisses se trouvent dans les eaux courantes et stagnantes, et si l'habitat et la nourriture appropriés sont disponibles, ils peuvent se multiplier considérablement. Ils sont aussi relativement tolérants à une pollution.

Moules et palourdes (*Mollusca Bivalvia*)

Les moules sont caractérisés par des coquilles constitués de deux moitiés reliées par une charnière élastique. Les mollusques sont gros (d'environ 20 cm au maximum), robustes, avec une coquille épaisse ou mince, et normalement de couleur noire. Les palourdes sont petits (taille d'un oignon, 1 cm de diamètre au maximum) et ils sont de couleur claire.

La plupart des moules préfèrent un fond de sable et de terre battue. Les palourdes sont moins exigeants, on les trouve dans toutes sortes de fond.

Les deux sont à trouver partiellement ou complètement cachés en sable, en terre battue ou au fond de boue, normalement en eau avec une profondeur de moins de 2 cm. Les fonds de boue contiennent différents types de fonds de sable et l'envasement, se produisant en beaucoup de réservoirs, tuera beaucoup de types vivant dans le sable. Les deux se trouvent dans les eaux courantes et stagnantes, avec une préférence pour les eaux courantes.



Les palourdes et les moules ne sont pas faciles à observer dans les lacs. Le mieux sera de chercher leurs coquilles au bord de l'eau où elles sont laissées ordinairement par les rats musqués et les ratons laveurs. Il faut rechercher en particulier les endroits où les rats musqués vivent.

Notonecte (*Hemiptera Notonectidae*)

Le notonecte a de longues pattes postérieures aplatis, comme les pagaies, qu'ils emploient pour bondir dans l'eau. Ils utilisent seulement leurs pattes postérieures pour se propulser dans l'eau, et les donnant l'apparence de ramer. Ils nagent souvent sens dessus dessous, car ils portent des bulles d'air pour respirer. Leur couleur est en général gris foncé, brune ou noire. Ils ont un carapace sur le dos.



Le notonecte est effectivement aquatique et demeure dans ou sur l'eau comme adulte, sauf à voler vers d'autres eaux. Ils se trouvent dans les parties peu profondes des rivières et des fleuves en lent mouvement, et dans les étangs et les lacs. Ils ne tolèrent pas bien une pollution.

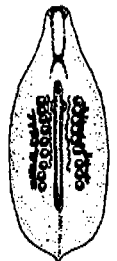
Platodes (*Plathelminthes*)

Les platodes varient de 0,5 à 4 cm quand ils sont allongés. Les platodes vivent dans l'eau durant leur vie. Normalement on les trouve dans les eaux courantes et stagnantes. Ils ne supportent pas la lumière du soleil, donc on peut les trouver sous rochers, lochs, ou feuilles mortes. Ils sont plus actifs pendant la nuit que dans la matinée. Les platodes remuent comme les escargots, mais les espèces plus petites savent nager aussi.



Le platode est sensible à une pollution organique, mais ils aiment vivre dans l'eau avec une pollution modérée causée par

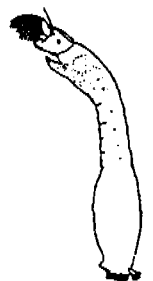
les nutriments. Ils ont besoin d'eau avec beaucoup d'oxygène, normalement les eaux qui coulent fort. Certaines espèces peuvent survivre durant une période avec très peu d'oxygène.



Macroinvertébrés prédominant dans les eaux assez polluées

Larves du simulle (*Diptera Simuliidae*)

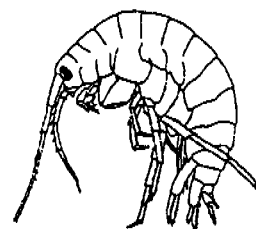
Les larves du simulle sont petites et comme les vers, avec une sorte de petite balle à une extrémité. Quand ils sont hors de l'eau, ils se replient alors qu'ils se tortillent (dandinent). Leur couleur varie de verte et brune à grise, mais elle est normalement noire. Leur longueur est de 0,8 cm au maximum. Elles vivent sur un substrat solide, souvent entassé dans le courant des ruisseaux et des rivières. On peut les trouver aussi dans le déversoir des étangs.



Gammares (*Crustacea Amphipoda*)

Les gammares (crevettes d'eau douce) sont appelés aussi des nageurs latéraux. Ils ont des côtés extrêmement aplatis, et sont normalement enroulés dans une forme de croissant. La couleur de leur

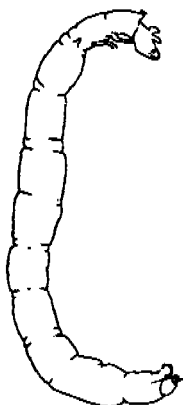
corps peut être blanche ou brune, mais elle est normalement grise. La plupart d'entre eux sont très petits, mais certains peuvent atteindre 1.5 cm en longueur. Ils remuent en frôlant l'eau sur les côtés et en plantant leur corps entier.



On peut les trouver cachés dans les plantes ou sous les débris, souvent dans les eaux peu profondes. Ils sont communs et largement étendus, se trouvent dans une variété large des eaux stagnantes et courantes. Ils sont modérément intolérants à une pollution.

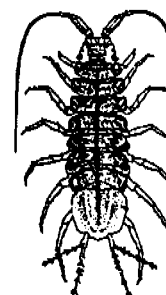
Larves des moustiques (*Diptera Chironomidae*)

Les larves des moustiques sont très petites et minces. Ils ressemblent aux vers et se tortillent intensément quand elles sont hors de l'eau. Leur couleur varie de doré ou brune à verte, mais normalement elles sont noires. Leur longueur est moins de 1.5 cm. Elles se trouvent dans tous les types d'eau, même l'eau salée. Elles vivent dans un fond de vase, sur les substrats solides ou sur les plantes aquatiques.



Aselles (*Crustacea Asellidae*)

Les aselles ressemblant à leurs cousins terrestres, un peu aplatis. Ils ont sept paires de pattes, s'allongeant aux deux côtés. Leur couleur varie; normalement elle est grise, mais parfois brune. Leur longueur est moins de 2.5 cm. Ils rarement inhabitent les hautes eaux, et ils se cachent le plus souvent sous rochers, plantes et débris. Ils sont typiquement des habitants des rivières petites et moyennes et des eaux stagnantes. Les eaux stagnantes et les eaux qui coulent lentement contiennent la plupart des types d'aselles. Ils sont modérément intolérants à une pollution.



Escargots (*Mollusca Gastropoda*)

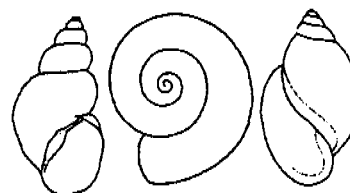


Les escargots sont connus de beaucoup de gens et se trouvent dans presque toutes les eaux, courantes ou stagnantes. Ils rampent sur le fond, se traînent sur les plantes dans les eaux peu profondes, ordinairement moins de 2 mètres en profondeur. Ils ont une grande variété en formes et en taille, mais ils ont le

plus souvent une coquille enroulée et une patte musculaire. La patte dépasse la coquille, et elle est utilisée au mouvement. Quand ils remuent, ils forment des traces irrégulières dans le sédiment. Certaines espèces sont très intolérantes à une pollution et autres sont tolérantes, mais aucune ne peut résister aux acides.

Il y a deux types d'escargots, c'est-à-dire les escargots avec branchies (*Prosobranchia*) et les escargots pulmonés (*Pulmonata*). Les escargots avec branchies sont dépendants du taux d'oxygène dans l'eau, et sont donc sensibles à un manque d'oxygène. Les escargots pulmonés respirent via l'air, et sont donc en état de vivre dans les eaux avec peu ou sans oxygène.

Les escargots prosobranches ont toujours une valve à fermer, à l'ouverture de la coquille. Presque tous les escargots prosobranches sont droitiers. Les escargots droitiers sont à identifier du fait de leur ouvertu-



re de coquille tourbillante sur le côté droit (quand le point de la coquille est à la verticale dans l'air et l'ouverture vous fait face).

Les escargots prosobranches ont toujours une valve à fermer, à l'ouverture de la coquille. Presque tous les escargots prosobranches sont droitiers. Les escargots droitiers sont à identifier du fait de leur ouverture de coquille tourbillante sur le côté droit (quand le point de la coquille est à la verticale dans l'air et l'ouverture vous fait face).

Macroinvertébrés prédominant dans les eaux polluées gravement

Chétopodes (*Oligochaeta*)

Les chétopodes ressemblent aux vers de terre, bien qu'ils sont plus minces. La longueur de leur corps varie de quelques millimètres à 30 cm. Leur couleur est rougeâtre, brune ou grise. Normalement la peau des vers est transparente, donc on peut voir les artères des vers. Beaucoup de vers ont deux touffes de poil, sur chacun des cercles.

Les chétopodes vivent en général dans le fond, aussi bien dans les eaux courantes que dans les eaux stagnantes. Ils aiment les fonds de vase, sable, sédiments d'étendue plus large, restes des plantes et plantes aquatiques. Parfois ils peuvent vivre sur d'autres animaux, par exemple sur les écrevisses. On peut trouver souvent les chétopodes en grand nombre, avec leurs têtes cachées dans le sédiment, et leur partie postérieure tourbillant.

Sur la vase ils forment des colonies avec une apparence de taches rouges.

Comme les chétopodes vivent dans les fonds de vase, ils sont accoutumés à des niveaux bas d'oxygène. Ils peuvent survivre dans les eaux gravement polluées.

Sangsues (*Hirudinea*)

Les sangsues ont la pire réputation de tous les macroinvertébrés, car ils sont parasitaires et certaines espèces attaquent le bétail et les hommes. Cependant, ils peuvent être très beaux, avec des couleurs claires et des formes uniques dans la longueur de leur corps. La couleur peut être verte, noire, brune ou grise, et des taches blanches, jaunes, bleues ou rouges se produisent. La longueur est de 13 cm au maximum. Les sangsues ressemblent aux vers, mais ils n'ont pas de poil sur leur peau. Ils ont deux ventouses sur leur ventres, une sur le devant et l'autre sur le dos du corps.

Les sangsues peuvent vivre dans chaque corps d'eau, stagnante ou courante, quoi qu'ils soient trouvés en grand nombre dans les eaux stagnantes. Ils préfèrent les eaux peu profondes avec beaucoup de plantes aquatiques. Normalement les sangsues se trouvent sur le côté inférieur des rochers et des pierres (substances stables). En général, les sangsues sont actifs pendant la nuit.

La plupart des espèces peuvent tolérer une pollution, mais peu peuvent vivre dans les eaux fortement acides. La plupart des sangsues peuvent vivre quelques jours durant sans oxygène, et constituent donc un indice des eaux modérément ou gravement polluées.



Goût de l'eau:

Clarté de l'eau:

(*claire, modérément claire, assez claire, très turbide*)

Autres remarques:

Sources potentielles de contamination fécale

A) Système d'égouts

Y a-t-il un système d'égouts:

Nombre de ménages raccordés:

Distance entre le point de décharge des eaux d'égout et la source d'eau:

(*par terre et par eau, si possible*)

L'eau recevant les eaux d'égout est-elle reliée à la source d'eau via l'eau de surface:

Si la connexion est une eau courante, quelle est la direction du courant:

Autres remarques:

B) Latrines

Existe-il des latrines:

<i>Nom propriétaire</i>	<i>distance à source d'eau</i>	<i>type de latrine</i>	<i>fréquence épuration</i>	<i>couverture présente</i>
-----------------------------	------------------------------------	----------------------------	--------------------------------	--------------------------------

--

--

--

--

--

Nombre, noms et distances à sources des latrines situées plus haut que la source d'eau:

Autre remarques:

C) Zones de défécation en plein air

Y-a-t-il des gens déféquant dans une zone en plein air:

Nombre de gens utilisant telles zones:

Distance à source d'eau:

Distance à autres corps d'eaux:

Autres remarques:

D) Bétail et animaux sauvages

Y-a-t-il des animaux utiliser la source d'eau:
(nombre et type)

Existe-il d'autres abreuvoirs pour animaux:

<i>Description endroit</i>	<i>Type et nombre usagers</i>	<i>Distance à source d'eau</i>	<i>Raccordement à source d'eau</i>
--			
--			
--			
--			
--			

Autres remarques:

Voies potentielles de contamination fécale

La source d'eau est-elle protégée:

Si oui, comment:

(clôture, couverture, drain (tuyau d'évacuation), plate-forme, autres)

Les collecteurs d'eau nettoient-ils des jarres avant usage:

La jarre est-elle couverte durant la transportation de l'eau:

L'eau potable est-elle gardée en une jarre séparée chez soi:

Si oui, l'eau potable a-t-elle été nettoyée avant emploi:

A-t-on fait bouillir l'eau potable:

L'eau potable est-elle stockée:

Si oui, combien de temps:

Y-a-t-il d'autres méthodes d'épuration utilisées:

Si oui, il faut décrire matériel, méthode, et nombre d'usagers:

Autres voies de contamination locale qui se produisent:

--
--
--

Maladies éprouvées

Maladies qui se sont produites et/ou se produisent encore:

<i>Nom de personne malade</i>	<i>Age</i>	<i>Type de maladie</i>	<i>Période de maladie</i>	<i>Remarques</i>
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				

Autres remarques:

Résultats du test bactériologique

<i>Numéro d'échantillon</i>	<i>endroit d'échantillonnement</i>	<i>Comptes de Coll F.</i>
--		
--		
--		
--		
--		
--		
--		
--		
--		
--		

Chaque délai entre échantillon et analyse:

Autres remarques:

Feuille de Données de l'Analyse Physique et Chimique

Il faut copier cette feuille de donnée et il faut utiliser une copie pour chaque endroit d'échantillonnement. Il faut noter des remarques additionnelles au verso du papier

Données générales

Nom(s) de personne(s) échantillonnement:

Nom, adresse d'organisation:

Date et temps d'échantillonnement:

Conditions atmosphériques:

Photos preneuses:

(nombre, endroit, date et description sommaire)

Description endroit d'échantillonnement

Type d'eau échantillonnant:

(ruisseau, fleuve, rivière, lac, étang, réservoir, estuaire, autres)

Endroit:

(nombre, nom, référence à la carte(s), référence à autre(s) recherche(s))

Méthode d'échantillonnement:

(depuis la rive, depuis un pont, en bateau, autres)

Distance à la rive:

Plantes et animaux aquatiques présents:

Source(s) ponctuelle(s) présente:

(tuyau de vidange, eau affluente, autres)

Source(s) non-ponctuelle(s) possible(s) présente(s):

(type d'utilisation de la terre, autres)

Type d'échantillon d'eau :

(eau de référence, eaux usées concentrées, eau polluée, autres)

Paramètres physiques et chimiques

Couleur:

Odeur:

Température

Température de l'eau d'endroit d'échantillonnement: °C

Température de l'eau localisation de référence: °C

Ecart de température endroit de référence
et d'échantillonnement: °C

Distance de référence et endroit d'échantillonnement: m ou km

Turbidité/visibilité

Lecture disque Secchi: m

Vitesse du courant et débitVitesse du courant corps d'eau:
(moyenne estimée) m/sDébit corps d'eau m³/s Débit source ponctuelle: m³/s
(moyenne estimée) (moyenne estimée)**Acidité (pH)**

pH:

Méthode utilisée:

Oxygène dissout

Profondeur (m)

Température (°C)

DO (mg/l)

--

--

--

--

--

BOD₅: mg/l

Température temps d'échantillonnement: °C

Conductivité

Conductivité: µS/cm

Température: °C

Echantillons envoyés au laboratoireNombre/code de bouteille(s)
d'échantillonnement(s)

pH

Température
(°C)Conductivité
(µS/cm)

--

--

--

--

--

Nom, adresse laboratoire:

Nom contact intermédiaire:

11 _____ Techniques de conservation recommandées d'échantillons d'eau

Paramètre	Container ¹	Volume d'échantillon (ml)	Préservatif	Temps de stockage
Total organic carbon	P, V	100	H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	1-2 dy
Total Inorganic carbon	P, V	100	Air seal 4 °C	0 ²
Chlorine demand	P, V		Rien	0
Aluminium (Al)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Arsenic (As)	P, V		NHO ₃ à pH<2	6 mo
Cadmium (Cd)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Calcium (Ca)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Chromium (Cr)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Copper (Cu)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Iron (Fe)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Lead (Pb)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Magnesium (Mg)	P, V	100*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Manganese (Mn)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Mercury (Hg)	V	500	NHO ₃ à pH<2	2 wk
Nickel (Ni)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Selenium (Se)	P, V		NHO ₃ à pH<2	90 dy
Zinc (Zn)	P, V	100-200*	NHO ₃ à pH<2	6 mo
Ammonia-nitrogen	P, V		H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	24 hr
Nitrate-nitrogen	P, V		H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	24 hr
Nitrite-nitrogen	P, V		H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	24 hr
Organic-nitrogen	P, V		H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	24 hr
Total Kjeldah nitrogen	P, V		H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	24 hr
Oil and grease	V		H ₂ SO ₄ ou HCl à pH<2 4 °C	24 hr
BOD	P, V	300	4 °C	6 hr
COD	P, V	200	H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	7 dy

¹P = plastic; V = verre.

² Une référence dit que TIC peuvent préserver pour 3 mois dans une bouteille fermée, avec HgCl₂ (W.S. WONG, "Deep Sea Research", 1970).

Paramètre	Container ³	Volume d'échantillon (ml)	Préservatif	Temps de stockage
PCB's	V	2 l	4 °C	
Organochlorine pesticides	V	1 l	4 °C	
Chlorinated phenoxy acid herbicides	V	1 l	H ₂ SO ₄ à pH<2 4 °C	
Organophosphates and carbamates	V	1 l	H ₂ SO ₄ à pH<3 10 g Na ₂ SO ₄	
Phenolics	V	500	0.1-1.0 g CuSO ₄ H ₃ PO ₄ à pH<4 4 °C	24 hr
Soluble reactive	P, V		Filter 4 °C	24 hr
Total phosphorus	P, V		4 °C	7 dy
Redox potential	P, V	100	Rien	Rien
pH	P, V	100	4 °C	6 hr
Total solids	P, V	200**	4 °C	7 dy
Volatile solids	P, V	200**	4 °C	7 dy
Sulfides	P, V		2 ml ZnOAc	24 hr
Polynucleated aromatic hydrocarbons	V			

* Echantillon peuvent utiliser pour autres analyses des métaux.

** Echantillon peuvent utiliser pour solides totaux (total solids) et solides volatils (volatile solids).

Source: PLUMB, RUSSELL H. Jr.: "Procedures for handling and chemical analysis of sediment and water samples". U.S. Environmental Protection Agency. Published by Environmental Laboratory, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, P.O. Box 631, Vicksburg, Mississippi 39180, U.S.A.

³P = plastic; V = verre.

<i>Multiple</i>	<i>fois</i>	<i>Pour obtenir</i>
acres	43560	square feet
acres	4047	square meters
acres	0.404687	hectare
centimeters	0.3947	inches
centimeters/sec	0.03281	feet/sec
cubic centimeters	0.06102	cubic inches
cubic centimeters	0.001	Liter
cubic centimeter	1.0	milliliter
cubic feet	0.0283	cubic meters
cubic feet/s	448.831	gallons/min
cubic meter	1000.0	Liters
cubic meter	264	gallons
fathom	1.828804	meter
fathoms	6.0	feet
feet	30.48	centimeters
gallons (U.S. liquid)	3785.0	cubic centimeters
gallons	0.1337	cubic feet
gallons	8.33	pounds-water
grams	1000	milligrams
grams	0.03527	ounces (avdp)
grams/Liter	1000.0	parts/million (ppm)
hectare	2.47	acres
inches	2.540	centimeters
kilograms	2.205	pounds
knots	6080	feet/hr
knots	18532	kilometers/hr
knots	1.0	nautical miles/hr
knots	1.689	feet/sec
league	3.0	miles (approx.)
Liters	1000.0	cubic centimeters
Liters	0.03531	cubic feet
Liters	0.2642	gallons (U.S. liq)
meters	3281	feet
miles (U.S. statute)	1.609347	kilometers
miles (nautical)	6080.27	feet
miles (nautical)	1.853	kilometers
miles (nautical)	1.1516	miles (statute)
milligrams/Liter	1.0	parts/million (ppm)
ounces	28.349527	grams
ounces (fluid)	0.02957	Liters
parts/thousand (ppt)	1000.0	parts/million (ppm)
pounds (mass)	0.4536	kilograms
pounds of water	0.01602	cubic feet
pounds/square feet	4.882	kg/square meter
square centimeters	0.1550	square inches
square meters	10.76	square feet
square miles	2.589998	square kilometers

$$^{\circ}\text{C} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32.0)}{1.80}$$

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.80) + 32.0$$

<i>Gaz</i>	<i>Multiple ppm pour obtenir $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	<i>Multiple $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour obtenir ppm</i>
Ammonia (NH_3)	696	14.40×10^{-4}
Hydrogen fluoride (HF)	818	12.20×10^{-4}
Carbon monoxide (CO)	1150	8.73×10^{-4}
Ethylene ($\text{CH}_2:\text{CH}_2$)	1150	8.72×10^{-4}
Nitric oxide (NO)	1230	8.15×10^{-4}
Hydrogen sulfide (H_2S)	1390	7.18×10^{-4}
Hydrogen chloride (HCl)	1490	6.71×10^{-4}
Fluorine (F_2)	1550	6.44×10^{-4}
Nitrogen dioxide (NO_2)	1880	5.32×10^{-4}
Ozone (O_3)	1960	5.10×10^{-4}
Sulfur dioxide (SO_2)	2620	3.82×10^{-4}
Chlorine (Cl_2)	2900	3.45×10^{-4}

13 Normes de la qualité d'eau WHO et EPA

Pour déterminer si l'eau est saine ou non, les résultats des tests doivent être comparés à des normes standard de la qualité d'eau. La qualité d'une eau doit toujours être interprétée par rapport à l'utilisation visée de l'eau. Par exemple, l'équilibre parfait de la chimie de l'eau qui assure un bassin clair, et hygiénique ne serait pas acceptable comme eau potable et serait un environnement dangereux pour beaucoup de larves des poissons.

Donc les paramètres divers de la qualité d'eau ont des valeurs standard ou recommandées différentes, liées à l'utilisation de l'eau. Un autre exemple sont les niveaux largement variés de bactéries coli F. considérés comme acceptables:

Normes coli F. (en colonies par 100 ml):

Eau potable	0 FC
Contact du corps total (nager)	200 FC
Contact du corps partiel (navigation)	1000 FC
Affluent eaux d'égout traitées	pas plus de 200 FC

Cet appendice énonce les valeurs recommandées pour la qualité d'eau potable basées sur la santé, formulées par la World Health Organisation (WHO, 1992), et certains des critères pour la qualité d'eau formulés par la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1979).

Les valeurs recommandées pour l'eau potable formulées par la WHO représentent le niveau (concentration ou quantité) de chacune constituant qui assure une eau d'apparence esthétique et ne constitue pas danger pour la santé du consommateur. La qualité d'eau définie par les valeurs recommandées est telle qu'elle soit propre à la consommation humaine et pour tous les objectifs ménagers normalement, hygiène personnelle incluse.

En ce qui concerne les lourds métaux, les valeurs recommandées pour la santé humaine sont basées sur la quantité de toxines qu'une personne peut supporter sans tomber malade. Les normes sont dérivées de tests chronique de toxicité sur des rats et autres mammifères.

Les Critères de Qualité d'Eau formulées par l'EPA représentent le niveau d'une constituant qui ne cause pas de nuisances pour l'écosystème aquatique.

Dans les pays développement les normes nationales relatives à l'eau potable basées sur les valeurs recommandées de la WHO, peuvent différer des valeurs recommandées de la WHO, dû à une variété locale de conditions géographiques, socio-économiques, diététiques, et industrielles. En même temps, les valeurs recommandées présentées sont souvent à considérer comme des objectifs à long-terme plutôt que des normes rigides auxquelles on doit se soumettre toujours et partout.

Valeurs recommandées pour la qualité de l'eau potable

World Health Organisation (WHO)
Novembre 1992

Paramètre	Valeur Recommandée (VR)	Remarques
Arsenic	0.01 mg/l (P) ¹	
Cadmium	0.003 mg/l	
Chromium	0.05 mg/l (P)	
Copper	2 mg/l (P)	ATO ²
Cyanide	0.07 mg/l	
Fluoride	1.5 mg/l	Conditions climatiques, volume d'eau consommé et input d'autres sources doivent être considérés quand on élabore les normes nationales
Lead	0.01 mg/l	
Manganese	0.5 mg/l (P)	ATO
Mercury (total)	0.001 mg/l	
Nickel	0.02 mg/l	
Selenium	0.01 mg/l	
Uranium		NAD ³
Nitrate (NO ₃)	50 mg/l	Total des proportions de concentration de chacun par rapport à leur VR res- pective ne doit pas ex- céder 1
Nitrite (NO ₂)	3 mg/l	
Total hardness	500 mg/l	(as CaCO ₃)
E. Coli bacteria	Ne pas démon- trable à chacun échantillon de 100 ml	
F. Coli bacteria	Ne pas démon- trable à chacun échantillon de 100 ml	
Chlorine	5 mg/l	ATO. Pour une désinfec- tion effective résidu de chlore ≥0.5 mg/l après 30 minutes au moins temps de contact à pH ≤ 8.0

¹ (P) - *Provisional Guideline value*. Ce terme est employé pour les substances pour lesquelles il y a une évidence d'une contingence potentielle mais où l'information disponible sur les effets de santé est limitée, et/ou où un facteur de contingence de plus de 1000 est employé dans la dérivation de l'input tolérable quotidien (*Tolerable Daily Intake, TDI*).

² ATO - Concentrations d'une substance à/en-dessous des valeurs recommandées peuvent affecter l'apparence, le goût ou l'odeur de l'eau.

³ NAD - *No Available Data*. Pas de données appropriées pour recommander une valeur recommandée basée sur la santé.

Aesthetic quality values

Aluminium	0.2 mg/l	
Ammonia	1.5 mg/l	
Chloride	250 mg/l	
Colour	15 TCU	
Copper	1 mg/l	
Hydrogen sulfide	0.05 mg/l	
Iron	0.3 mg/l	
Manganese	0.10 mg/l	
Dissolved oxygen	-	Pas de VR
pH	6.5 - 8.5	
Sulfate	250 mg/l	
Taste and odour	-	acceptable
Temperature	-	Dolt être acceptable
Suspended solids	1000 mg/l	
Turbidity	5 NTU	Pour une désinfection effective ≤ 1 NTU
Zinc	3 mg/l	

Pesticides

Alachlor	20 μ g/l	For 10^{-5} excess risk
Aldicarb	10 μ g/l	
Aldrin/dieldrin	0.03 μ g/l	
Atrazine	2 μ g/l	
Bentazon	30 μ g/l	
Carbofuran	5 μ g/l	
Chlordane	0.2 μ g/l	
Chlortoluron	30 μ g/l	
DDT	2 μ g/l	
1,2-dibromo-3-chloropropane	1 μ g/l	For 10^{-5} excess risk
2,4-D	30 μ g/l	
1,2-dichloropropane	20 μ g/l (P)	
1,3-dichloropropane		NAD
1,3-dichloropropene	20 μ g/l	For 10^{-5} excess risk
ethylene dibromide		NAD
Heptachlor and heptachlor epoxide	0.03 μ g/l	
Hexachlorobenzene	1 μ g/l	For 10^{-5} excess risk
Isoproturon	9 μ g/l	
Lindane	2 μ g/l	
MCPA	2 μ g/l	
Methoxychlor	20 μ g/l	
Metolachlor	10 μ g/l	
Molinate	6 μ g/l	
Pendimethalin	20 μ g/l	
Pentachlorophenol	9 μ g/l (P)	
Permethrin	20 μ g/l	
Propanil	20 μ g/l	
Pyridate	100 μ g/l	
Simazine	2 μ g/l	
Trifluralin	20 μ g/l	

Dichlorprop	100 µg/l	
2,4-DB	90 µg/l	
2,4,5-T	9 µg/l	
Silvex	9 µg/l	
Mecoprop	10 µg/l	
MCPB		NAD

Source: "Revision of the WHO guidelines for drinking-water quality", World Health Organisation Geneva 1992. Report of the final task group meeting Geneva, Switzerland, 21-25 September 1992.

Critères de qualité d'Eau U.S. Environmental Protection Agency

<i>Paramètre</i>	<i>Critère de qualité</i>	<i>Remarques</i>
Ammonia	0.02 mg/l	Pour vie aquatique fraîche
Cadmium	10 µg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (santé)
Chlorine	2.0 µg/l	Pour poissons salmonidés
	10.0 µg/l	Pour autres organismes d'eau fraîche et marins
F. Coll bacteria	≤ 200 per 100 ml	Pour eaux de bain
	≤ 14 MPN per 100 ml	Pour eaux où on élève crustacés
Copper	1.0 mg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (bien-être)
Cyanide	5.0 µg/l	Pour vie aquatique d'eau fraîche/marine et animaux sauvages
Iron	0.3 mg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (bien-être)
	1.0 mg/l	Pour vie aquatique d'eau fraîche
Lead	50 µg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (santé)
Mercury	2.0 µg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (santé)
	0.05 µg/l	Pour vie aquatique d'eau fraîche et animaux sauvages
	0.10 µg/l	Pour vie aquatique marine
Nitrogen (nitrates and nitrites)	10 mg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (santé)
Dissolved oxygen	5.0 mg/l	Pour populations de poissons

pH	5 - 9	Pour approvisionnement en eau ménagère (bien-être)
	6.5 - 9.0	Pour vie aquatique d'eau fraîche
	6.5 - 8.5	Pour vie aquatique marine (pas plus de 0.2 unités au delà de variation normale)
Phosphorus (elemental)	0.10 µg/l	Pour eaux marines ou estuaires
Hydrogen sulfide	2 µg/l	Pour vie aquatique d'eau fraîche et marine
Zinc	5 mg/l	Pour approvisionnement en eau ménagère (bien-être)

Source: "Quality criteria for water", by RUSSELL E. TRAIN, 1979. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

14 _____ Liste d'organisations juridiques

Atty. Ma. Paz Luna
Haribon
340 Villamor st., Pinaglabanan
San Juan, Metro Manila
Tel: +63(2)704 316
Fax: +63(2)631 2061.

_____ **Friends of the Earth International (network)**

Secretariat:
FOE International
P.O. Box 19199
1000 GD Amsterdam
Tel: +31(20)622 1366
Fax: +31(20)627 5287

_____ **International Union for the Conservation of Nature (network)**

IUCN International
Avenue du Mont Blanc
CH - 1196 Gland
Switzerland
Tel: +41(22)999 0001
Fax: +41(22)999 0002

_____ **World Wildlife Fund (network)**

WWF International
CH-1196 Gland
Switzerland
Tel: +41(22)364 9111
Fax: +41(22)364 5468

WWF India
Center for Environmental Law
172-B Lodi Estate
New Delhi - 110003
Tel: +91(11)469 7721 or 461 6532
Fax: +91(11)462 6837

→

E-LAW (network)

E-LAW also gives juridical and environmental advice to persons and organisations in countries other than mentioned below.

Australia

Suite 82, 280 Pitt Street,
Sydney NSW 2000
Tel: +61(2)261 3599
Fax: +61(2)267 7548
E-Mail: elawoz@peg.apc.org

Ecuador

Dra. Marcela Enriquez V
Dr. Byron Real Lopez
P.O. Box 17-12-309
Tel: +593(2)221 791
Fax: +593(2)225 029
E-Mail: elaw@cordavi.ec

Indonesia

Jalan Diponegoro no. 74
Jakarta 10320
Tel: (62 21)310 1755
Fax: (62 21)330 140
E-Mail: elawjakarta@igc.org

Japan

T-Y Building 3-18-11 Hongo
Bunkyo-ku, Tokyo 113
Tel: +81(3)3813 6544
Fax: +81(3)3814 0252
E-Mail: elawjapan@igc.org

Peru

Manuel Gonzalez Olaechea 349
San Isidro, Lima 27
Tel: +51(14)411 737
E-Mail: elawperu@igc.org

Sri Lanka

29, Siripa Road
Colombo 5
Tel: +94(1)588 804/582 439
Fax: +94(1)588 804
E-Mail: e-law-sl@ef.org.ac.lk

Philippines

Soute 901, Richbelt Tower
17 Annapolis Street, Greenhills
San Juan, Metro Manila
Tel: +63(2)722 7180/722 6884
Fax: +63(2)722 7119
E-Mail: elawmanilla@igc.org

Malaysia

87 Jalan Cantonment
10250 Pulau Pinang
Tel: +60(4)373 713
Fax: +60(4)368 106
E-Mail: twm@igc.org

United States

1877 Garden Av.
Eugene, OR 97403
Tel: +1(503)687 8454
Fax: +1(503)687 0535
E-Mail: elaweugene@igc.org

Agriculture organique - méthodes d'agriculture utilisant seulement des substances naturelles telles que fertilisants organiques plutôt que des substances artificielles toxiques, telles que fertilisants artificiels et pesticides.

Algues - les plus petites plantes du monde, sans vrais tiges et feuilles, croissant pour l'essentiel dans l'eau ou en endroits humides. Elles se peuvent diviser en algues planctoniques (en suspension) et algues benthiques (attachées à un substrat).

Aquifère (nappe) - couche contenant de l'eau en sous-sol, comportant de l'eau souterraine.

Bactéries - très petits organismes, pas visibles à l'œil nu, mais qui jouent un rôle majeur dans la nature. Certaines bactéries vivent dans l'eau décomposent des substances organiques, et par là consomment de l'oxygène. Aucun type de bactéries dispersées via l'eau peuvent causer des maladies.

Bassin - toutes les terres servant de drain pour un fleuve, rivière, étang ou lac spécifique; appelé aussi région drainée ou aire d'alimentation.

Bioaccumulation - l'accumulation de toxines tels que lourds métaux et pesticides en certains organes des animaux.

Biodégradable - substances qui peuvent être décomposées naturellement, le plus souvent par des bactéries.

Biomagnification - croissance dans la concentration de toxines tels que lourds métaux et pesticides, en amont de le tissu alimentaire.

Branchies - parties du corps d'animaux tels que poissons et certains escargots, par exemple, qui filtrent l'oxygène dissout de l'eau. On peut les comparer aux poumons, qui filtrent l'oxygène de l'air.

Concentration - une mesure de la quantité d'une constituant (substance) dans un volume donné de solution. On peut l'exprimer de diverses manières, par exemple proportion, milligramme au litre (mg/l), parties par million (ppm), etc.

Déchets organiques - substances provenant de quelque chose vivant antérieurement.

Déposition atmosphérique - pollution atmosphérique déposée sur les eaux de surface ou sur le sol.

Diversité (biodiversité) - le nombre de types variés d'organismes dans une communauté biologique (écosystème).

Eau distillée - eau contenant seulement des molécules, sans autres constituants (substances).

Eau souterraine - l'approvisionnement en eau sous la surface de la terre.

Eaux évacuées - eau de pluie, neige fondue ou irrigation que évacuées sur la terre vers un corps d'eau.

Echantillon - portion représentative d'un système, par exemple partie

d'un corps d'eau.

Ecosystème - système d'organismes reliés entre eux et leur environnement non biologique (physique et chimique).

Erosion - l'enlèvement de la surface de terre par le vent ou l'eau. L'érosion peut se produire naturellement ou bien par l'utilisation de la terre telles que bois de construction, développement, construction de routes et agriculture.

Eutrophication - enrichissement de l'eau avec des nutriments, pour l'essentiel les composés phosphore et nitrogène, que stimule la croissance des algues et des grosses plantes aquatiques.

Filtration à sable lent - Epuration de l'eau en la filtrant à travers un lit de sable.

Habitat - la région où une plante ou un animal se trouve naturellement.

Impoundments - un barrage, écluse ou autre barrière, confinant à un corps d'eau.

Larve - forme immature d'un insecte.

Macroinvertébré - petit animal sans colonne vertébrale, visible à l'oeil nu.

Méthodes biologique contre des invasions - méthodes contre les animaux nuisibles (insectes, par exemple) sans emploi de substances artificielles toxiques.

Nutriments - très petites constituants (substances) pour l'essentiel nitrogène et phosphore, invisible à l'oeil nu, servant de nourriture aux algues et aux grosses plantes aquatiques.

Nymphe - forme immature d'un insecte.

Organisme - être vivant: plante, animal ou homme.

Pathogène - organisme causant des maladies, par exemple bactéries, virus, amibe et vers.

Pesticides - produits artificiels que tuant certaines espèces de plantes ou d'insectes, utilisées pour protéger les cultures.

Plante aquatique - plante vivant complètement ou en partie dans l'eau. Ce peut être une algue ou une grosse plante aquatique.

Polluant - aucune substance introducée dans l'environnement qui affecte l'utilité d'une ressource.

Pollution non-punctuelle - pollution de une source diffuse. Généralement causée par l'eau évacuée urbaine, et les utilisations de la terre comme sylviculture, agriculture et construction.

Pollution punctuelle - pollution d'une source unique, un tuyau, puits ou un navire, par exemple.

Sédiment - sol, sable et minéraux qui sont évacués de la terre vers l'eau, souvent après la pluie, et se sont déposés sur le substrat comme une couche nouvelle du fond.

Sédimentation - déposition de solides en suspension au fond de l'eau.

