



LE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS EN RIVIÈRE

TECHNIQUES D'ÉCHANTILLONNAGE
EN VUE D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES



ISBN 10 : 2-916869-00-X
ISBN 13 : 978-2-916869-00-1

LE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS EN RIVIÈRE

TECHNIQUES D'ÉCHANTILLONNAGE
EN VUE D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES



Ce document a été réalisé par le groupe «qualité des cours d'eau»
piloté par l'agence de l'eau Loire-Bretagne..

Guide technique

Novembre 2006

AVANT-PROPOS

La gestion des eaux douces courantes nécessite une bonne connaissance de leur état et de leur évolution au cours du temps. Les agences de l'eau jouent un rôle important dans l'acquisition des données permettant d'asseoir cette connaissance.

Différents réseaux de mesures de la qualité des eaux de surface, aux objectifs divers, coexistent dans le bassin Loire-Bretagne. Les réseaux de connaissance générale de la qualité, gérés en totalité ou en partenariat par l'agence de l'eau Loire-Bretagne, sont constitués principalement par :

- le réseau national de bassin dont la maîtrise d'ouvrage déléguée est assurée par l'agence,
- les réseaux départementaux mis en place par les conseils généraux.

Ces réseaux évolueront pour répondre aux exigences de la directive cadre sur l'eau.

A ces réseaux pérennes peuvent s'ajouter des réseaux ponctuels mis en place pour des études ou suivis d'actions à durée limitée ; ce sont pour l'essentiel des réseaux d'impact créés pour suivre l'efficacité des actions dans des zones géographiques limitées ou à l'aval d'agglomérations ou d'industries.

Le présent document s'adresse aux organismes qui, dans ce cadre, opèrent sur le terrain et procèdent aux prélèvements à des fins d'analyses. Il ne se substitue pas aux normes nationales ou européennes actuellement en vigueur (voir bibliographie). Il apporte, en complément, des réponses pragmatiques aux principales questions auxquelles le « préleveur » peut être confronté avant et pendant une campagne de prélèvement.

Il contient des conseils relatifs aux différentes étapes concernant le prélèvement en vue de connaître la qualité du cours d'eau, en particulier en ce qui concerne :

- le choix du lieu de prélèvement,
- les observations des conditions de terrain lors du prélèvement,
- les mesures de terrain,
- le prélèvement de l'échantillon,
- le transport au laboratoire d'analyse.

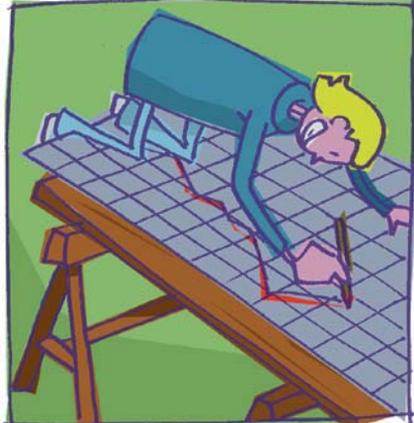
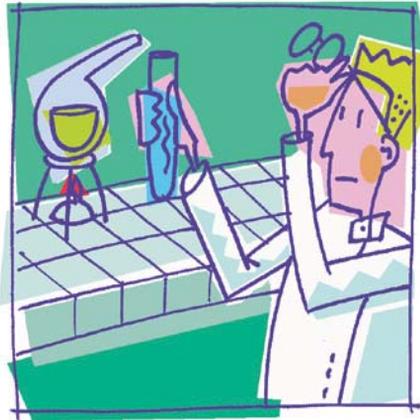
En effet, la bonne pratique du prélèvement va conditionner en grande partie la validité des analyses et donc l'interprétation qu'on peut en faire. L'opérateur doit donc tout mettre en œuvre pour réaliser un prélèvement représentatif conforme à la finalité de la station observée.

Si certaines pratiques sont reproductibles systématiquement quelle que soit la situation, en revanche un certain nombre d'entre elles exigera de la part de l'opérateur une adaptation aux conditions du moment. C'est pourquoi ce document tente plus spécifiquement de répondre aux problèmes qui peuvent survenir fortuitement au cours des opérations de terrain.

La qualité de l'eau d'une rivière pouvant s'apprécier à travers les différents supports, eaux, sédiments et bryophytes, ceux-ci sont examinés successivement ci-après.

Les informations contenues dans ce document émanent de l'analyse d'une abondante bibliographie (cf. 7) et d'enquêtes effectuées auprès de praticiens et de spécialistes de disciplines diverses.

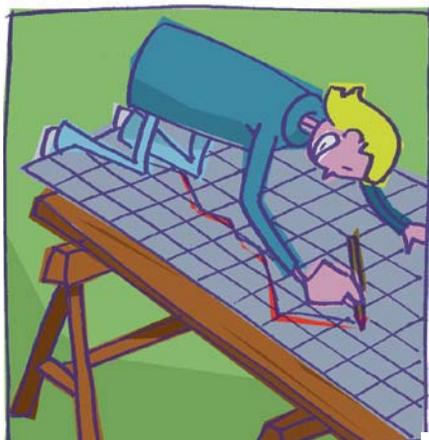
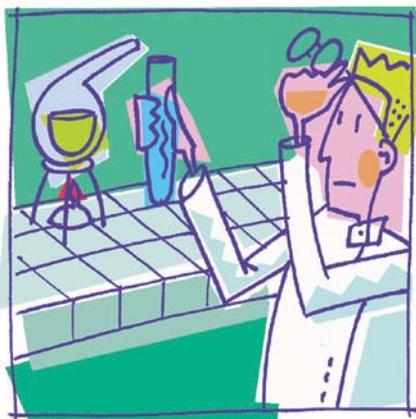
Un mauvais prélèvement ...



... peut entraîner
de grandes
interrogations
par la suite.



Un bon prélèvement ...



... garantit une
grande fiabilité
des résultats.



SOMMAIRE

1 - LE PRÉLÈVEMENT.....	11
1.1 DÉFINITION DE LA STATION ET DU SITE DE MESURE.....	13
1.1.1 La station.....	13
1.1.2 Le site de mesure.....	13
1.1.3 Remarque sur le vocabulaire.....	14
1.2 CRITÈRES DE CHOIX ET FINALITÉS.....	14
1.2.1 Critères de choix	14
1.2.2 Finalité	15
1.2.3 Station à finalité de connaissance générale	15
1.2.4 Station à finalité de connaissance de l'impact d'un rejet	16
1.2.5 Station à finalité de connaissance de l'aptitude à un usage	17
1.3 RÉSEAUX DÉFINIS DANS LA DIRECTIVE CADRE EUROPÉENNE SUR L'EAU	17
1.4 REPRÉSENTATIVITÉ DU PRÉLÈVEMENT	18
1.5 ORGANISATION DE LA TOURNÉE DE PRÉLÈVEMENT	19
1.6 DESCRIPTION DE LA STATION DE PRÉLÈVEMENT	20
1.7 SÉCURITÉ ET HYGIÈNE LORS DU PRÉLÈVEMENT	20
2 - LE PRÉLÈVEMENT D'EAU	27
2.1 CONDITIONS DE TERRAIN	29
2.2 MATÉRIEL ET TECHNIQUE	35
2.2.1 Nature de l'échantillonnage.....	35
2.2.2 Matériels et méthodes de prélèvement manuel	37
2.2.3 Prélèvement pour analyses spécifiques.....	43
2.2.4 Prélèvement automatique.....	45
2.2.5 Réalisation d'un échantillon moyen (ou composite)	46
2.2.6 Méthode de sous-échantillonnage.....	46
2.2.7 Consignation des méthodes utilisées.....	46
2.3 MESURES DE TERRAIN	48
2.3.1 Température de l'eau.....	48
2.3.2 Température de l'air.....	49
2.3.3 Pression atmosphérique	49
2.3.4 Oxygène dissous.....	50
2.3.5 Conductivité.....	52
2.3.6 PH.....	53
2.3.7 Transparence au disque de Secchi	55
2.3.8 Turbidité	55
2.3.9 Fiche de résultats des mesures de terrain	56
2.4 CONDITIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS.....	57
2.4.1 Préparation des échantillons	57
2.4.2 Flaconnage.....	57
2.4.3 Étiquetage.....	58
2.4.4 Conservation des échantillons	60
2.4.5 Transport des échantillons.....	61
2.5 RÉCEPTION DES ÉCHANTILLONS PAR LE LABORATOIRE D'ANALYSE.....	61

3 - LA MESURE DE DÉBIT	67
3.1 UTILISATION D'UNE STATION DE JAUGEAGE EXISTANTE	69
3.2 MESURE PAR EXPLORATION DU CHAMP DE VITESSES.....	72
3.2.1 Méthodologie	72
3.2.2 Recommandations	75
3.2.3 Exemple de fiche pour la mesure du débit.....	76
3.3 ESTIMATION DU DÉBIT PAR JAUGEAGE AU FLOTTEUR.....	77
3.4 ESTIMATION DU DÉBIT PAR DILUTION AU SEL	77
3.4.1 Méthodologie	77
3.4.2 Recommandations.....	79
4 - LE PRÉLÈVEMENT DE SÉDIMENT	83
4.1 NATURE ET EMPLACEMENT DU PRÉLÈVEMENT	85
4.2 CONDITIONS DE TERRAIN	86
4.3 MATÉRIEL ET TECHNIQUE	86
4.3.1 Drague manuelle.....	87
4.3.2 Benne.....	87
4.3.3 Ecope.....	88
4.4 MESURES DE TERRAIN	88
4.4.1 Température.....	89
4.4.2 pH.....	89
4.4.3 E _h	89
4.4.4 rH	90
4.5 CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS.....	91
4.5.1 Conditionnement	91
4.5.2 Étiquetage	92
4.5.3 Conservation.....	92
5 - LE PRÉLÈVEMENT DE BRYOPHYTES.....	97
5.1 PRÉLÈVEMENT DE MOUSSES AUTOCHTONES	99
5.1.1 Récolte.....	99
5.1.2 Conditionnement	100
5.2 UTILISATION DE MOUSSES IMPLANTÉES.....	100
5.3 IDENTIFICATION DE QUELQUES BRYOPHYTES	101
6 - GLOSSAIRE.....	109
7 - RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	119
8 - ANNEXES.....	127
Sommaire des annexes (disponibles sur le cédérom)	129

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Station d'étude et sites de mesure	13
Figure 2 :	Variabilité de l'emplacement des sites de mesure	15
Figure 3 :	Localisation des stations de mesure	16
Figure 4 :	Site de mesure en milieu hétérogène	19
Figure 5 :	La rivière est un milieu changeant	29
Figure 6 :	Échantillonnage des eaux sous la surface	36
Figure 7 :	Méthodes de prélèvement à privilégier	37
Figure 8 :	Exemple de porte-bouteille	37
Figure 9 :	Autres techniques de prélèvement en bouteille	39
Figure 10 :	Technique de prélèvement en bidon à double ouverture	40
Figure 11 :	Technique de prélèvement avec un « entonnoir »	41
Figure 12 :	Le prélèvement depuis un pont	42
Figure 13 :	Bouteille à prélèvement automatique	43
Figure 14 :	Matériel nécessaire pour l'analyse des composés volatils	44
Figure 15 :	Exemple d'étiquette	58
Figure 16 :	Double étiquetage	59
Figure 17 :	Désignation des échantillons par étiquette avec un code	60
Figure 18 :	Exemples d'échelles limnimétriques	70
Figure 19 :	Principe de lecture d'une échelle limnimétrique	71
Figure 20 :	Exemple d'échelle limnimétrique et de courbe de tarage	71
Figure 21 :	Photographies d'un micromoulinet mécanique et d'un courantomètre	73
Figure 22 :	Photographies de mesure de débit à pied et en bateau	73
Figure 23 :	Points de mesure de la vitesse d'écoulement sur une verticale	74
Figure 24 :	Mesure du débit dans une section transversale	75
Figure 25 :	Exemple de fiche pour la mesure du débit	76
Figure 26 :	Principe du procédé de mesure du débit par la méthode de dilution	78
Figure 27 :	Exemple de calcul d'un débit avec la méthode de dilution dite « au sel »	79
Figure 28 :	Prélèvements en différents sites de mesure des sédiments	85
Figure 29 :	Homogénéisation et conditionnement du prélèvement	86
Figure 30 :	Drague manuelle (type CEMAGREF)	87
Figure 31 :	Différents modèles de bennes	88
Figure 32 :	Exemple d'écope	88
Figure 33 :	Exemple de mousses implantées	101

LISTE DES TABLEAUX

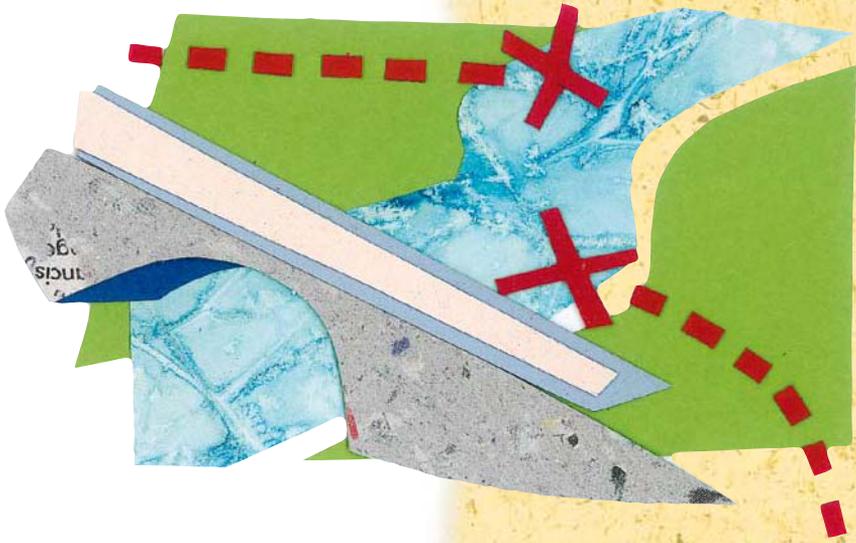
Tableau 1 : Prélèvement d'eau, précautions à prendre et moyens utilisables	48
Tableau 2 : Exemples d'anomalies de prélèvement et de mesures pour y remédier	62
Tableau 3 : Exemple de valeurs du rH dans les milieux naturels (source CEMAGREF)	90
Tableau 4 : Méthodes analytiques pour les paramètres de la pollution organique (mai 2006)	cédérom
Tableau 5 : Méthodes analytiques pour les paramètres de la pollution minérale (mai 2006)	cédérom
Tableau 6 : Méthodes analytiques : équilibres calco-carboniques (mai 2006)	cédérom
Tableau 7 : Méthodes analytiques : éléments minéraux traces (1/2) et (2/2) (mai 2006)	cédérom
Tableau 8 : Méthodes analytiques : métaux alcalins ou alcalins terreux (mai 2006)	cédérom
Tableau 9 : Méthodes analytiques : micropolluants-pesticides et autres (mai 2006)	cédérom
Tableau 10 : Méthodes analytiques : divers (mai 2006)	cédérom
Tableau 11 : Méthodes analytiques : microbiologie (mai 2006).	cédérom

LISTE DES FICHES

Analyse des eaux superficielles : Station d'étude	cédérom
Analyse des eaux superficielles : Conditions de terrain - support eau	cédérom
Analyse des eaux superficielles : Mesures de terrain - support eau	cédérom
Analyse des eaux superficielles : Réception des échantillons (1 fiche par tournée)	cédérom
Analyse des eaux superficielles : Conditions de terrain - support sédiment	cédérom
Analyse des eaux superficielles : Conditions de terrain - support bryophytes	cédérom

1

LE PRÉLÈVEMENT



1.1 DÉFINITION DE LA STATION ET DU SITE DE MESURE

1.1.1 La station

La station de la qualité des eaux superficielles est un volume de rivière sur lequel sont effectués des prélèvements et des mesures en vue de connaître la qualité du cours d'eau à cet endroit. Il est possible de faire des prélèvements dans tout l'espace de la station (voir ci-après « site de mesure »). La station inclut donc toute la largeur et la profondeur du cours d'eau et une longueur qui est fonction du contexte local.

Une station est caractérisée par :

- sa localisation administrative (appartenance à une commune),
- sa localisation géographique (coordonnées géographiques),
- son positionnement sur le cours d'eau (code de tronçon hydrographique et point kilométrique),
- son appartenance éventuelle à un réseau de mesures,
- le gestionnaire qui l'a créée ou qui l'utilise.

La station de mesure possède un point caractéristique qui vise à la symboliser cartographiquement.

1.1.2 Le site de mesure

Les « sites de mesure » sont des sous volumes cohérents et représentatifs de la station où sont effectués les mesures et les prélèvements destinés à évaluer l'état du milieu sur le lieu de la station.

Pour apprécier la qualité de l'eau, plusieurs sites peuvent exister sur une même station et se répartir en :

- un ou plusieurs sites de prélèvement d'eau; s'il y en a plusieurs, ce seront des sites répartis dans la largeur et exceptionnellement dans la profondeur ou la longueur,
- un ou plusieurs sites de prélèvement de sédiments et de bryophytes.

Une station peut comporter plusieurs sites de mesure pour un même support si l'on veut évaluer l'hétérogénéité spatiale dans la station.

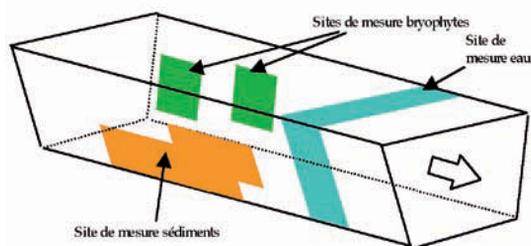


Figure 1 : Station d'étude et sites de mesure

Un volume de rivière

Des sous volumes représentatifs

1.1.3 Remarque sur le vocabulaire

La nomenclature utilisée dans le présent document est basée sur les pratiques mises en œuvre par les agences de l'eau dans le cadre des réseaux de suivi de la qualité des eaux superficielles et sur la codification mise en place par le SANDRE (logiciel SANDRE 2005, listes nationales version 5.1). Elle peut donc présenter quelques différences avec la terminologie employée dans la directive cadre européenne sur l'eau (directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000).

Il convient plus particulièrement de noter que le terme « site » traduit de l'anglais "site" dans l'annexe V de la DCE correspond en fait à la station de mesure (ou d'étude) décrite au paragraphe 1.1.1, c'est-à-dire à ce que le SANDRE définit comme étant « le lieu situé sur une entité hydrographique (cours d'eau, lacs, canaux, ...), sur lequel sont effectués des mesures ou des prélèvements en vue d'analyses physico-chimiques, microbiologiques, ..., afin de déterminer la qualité des milieux aquatiques à cet endroit. Il s'agit d'un volume dans lequel il est possible de faire des mesures en différents sites réputés cohérents et représentatifs de la station ». On utilise donc le terme « site de mesure » ou « site de prélèvement » tel qu'il est défini par le SANDRE lorsque l'on envisage, comme cela est décrit dans le paragraphe 1.1.2, un sous-espace d'une station de mesure (ou d'étude).

1.2 CRITÈRES DE CHOIX ET FINALITÉS

1.2.1 Critères de choix

Les critères de sélection d'une station de prélèvement dépendent d'éléments variés parmi lesquels les objectifs de l'étude, la finalité de la station (qui peut se distinguer de celle du réseau de mesure), la nature et l'importance des investigations sont prioritaires. Dans le cadre de la DCE, certaines stations pourront intégrer différents types de réseau dont :

- le contrôle de surveillance,
- le contrôle opérationnel,
- le contrôle d'enquête,
- le contrôle additionnel requis pour les zones protégées.

Ces différents types de station sont décrits dans le paragraphe 1.3.

La première étape de sélection passe par une sectorisation du cours d'eau qui permet de définir des tronçons homogènes sur la base de critères naturels (géomorphologie et hydrologie) ou/et anthropiques (perturbations de la chimie des eaux et de la physique du milieu). A l'intérieur de ces tronçons, on choisira, après reconnaissance et enquêtes sur les lieux, des stations de prélèvement représentatives. Il convient de noter qu'il est préférable de réaliser un prélèvement d'eau en dehors de la zone influencée par un seuil.

La station d'étude sera retenue en se basant sur des critères de représentativité des conditions que l'on veut étudier (cf. ci-après) et sur des aspects pratiques tels que les facilités d'accès et d'échantillonnage. On recherchera également, si possible, la proximité d'une station de jaugeage.

A l'intérieur d'une station de prélèvement, les sites de mesure peuvent

éventuellement changer de localisation pour tenir compte de la variabilité des conditions de milieu (hydrologie, accès) ou du phénomène que l'on veut étudier (importance et répartition d'un panache polluant).

Par exemple, dans le premier cas présenté ci-dessous, un même site pour les prélèvements d'eau pourra être implanté dans le cours d'eau en période de basses eaux (prélèvement en amont du pont) et sur un pont en période de hautes eaux (prélèvement en aval du pont). Dans le deuxième cas, le site de prélèvement pourra être implanté soit au centre du lit mineur en été, soit depuis la berge en hiver.



Figure 2 : Variabilité de l'emplacement des sites de mesure

De la même façon, dans le site, le point exact d'échantillonnage pourra également changer de localisation pour tenir compte de la variabilité des conditions de milieu. C'est surtout le cas pour les supports sédiments et bryophytes qui peuvent se délocaliser d'une année sur l'autre sur le fond du cours d'eau.

1.2.2 Finalité

La finalité globale de la station indique le but pour lequel elle a été créée :

- connaissance générale,
- impact d'un rejet identifié,
- suivi d'aptitude d'un usage.

1.2.3 Station à finalité de connaissance générale

Elle fait partie des réseaux patrimoniaux, dont le contrôle de surveillance de la DCE. La sélection d'une telle station repose sur un recensement des sources de pollution sur le bassin versant et sur une évaluation de leur incidence, considérée très globalement. Cela nécessitera une phase préliminaire d'analyse bibliographique et d'enquêtes. Ensuite, une reconnaissance de terrain permettra de juger de l'adéquation de la station par rapport aux objectifs de l'étude, de sa représentativité par rapport au tronçon de cours d'eau concerné, des bonnes conditions de mélange des rejets amont, des facilités d'accès et de prélèvement. L'association à une station limnimétrique, ou à défaut une simple échelle, est recommandée. Les stations dites de « **référence** » sont situées dans le haut bassin, près des sources où les activités humaines ont peu de répercussions sur la qualité des eaux.

Les stations dites d'« **évaluation** » sont situées dans le bassin versant, par rapport à un rejet, un groupe de rejets ou un affluent.

Les stations dites de « **bilan** » clôturent le bassin versant de grande importance.



Figure 3 : Localisation des stations de mesure

1.2.4 Station à finalité de connaissance de l'impact d'un rejet

Elle fait partie des réseaux d'impact. Une station descriptive de l'effet d'une source de pollution identifiée doit être positionnée spatialement avec soin dans le souci d'une représentativité optimale compte tenu des caractéristiques de la perturbation étudiée (industrielle, domestique, agricole...), de la configuration des lieux (bon mélange) et des objectifs de l'étude. On peut envisager deux cas :

a) Appréciation de l'impact maximal

La recherche de la distance optimale à l'aval du rejet est très importante. Celle pour laquelle le mélange eau/substance(s) est réalisé différera selon le type de polluant (état particulaire ou dissous), son panache dans la rivière, le(s) faciès d'écoulement, en fonction aussi du débit. Cette distance peut être évaluée par expérience (sens de l'eau) ou d'après des tests de calage.

Elle ne doit pas être trop importante, car ensuite les concentrations varient rapidement (auto-épuration, décantation, extinction ou modification chimique...).

b) Appréhension de la portée spatiale de l'impact

Si l'on souhaite connaître l'étendue spatiale de l'incidence pour mieux la relativiser, il convient de prendre en compte plusieurs stations (au minimum deux) échelonnées longitudinalement.

Pour cela, une station doit être placée au plus fort de l'incidence (cf. ci-avant), les autres plus en aval, en évitant une possible interférence avec d'autres sources de perturbations si celles-ci ne sont pas prises en compte (autre rejet, affluent). La stratégie d'échantillonnage sera fixée en fonction de l'activité observée.

1.2.5 Station à finalité de connaissance de l'aptitude à un usage

Cette station sera impérativement placée au droit de l'usage en question. Pour certains usages qui nécessitent des analyses particulières (baignade par exemple), des techniques d'échantillonnage adaptées seront mises en œuvre (§ 2.2.).

1.3 RÉSEAUX DÉFINIS DANS LA DIRECTIVE CADRE EUROPÉENNE SUR L'EAU

La directive cadre européenne sur l'eau (directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000) distingue deux catégories de contrôle de l'état des milieux :

- les sites de référence ;
- le réseau de surveillance regroupant les contrôles :
 - de surveillance ;
 - opérationnels ;
 - d'enquête ;
 - additionnels.

Les sites de référence

Spécifiques aux eaux de surface (continentales et marines), les sites de référence présentent les conditions du très bon état et servent à la définition du système de classification de l'état écologique. L'acquisition des données sur ces sites a commencé depuis 2005 pour une durée de trois ans.

Le réseau de surveillance

Le réseau de surveillance, en cours de développement, se décompose en plusieurs entités :

- Le **contrôle de surveillance** doit permettre une évaluation de l'état global des eaux et de ses changements. Appliqué à tous les milieux aquatiques, ce réseau permettra d'identifier :
 - l'état écologique et l'état chimique des eaux de surface ;
 - l'état quantitatif et l'état chimique des eaux souterraines.
- Les **contrôles opérationnels** ont pour objectif le suivi des masses d'eau qui risquent de ne pas atteindre le bon état en 2015. Ils permettront d'identifier :

- l'état écologique et l'état chimique des eaux de surface ;
- l'état chimique des eaux souterraines.
- Les **contrôles d'enquête** sont réalisés sur des masses d'eau de surface en cas :
 - de dépassement des normes ou de non atteinte supposée des objectifs environnementaux, lorsque l'on ne dispose pas d'explication pour en déterminer la cause,
 - de pollutions accidentelles, pour en déterminer l'ampleur et l'incidence.
- Pour les zones inscrites au registre des zones protégées du bassin (art. 6 et annexe IV de la directive cadre), les réseaux de surveillance sont complétés par des **contrôles additionnels**, comme par exemple :
 - les zones de captage d'eau pour la consommation humaine d'un débit supérieur à 10m³/j ou desservant plus de cinquante personnes (directive 98/83/CE du 3 novembre 1998, directive 75/440/CEE du 16 juin 1975) ;
 - les zones vulnérables (directive « nitrates » n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991, art. 5 et 6) ;
 - les zones sensibles (directive 91/271/CEE du 21 mai 1991 relatives au traitement des eaux résiduaires urbaines) ;
 - ...

Ces contrôles additionnels devront être opérationnels en 2007 pour les eaux potables, en 2009 pour les autres.

1.4 REPRÉSENTATIVITÉ DU PRÉLÈVEMENT

Dans certains cas, il se peut que l'on ne soit pas sûr de la répartition homogène à travers toute la masse d'eau des éléments à analyser. Il vaut mieux si possible éviter de telles stations d'échantillonnage. Sinon, on doit procéder à des essais expérimentaux (traceur, conductimètre) sur la nature et l'importance de l'hétérogénéité dans chacune des trois dimensions.

Si les essais montrent une répartition homogène, **un seul site** de mesure sera suffisant.

Si les essais montrent une répartition hétérogène, trois possibilités se présentent :

- soit deux sites sont échantillonnés et font l'objet d'analyses séparées (par exemple rive droite et rive gauche),
- soit un seul site représentatif des conditions moyennes de la qualité de la station est échantillonné au niveau de plusieurs points de prélèvements que l'on combine en un unique qui est analysé (c'est toujours le cas pour le support sédiments),
- soit une création de station est nécessaire en cas de forte hétérogénéité.

Signalons que l'on ne peut procéder à de telles combinaisons pour les gaz dissous et les constituants volatils. Par ailleurs, l'importance de l'hétérogénéité dépend entre autres de l'hydrologie du cours d'eau. Ainsi la combinaison des sous-échantillons sera à adapter au cas par cas.

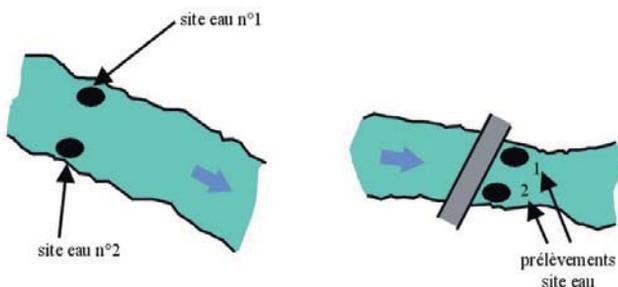


Figure 4 : Site de mesure en milieu hétérogène

1.5 ORGANISATION DE LA TOURNÉE DE PRÉLÈVEMENT

Habituellement, plusieurs stations font l'objet de prélèvements au cours d'une même journée. L'organisation de cette journée (ou tournée de prélèvements) peut dépendre des objectifs recherchés.

Réseau de mesures à finalité de connaissance générale :

On privilégie **le caractère aléatoire des prélèvements**, la qualité statistique d'une station étant alors évaluée sur un grand nombre de mesures. En prélevant une station toujours à la même heure ou le même jour du mois, on peut enregistrer des événements qui ne reflètent pas une certaine réalité «moyenne». Par exemple, certaines unités de traitement des eaux polluées ne restituent pas d'effluents à la rivière à certains moments de leur cycle de fonctionnement. Par conséquent, il semble judicieux de varier les tournées, une fois en prélevant les stations d'une même rivière d'amont en aval, une autre fois dans le sens inverse, une troisième fois en changeant le jour de la semaine ou la semaine du mois, etc.

Réseau d'impact :

Il convient de prélever les stations d'amont en aval et, si le temps le permet, en respectant autant que faire se peut, le temps de transfert des masses d'eau entre les différentes stations. Cela permet d'analyser la même masse d'eau au cours de son déplacement, ce qui est important lorsque le rejet dont on veut étudier les effets montre des variations de flux. Ce temps de transfert ne peut être approché sans mesure de vitesse moyenne de l'écoulement. La période exacte du prélèvement (jour et heure) sera choisie avec soin dans le souci d'une représentativité optimale compte tenu des caractéristiques de la perturbation étudiée. Ces précautions d'usage sont d'autant plus importantes que, par définition, les réseaux d'impact sont ponctuels.

Réseau de connaissance de l'aptitude à un usage :

La période du prélèvement sera choisie dans le souci d'une représentativité optimale compte tenu des caractéristiques de l'usage étudié. Par exemple, pour l'usage baignade, il faudra tenir compte des conditions

Prélèvement
aléatoire

Je descends
la rivière

Une période de
prélèvement
adaptée

climatiques, un orage sur un secteur du bassin versant pouvant modifier considérablement la qualité bactériologique des eaux de la rivière (mise en service des déversoirs d'orage).

Dans tous les cas, il est interdit de prélever la nuit (sauf exigence du maître d'ouvrage) qui, outre que cela accroît significativement le danger du prélèvement, empêche de noter convenablement les réelles conditions de terrain (§2.1.). Le prélèvement de nuit ne sera pratiqué que pour étudier des phénomènes particuliers tels que les effets d'un rejet intermittent ou l'importance d'une désoxygénation nocturne imputable à un phénomène d'eutrophisation.

1.6 DESCRIPTION DE LA STATION DE PRÉLÈVEMENT

La station de prélèvement sera décrite avec précision une fois pour toute puisqu'elle est immuable. A cet effet une fiche sera remplie, qui sera accompagnée :

- d'un extrait de carte au 1/50 000 précisant l'emplacement de la station,
- d'un schéma de situation permettant de localiser les différents sites de mesure (plusieurs schémas peuvent être nécessaires dans le cas où les différents sites de mesure - eau, sédiment, bryophytes sont éloignés),
- d'une photographie générale des lieux.

1.7 SÉCURITÉ ET HYGIÈNE LORS DU PRÉLÈVEMENT

Pour sa sécurité, l'agent préleveur doit, si possible, éviter les prélèvements dans les zones dangereuses telles que les berges instables, les lits irréguliers et profonds, les ponts étroits et très fréquentés... Si cela est impossible, l'opération doit être menée de préférence par une équipe de deux personnes qui prendra les précautions appropriées, plutôt que par une personne seule. Il est important et parfois nécessaire, notamment pour les stations faisant l'objet de fréquents prélèvements de routine, de choisir des sites d'échantillonnage qui présentent un minimum de danger. La première sécurité consiste à avertir son entourage du circuit qui va être effectué dans la journée, avec les horaires approchés des différentes stations étudiées. Le préleveur devra éviter autant que faire se peut, et dans le respect du code du travail, les journées trop longues.

Par mesure d'hygiène, le port de gants de protection est recommandé en particulier pour des prélèvements effectués en aval d'agglomérations et de zones industrielles. L'organisme chargé des prélèvements devra avertir l'opérateur des risques éventuels. On devra faire usage de produits et savons bactéricides après chaque prélèvement. Les vaccinations contre les atteintes du tétanos, de la poliomyélite et de la leptospirose peuvent être envisagées (voir avec la médecine du travail).

Prélèvement depuis l'eau ou la rive

On veillera tout d'abord à ce que la rive soit stable et non glissante.

L'accès à une rivière dont on ne voit pas le fond pour cause de forte turbidité des eaux est à déconseiller. Une perche pourra servir à localiser les endroits peu sûrs ou trop profonds et à apprécier la vitesse du courant. Le préleveur pourra être muni d'une corde reliée à la rive et d'un gilet de sauvetage.

Tout barrage situé en amont (même très en amont) peut être dangereux en provoquant des augmentations brutales ou non du débit du cours d'eau. Le préleveur surveillera le niveau de l'eau (en mettant des marques constituées par exemple de brindilles plantées à la limite de l'eau) et évitera d'échantillonner depuis des îlots ou atterrissements situés dans le lit même de la rivière.

Prélèvement depuis un pont

Les ponts bordés de trottoirs présentent une certaine sécurité. En cas d'absence de trottoir, il conviendra de mettre en place des panneaux de signalisation.

En outre, le préleveur veillera à ce que les câbles porteurs des appareils d'échantillonnage ne présentent aucun danger pour les éventuelles embarcations empruntant le cours d'eau.

Prélèvement depuis une embarcation

Outre que l'embarcation devra être en parfait état de marche et posséder tout le matériel réglementaire et nécessaire (les rames par exemple sont une sécurité en cas de panne de moteur), le préleveur devra se munir d'un gilet de sauvetage, en particulier sur les rivières froides et rapides, et éviter de porter des cuissardes qui constituent un handicap pour flotter.

L'agent préleveur vérifiera si l'accès à la station est réglementé ou bien s'il nécessite une autorisation.

1.8 ASSURANCE QUALITÉ

Le prélèvement est un acte qui conditionne la validité et la représentativité de toutes les analyses qui seront effectuées ultérieurement sur l'échantillon. Dans la chaîne de mesure de la qualité des eaux de surface, l'étape de l'échantillonnage est celle qui introduit l'erreur la plus importante. Il est donc primordial d'opérer avec le plus grand soin.

L'organisme préleveur s'engage à remplir sa mission à l'aide d'un personnel qualifié tant en ce qui concerne le prélèvement lui-même que la prise de mesure sur site, et en respectant les consignes de sécurité et d'hygiène appropriées. Ce personnel devra justifier d'une formation et d'une expérience suffisante en la matière. Il devra en particulier connaître les normes en vigueur et les respecter scrupuleusement. Il devra en outre respecter les consignes du maître d'ouvrage dans le choix des sites de prélèvement et des matériels et techniques à utiliser.

Par ailleurs, l'organisme devra mettre à disposition du personnel préleveur le matériel nécessaire (échantillonneur, appareil de mesure, flaconnage...) adapté aux caractéristiques du milieu et en bon état de fonctionnement. Ce matériel devra faire l'objet d'un entretien, d'un étalonnage et calibrage dont on doit faire la traçabilité (fiche de vie).

Un personnel qualifié

Il est important pour l'interprétation ultérieure des résultats d'analyses et pour assurer la validité du prélèvement que la traçabilité des opérations soit complète. L'opérateur doit renseigner à cet effet un ensemble de fiches (annexe 8) qui assurent cette traçabilité (fiches : Station d'étude ; Conditions de terrain ; Mesures de terrain ; Réception des échantillons).

Les organismes préleveurs peuvent se faire accréditer auprès d'organismes accréditeurs afin de faire reconnaître leur compétence auprès des maîtres d'ouvrage. L'accréditation pour le prélèvement se fait sur la base des normes existantes (série des normes NF EN ISO 5667) qui ne concernent à ce jour que l'eau. Outre la norme ISO 5667-12, il existe peu de documentations décrivant le protocole à suivre pour les prélèvements de sédiments.

1.9 CODIFICATION SANDRE

Le Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE) **élabore le langage commun des données sur l'eau**. Au sein du Système d'information sur l'eau (SIE) qui a succédé au Réseau national des données sur l'eau (RNDE), le SANDRE est plus particulièrement chargé :

- d'élaborer les dictionnaires de données, c'est-à-dire les recueils des définitions décrivant et précisant la terminologie et les données disponibles pour un domaine particulier ;
- d'administrer les nomenclatures communes au niveau national que sont les paramètres, les méthodes, les supports, les laboratoires, ... ;
- d'établir et de promouvoir les nouveaux formats d'échanges informatiques de données.

Pour les analyses de la qualité des eaux, cinq descripteurs sont couramment utilisés pour identifier l'élément analysé :

- le code paramètre, qui est classé par le SANDRE en fonction de sa nature (chimique, physique, hydrobiologique, microbiologique, de synthèse et environnemental) et de son type (quantitatif ou qualitatif) ;
- le support de prélèvement (eau, sédiments, bryophytes, ...), c'est-à-dire le composant du milieu sur lequel est réalisé l'investigation et/ou le prélèvement. A noter que le support de prélèvement ne correspond pas nécessairement à la **partie** analysée (ou fraction) ;
- la fraction analysée qui est le composant du support sur lequel porte l'analyse. La fraction analysée peut concerner :
 - un support entier ou brut comme par exemple l'eau brute ;
 - une partie du support telle que par exemple les particules < 2 mm dans les sédiments, ou l'eau filtrée ;
 - une partie organique du support telle que les écailles ou le foie d'un poisson ;
- la (ou les) méthode(s) d'analyse, qui sont pour la plupart normalisées,
- l'unité de mesure d'un paramètre qui dans le cadre d'échange de données selon le protocole SANDRE est unique.

Il convient de noter que la fraction analysée est une information indispensable en complément du paramètre pour identifier de façon univoque la propriété du milieu analysé.

Quelle fraction analysée ?

LE PRÉLÈVEMENT

Recommandations générales

- ➔ La station de qualité des eaux superficielles est un volume de rivière sur lequel sont effectués des prélèvements et des mesures en vue de connaître la qualité du cours d'eau en cet endroit.
- ➔ La station comprend des sites de mesure qui sont des sous volumes cohérents et représentatifs de la station où sont effectués les prélèvements et les mesures.
- ➔ L'emplacement des stations d'étude et des sites de mesure est défini par le maître d'ouvrage en fonction de critères précis parmi lesquels les conditions locales qui caractérisent le milieu étudié et l'objectif pour lequel les sites ont été créés. Le préleveur se reportera à la fiche descriptive de la station fournie par le maître d'ouvrage afin d'assimiler les tenants et aboutissants de sa mission. Le préleveur opérera au point exact qui figure dans la fiche descriptive de la station.
- ➔ Compte tenu des conditions changeantes d'un cours d'eau, le lieu de prélèvement pourra être exceptionnellement modifié de façon à obtenir des résultats correspondant aux conditions représentatives de la situation du cours d'eau le jour du prélèvement. Le préleveur cherchera alors à :
 - conserver la qualité d'information du lieu habituel compte tenu des conditions du moment,
 - conserver si possible les méthodes et techniques utilisées pour le lieu habituel, sinon utiliser les méthodes et techniques les plus appropriées compte tenu des caractéristiques du moment,
 - l'emplacement du nouveau point d'échantillonnage sera décrit avec précision et justifié dans la fiche de terrain prévue à cet effet et fournie par le maître d'ouvrage. Un schéma des lieux sera fait.
- ➔ La tournée de prélèvement sera organisée en fonction des objectifs définis par le maître d'ouvrage pour le réseau de mesure.

2

LE PRÉLÈVEMENT D'EAU



2.1 CONDITIONS DE TERRAIN

La rivière est un milieu éminemment changeant sous l'effet de facteurs naturels ou anthropiques. Les conditions qui caractérisent le cours d'eau et son environnement le jour de l'échantillonnage peuvent influencer de façon notable les résultats d'analyse. Les caractéristiques climatologiques et hydrologiques, certaines activités perturbantes inhabituelles en amont proche (travaux dans le cours d'eau, rejet accidentel...), la présence de végétaux en quantité excessive, la présence de poissons morts ou de nappes d'huile à la surface de l'eau, ..., peuvent expliquer certaines « anomalies » dans les données et aider à leur interprétation. **Il convient donc de ne pas hésiter à consigner dans une fiche toutes les observations, même si elles semblent à première vue banales.** Le tableau ci-après propose des recommandations en cas de conditions de milieux particulières.

Je note tout ce que j'observe

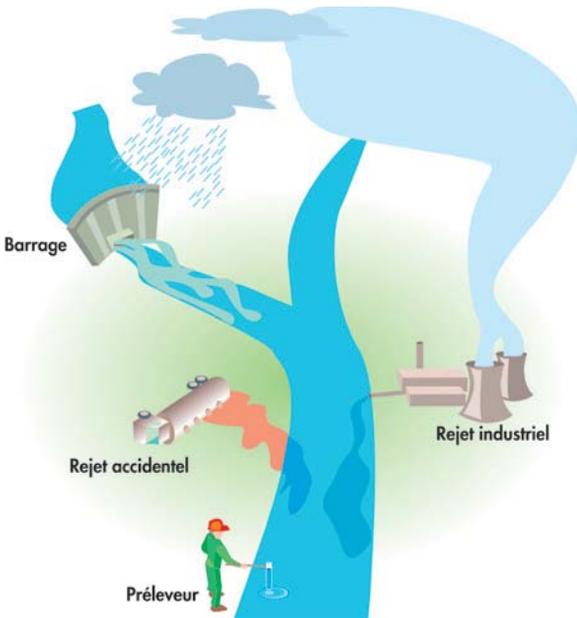


Figure 5 : La rivière est un milieu changeant

Conditions de milieu	Recommandations
Emplacement de la lame d'eau inhabituel	Déplacement du point de prélèvement de façon à prélever la lame d'eau principale. Préciser l'emplacement du nouveau point sur la fiche de terrain
Inaccessibilité du site	Recherche d'un site proche ayant la même valeur d'information et pouvant être prélevé avec les mêmes techniques. Préciser l'emplacement du site sur la fiche de terrain
Rivière en crue (ou décrue), variation artificielle du débit	Prélever tout de même une lame d'eau représentative de la station dans un lieu et avec un matériel assurant toute la sécurité. Noter les conditions de prélèvement sur la fiche de terrain
Pollution accidentelle en amont proche du site	Prélever en amont immédiat du rejet polluant dans un site ayant la même valeur d'information. Préciser l'emplacement du site sur la fiche de terrain

Notice d'utilisation de la fiche « Conditions de terrain » (cf. Annexe)

a. Localisation du prélèvement

La consignation de la localisation du lieu d'échantillonnage est certainement l'une des étapes les plus importantes de la phase de remplissage de la fiche. En effet, quelles que soient les informations consignées, elles ne sont utilisables et n'ont de valeur que si on peut les rattacher à un point de prélèvement.

Dans la mesure où la fiche « Conditions de terrain » fait suite à la fiche « Description de la station d'étude », il convient de n'y reporter que la localisation du prélèvement.

Si pour des raisons quelconques liées à des conditions particulières de terrain, le point habituel d'échantillonnage ne peut être pratiqué, un autre point sera recherché à proximité dans la station et ayant même valeur d'information. Sa localisation sera alors précisée.

b. Date et heure de prélèvement

Cet item doit être impérativement renseigné car il permet, d'une part de situer l'échantillonnage réalisé par rapport à un ensemble de données, et d'autre part de faciliter l'interprétation de certains résultats (comme par exemple la concentration en oxygène dissous qui peut varier au cours de la saison et de la journée). L'heure de prélèvement doit être arrondie à la dizaine de minutes.

Quel jour,
quelle heure ?

c. Climatologie

Les notations climatiques doivent indiquer d'une part le temps et les tendances le jour et la veille du prélèvement, et d'autre part, lorsque cela est possible, les principales caractéristiques climatiques des jours (environ une semaine) qui ont précédé l'échantillonnage.

Ces indications peuvent avoir une grande importance dans le cadre de l'interprétation des résultats d'analyse comme par exemple pour la température, une succession d'épisodes orageux pouvant conduire à une sous-estimation des températures estivales.

Ces éléments concernant la climatologie seront mentionnés en fonction de leurs disponibilités.

d. Hydrologie

Dans un premier temps il convient de situer l'échantillon par rapport aux conditions hydrologiques naturelles (ou artificielles) aussi bien pour le jour où est réalisé le prélèvement que durant la semaine qui a précédé. En effet, on peut, par exemple, facilement concevoir qu'une même valeur de MEST (matière en suspension) n'aura pas la même signification si le prélèvement a été réalisé en période de crue ou en période d'hydrologie habituelle (non perturbée).

En ce qui concerne le débit au niveau de la station d'échantillonnage, sa connaissance est importante pour permettre, d'une part l'interprétation des résultats des analyses notamment dans le cadre de comparaison avec les objectifs de qualité fixés et d'autre part des calculs éventuels de flux de pollution.

Si une échelle limnimétrique est située sur la station ou à proximité, sa lecture est obligatoire (§ 3.1).

Dans certains cas, un jaugeage sera effectué au moment du prélèvement (§ 3.2).

Les éléments concernant l'hydrologie seront mentionnés en fonction de leurs disponibilités.

e. Conditions de prélèvement

Ce champ a pour objet :

- d'une part de préciser les conditions dans lesquelles l'échantillonnage a été réalisé et donc de justifier des méthodes employées notamment dans le cas où des conditions difficiles peuvent conduire à des changements dans la position du point de prélèvement ou de la technique (seau, perche...),
- d'autre part de communiquer une information capitale pour l'organisme ou le chargé d'étude responsable du suivi de la qualité des eaux. Cette information pourra par exemple conduire à une adaptation du protocole d'échantillonnage dans le cas d'un changement important et durable pouvant affecter l'accessibilité du site ou la représentativité d'une station de suivi (pluriannuel...).

f. Mode de prélèvement

On consigne ici les techniques utilisées pour effectuer l'échantillonnage (§ 2.2).

Si un changement dans le protocole d'échantillonnage habituel est réalisé par l'agent préleveur, ce dernier devra aussi en indiquer les modalités et les raisons, par exemple : « Échantillon moyen de trois prélèvements en rives droite, gauche et au centre. Problème d'homogénéité des eaux ».

g. Description du milieu

Cet item a pour but de permettre une meilleure interprétation des résultats des analyses d'eau mais aussi et surtout de conduire l'agent préleveur à une réflexion sur :

- la représentativité du prélèvement,

Ainsi l'homogénéité plus ou moins bonne des eaux entraînera des prélèvements plus ou moins représentatifs de la qualité globale de la rivière. Cette homogénéité sera soit déduite d'un constat visuel (veines d'eau de couleurs différentes), soit appréciée en fonction des caractéristiques des rejets amont (emplacement, débit...) et des écoulements dans la rivière (turbulents, homogènes...).

- la validité des mesures réalisées sur le terrain comme par exemple la concentration en oxygène dissous ou la turbidité.

En effet, une eau très sale ou présentant une forte odeur d'eaux usées est vraisemblablement le signe d'une pollution organique pouvant éventuellement conduire à une forte baisse des concentrations en oxygène dissous. L'agent préleveur devra donc vérifier que les mesures d'oxygène dissous sont bien compatibles avec une telle observation.

De même, dans le cas d'une analyse de la turbidité avec une sonde électronique, il conviendra de vérifier la validité de la valeur mesurée avec les observations visuelles relatives à la couleur de l'eau, à la limpidité, ou à la présence de corps divers pouvant fausser une mesure.

Un autre exemple peut être envisagé avec la teinte des eaux, une couleur verte pouvant par exemple indiquer une forte présence d'algues. Cette importante concentration d'algues peut induire une sursaturation en oxygène dissous en pleine journée.

La notion d'ombrage est à prendre en compte pour vérifier par exemple les valeurs de la température de l'eau. Cette notion doit aussi permettre un retour d'information vers l'organisme ou le responsable de l'étude dans le cas d'un changement des caractéristiques d'ensoleillement (par exemple d'une modification de la nature, de la densité de la ripisylve...). On peut en effet imaginer que dans le cas d'un suivi de la qualité des eaux effectué sur plusieurs années, de tels changements puissent expliquer des modifications de la température de l'eau, notamment en période estivale, ou du développement de la végétation aquatique et donc de l'oxygène dissous.

Les éléments à renseigner, paramètres quantitatifs codés par le SANDRE, sont définis ci-dessous :

Prélèvement par rapport à un seuil : la présence d'un seuil pouvant avoir une incidence notamment sur l'oxygénation des eaux, avec une sous-saturation en amont du fait du ralentissement des écoulements (voire la création d'un plan d'eau) et une sursaturation en aval du fait du brassage.

Homogénéité des eaux : cf. a) ci-avant.

Aspect des abords : impression subjective de propreté des berges et des rives en amont et en aval proche du lieu considéré. Est prise en compte la présence ou l'absence d'objets ou de matières qui, dans certaines conditions, peut modifier la qualité de l'eau.

Irisation sur l'eau (hydrocarbures) : la présence d'hydrocarbures est

signalée par des reflets irisés à la surface de l'eau.

Mousse (de détergents) : présence d'amas serrés de bulles à la surface d'une eau agitée.

Boues surnageantes : il s'agit de boues organiques flottant à la surface de l'eau.

Débris végétaux : présence de produits végétaux ligneux ou herbacés, d'origine extérieure au lieu de prélèvement, qui nagent au sein ou flottent à la surface de l'eau ou bien reposent au fond de l'eau.

Autres corps : il s'agit de tout corps ou produit exogène, d'origine naturelle ou manufacturé qui flotte sur l'eau, baigne dans l'eau ou est déposé sur le fond de la station de prélèvement.

Teinte : elle doit être appréciée dans un seau blanc ou un flacon, jamais directement dans la rivière.

Limpidité : elle doit être appréciée dans un seau blanc ou un flacon, jamais directement dans la rivière.

Odeur : appréciation d'absence ou de présence plus ou moins forte, d'émanations volatiles du milieu aqueux, provoquant des sensations perçues par l'organe olfactif.

Ombre : ce paramètre apprécie de manière subjective l'importance journalière de l'ombre portée par la végétation rivulaire. C'est donc indirectement une appréciation de l'importance de la végétation arborée des berges. Un ombrage 'important' correspondra à un recouvrement des berges supérieur à 50 %.

h. Type d'écoulement au droit du prélèvement

Le type d'écoulement au droit du prélèvement sera indiqué succinctement en précisant soit le type de faciès d'écoulement, soit les caractéristiques essentielles structurant un écoulement (vitesse, hauteur d'eau, substrat...).

i-j. Colmatage du fond et végétation aquatique

L'examen du recouvrement du fond d'un cours d'eau par des matières minérales, organiques ou par la végétation aquatique doit permettre de mettre en évidence des dysfonctionnements éventuels ou des éléments pouvant expliquer des résultats d'analyses et de mesures a priori « anormaux ».

Par exemple, le colmatage du fond d'un cours d'eau par des algues ou une végétation aquatique dense peut induire un phénomène de sursaturation en oxygène dissous.

Pour la végétation, le préleveur renseignera sur l'abondance de la végétation globale et, s'il le peut, sur celle des grands groupes systématiques. Ces informations seront notées principalement en basses eaux d'été.

k. Observations particulières

Ce champ doit permettre à l'agent préleveur de noter toutes les observations complémentaires susceptibles de permettre une interprétation adaptée des résultats mais aussi de valider les mesures réalisées in situ. Parmi ces observations on peut envisager :

- **les observations relatives à la faune**, avec par exemple la présence de poissons morts, le comportement particulier de certaines espèces...
 - La présence de poissons morts en abondance peut traduire un empoisonnement, un manque d'oxygène, une épidémie...(prévenir dans ce cas la gendarmerie pour constat du phénomène).
 - Lorsque les poissons viennent respirer en surface, il y a lieu de

contrôler la teneur en oxygène dissous. On peut en effet assister à une désoxygénation du milieu dont il conviendra éventuellement de déterminer la cause par une enquête approfondie.

- L'absence apparente de poisson ne doit pas être considérée comme un critère fiable sur l'éventualité d'un problème de qualité d'eau. En effet, les poissons peuvent être présents mais invisibles (turbidité des eaux, position du poisson dans le cours d'eau, mimétisme important...). On pourra se baser sur des indices plutôt que sur l'observation visuelle : sauts, gobages, départ en rive à l'approche...
- **les observations de la végétation aquatique** peuvent permettre de détecter des problèmes d'eutrophisation d'un cours d'eau, car une végétation aquatique surabondante est liée à un milieu très riche en matières minérales fertilisantes (azote, phosphore) et/ou en vases organiques.
 - La présence de lentilles d'eau couvrant toute la surface d'un cours d'eau peut être un signe de déséquilibre et induire des sous-saturations en oxygène.
 - Le développement de paquets de filaments gris blanchâtres correspond souvent à une prolifération de bactéries filamenteuses qui sont le signe d'une pollution organique importante en amont (rejets d'abattoirs, de laiteries...).
- **les observations relatives aux usages du cours d'eau** comme par exemple :
 - l'existence d'élevages importants à proximité du cours d'eau. Ce paramètre est toujours à noter car il correspond souvent à des constatations analytiques et vient les étayer notamment avec l'élévation des teneurs en chlorures, en azote ammoniacal, en phénols dans le cas des oies et des canards,
 - la présence en bordure de rivière de dépôts pouvant provoquer des pollutions par leur lixiviat (fumier, décharges...),
 - la présence de travaux en rivière en amont du point de prélèvement, qui peut éventuellement être une cause explicative de teneurs élevées en MEST,
 - l'état des rejets en amont car certains rejets peuvent être intermittents ou leurs caractéristiques peuvent varier en cours de journée,
 - le fonctionnement d'aménagements hydrauliques ou hydro-électriques peut être aussi consigné dans cet item si les informations ne peuvent pas être contenues dans l'item 4 - « Hydrologie ».
 - ...

I. Identité du préleveur

L'identification de l'agent préleveur ne doit pas être envisagée par ce dernier comme une démarche coercitive de la part d'un laboratoire d'analyse des eaux ou d'un organisme responsable d'une opération de suivi de la qualité des eaux.

Cette identification permet de faciliter la communication et l'apport de renseignements complémentaires éventuels indispensables pour le laboratoire d'analyses ou la personne chargée de l'interprétation des résultats.

Le code « intervenant » est celui attribué par le SANDRE dans le cadre d'un réseau.

2.2 MATÉRIEL ET TECHNIQUE

2.2.1 Nature de l'échantillonnage

Les erreurs dues à l'échantillonnage sont, en général, plus importantes que celles imputables aux analyses de laboratoire. Le prélèvement d'un échantillon d'eau, qu'il est en outre impossible de refaire, est donc une opération délicate à laquelle il faut apporter le plus grand soin, car il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée.

Il conviendra donc que :

- d'une part, les échantillons prélevés soient homogènes et aussi représentatifs que possible du milieu qui doit être caractérisé,
- d'autre part, toutes les précautions soient prises pour que l'eau prélevée subisse le minimum de modification entre l'instant du prélèvement et celui de l'analyse.

Il faut donc prendre soin d'éliminer ou de minimiser toute variation des paramètres à déterminer qui peut être induite par la technique d'échantillonnage.

Chaque prélèvement devant répondre à un objet défini, le mode de prélèvement est fonction de cet objet, mais aussi de l'origine de l'eau (rivière profonde ou petit cours d'eau...) et de l'accessibilité au point de prélèvement.

Il existe deux types d'échantillon d'eau :

- **l'échantillon ponctuel**, qui est un échantillon discret, c'est-à-dire prélevé en un point, une profondeur et un moment donné,
- **l'échantillon composite**, qui est obtenu par le mélange de plusieurs échantillons distincts, de volumes égaux ou pondérés. Un échantillon intégré peut être composé :
 - soit par le mélange d'échantillons ponctuels prélevés en plusieurs points du volume d'eau à étudier, comme par exemple dans le cas d'une série de prélèvements réalisée sur une colonne d'eau sur toute sa profondeur ou sur une partie de celle-ci, ou bien encore selon un profil transversal au cours d'eau ;
 - soit par le mélange d'échantillons prélevés en fonction du temps ou proportionnellement au débit écoulé.

Il existe deux méthodes de prélèvement d'eau :

- une méthode **manuelle** avec un récipient adapté.
- une méthode **automatique** avec un appareil programmé.

Les lieux de prélèvement d'eau peuvent être divers et sont par ordre de préférence :

- **dans le cours d'eau, en général dans sa partie médiane. Si l'agent préleveur avance dans l'eau, il doit faire attention à éviter la remise en suspension des dépôts, attendre la fin des perturbations et prélever en amont de lui ;**
- **depuis la rive**, assez loin des bords (au minimum à 2 m des rives) ainsi que des obstacles naturels ou artificiels et en faisant attention

Toujours au centre !

- de ne pas prélever dans les zones mortes, en utilisant une perche;
- **depuis un pont**, en se plaçant du côté aval et assez loin des obstacles (piles du pont);
- **depuis un bateau**, en faisant attention de prélever en amont et en dehors de la zone d'influence de l'embarcation. Cela permet d'éviter la contamination éventuelle de l'échantillon par une pollution due au bateau notamment dans le cas de la recherche d'hydrocarbures ou de micro-polluants.

Quand on peut plonger directement la main dans l'eau ou atteindre celle-ci depuis la rive avec une perche, il est préférable de plonger directement les flacons d'échantillonnage dans le cours d'eau, avec certaines précautions, sauf pour les flacons contenant un agent de conservation. En principe, le prélèvement de l'échantillon doit être effectué à une profondeur d'environ 30 cm sous la surface et à environ 50 cm au-dessus du fond, sinon à mi-profondeur.

Soulignons que, quel que soit le type de prélèvement réalisé (manuel ou automatique, directement dans l'eau ou avec un support d'échantillonnage), **l'eau superficielle** (aussi appelée « film superficiel ») **doit être évitée** (notamment dans le cas d'analyses bactériologiques ou de micropolluants), à moins que l'on ait un besoin particulier de celle-ci pour l'analyse (analyse des corps flottants...).



Figure 6 : Échantillonnage des eaux sous la surface

Lorsque l'on travaillera à partir d'un pont il est nécessaire d'utiliser des matériels spécifiques permettant d'échantillonner à distance. On utilisera en priorité un porte bouteille, ou une bouteille à prélèvement automatique, en dernier ressort un seau (éviter le seau en plastique pour l'analyse des micropolluants organiques). Le volume d'eau minimum requis est égal à la somme des volumes nécessaires pour l'analyse de chacun des paramètres recherchés. Le contenu du récipient de prélèvement est alors versé dans les flacons d'échantillonnage appropriés.

En résumé, on privilégiera dans l'ordre :

- l'échantillonnage dans le cours d'eau ou depuis la rive à l'aide des flacons d'échantillonnage ou d'une bouteille,
- en cas d'impossibilité, l'échantillonnage depuis un pont à l'aide d'un porte-bouteille ou d'une bouteille à prélèvement automatique.

Avec les flacons
d'échantillonnage

Pas d'eau
de surface

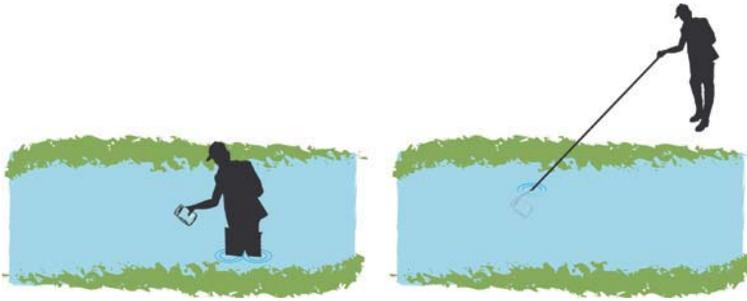


Figure 7 : Méthodes de prélèvement à privilégier

Dans tous les cas, les caractéristiques de l'écoulement doivent être prises en compte. **Il est idéal que les échantillons soient issus de liquides turbulents, bien mélangés. Autant que possible, la turbulence doit se produire au sein d'un écoulement naturel (en aval d'un radier par exemple). Ce ne doit toutefois pas être le cas pour le prélèvement d'échantillons destinés au dosage de gaz dissous et de substances volatiles, dont la concentration peut être modifiée par la turbulence induite.**

Des eaux bien mélangées

2.2.2 Matériels et méthodes de prélèvement manuel

Un prélèvement d'eau de type manuel peut être réalisé :

- soit en plongeant directement la main et le récipient de prélèvement dans l'eau (méthode à préférer),
- soit en utilisant un support permettant d'échantillonner à distance. On peut employer une perche (qui peut être télescopique), un porte-bouteille, un échantillonneur multiple, un seau ou un bidon lesté.

Le dispositif dit « porte-bouteille » doit être constitué de matériau ne présentant pas de risque de contamination de l'eau prélevée. La bouteille d'échantillonnage est placée dans le dispositif et maintenue par un collier. L'installation de poids supplémentaires permet à la bouteille de descendre à la verticale dans des courants forts.

Un échantillonneur multiple permet le prélèvement simultané de plusieurs échantillons de volumes égaux ou différents. Chaque échantillon est alors prélevé dans sa propre bouteille.

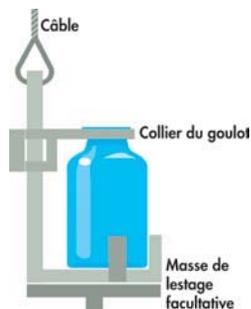


Figure 8 : Exemple de porte-bouteille

La méthode de prélèvement et les précautions à prendre devront être adaptées en fonction des paramètres à analyser. **En tout état de cause, il convient d'éviter de prélever de grosses particules non homogènes comme des feuilles, des détritiques...** Le tableau 2 en fin de chapitre résume les principales précautions à prendre et les moyens utilisables (voir détail dans les paragraphes ci-après).

Prélèvement en bouteille

Le matériel le plus simple pour prélever les échantillons d'eau dans la rivière ou depuis la rive est constitué d'une bouteille à large col (ou d'un godet) plongée avec la main dans la masse d'eau et remontée une fois pleine.

a) Technique la plus courante :

Cette technique s'applique aussi bien à une bouteille de prélèvement dont l'eau sera répartie dans les différents flacons d'échantillonnage, qu'au remplissage direct des flacons destinés au laboratoire. Dans le cas où le prélèvement d'eau est réalisé directement dans les flacons d'échantillonnage, il faut toujours commencer par remplir les flacons destinés aux analyses physico-chimiques sans conservateur afin d'éviter tous risques de contamination et d'interaction dues aux réactifs.

La technique de prélèvement est la suivante :

- **rincer trois fois (de façon énergique) la bouteille et son bouchon sauf si celle-ci contient un agent de conservation.** L'eau de rinçage doit être prélevée sans soin particulier, mais jamais en surface. Lors de l'écoulement de l'eau dans la bouteille, un tour de main particulier fait que l'eau s'écoule en tourbillonnant le long des parois,
- égoutter la bouteille en la secouant le col vers le bas,
- plonger la bouteille dans l'eau avec le col vers le bas,
- retourner la bouteille en la laissant inclinée selon un angle de l'ordre de 45°, goulot en position supérieure, face au courant,
- **remplir la bouteille lentement sans barbotage,**
- en fin d'opération, lorsque la bouteille est pleine, il faut la remonter et la « sonner » en l'inclinant en tout sens (sans créer d'émulsion) et en s'arrêtant de temps à autre de façon à chasser toutes les bulles d'air se trouvant au contact des parois,
- **rincer le bouchon par agitation dans l'eau de la rivière,**
- **boucher la bouteille avec précaution, mais vivement de façon à ne pas emprisonner de bulles d'air.** Le flacon est donc rempli complètement (sauf paramètres particuliers).

b) Autres possibilités :

Montage d'une toile fine sur le goulot :

Dans certains cas (comme par exemple pour le dosage de l'oxygène dissous : DBO⁵), la bouteille de prélèvement peut être équipée d'un système permettant d'éviter l'émission de bulles d'oxygène dans le flacon de prélèvement. Pour cela, on peut recouvrir l'ouverture de la bouteille d'un morceau de toile de mailles 80 µm. Soulignons que cette technique de prélèvement n'est évidemment pas applicable dans le cas de prélèvement de matières en suspension.

Globalement, la technique de prélèvement est identique à la précédente.

Il faut toutefois ajouter les dispositions suivantes :

- avant de plonger la bouteille dans l'eau pour le remplissage, il faut rincer le morceau de toile, puis le bloquer sur le goulot de la bouteille à l'aide d'un élastique, par exemple, et agrandir une des fronces de la toile en la pinçant et en tirant à ce niveau,
- lors du remplissage de la bouteille, on peut aménager la fronce de la toile, de façon à ce que l'air s'échappe bulle à bulle en passant en dessous de la toile,
- en fin d'opération il faut retirer la toile avant de boucher la bouteille.



Figure 9 : Autres techniques de prélèvement en bouteille

Montage siphon :

La bouteille de prélèvement peut aussi être équipée d'un « montage siphon » (cf. figure 9). Cette technique présente l'avantage de permettre une entrée d'eau régulière et exempte de barbotage. Cette entrée d'eau peut être régularisée par le pincement plus ou moins prononcé du tube caoutchouc servant à la sortie de l'air.

La technique opératoire est la suivante :

- rincer trois fois la bouteille et le siphon sauf si celle-ci contient un agent de conservation,
- égoutter la bouteille et le siphon en les secouant,
- fixer le montage siphon sur la bouteille et plonger l'ensemble dans la rivière à la profondeur voulue, col vers le bas. Maintenir le tuyau en caoutchouc hors de l'eau,
- retourner complètement la bouteille sous l'eau avec le tube de remplissage dirigé vers l'amont,
- si le remplissage ne commence pas naturellement, l'amorçage par aspiration légère à la bouche au niveau du tuyau caoutchouc peut être réalisé,
- il faut attendre le remplissage total (sauf pour les flacons contenant un conservateur) et terminer le prélèvement comme précédemment.

Prélèvement en bidon à double ouverture

Le prélèvement d'eau avec un bidon à double ouverture ne peut être réalisé que dans le cas où la profondeur d'eau est suffisante. Le volume prélevé doit être adapté au volume total de l'ensemble des flacons d'échantillonnage. Ces derniers sont remplis, soit sur place, soit au laboratoire d'analyse.

La technique de prélèvement (figure 10) est la suivante :

- introduire rapidement le bidon, orifice de remplissage bouché et cannelure haute comme indiqué sur le schéma ci-après,
- ouvrir l'orifice de remplissage, celui-ci se fera sans barbotage.



Figure 10 : Technique de prélèvement en bidon à double ouverture

Remarques :

Dans le cas d'un courant rapide, on pourra créer une certaine circulation dans le bidon avant de le retirer et de le reboucher.

Prélèvement en entonnoir

Dans certains cas (notamment pour les prélèvements destinés aux dosages de l'oxygène dissous tels que la DBO⁵), un récipient à double ouverture de forme à peu près identique à celle d'une ampoule à décanter cylindrique que l'on appelle un « entonnoir » peut être utilisé (cf. figure 11). Ce récipient comporte une ouverture avant munie d'un orifice rodé coiffé d'un bouchon. L'orifice arrière est constitué par un robinet rodé, à passage large le plus gros possible.

La technique opératoire est la suivante :

- rincer trois fois « l'entonnoir ». Pour cela, déboucher l'orifice supérieur et l'introduire en premier sous l'eau, jusqu'à bonne profondeur. L'orifice inférieur reste émergé et le robinet fermé. Ouvrir le robinet pour permettre le remplissage de « l'entonnoir ». Avant remplissage complet, fermer le robinet. Rapprocher de la surface. Retourner vivement « l'entonnoir » tout en le sortant de l'eau. Rincer les parois internes par agitation et laisser couler l'eau alternativement par les deux orifices en lui imprimant si possible, un mouvement de rotation,
- égoutter le récipient et fermer le robinet,
- plonger « l'entonnoir » dans l'eau, orifice supérieur en bas et

- robinet fermé, jusqu'à la profondeur désirée,
- ouvrir le robinet, d'abord modérément puis de plus en plus.
 - lorsque le remplissage est terminé, faire évoluer légèrement de haut en bas l'entonnoir, de façon à chasser certaines bulles et à renouveler l'eau autant que possible,
 - fermer le robinet, mettre à l'horizontale et rapprocher de la surface. Lorsque la surface est presque atteinte, émerger rapidement « l'entonnoir » en le redressant.

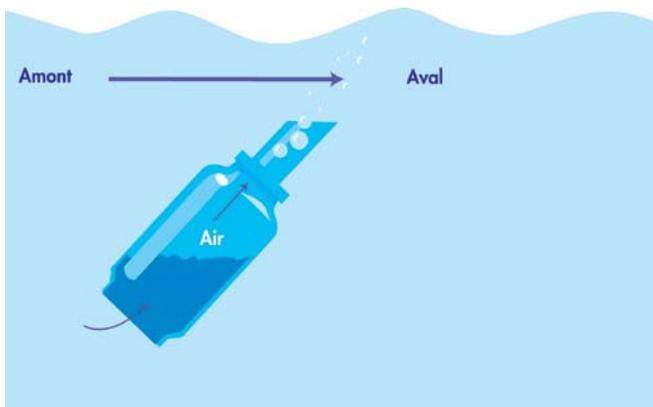


Figure 11 : Technique de prélèvement avec un « entonnoir »

Remarques :

- Si le courant de la rivière est fort, on peut immerger « l'entonnoir » à l'horizontale avant de fermer le robinet terminal, l'orifice supérieur étant tourné face au courant. L'eau pourra alors circuler dans le récipient. Après un certain temps d'écoulement, on fermera le robinet et on procédera comme indiqué ci-avant afin de terminer l'opération.
- On peut « sonner » le récipient comme avec une bouteille afin d'éliminer les bulles d'air bloquées contre les parois.
- Comme pour le prélèvement en bouteille, « l'entonnoir » peut être coiffé par une toile de mailles 80 microns.

Prélèvement au seau

Cette méthode sera utilisée en dernier recours, surtout si l'on doit pratiquer des analyses de micropolluants organiques. Si le prélèvement d'eau est réalisé au seuil, du haut d'un pont par exemple, le préleveur doit s'assurer tout d'abord que la profondeur de la rivière est suffisante, qu'aucun bateau ne risque de passer pendant l'opération, ensuite que le matériel de prélèvement (seau, corde...) est rigoureusement propre. **Il convient donc de rincer au moins trois fois le matériel de prélèvement afin d'éviter toute contamination de l'échantillon.**

L'agent préleveur évitera, dans la mesure du possible, de prélever uniquement les eaux de surface et de remettre en suspension les dépôts (ne pas toucher le fond).

Je rince, je rince,
je rince

Depuis un pont et par souci de commodité, il convient de prélever en aval, d'éviter les obstacles comme les piles et si possible dans la ligne de plus fort courant ou dans le meilleur emplacement possible de façon à éviter toutes perturbations. On évitera également que la corde racle le tablier du pont de façon à ne pas polluer l'eau prélevée.

Une fois le seau rempli, le préleveur veillera à homogénéiser l'eau prélevée (notamment pour la remise en suspension des MES) et plongera les flacons d'échantillonnage, au préalablement rincés, comme indiqué en 2.2.2.a .

Signalons que le seau peut être avantageusement remplacé par une bouteille à prélèvement automatique (voir ci-après).

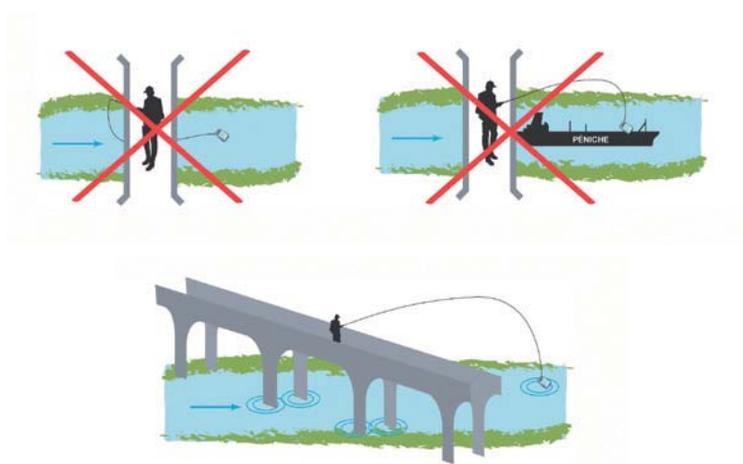


Figure 12 : Le prélèvement depuis un pont

Prélèvement à la bouteille automatique

Une bouteille à prélèvement automatique consiste en un cylindre de plastique (le plus souvent) lesté, ouvert aux deux extrémités qui est immergé à l'aide d'un filin le long d'une verticale. A la profondeur voulue, le cylindre est bouché aux deux extrémités à l'aide d'un mécanisme actionné depuis la surface (messager) avant d'être ramené à l'air. L'eau prélevée est ensuite transférée dans les flacons d'échantillonnage à l'aide du robinet de la bouteille en veillant à la bonne homogénéité des eaux. Cette bouteille sera manipulée depuis un pont avec les mêmes prudences que pour un seau (cf. ci dessus). Cependant, outre que les risques de pollution de l'eau sont très réduits par rapport à la technique au seau, cette technique a le grand avantage de prélever l'eau à la profondeur voulue.

Cette technique permet en outre d'échantillonner des eaux stratifiées sur le plan physico-chimique, pour lesquelles un échantillonnage ponctuel à des profondeurs déterminées est recommandé.



Remarque :

L'échantillonnage composite d'une section verticale peut être pratiqué afin de connaître la qualité moyenne d'un profil vertical d'eaux stratifiées. On utilise pour ça une bouteille spéciale à orifice variable qui maintient le débit d'alimentation constant en cours d'immersion sur toute la verticale de la lame d'eau par variation différentielle de pression.

Figure 13 : Bouteille à prélèvement automatique

2.2.3 Prélèvements pour analyses spécifiques

Prélèvement pour détermination des matières en suspension

L'échantillonnage des systèmes multiphasés, tels que des eaux contenant des matières en suspension (MES) ou des liquides non miscibles, peut présenter des difficultés particulières.

En effet, les solides peuvent être distribués de façon hétérogène dans le liquide. Un mélange satisfaisant doit être réalisé, si possible, par le maintien des conditions de turbulence. Il est idéal que la vitesse linéaire soit suffisante pour produire cette turbulence et que les échantillons soient prélevés par des techniques qui maintiennent cette vitesse.

Lorsque cela est impossible, une série d'échantillons doit être prélevée au sein d'une section transversale entière. On doit se souvenir que la distribution en taille des solides en suspension peut varier au cours du temps nécessaire pour effectuer totalement le prélèvement.

Il convient d'éviter le triage des particules provoqué par le barbotage (sortie de l'air) et l'admission turbulente de l'eau.

Parmi les différents modes opératoires, il est préférable (lorsque cela est possible) d'effectuer un prélèvement :

- en bouteille (sans toile) avec un montage siphon,
- en bidon,
- en « entonnoir ».

Remarque :

Dans le cas d'échantillonnage de chenaux de navigation, il faut garder à l'esprit que le sens d'écoulement peut changer. Le débit peut également varier de façon considérable et dépendre plus de l'intensité de la navigation (c'est-à-dire du nombre d'opérations d'éclusage) que des conditions météorologiques dominantes.

Le passage de bateaux peut avoir un effet à court terme très sensible sur la qualité de l'eau particulièrement sur l'augmentation de la concentration en matières en suspension.

Il conviendra donc d'adapter le mode de prélèvement aux contraintes locales, en évitant par exemple de prélever de l'eau lors du passage d'une embarcation ou dans son sillage.

Attention au bon mélange !

Prélèvement pour analyse bactériologique

Dans le cas de prélèvements pour analyse bactériologique, l'agent préleveur devra toujours requérir et suivre les indications du laboratoire chargé des analyses. La plupart du temps, les laboratoires d'analyse fournissent des flacons en plastique stériles à usage unique.

Dans la mesure où les micro-organismes sont présents partout dans l'air, sur le sol, sur le matériel de prélèvement et sur l'agent préleveur lui-même, il est indispensable d'éviter l'introduction de germes ne provenant pas de l'eau à analyser. **Durant toute la phase de prélèvement, il conviendra d'éviter toute contamination du flacon et du bouchon (éviter de mettre les doigts dans le flacon ou sur la face interne du bouchon...).**

Le flacon d'échantillonnage ne sera pas rempli complètement pour des questions de commodité d'analyse.

Du fait de la relative hétérogénéité dans la répartition des micro-organismes dans l'eau, il semble souhaitable, comme pour les MES, de réaliser plusieurs prélèvements d'eau le long d'une transversale.

Prélèvement pour l'analyse de composés volatils

Ce type de prélèvement doit être effectué dans des flacons spéciaux type « Headspace » (tube à sertir) fournis par le laboratoire d'analyses.

Le mode de remplissage est identique à celui décrit pour la plupart des autres paramètres à analyser. Il faut rincer plusieurs fois le flacon et réaliser au moins deux prélèvements par points d'échantillonnage. Le flacon doit être rempli aux 2/3, et la capsule métallique doit être sertie (face téflonnée vers l'intérieur) avec une pince spéciale (figure 14).

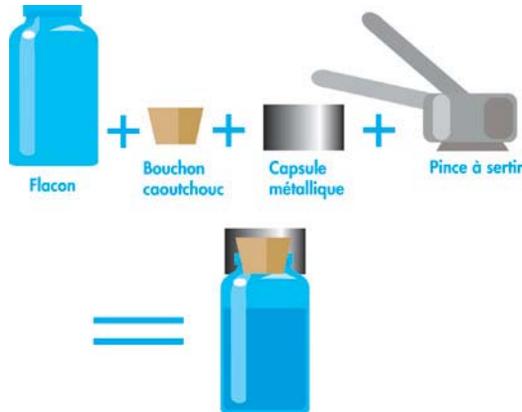


Figure 14 : Matériel nécessaire pour l'analyse des composés volatils

La méthode présentée est en soit la méthode « idéale » cependant il convient de noter qu'il existe également d'autres types de flaconnage pouvant être utilisés pour l'analyse des composés volatils (flacon en verre avec col rodé...).

Prélèvement pour l'analyse des résidus de pesticides et autres micropolluants organiques

Outre la sélection des points de prélèvement qui doit être rigoureuse car le dosage est coûteux et long, les conditions pour réaliser un bon prélè-

vement imposent d'apporter une attention toute particulière dans le cas de ce type de prélèvement.

Une des caractéristiques des traces des micropolluants organiques est leur grande variabilité de concentration au cours du temps (journée) et dans leur répartition au niveau des eaux de surface. En effet, on peut constater une grande hétérogénéité d'une rive à l'autre ou en fonction de la profondeur (par exemple, le prélèvement du film de surface peut conduire à des facteurs de concentration de 5 000 à 10 000).

Il est donc souhaitable de réaliser une série de prélèvements le long d'une section transversale (comme pour la microbiologie) et d'éviter de prélever le film de surface.

Pour la recherche des hydrocarbures, on veillera à ne pas auto-polluer le prélèvement avec des mains salies par des opérations antérieures (plein d'essence du véhicule de transport).

2.2.4 Prélèvement automatique

Le prélèvement d'eau automatique permet de recueillir des échantillons durant un temps plus ou moins long et selon un processus programmé relié soit à un pas de temps défini, soit à un débit.

Nous n'insisterons pas sur les avantages et les domaines d'application d'une telle technique de prélèvement. Par contre, l'agent préleveur doit garder à l'esprit les limites et les contraintes de cette méthode :

- **L'agent préleveur doit faire preuve d'un sens critique lors de la mise en place de l'échantillonneur, notamment pour positionner la crépine de pompage qui doit être placée à la bonne profondeur (ni en surface, ni au fond) et dans la bonne veine de courant (veiller aux possibles variations de niveau de la rivière).** Un écueil de ce type de prélèvement est qu'il peut introduire un biais, principalement pour les MES. En effet, la position de la crépine de pompage et le simple fait de pomper l'eau peuvent induire un phénomène de triage (sélection) des particules. Il conviendra d'utiliser de préférence un appareil puissant.
- **Le fait de conserver l'échantillon un certain temps dans le corps du préleveur automatique peut modifier la nature de l'eau prélevée.** En effet ce dernier va rester plusieurs heures au contact de l'air, ce qui peut entraîner son échauffement et des échanges gazeux avec l'atmosphère (oxydation par l'oxygène dissous, absorption de gaz carbonique, passage en phase vapeur...). Il faudra veiller à mettre l'appareillage à l'ombre et introduire, dans le corps central du logement des flacons, de la glace pour limiter les transformations d'origine physico-chimique et biologique. En hiver, les basses températures de l'air peuvent entraîner le gel de l'échantillon et la formation de glace dans la tuyauterie qui bloque le système de pompage. Il conviendra donc de mettre en conditionnement les échantillons prélevés le plus fréquemment possible. En tout état de cause, l'échantillonnage ne doit pas dépasser (en général) 24 heures.
- La longueur du tuyau ainsi que la composition de ce dernier peuvent induire des modifications de certains paramètres physico-chimiques. De ce fait, l'agent préleveur veillera à limiter la longueur du tuyau entre le site de mesure et l'échantillonneur et s'assurera que la composition du tuyau est adaptée à cette utilisation.

D'une rive à l'autre

Pas n'importe où la crépine !

Je conditionne mes échantillons

2.2.5 Réalisation d'un échantillon moyen (ou composite)

On peut être amené à réaliser un échantillon moyen quand on cherche à caractériser une situation moyenne. Les échantillons moyens peuvent être obtenus soit à partir de deux ou plusieurs échantillons localisés, soit à partir d'échantillons prélevés en un point unique mais à intervalle de temps programmé. Chaque échantillon unitaire sera transvasé délicatement en évitant le brassage et l'aération des eaux dans un récipient propre de contenance convenable (un bidon par exemple). Cette technique ne peut être utilisée pour l'analyse de solvants organo-halogénés volatils.

2.2.6 Méthode de sous-échantillonnage

En fonction de la technique de prélèvement utilisée (notamment le prélèvement au seau), l'agent préleveur peut être amené à réaliser un sous-échantillonnage.

Il est indispensable que le sous-échantillon soit représentatif de l'ensemble de l'échantillon prélevé. Il faut avoir à l'esprit que pour certains paramètres, en particulier les éléments non dissous (les MES par exemple), le sous-échantillonnage peut introduire des erreurs très importantes.

Il conviendra donc d'homogénéiser parfaitement l'eau prélevée en la brassant vivement, sans créer toutefois d'émulsion ni de barbotage.

Dans le cadre d'un prélèvement au seau, il conviendra, pour éviter tout risque d'auto-contamination, de faire un prélèvement pour le sous-échantillonnage et un prélèvement pour les mesures de terrain ou alors faire les mesures de terrain dans le seau après avoir sous-échantillonné.

2.2.7 Consignation des méthodes utilisées

La méthode et le matériel utilisés pour le prélèvement seront notés dans une fiche de terrain, comme celle concernant les « conditions de terrain » (cf. : Fiche « Eau – Conditions de terrain », item 6).

OPÉRATIONS	PRÉCAUTIONS A PRENDRE	MOYENS UTILISABLES
Prélèvement depuis la rive	Eviter l'effet «bordures»	Prélever à la perche à au moins 2 m des berges
Prélèvement depuis l'eau	Eviter de remettre en suspension des dépôts	Prélèvement vers l'amont à la main ou à la perche
Prélèvement depuis une embarcation	Eviter les pollutions par l'embarcation	Prélever vers l'amont à la main ou à la perche
Prélèvement depuis un pont	Contrôle visuel des opérations	Prélever à l'aval, loin des piles

OPÉRATIONS	PRÉCAUTIONS A PRENDRE	MOYENS UTILISABLES
Prélèvement en profondeur	Vérifier l'étanchéité de la bouteille Eviter l'introduction des éléments du fond (sédiments, algues...)	Récipients spéciaux (bouteilles à basculement, à clapets...) à commande à distance Prélèvement automatique ou pompage par crépines et pompes immergées
Prélèvement automatique	Bien positionner la crépine par rapport à la profondeur et la veine de courant Veiller à la correcte conservation des échantillons	Préleveur automatique
Prélèvement pour analyse des paramètres classiques	Eviter l'enrichissement ou l'appauvrissement par barbotage (ne pas emprisonner de bulles) Limiter l'admission de matières en suspension (gênantes par la suite), par triage au prélèvement	Prélèvement manuel en bouteille, en « entonnoir », en bidon ou automatique
Prélèvement pour analyse des gaz dissous	Eviter l'enrichissement ou l'appauvrissement par barbotage (ne pas emprisonner de bulles) Limiter l'admission de matières en suspension (gênantes par la suite), par triage au prélèvement	Prélèvement manuel en bouteille, en « entonnoir », en bidon ou automatique
Prélèvement de corps et substances flottantes		Ecumage par épuisette, écope, lame d'accumulation, lame mouillée

OPÉRATIONS	PRÉCAUTIONS A PRENDRE	MOYENS UTILISABLES
Prélèvement pour analyse des matières en suspension (MES)	Eviter le triage et les barbotages avec « rejets » par air	Prélever, par circulation, en opérant face au courant Récipients équipés en montage « siphon » (dispositif conduisant l'air en surface) Récipient type ampoule à deux ouvertures (entonnoir)
Prélèvement pour déterminations bactériologiques	Eviter de prélever l'eau superficielle	Flaconnages stérilisés Gazes flottées
Prélèvement pour analyse des résidus de pesticide	Eviter de prélever l'eau superficielle	
Prélèvement pour analyse des hydrocarbures	Eviter l'auto-contamination par des mains souillées (plein d'essence du véhicule)	Gants Lavage des mains

Tableau 1 : Prélèvement d'eau, précautions à prendre et moyens utilisables

2.3 MESURES DE TERRAIN

Un certain nombre de données concernant la nature physique et chimique de l'eau ne peuvent être acquises que sur le terrain car les valeurs peuvent évoluer très rapidement dans les échantillons prélevés. Les principales mesures de terrain sont passées en revue ci-après, dans l'ordre correspondant à leur acquisition. Les mesures seront effectuées selon les normes en vigueur.

Remarque :

Les appareillages nécessaires à ces mesures devront avoir fait, auparavant, l'objet d'un étalonnage ou calibrage au laboratoire. Il est recommandé de tracer sur une fiche de vie toute opération de maintenance concernant chaque appareil de mesure : étalonnage, entretien et réparation, changement des piles...

2.3.1 Température de l'eau

La mesure de la température, lors d'un suivi de qualité d'une eau, a plusieurs objectifs :

- contrôler la validité des mesures d'oxygène dissous, sachant que la saturation de l'eau en oxygène dissous est fonction de la température et de la pression atmosphérique,

- évaluer la dissociation gazeuse de l'azote ammoniacal NH_4^+ en ammoniac toxique NH_3 , sachant que cet équilibre est conditionné à la fois par le pH et la température,
- évaluer certains aspects des cycles biologiques ou comportementaux.

La température est l'exemple même du paramètre qui évolue très vite après le prélèvement, en particulier quand l'écart avec la température de l'air est important. Par ailleurs, la nécessité de transporter les échantillons à basse température (§ 2.4) rend obligatoire la mesure sur site.

a) Appareillage

La mesure de la température de l'eau est aujourd'hui réalisée à l'aide d'un appareil électrométrique.

b) Mode opératoire

La température de l'eau sera prise au niveau même du prélèvement de l'échantillon. L'immersion dans le milieu à étudier devra être d'une durée suffisante pour que la valeur affichée soit stabilisée.

En cas d'impossibilité de mesure au sein même de la rivière, on prélèvera l'eau dans un seau de 5 à 10 litres de capacité et on y plongera immédiatement (l'eau se réchauffe très vite dans un seau l'été) l'appareil de mesure soigneusement étalonné. On procédera à la lecture de la température, dès que la stabilisation est observée, en laissant la sonde dans l'eau.

c) Expression des résultats

La précision recherchée pour ce paramètre est habituellement de l'ordre de $0,5^\circ \text{C}$. Avec les appareils électrométriques, la précision sur la mesure proprement dite peut atteindre $0,1^\circ \text{C}$.

2.3.2 Température de l'air

La température de l'air sera mesurée à l'aide d'un thermomètre à fronde muni d'une cordelette de 0,8 m de longueur.

Le thermomètre étant rigoureusement sec, le faire tourner face au vent et à l'ombre durant une à deux minutes. Faire rapidement deux mesures successives qui ne différeront pas de plus de $0,2^\circ \text{C}$. Prendre la moyenne des deux mesures.

2.3.3 Pression atmosphérique

La pression atmosphérique intervient dans la solubilité de l'oxygène dans l'eau. La pression atmosphérique, qui varie pour un même point avec l'état de l'atmosphère, est fonction de l'altitude.

La lecture de la pression atmosphérique et de la température permet de déterminer la concentration théorique de l'oxygène dissous dans l'eau. Pour cela, le préleveur se reportera aux tables de solubilité de l'oxygène dans l'eau. Ces tables définissent la concentration théorique de l'oxygène en mg/l en fonction de la température et de la pression atmosphérique de 5 en 5 mBar entre 890 et 1 100 mBar.

L'étalonnage d'un baromètre doit être réalisé en laboratoire, soit par le fabricant soit par le préleveur. Dans ce dernier cas, le préleveur se basera sur la pression atmosphérique fournie par un baromètre à mercure de référence ou par le centre météorologique le plus proche (bien demander la pression réelle). Il corrigera dans ce cas cette valeur en fonction de la température et de l'altitude du laboratoire.

2.3.4 Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un des paramètres essentiels à suivre dans le cadre de l'étude de la chimie des eaux. Le taux d'oxygène dissous dans l'eau conditionne en effet la vie de la faune aquatique. La teneur d'une eau en oxygène dissous dépendant de sa température, les mesures de l'oxygène dissous doivent impérativement s'effectuer sur site.

La mesure de l'oxygène dissous peut être réalisée par une méthode :

- électrochimique à la sonde, la plus commune à ce jour (NF EN 25814 mars 1993),
- chimique, dite de « Winkler » (NF EN 25813 mars 1993).

Méthode électrochimique

Le dosage de l'oxygène dissous dans les eaux est habituellement réalisé à l'aide d'une cellule électrochimique qui est isolée de l'échantillon par une membrane sélective perméable aux gaz¹.

Les membranes utilisées présentent une grande variation de perméabilité en fonction de la température, ce qui rend nécessaire une compensation pour les mesures à différentes températures. La plupart des appareils actuellement commercialisés réalisent automatiquement la compensation de température.

La méthode électrochimique à la sonde est utilisable pour les eaux naturelles, résiduaires et salines. Si elle est utilisée pour des eaux riches en sels, une correction due à la salinité est à faire.

a) Appareillage

L'appareil de mesure comprend : une sonde de mesure (avec si nécessaire un dispositif de compensation thermosensible), une échelle de mesure graduée le plus souvent directement en concentration d'oxygène dissous et/ou en pourcentage de saturation en oxygène, un thermomètre permettant la lecture à 0,5 °C près ou plus précis. Pour certains types d'appareil, il doit être complété par un baromètre permettant la lecture à 5 mBar près.

b) Mode opératoire

Il convient de se conformer aux instructions du fabricant.

Il est essentiel que l'échantillon d'eau s'écoule de façon continue devant la membrane de la sonde pour exclure l'éventualité d'une mesure erronée qui serait due à la consommation locale de l'oxygène au niveau de l'électrode.

La mesure de l'oxygène dissous peut être réalisée :

- directement dans l'eau, par exemple dans une veine de courant. Il est alors nécessaire de s'assurer que la vitesse du courant est suffisante. Si ce n'est pas le cas, il faut agiter la sonde dans la veine de courant ou prélever un échantillon comme indiqué ci-dessous ;

¹ La membrane est pratiquement imperméable à l'eau et aux matières ioniques dissoutes, mais elle est perméable à l'oxygène et à un certain nombre d'autres gaz ou vapeurs (chlore, anhydre sulfureux...) et de substances lyophyles.

- s'il est impossible de mesurer l'oxygène directement dans l'eau courante, il faut prélever l'eau dans un récipient jusqu'à débordement. Pour opérer de façon optimale, ce récipient doit être hermétiquement fermé et équipé d'un agitateur (magnétique par exemple). Le régime de l'agitateur doit être réglé de façon à obtenir une lecture stable lorsque l'état d'équilibre se trouve atteint, en veillant à ce que l'air ne soit pas emprisonné dans l'échantillon. Sur le terrain, cette opération étant peu envisageable, on peut prélever l'eau dans un seau de 5 à 10 litres de capacité et y plonger la sonde immédiatement après le prélèvement. La sonde doit être agitée (mouvement circulaire et régulier) sans créer de bulles d'air au contact de la membrane. Il est à noter que dans le cas où l'eau est chargée en matières en suspension, il convient d'effectuer la lecture rapidement car les sédiments peuvent consommer en partie l'oxygène dissous.

La mesure de l'oxygène dissous ne doit être réalisée qu'après stabilisation de la température.

Si la mesure est effectuée en continu, il faut installer le point de mesure dans un endroit où l'eau est suffisamment renouvelée. La sonde doit être régulièrement nettoyée, étalonnée avec indications, sur l'enregistrement, des manœuvres effectuées. A chaque visite, un contrôle manuel sera effectué. Il servira de base au recalage des chroniques.

Il ne faut jamais toucher la surface active de la membrane avec les doigts.

Après un changement d'électrolyte et/ou de membrane, ou si la membrane est devenue sèche, il faut humidifier cette dernière et attendre la stabilisation de la lecture avant de procéder à l'étalonnage (cf. ci-dessus). Ce délai dépend du temps nécessaire à la consommation de l'oxygène dissous dans l'électrolyte.

Il faut veiller à ce qu'aucune bulle d'air ne reste emprisonnée dans la sonde lorsque celle-ci est plongée dans l'échantillon.

En règle générale, l'eau d'une rivière non perturbée est à saturation. En cas de sous-saturation ou sur-saturation élevée, il convient de refaire la mesure et de vérifier l'étalonnage et le bon état de marche de l'appareil.

En cas de panne d'appareil, il conviendra de prendre un échantillon d'eau dans un flacon bouché hermétiquement en ayant pris soin de n'introduire aucune bulle d'air. Conservé à l'obscurité et au froid, l'oxygène dissous sera mesuré dès le retour au laboratoire.

c) Conservation de l'appareil de mesure

La sonde doit toujours être maintenue à l'humidité.

On évitera d'exposer l'appareillage à des hautes températures l'été dans les véhicules.

d) Expression des résultats

La concentration en oxygène dissous est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre. Le résultat est noté à la première décimale. Sur une eau "stabilisée", c'est-à-dire où le taux d'oxygène dissous est constant dans le temps, la précision constatée est de l'ordre de 0,1 mg/l d'O₂. Dans les eaux très chargées en matières en suspension (dans le cadre des suivis de vidange par exemple), la précision espérée est nettement moins bonne : selon les cinétiques de consommation des sédiments et les cinétiques

Lecture
à température
stabilisée

de ré-oxygénation par échange à l'interface air/eau, la précision est de l'ordre de 0,5 mg/l. L'expérience tend à montrer que les oxythermomètres réagissent moins bien dans les faibles valeurs (< 2 mg/l), de même qu'en sur-saturation (> 110 % de la saturation). Cette précision reste toutefois satisfaisante car la précision recherchée est habituellement de l'ordre de 0,5 mg/l.

Méthode chimique de Winkler

Cette méthode ne doit être utilisée que comme méthode de dépannage (appareil électrochimique en panne). C'est une méthode iodométrique dont le principe repose sur la réaction de l'oxygène dissous de l'échantillon sur de l'hydroxyde de manganèse fraîchement précipité, formé par l'addition de l'hydroxyde de sodium ou de potassium au sulfate de manganèse.

Il convient auparavant de fixer sur le terrain l'oxygène de l'échantillon. Pour cela on prélève tout d'abord l'échantillon d'eau dans une fiole en verre à goulot étroit et bouchon rodé, de 130 à 350 ml de capacité jaugée à 1 ml près. La fiole est remplie jusqu'à débordement en évitant toute modification de la teneur en oxygène dissous. Immédiatement après, on introduit dans la fiole 1 ml de la solution de sulfate de manganèse et 2 ml de réactif alcalin. Les réactifs doivent être ajoutés sous la surface de l'eau en utilisant des pipettes minces. On bouche avec précaution en évitant d'introduire des bulles d'air. On agite la fiole pour homogénéiser son contenu. La fiole peut alors être transportée au laboratoire pour analyse. Protégé de la lumière, l'échantillon peut se conserver 24 h.

Certaines substances pouvant interférer (substances organiques facilement oxydables telles que les tanins, les acides humiques, les lignines, substances sulfuriques oxydables comme les sulfures, la thiourée, matières en suspension pouvant fixer ou consommer de l'iode...), il est préférable d'utiliser la méthode électrochimique à la sonde.

2.3.5 Conductivité

La mesure de la conductivité permet d'avoir une image de la charge de l'eau en sels ionisés. C'est également un moyen de détecter certaines pollutions très importantes par des éléments non analysés par ailleurs.

La conductivité correspond à l'inverse de la résistivité électrique. La résistivité électrique étant définie comme le quotient du champ électrique par la densité de courant quand il n'y a pas de force électromotrice dans le conducteur. La détermination de la conductivité électrique consiste en une mesure de la conductance électrique² d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (ou recouvertes de noir de platine) maintenues parallèles (norme NF EN 27888 janvier 1994).

La conductivité de l'eau est généralement exprimée en siemens par centimètre (S/cm) ou en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S/cm}$).

La conductivité (ou la résistivité) varie avec la température. La température de référence pour l'expression de la conductivité est de 25 °C.

La conductivité d'une eau pouvant varier en fonction des assimilations ou des relargages d'éléments dans l'échantillon, elle doit être mesurée sur place.

² Conductance électrique : inverse du quotient de la différence de potentiel électrique par le courant quand il n'y a pas de force électromotrice dans le conducteur.

a) Appareillage

Quelles que soient les caractéristiques techniques du conductimètre (type de courant débité), la plupart des appareils actuellement commercialisés sont équipés d'un dispositif de compensation de température, commandé manuellement ou à action automatique, qui permet par lecture directe d'obtenir une bonne appréciation de la conductivité (ou de la résistivité) à la température de référence. L'intervalle de température pour lequel la compensation est réalisée automatiquement est normalement précisé par le constructeur.

b) Mode opératoire

Avant d'effectuer la mesure de conductivité, la sonde (propre) doit être rincée à plusieurs reprises avec de l'eau déminéralisée puis deux fois au moins avec l'eau à examiner.

La sonde du conductimètre est agitée dans l'échantillon d'eau brute³ jusqu'à stabilisation de la conductivité. Sur de l'eau très chargée, il semble que la stabilisation soit assez difficile à obtenir compte tenu de l'influence des particules solides plus ou moins conductrices.

Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de bulles de gaz emprisonnées dans la sonde, notamment en contact avec les électrodes.

Dans les eaux douces françaises, la conductivité naturelle varie de 20 (terrain volcanique) à 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (terrain gypseux). Des pollutions peuvent modifier la conductivité naturelle. Si la lecture de la conductivité s'éloigne fortement de la conductivité naturelle, il convient de vérifier l'étalonnage ou la bonne marche de l'appareil. En cas de panne d'appareil, il conviendra de prendre un échantillon d'eau dans un flacon bouché hermétiquement en ayant pris soin de n'introduire aucune bulle d'air. Conservé à l'obscurité et au froid, la conductivité sera mesurée dès le retour au laboratoire.

c) Conservation et transport du matériel

Il conviendra de suivre les instructions du fabricant pour nettoyer l'élément de mesure qui, entre deux mesures, doit être conservé dans de l'eau. Si la sonde n'est pas utilisée pendant plusieurs jours consécutifs, elle doit être conservée soit dans l'alcool à 95 % ou un détergent, soit à l'obscurité afin d'éviter un éventuel développement d'algues.

d) Expression des résultats

En précisant la température à laquelle a été effectuée la mesure, il faut indiquer la conductivité à 25 °C exprimée en siemens par centimètre ou en un sous-multiple approprié.

2.3.6 PH

Le pH est en relation étroite avec la concentration des ions hydrogène H^+ présents dans l'eau ou les solutions. Sa mesure permet d'évaluer le caractère acide ou basique d'une eau.

³ Soulignons que dans certains cas (eaux chargées en matières en suspension des suivis de vidange par exemple) la mesure de la conductivité peut être réalisée sur de l'eau filtrée. Dans ce cas, la stabilisation est beaucoup plus rapide mais il est possible que le processus de filtration de l'eau modifie légèrement la fraction ionisable de cette eau

Le pH :

- conditionne de nombreux équilibres chimiques et notamment la dissociation de l'azote ammoniacal dans l'eau,
- est un indicateur de l'activité biologique et plus particulièrement photosynthétique du milieu.

Parmi tous les paramètres physico-chimiques analysés sur le terrain, c'est un des plus délicats à mesurer correctement. Il est recommandé de déterminer le pH des eaux in situ de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons d'eau dans des flacons.

Nous n'envisagerons dans ce qui suit que le cas d'une mesure de pH avec un appareil électrométrique avec électrode de verre (norme en vigueur).

a) Appareillage

Un pH-mètre est composé d'une électrode de verre, d'une électrode de référence au calomel-KCl saturé et d'un dispositif potentiométrique. Indépendamment du dispositif potentiométrique dont les caractéristiques techniques peuvent varier, il existe un très grand nombre d'électrodes dont les spécificités sont propres à chaque constructeur et à chaque domaine d'utilisation. Le préleveur se reportera donc aux recommandations établies par le fabricant (domaine et gamme d'utilisation, fréquence d'étalonnage, solution tampon, durée de vie de la sonde...).

b) Mode opératoire

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche (laisser chauffer l'appareil), l'électrode est plongée dans la solution à mesurer. La lecture est effectuée après stabilisation du pH-mètre ce qui peut prendre plusieurs minutes. Veiller à ce que la température de l'échantillon ne varie pas pendant la mesure.

Le pH des eaux naturelles est généralement compris entre 6,5 et 8. Cependant en région à substrat acide ou en zone de tourbière, le pH peut être inférieur à 5. Inversement dans les rivières lentes et riches en végétation, le pH peut dépasser 9. Des pollutions peuvent modifier les valeurs naturelles. Si la lecture du pH s'éloigne fortement des valeurs naturelles, il convient de vérifier l'étalonnage ou la bonne marche de l'appareil. En cas de panne d'appareil, il conviendra de prendre un échantillon d'eau dans un flacon bouché hermétiquement en ayant pris soin de n'introduire aucune bulle d'air. Conservé à l'obscurité et au froid, le pH sera mesuré dès le retour au laboratoire.

c) Conservation et transport du matériel

Sauf prescriptions spéciales données par le constructeur, les électrodes de verre doivent être conservées dans de l'eau distillée où elles ont séjourné au moins 24 h avant leur emploi.

De par leurs caractéristiques, les électrodes de verre peuvent être facilement cassées. Il conviendra de les manipuler avec soin et d'éviter tout contact du verre avec un objet pouvant l'altérer.

d) Expression des résultats

Dans les conditions opératoires décrites dans la norme AFNOR, la précision de la détermination est de +/- 0,02 unités de pH. En fait, le plus souvent la précision recherchée est de l'ordre de 0,05 unité pH. Seule

une manipulation rigoureuse, avec des contrôles d'étalonnage fréquents, permet d'atteindre une telle précision. Les résultats sont exprimés en unités de pH, à la température de mesure qui doit être indiquée, sous la forme :

$$\text{pH à XX}^\circ\text{C} = \text{XX,XX}$$

la deuxième décimale étant arrondie au 0 ou au 5 le plus proche.

2.3.7 Transparence au disque de Secchi

La turbidité (cf. 2.3.8) d'une eau peut être estimée de façon qualitative par évaluation visuelle de sa transparence.

a) Appareillage

L'appareillage comprend un disque blanc de 20 cm de diamètre fixé à l'extrémité d'une corde graduée.

b) Mode opératoire

Immerger le disque jusqu'à ce qu'il devienne à peine visible. Mesurer la longueur de corde immergée. Répéter plusieurs fois l'essai.

La mesure ne peut pas être faite dans des cours d'eau dont la profondeur est inférieure à la transparence.

Il est préférable d'opérer dans un site où le courant est très faible (pour que la corde ne soit pas inclinée), la surface de l'eau non turbulente, à l'ombre (pour éviter les reflets) et si possible avec des lunettes polarisantes.

c) Expression des résultats

La profondeur d'immersion est appréciée au décimètre près.

2.3.8 Turbidité

La turbidité correspond à la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes.

Sa mesure par des méthodes instrumentales est réservée au laboratoire, bien qu'elle puisse être exceptionnellement mise en œuvre sur le terrain dans le cadre par exemple de suivis de chantier (vidange de retenues).

Elle correspond à une comparaison de la lumière diffusée et de la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine (norme en vigueur). La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu. La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

a) Appareillage

L'appareillage doit permettre de mesurer la lumière diffusée et la lumière transmise. Dans le cas où un turbidimètre ne fournissant que la lumière diffusée est utilisé, la mesure de la lumière transmise peut être réalisée avec un spectromètre de laboratoire.

La mesure doit se faire à une longueur d'onde supérieure à 800 nm.

b) Mode opératoire

La mesure de la turbidité doit être réalisée sur eau brute bien homogénéisée. Cette opération doit être assez rapide. **Il faut vérifier l'absence de bulle d'air devant la sonde avant la mesure.**

Le signal délivré par les turbidimètres optiques dépend très fortement du type de matières en suspension (organique ou minéral), du spectre en tailles des MES et du bruit de fond (coloration) des eaux.

Le système doit donc faire l'objet d'un étalonnage et de contrôles d'autant plus fréquents que la variabilité temporelle des paramètres physiques constituant les MES sera élevée.

Les cellules optiques doivent être fréquemment nettoyées.

c) Expression des résultats

Les résultats doivent être exprimés en unités NTU de la manière suivante :

- si la turbidité est inférieure ou égale à 10 unités, arrondir à 0,1 unité près,
- si la turbidité est comprise entre 10 et 100 unités, arrondir à 1 unité près,
- si la turbidité est supérieure ou égale à 100 unités, arrondir à 10 unités près.

Pour chaque échantillon, on fournira les valeurs de la turbidité à 0° et à 90° (respectivement T0 et T90).

2.3.9 Fiche de résultats des mesures de terrain

Les résultats des essais de terrain correspondant aux mesures effectuées soit in situ, c'est-à-dire directement dans le cours d'eau, soit sur le terrain, c'est-à-dire en bordure du point d'échantillonnage (comme par exemple dans un seau), doivent être consignés dans une fiche à joindre aux échantillons. On pourra également consigner sur cette fiche des renseignements sur la nature des échantillons d'eau prélevés et les préparations particulières de ces échantillons.

a) Désignation de la station et origine de l'eau :

La fiche « Mesures de terrain » faisant suite à la fiche « Description de la station d'étude » et à la fiche « Conditions de terrain », il convient de n'y reporter que le (s) même (s) code(s) de la station et du site de mesure mentionnés précédemment.

La notion « d'origine de l'eau » doit permettre à l'analyste de déterminer a priori si les concentrations en certains paramètres sont telles qu'une dilution ou un affinage des seuils de mesure doivent être réalisés. En effet, la présence d'un rejet d'eaux usées domestiques ou industrielles peut conduire à des teneurs élevées en certains composés comme par exemple les composés azotés ou les métaux lourds incompatibles avec les limites de détection analytique. L'agent préleveur pourra indiquer par exemple : « Eau de rivière : Loire ».

b) Date et heure de prélèvement :

Ce champ se comprend facilement. Il est à renseigner à la dizaine de minute arrondie.

c) Mesures de terrain :

Ce champ doit comporter les résultats des mesures effectuées lors de l'échantillonnage soit in situ (dans la rivière même) soit sur le terrain

(par exemple sur la berge, dans un seau), les méthodes et les matériels utilisés. Ces derniers éléments ne seront notés que lorsqu'ils diffèrent des procédés utilisés habituellement par l'organisme préleveur.

Le champ « Indications particulières » est réservé pour d'éventuelles mesures spécifiques, comme par exemple la mesure de la salinité.

2.4 CONDITIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS

Les eaux superficielles, en particulier si elles sont chargées en matières dissoutes issues d'eaux résiduaires, sont susceptibles de subir des transformations plus ou moins prononcées et rapides d'origine physique (température, pression, absorption, adsorption, évaporation), physico-chimiques (précipitation, évaporation de gaz dissous) et biologiques (auto-épuration, fixation, photosynthèse), entre le moment du prélèvement et l'analyse. Il convient alors d'observer un certain nombre de règles afin de bloquer ou de minimiser ces phénomènes. Le soin apporté au prélèvement (éviter le barbotage et trier les surnageants par exemple) relève des mêmes principes (§ 2.2).

Ces règles, qui participent à la bonne conservation des échantillons avant analyse, consistent principalement en une éventuelle préparation de l'échantillon, un correct flaconnage et une conservation à l'obscurité et à température adéquate.

2.4.1 Préparation des échantillons

Nécessaire pour certains éléments, elle consiste principalement en une acidification à $\text{pH} < 2$ (métaux, ammonium, nitrates, phosphore total, arsenic...) avec un acide adapté, ou une alcalinisation à $\text{pH} > 11$ (cyanures, sulfures). Les tableaux en annexe récapitulent les modalités par paramètre. Pour plus de précisions, nous renvoyons le lecteur aux normes correspondantes. En règle générale le laboratoire d'analyses fournit les flacons contenant le conservateur adapté.

Pour certains éléments dont on veut distinguer la teneur sous forme dissoute de la teneur totale (principaux métaux, phosphore...), il convient, avant acidification, de filtrer l'échantillon à $0,45 \mu\text{m}$. Pour cela, il existe des pompes manuelles qui sont assez efficaces tant que l'eau n'est pas trop chargée en éléments non dissous.

Pour le dosage de la chlorophylle, une préfiltration des échantillons sur filtre de $0,2 \text{ mm}$ peut être effectuée après le prélèvement afin d'éliminer les végétaux macroscopiques et les algues filamenteuses dérivantes. Au laboratoire, une seconde préfiltration sur soie à plancton de vide de maille de $15 \mu\text{m}$ à $20 \mu\text{m}$ peut être pratiquée si l'on désire distinguer la fraction microplanctonique de la fraction nanoplanctonique.

2.4.2 Flaconnage

Le récipient destiné à conserver l'échantillon d'eau doit impérativement préserver la composition de ce dernier. Il devra bien entendu être propre (le rincer plusieurs fois avec l'eau à échantillonner si l'on n'est pas sûr de sa parfaite propreté), composé d'un matériau suffisamment inerte pour ne pas interférer avec les constituants de l'eau (un récipient en verre borosilicaté peut modifier la teneur de l'eau en silice et en fluorures) et pour éviter les phénomènes d'adsorption ou d'absorption sur sa surface (des métaux

dissous peuvent s'adsorber sur des parois en verre, les hydrocarbures peuvent être absorbés par un récipient en polyéthylène). Habituellement, les flacons adaptés aux différents éléments chimiques à doser, tant par leur nature que par leur contenance et leur éventuelle préparation, sont fournis par le laboratoire d'analyses. La pratique courante consiste à employer des récipients en polyéthylène, ou en verre borosilicaté. Les tableaux en annexe récapitulent le type de récipient approprié aux différents paramètres à étudier.

En règle générale, on veillera à remplir complètement les flacons et à les boucher de manière à ce qu'il n'y ait pas d'air au dessus de l'échantillon pour éviter les interactions possibles avec la phase gazeuse (oxydation par l'oxygène dissous, absorption du gaz carbonique, passage en phase vapeur...). Par contre, les flacons pour examen bactériologique et analyses des matières volatiles ne seront pas remplis à ras bord pour des raisons pratiques.

Le nombre et la nature des récipients utilisés pour l'échantillonnage seront répertoriés par exemple dans la fiche « Mesures de terrain » et la fiche « Réception des échantillons ».

2.4.3 Étiquetage

La désignation des échantillons est une opération délicate, qui doit être réalisée avec le plus grand soin. Elle se traduit dans la pratique par l'étiquetage ou le marquage de chaque flacon d'échantillon d'eau. Il est indispensable de repérer l'ensemble des récipients contenant les échantillons de façon claire et durable afin de permettre leur identification sans ambiguïté au laboratoire.

La solution la plus judicieuse consiste à opérer en accord avec le (ou les) laboratoire(s) intéressé(s).

Deux types de désignation des échantillons sont possibles :

- soit les flacons sont désignés par une étiquette où sont indiquées l'origine de l'échantillon et les conditions dans lesquelles il a été prélevé,
- soit il est possible de simplifier cette opération en utilisant un système d'étiquettes numérotées ou codées.

Etiquetage complet

Station :	N°de code :
Site :	N°de code :
Date :	Heure :
Origine de l'eau :	
Nom du préleveur :	
Analyses à effectuer :	
.....	
Conservateur :	

Figure 15 : Exemple d'étiquette

Afin d'éviter les oublis et/ou les ambiguïtés lors du remplissage de l'étiquette, l'ensemble de ces champs doit être renseigné comme suit :

- La désignation de la station et du site échantillonné sont indispensables pour permettre l'identification de l'échantillon. L'agent préleveur devra impérativement reporter sur l'étiquette les mêmes indications qu'il a notées sur les fiches « Description de la station », « Conditions de terrain » et « Mesures de terrain ». Le N° de code n'est pas obligatoire, mais il permet un repérage plus rapide de l'échantillon.
- La date, l'heure se comprennent facilement. Ces renseignements sont très importants car ils constituent une clé d'entrée pour retrouver l'échantillon.
- L'origine de l'eau présente d'une part le type d'eau prélevée (eaux de surface, rejets...) ainsi que le milieu concerné (rivière, canal ...).
- Le nom du préleveur constitue la signature de l'agent préleveur et la possibilité d'identification en cas de problème éventuel nécessitant l'apport de renseignements complémentaires.
- L'analyse ou les analyses à effectuer peuvent être, si elles ne sont pas trop nombreuses, notées sur l'étiquette. Dans l'éventualité où le nombre de paramètres à analyser est trop important, ce champ ne sera pas renseigné. L'agent préleveur indiquera simplement de se reporter à la fiche d'analyses fournie par le laboratoire.
- Le champ « conservateur » doit être renseigné si un tel produit a été introduit par le préleveur lui-même. La plupart du temps, cet agent de conservation est introduit directement par le laboratoire d'analyse fournissant le flaconnage. Si le préleveur n'a pas introduit de conservateur, il faut mentionner « néant ».

Pour réduire les risques de perte d'information du fait de l'arrachage des étiquettes lors du transport ou de la manipulation des flacons, la désignation peut être doublée, par :

- le collage d'une étiquette sur le flacon, avec adhésif translucide de protection,
- la fixation d'une étiquette au col du flacon (étiquette en sachet translucide, par exemple),
- le marquage indélébile de chaque étiquette (les feutres mêmes spéciaux ne sont guère fiables et il est préférable d'utiliser des stylos à pâtes).



Figure 16 : Double étiquetage

Étiquetage avec code



Figure 17 : Désignation des échantillons par étiquette avec un code

Il est recommandé par souci de simplicité d'utiliser un système d'étiquettes codées. Le code du flacon est reporté sur la fiche « Mesures de terrain ».

Recommandation

Le collage d'adhésif et le marquage ne « prennent » pas sur des bouteilles humides ou couvertes de condensation. Il convient donc de « désigner » les flacons avant prélèvement (d'où l'intérêt de protéger l'étiquette par un translucide) et de vérifier l'intégrité de l'étiquette après le prélèvement et lors de la remise des échantillons. Seule la fixation au col peut être faite après prélèvement.

2.4.4 Conservation des échantillons

Il est recommandé de maintenir l'échantillon à une température inférieure à celle du remplissage. Une réfrigération à $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et une conservation à l'obscurité suffisent dans la plupart des cas à préserver l'échantillon pendant une période relativement brève avant analyse, en réduisant les réactions physiques, chimiques et biologiques qui peuvent se mettre en place. **Cette basse température ne peut être obtenue qu'en plongeant les récipients dans la glace fondante ou par l'emploi d'une enceinte réfrigérée.** L'utilisation de seuls pains de glace artificielle ne permet pas d'atteindre des températures aussi basses. Il conviendrait dans l'idéal d'utiliser une boîte froide par station échantillonnée de façon à éviter des réchauffements intempestifs à chaque « enfournée ».

Quoi qu'il en soit, on réduira au minimum le temps de transport jusqu'au laboratoire (maximum 24 heures).

Les tableaux en annexe précisent pour chaque paramètre à analyser les conditions de température de conservation et les délais à ne pas dépasser avant analyse.

Basse température

On se presse !

2.4.5 Transport des échantillons

Une grande attention doit être portée au transport des récipients vides sur le lieu de prélèvement et au retour de ces récipients remplis au laboratoire d'analyse.

Les caisses de transport peuvent être constituées de matériaux divers (mousses plastiques, cartons ondulés...) de façon à préserver l'intégrité de l'échantillon et à minimiser les dommages éventuels durant le transport. Le couvercle de la caisse d'emballage peut être constitué de matériau protecteur, afin de maintenir une légère pression sur les bouchons des récipients.

Afin d'éviter toute ambiguïté lors de la remise des échantillons au laboratoire d'analyses imputable à la perte d'une désignation d'un flacon, il est fortement recommandé de rassembler les échantillons correspondant à une même station d'étude dans une même caisse d'emballage.

2.5 RÉCEPTION DES ÉCHANTILLONS PAR LE LABORATOIRE D'ANALYSE

Indépendamment des contraintes d'assurance qualité propres aux laboratoires d'analyse des eaux (qui ne font pas l'objet du présent document), il est indispensable de mettre en place un système de contrôle lors de la réception des échantillons par le laboratoire d'analyse :

- dans tous les cas et plus particulièrement lorsqu'une série de conservation doit être établie, il est fortement souhaitable que le nombre de récipients d'échantillonnage reçus soit vérifié.
- la personne du laboratoire d'analyse qui réceptionnera les échantillons, datera et signera le compte rendu de réalisation d'une tournée de prélèvement et mentionnera les anomalies éventuelles constatées sur les échantillons.

La fiche modèle (voir Annexes : fiche : Réception des échantillons) sera remplie dans ce sens. Une seule fiche sera renseignée par campagne de prélèvement (ou pour tous les flacons contenus dans une même enceinte réfrigérée). On y mentionnera en particulier les anomalies concernant tant les mesures de terrain que le conditionnement des échantillons de façon à ce que le laboratoire puisse éventuellement y remédier rapidement (tableau 2). Enfin, il sera fait un contrôle de la température des échantillons d'eau. Pour ce faire, on mesurera, à l'aide d'un thermomètre, la température de l'eau contenue dans un flacon (de 250 ml par exemple) introduit spécialement à cet effet dans l'enceinte en début de tournée. Si la température est supérieure à 10° C, une marque reconnaissable sera apposée sur les flacons présents dans l'enceinte. Remarquons que si un échantillon a été prélevé dans une eau chaude en fin de tournée, sa température risque d'être encore élevée à l'arrivée au laboratoire. Le préleveur en tiendra compte.

Cette fiche, faite en 2 exemplaires, sera conservée par l'organisme préleveur et le laboratoire d'analyse.

En cas d'envoi des échantillons au laboratoire d'analyse (par un transporteur par exemple), cette fiche accompagnera l'enceinte réfrigérée. Elle sera visée par le laboratoire d'analyse après réception et une copie sera retournée à l'organisme préleveur.

Anomalie	Mesure
Appareillage de terrain en panne (oxymètre, pHmètre)	Mesure au laboratoire dès la réception des échantillons, de préférence dans un flacon bouché hermétiquement
Flacon cassé	Analyse effectuée dans un autre flacon si possible de même nature
Liquide de conservation renversé lors du prélèvement	Analyse effectuée dès que possible
Enceinte réfrigérée en panne	Changement d'enceinte et analyse dès que possible

Tableau 2 : Exemples d'anomalies de prélèvement et de mesures pour y remédier

LE PRÉLÈVEMENT D'EAU

Recommandations générales

- ➔ Le préleveur opérera au point exact défini par le maître d'ouvrage et qui figure dans la fiche descriptive de la station. En cas de changement nécessaire du lieu de prélèvement, l'opérateur cherchera un autre point représentatif des conditions du moment qui sera décrit avec précision.
- ➔ Le matériel utilisé et les mains de l'opérateur devront être propres pour éviter toute auto-contamination de l'échantillon : rinçage répété à trois reprises avec l'eau de la rivière.

Sécurité et hygiène

- ➔ L'agent préleveur doit éviter de prélever dans les zones dangereuses (berges instables, lit profond...). En cas de danger, l'opération doit être menée par une équipe de deux personnes qui prendront les précautions appropriées : emploi d'un gilet de sauvetage, préleveur encordé...
- ➔ Le port de gants est recommandé, en particulier en aval d'agglomérations et de zones industrielles, de même que le lavage des mains avec des produits bactéricides.

Conditions de milieu

- ➔ La station et le site ayant été reconnus, le préleveur, avant d'échantillonner, observera et notera sur la fiche de terrain, les conditions qui caractérisent le cours d'eau et son environnement au moment du prélèvement. Les rubriques « obligatoires » seront à minima remplies et si possible les rubriques facultatives
- ➔ Si une échelle limnimétrique est présente à proximité de la station (emplacement précisé dans la fiche descriptive de la station), le préleveur est tenu d'en faire la lecture.

Mise en oeuvre d'une technique de prélèvement

- ➔ La technique et le matériel de prélèvement seront adaptés aux conditions du site (accès, écoulement, importance de la rivière...). Le préleveur respectera le protocole prévu pour chaque site. En cas de modification exceptionnelle du protocole habituel, l'agent précisera et justifiera le nouveau protocole pratiqué sur la fiche de terrain.
- ➔ Le prélèvement sera effectué dans la veine d'eau principale, de préférence loin des berges et des obstacles présents dans le lit, à une profondeur d'environ 30 cm sous la surface et à 50 cm au-dessus du fond, sinon à mi-profondeur, en évitant de prélever les eaux de surface et de remettre en suspension les dépôts du fond.
- ➔ Le flaconnage sera rempli lentement en évitant le barbotage et l'emprisonnement d'air à la fermeture.
- ➔ L'accès dans le cours d'eau est vivement recommandé, il faut éviter les prélèvements du haut d'un pont. L'échantillonnage sera réalisé en plongeant directement la main et le récipient de prélèvement dans l'eau. Se mettre face au courant et éviter la remise en suspension des dépôts du fond.
- ➔ Dans le cas de rivière profonde ou d'accès délicat, on prélèvera depuis la rive en s'aidant d'une perche.
- ➔ Enfin, si la lame d'eau principale n'est pas accessible depuis la rive (rivière large et profonde), on prélèvera depuis un pont avec un porte-bouteille lesté ou avec une bouteille à prélèvement automatique. On se placera du côté aval et loin des obstacles (piles de pont).
- ➔ Des précautions particulières seront prises pour les prélèvements en vue d'analyses des matières en suspension, bactériologiques, des solvants organo-halogénés volatils, des résidus de pesticides et autres dérivés des hydrocarbures.

Mesures de terrain

- ➔ Un certain nombre de mesures seront effectuées obligatoirement sur le terrain, de préférence dans la rivière même, sinon dans un récipient de grande capacité : température, oxygène dissous, conductivité, pH et transparence. Ces mesures seront réalisées à l'aide de sondes spécifiques et du disque de Secchi (selon les stations) pour la transparence.
- ➔ Les mesures seront effectuées selon les normes en vigueur et en se conformant aux instructions du fabricant. Les appareillages devront avoir fait l'objet, auparavant, d'un étalonnage ou calibrage au laboratoire ou sur site. La lecture de la mesure sera faite après stabilisation de la valeur.
- ➔ Les résultats seront consignés dans la fiche de terrain.

Conditionnement de l'échantillon

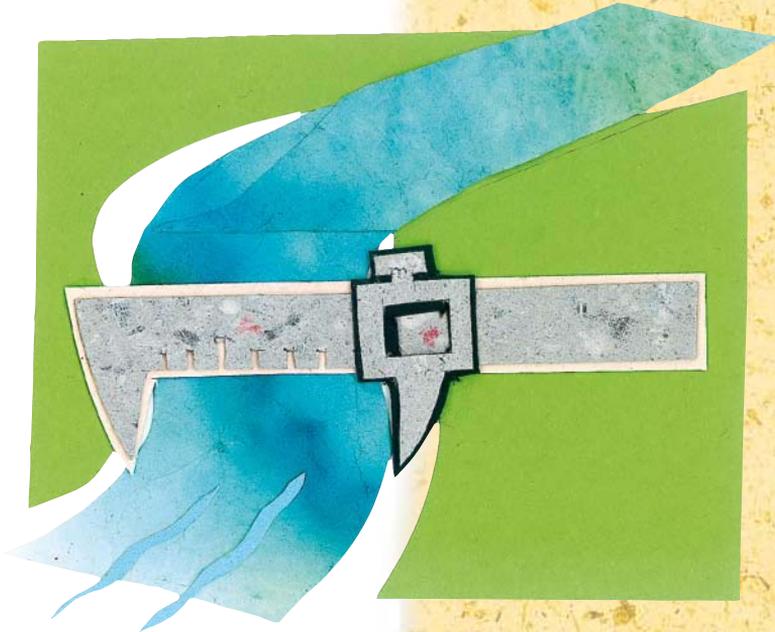
- ➔ Le préleveur utilisera obligatoirement les flacons appropriés aux analyses fournis par le laboratoire chargé des analyses. Il vérifiera leur conformité et leur propreté avant de partir en tournée.
- ➔ Le repérage des flacons sera fait à l'aide d'une étiquette stable et ineffaçable sur laquelle seront portés les éléments permettant d'identifier facilement l'échantillon : soit une étiquette codée, soit une étiquette comportant au minimum l'identification de la station, la date et l'heure du prélèvement, le nom de l'organisme préleveur.

Conservation et transport des échantillons

- ➔ Les échantillons seront transportés au laboratoire à l'obscurité dans une enceinte réfrigérée à une température de 5°C +/- 3°C. Ils seront livrés dans un délai maximum de 24 heures.

3

LA MESURE DE DÉBIT



Il existe un grand nombre de méthodes de mesure du débit répondant à des conditions différentes d'utilisation et de précision. Globalement, ces méthodes peuvent être classées en plusieurs catégories basées sur la définition même de la grandeur à mesurer :

1. le débit étant le quotient d'un volume par un temps, il peut se calculer à partir de la mesure de ces deux éléments. Cette méthode est appelée méthode volumétrique et est utilisée soit en laboratoire (capacité jaugée), soit pour les petits débits (sources).
2. la méthode chimique ou de dilution qui consiste à injecter un corps miscible dans l'eau, de concentration connue, et à en mesurer la concentration à une certaine distance en aval (bon mélange) au cours du temps.
3. la méthode par exploration du champ de vitesses dans une section droite de l'écoulement ; on associe une surface S à chaque vitesse V mesurée ou calculée et le débit total est la somme des produits VS .
4. la méthode Acoustic Doppler Current Profiler ou ADCP (effet doppler) qui utilise une technologie basée sur la propagation d'ondes acoustiques de haute fréquence.
5. les méthodes hydrauliques sont basées sur les principes régissant l'écoulement, ou des résultats d'expérimentations comme la mise en place d'un déversoir.

Dans le présent document, nous n'envisagerons dans le détail que la méthode par exploration du champ de vitesses, la plus couramment utilisée par les services non spécialisés (moyennant certaines précautions).

Nous décrirons préalablement la méthode consistant à utiliser une station de jaugeage existante ou un site pourvu à la fois d'une échelle limnimétrique et d'une courbe de tarage stable.

Enfin, on présentera une méthode chimique ou de dilution qui peut être mise en œuvre dans le cas de petits cours d'eau ou lorsque l'accès à l'eau est difficile (couverture du cours d'eau par de la glace par exemple).

3.1 UTILISATION D'UNE STATION DE JAUGEAGE EXISTANTE

S'il existe à proximité du site de prélèvement une station de jaugeage (très généralement avec enregistrement des hauteurs d'eau et dans certains cas télétransmission) ou une simple échelle pourvue d'une courbe de tarage (relation hauteur-débit) stable, on pourra demander au service gestionnaire - DIREN, EDF, DDE, Service de la Navigation, ... - d'indiquer le débit correspondant à la hauteur H lue sur l'échelle limnimétrique. On notera que toutes les échelles, en particulier celles d'annonce de crue, n'ont pas forcément de courbe de tarage (stable).

Il existe deux types d'échelles limnimétriques :

- les échelles positives dont le fond est généralement blanc : elles sont numérotées de bas en haut,
- les échelles négatives (dont le fond est souvent coloré), pour les niveaux situés au-dessous de la cote zéro d'origine : elles sont numérotées de haut en bas.

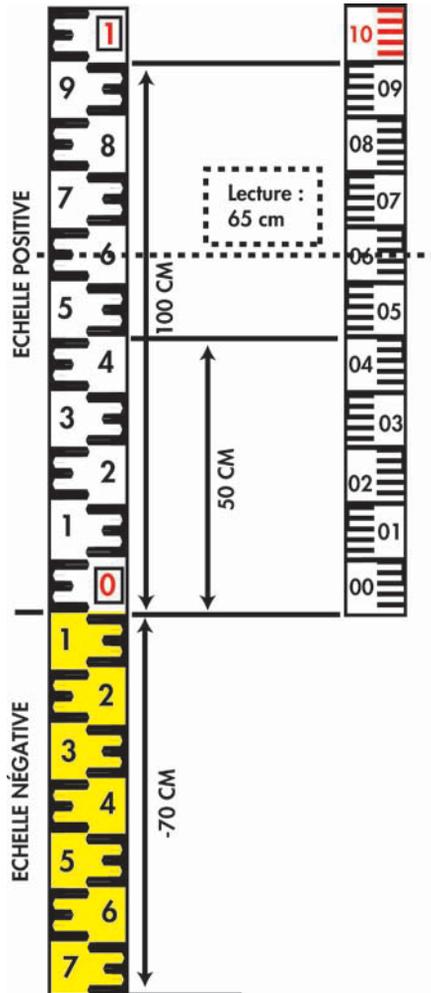


Figure 18 : Exemples d'échelles limnimétriques

Une échelle limnimétrique comprend :

- des divisions alternées en forme de E, correspondant à une hauteur de 10 ou de 5 cm (cf. figure 18).
- des chiffres décimétriques (de 10 cm en 10 cm) dont la valeur est affectée à la base du E (cf. figures 19 et 20).

Par conséquent, avant toute lecture d'échelle limnimétrique il conviendra de vérifier le type d'échelle (positive ou négative) ainsi que le type de graduation utilisée.

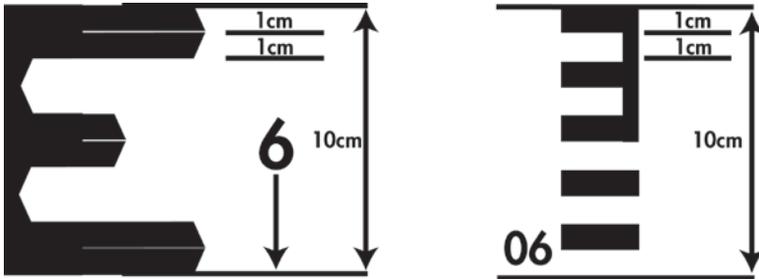
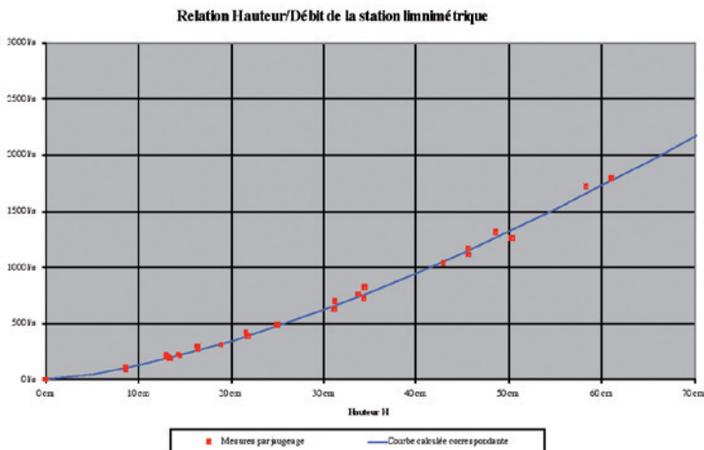


Figure 19 : Principe de lecture d'une échelle limnimétrique



Pour une hauteur d'eau de 48 cm lue sur l'échelle limnimétrique, le débit est de 1244 l/s d'après la courbe de tarage correspondante

Figure 20 : Exemple d'échelle limnimétrique et de courbe de tarage.



Recommandations

La lecture doit être réalisée en se plaçant bien en face et à la hauteur de l'échelle limnimétrique afin d'éviter toute erreur de parallaxe.

Hormis dans le cas où il n'est pas possible de descendre dans la rivière (débit trop élevé, hauteur d'eau importante...), il est préférable de lire l'échelle depuis l'eau, à la hauteur du niveau à apprécier. On évitera autant que faire se peut de lire une échelle depuis un pont par exemple.

- Avant d'effectuer une lecture, il est indispensable de s'assurer de la parfaite lisibilité de l'échelle. Au besoin, le manipulateur nettoiera l'échelle en retirant les algues, les plantes ou les corps flottants autour de l'échelle.
- Il convient de ne pas oublier que les chiffres décimétriques notés sur une échelle sont affectés à la limite immédiatement en dessous.
- En basses eaux, la sensibilité hydraulique des stations étant souvent moyenne, on aura intérêt à lire la cote à l'échelle avec une meilleure précision que le cm.

Il convient de noter qu'il existe de nouvelles méthodes de mesures de débits en continu telles que les systèmes par corde à ultrason ou doppler horizontal.

3.2 MESURE PAR EXPLORATION DU CHAMP DE VITESSES

Tout d'abord, l'agent préleveur s'assurera qu'il mesure bien l'ensemble du débit de la rivière (présence de bras notamment).

3.2.1 Méthodologie

Le jaugeage du débit est réalisé par la mesure de la vitesse du courant en plusieurs points d'une section en travers (ou transect).

Plusieurs types d'appareils permettent de mesurer la vitesse du courant :

- le moulinet mécanique comportant une hélice dont la vitesse de rotation dans l'eau est reliée à la vitesse d'écoulement selon des formules linéaires. Le nombre de tours par seconde (n) est mesuré à l'aide d'un compteur. Il est préférable que le temps de mesure soit au moins égal à 30 secondes;
- le courantomètre (électromagnétique, à ultra-sons, par exemple), qui permet d'obtenir directement la valeur de la vitesse.



© GAY Environnement



©OTT

Figure 21 : Photographies d'un micromoulinet mécanique (à gauche) et d'un courantomètre (à droite)

Un jaugeage peut s'effectuer, soit à pied (en cuissardes ou pantalon de pêche) lorsque la vitesse et la hauteur d'eau le permettent, soit à partir d'une passerelle, soit en bateau. Pour des rivières importantes, on peut utiliser un ouvrage (pont) enjambant la rivière (sans pile intermédiaire) ou un bateau.



© DIREN Centre



© DIREN Centre

Figure 22 : Photographies de mesure de débit à pied et en bateau

Le moulinet est fixé sur une perche verticale graduée susceptible d'explorer toute la section. Dans le cas de rivière de grande profondeur, le moulinet peut être relié à un « saumon », lest profilé retenu par un câble relié à un treuil

La précision d'un jaugeage dépend en grande partie de la qualité de la section de mesure choisie qui doit autant que possible comporter des filets d'eau parallèles sans tourbillons ni remous. Il faut donc choisir l'emplacement de la section de jaugeage dans un tronçon de la rivière aussi rectiligne que possible et dans lequel les limites de la section mouillée sont sensiblement parallèles.

L'emplacement de la section de mesure doit être éloigné de tout coude ou obstacle (naturel ou artificiel), engendrant des perturbations hydrauliques. La section est disposée perpendiculairement à l'écoulement. Si on constate que des contre-courants se produisent en divers endroits, on s'abstiendra de procéder à des relevés dans cette section.

Néanmoins, s'il n'est pas possible de réaliser la mesure dans une autre section, on évaluera aussi précisément que possible l'importance de ces contre-courants.

Écoulements réguliers

La profondeur de l'eau doit être suffisante pour que l'immersion de l'appareil de mesure soit complète.

Il ne faut pas hésiter à consacrer suffisamment de temps au choix de la section de mesure. Une section incorrecte ne permettra jamais un jaugeage fiable.

Le jaugeage consiste à :

- mesurer les vitesses d'écoulement sur plusieurs verticales de la section transversale. Le nombre et la position des verticales sont fonction de l'hétérogénéité de la section (hauteur d'eau et vitesses d'écoulement). On rapprochera les verticales aux endroits où la variation des vitesses est grande, ainsi qu'au droit des discontinuités importantes de la profondeur totale. Il est recommandé de serrer les verticales près des berges. Le nombre de verticales doit être si possible supérieur ou égal à 5, même pour les petits cours d'eau ou les cours d'eau à écoulement homogène.

Pour approcher la vitesse moyenne V_m , le nombre de points de mesure sur chaque verticale est compris entre 1 et 3 en fonction du diamètre de l'hélice (ou de la sonde pour un courantomètre) et de la hauteur d'eau. Les vitesses sont mesurées à des distances du fond égales à 0,2; 0,4 et 0,8 fois la profondeur totale au niveau de la verticale. En France, on a souvent l'habitude, lorsque les verticales dépassent 30 à 40 cm, de mesurer la vitesse en plus de 3 points.

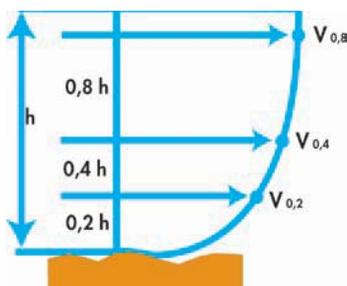


Figure 23 : Points de mesure de la vitesse d'écoulement sur une verticale

- relever les dimensions de la section de jaugeage en repérant la position de chaque verticale (largeur par rapport à l'une des berges) à l'aide d'un multidécimètre et en mesurant la hauteur d'eau au niveau de chaque verticale au moyen de la perche graduée. Si le fond est vaseux, on fera attention à l'enfoncement de la perche et à la détermination de la cote du fond.

Pour chaque verticale, on calcule alors les débits par unité de largeur. La somme des débits de chacune des verticales permet d'obtenir le débit total (cf. figure 25) :

¹ Le point efficace du moulinet (c'est-à-dire le point où doit être affectée la vitesse mesurée) est le centre de la zone balayée.

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

où n = nombre de verticales et $q_2 = V_{m2} h_2 \frac{l_2 + l_3}{2}$

En fonction de la hauteur d'eau totale au niveau de chaque verticale, la vitesse moyenne est calculée en utilisant les formules suivantes :

$$V_m \approx V_{0,4}$$

$$V_m \approx \frac{1}{2}(V_{0,2} + V_{0,8})$$

$$V_m \approx \frac{1}{2}V_{0,4} + \frac{1}{4}V_{0,2} + \frac{1}{4}V_{0,8}$$

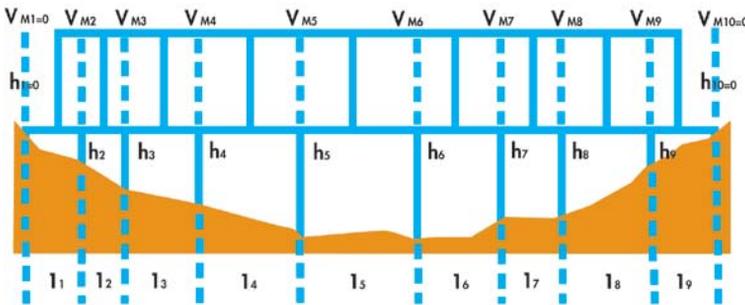


Figure 24 : Mesure du débit dans une section transversale

3.2.2 Recommandations

- L'ensemble des indications énoncées ci-dessous suppose que l'écoulement est permanent et uniforme (ou quasiment tel), au moins pendant la durée des mesures. Lorsque le régime n'est pas permanent, on s'efforcera d'effectuer les mesures pendant un intervalle de temps suffisamment court pour que le régime puisse être considéré comme pratiquement permanent.
- **Dans le cas où le jaugeage est réalisé avec un moulinet à hélice dont le mécanisme baigne dans l'huile, il faut veiller à remplir l'appareil d'huile et la renouveler régulièrement. Il faut utiliser une huile de qualité constante (notamment sa viscosité) de manière à conserver la fidélité de l'appareil**
- Le type d'hélice utilisé pour réaliser un jaugeage est aussi un paramètre important. En effet, il existe différents types d'hélices, dont le pas et la vitesse maximale de rotation sont différents. Par exemple, certaines hélices dites « d'étiage » ne sont plus opérationnelles pour des vitesses d'écoulement supérieures à 0,5 m/s. On tiendra compte du fait que les moulinets à hélice ne permettent pas de mesurer les faibles vitesses (vitesse de démarrage de l'ordre de 5 cm/s,

Une huile propre

incertitudes possibles entre 5 et 10 cm/s). Le manipulateur vérifiera donc les spécificités de chaque hélice dont il dispose et utilisera l'hélice la plus adaptée.

Il convient aussi de vérifier régulièrement l'état de l'axe de rotation du moulinet, car si ce dernier est tordu, on introduit alors une erreur non négligeable dans la mesure, notamment dans le cas des faibles vitesses d'écoulement.

- Dans le cas où le jaugeage est réalisé avec un courantmètre (électromagnétique par exemple), le manipulateur devra vérifier l'état de propreté de l'appareil et éventuellement effectuer un nettoyage des bornes. Les vitesses faibles sont généralement mieux mesurées par les courantmètres que par les moulinets à hélice; on vérifiera néanmoins les limites d'utilisation du matériel (certains appareils ne fonctionnent que pour des vitesses supérieures à 10 cm/s). On évitera de chercher à mesurer près d'un obstacle, le courantmètre étant plus sensible à sa situation dans l'écoulement que le moulinet à hélice, en raison de ses dimensions généralement plus réduites.
- Le diamètre de la perche supportant le moulinet doit être adapté aux vitesses que l'on souhaite mesurer. En effet, une perche d'un diamètre trop petit peut se mettre à vibrer lorsque les vitesses d'écoulement sont élevées et est plus difficile à tenir en main. Ces vibrations peuvent induire des erreurs de mesure de l'appareil (notamment dans le cas d'un moulinet à hélice).
- La mesure d'une vitesse (notamment avec un moulinet à hélice) doit être réalisée dans le sens de l'écoulement sinon cela entraîne une erreur de mesure d'autant plus importante que l'on s'éloigne de cet axe d'écoulement.
- Il est bon de rappeler que lors d'un jaugeage, le manipulateur doit se trouver en aval de l'appareil de mesure (ce dernier devant être orienté vers l'amont) et éviter de provoquer des perturbations de l'écoulement lors de la mesure (éviter de mettre son pied ou sa jambe à proximité du moulinet, ne pas créer des remous dans les zones calmes...).

3.2.3 Exemple de fiche pour la mesure du débit

La figure suivante présente un exemple de fiche d'acquisition pour la mesure du débit en petite rivière.

Date : 24/04/2006	Station : RDC 210										Rivière : Le Veron	
Hélice (1: étiage, 2: standard):	2										Temps d'acquisition : 30 s	
Distance (m)	2.70	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.40	
Profondeur (m)	0.00	0.14	0.18	0.26	0.25	0.20	0.36	0.38	0.39	0.29	0.00	
Nb tours 0.2 Prof. Tot.	0	-	-	13	19	26	16	18	0	0	0	
Nb tours 0.4 Prof. Tot.	0	9	30	22	25	32	18	24	18	10	0	
Nb tours 0.8 Prof. Tot.	0	-	-	38	31	35	36	33	26	16	0	
N moyen/s	0.00	0.30	1.00	0.79	0.83	1.04	0.73	0.83	0.52	0.30	0.00	
Vitesse (m/s)	0.01	0.09	0.26	0.21	0.22	0.27	0.19	0.22	0.14	0.09	0.01	
L (m)	0.15	0.40	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.20	
q(l/s)	0.0	4.8	23.4	27.1	27.3	27.0	34.9	41.1	27.3	6.3	0.0	
Débit (l/s)		219										

Figure 25 : Exemple de fiche pour la mesure du débit

Les champs « date et heure », « station », « rivière » se comprennent aisément.

Dans le cas où le débit est mesuré avec un micromoulinet à hélice, il est indispensable de noter l'hélice utilisée, le nombre de tours et le temps de mesure (en seconde). Chaque hélice est pourvue de une ou plusieurs formules reliant le nombre de tours par seconde à la vitesse d'écoulement, ces formules sont du type :

$$v = an + b$$

où :

v = vitesse de l'écoulement en m/s,

n = nombre de tours d'hélice par seconde,

a et b = constantes, fonctions de l'hélice, fournies par le constructeur.

La « distance » correspond à la position au point de mesure, repérée au moyen d'un multidécimètre.

La « profondeur » est la hauteur d'eau totale au niveau du point de mesure.

Les champs « nb de tours à 0,2 fois la profondeur totale, nb de tours à 0,4 fois la profondeur totale, nb de tours à 0,8 fois la profondeur totale », correspondent aux mesures du nombre de tours (en fonction du temps d'acquisition spécifié), pour chacun de ces points. Par exemple, à la distance de 4,5 m, si la profondeur totale est de 25 cm, les points de mesure seront réalisés à 5 cm, 10 cm et 20 cm à partir du fond.

3.3 ESTIMATION DU DÉBIT PAR JAUGEAGE AU FLOTTEUR

Le jaugeage au flotteur permet de se faire une idée du débit lorsqu'on ne dispose pas d'un appareil de mesure. Pour cela, on recherchera un secteur de cours d'eau plutôt rectiligne et aux profils en travers assez réguliers (éviter l'aval immédiat d'un coude prononcé). Dans un court tronçon de ce secteur, le plus homogène possible, on mesure la longueur dans le sens de l'écoulement, la vitesse maximale de surface V_{max} , la largeur utile (coulante) L , en ne prenant pas en compte les zones d'eau morte, et enfin la profondeur moyenne P_m . L'estimation du débit est obtenue par la formule $Q = 2/3 V_{max} \times L \times P_m$. Le coefficient $2/3$ est une valeur approchée du rapport vitesse moyenne (section) / V_{max} . Pour des petits cours d'eau de plaine, ce rapport varie généralement entre 0,5 et 0,8 (région Centre).

3.4 ESTIMATION DU DÉBIT PAR DILUTION AU SEL

3.4.1 Méthodologie

La méthode d'estimation du débit par dilution de sel s'inspire de la « méthode chimique » consistant en la mesure d'un traceur chimique en solution de concentration connue, injecté en un point du cours d'eau, de façon instantanée ou constante (à débit constant).

Il s'agit d'un suivi de l'évolution de la concentration de ce traceur dans une section située à l'aval du point d'injection et à une distance suffisante de sorte que le bon mélange du traceur dans l'eau soit assuré.

Le débit est alors déduit par le rapport des concentrations entre la solution injectée et l'eau prélevée à l'aval.

Dans le cadre de la méthode de jaugeage par dilution classique, les traceurs utilisés sont des substances chimiques et fluorescentes telles que la rhodamine WT, le bichromate de sodium et le chlorure de lithium.

Le dosage de ces traceurs nécessitant la mise en œuvre d'analyses souvent coûteuses et très délicates du fait des faibles concentrations recherchées, il est possible de remplacer le traceur par du chlorure de sodium (NaCl). Le procédé de jaugeage est alors basé sur le fait que la concentration en sels minéraux dans l'eau est proportionnelle, pour les faibles concentrations, à la conductivité électrique du liquide.

Cette méthode est couramment utilisée lorsque les méthodes d'exploration du champ de vitesse ne peuvent être appliquées, comme par exemple les cours d'eau à très faible débit ou les torrents de montagne dont la surface est recouverte en hiver par une épaisse couche de glace limitant l'accès à l'eau.

Le principe de la méthode est schématisé dans la figure 26 ci-après.

En un point P_i du cours d'eau, on injecte brièvement un volume connu de solution de traceur. Pour ce faire, on dilue une quantité connue de sel (gros sel) dans un seau. Après totale dilution du sel, on jette en un seul mouvement le contenu du seau dans l'eau.

En un point P_m situé en aval, dans une zone de bon mélange, on mesure en continu la conductivité de l'eau selon un pas de temps régulier et jusqu'à ce que l'on retrouve la conductivité initiale, c'est-à-dire celle qui a été mesurée avant injection de sel.

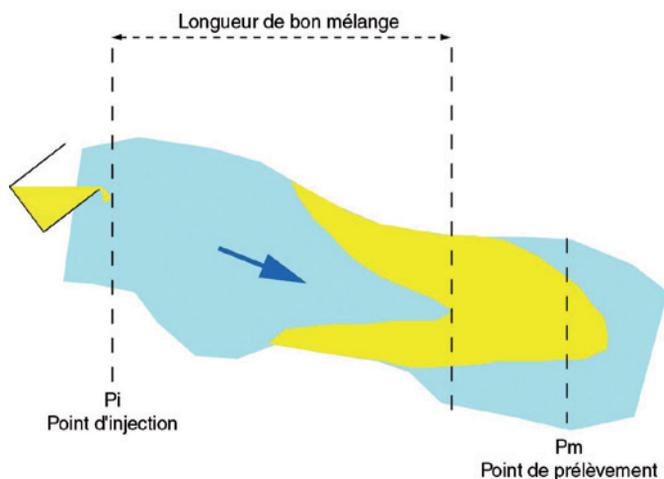


Figure 26 : Principe du procédé de mesure du débit par la méthode de dilution

Le débit est alors calculé au moyen de la formule suivante :

$$\text{Débit en l/s} = (Q_s \times 1000 \times 1,86) / (C_d \times T_f)$$

où :

Q_s = quantité de sel injecté en gramme,

C_d = différence entre la conductivité moyenne (C_m) et la conductivité initiale (C_i) en $\mu\text{S/cm}$,

T_f = temps de passage du flux en seconde.

La figure 21 présente un exemple de calcul du débit pour un petit torrent alpin.

- Quantité de sel injectée $Q_s = 2\,000\text{ g}$,
- Conductivité initiale $C_i = 262\ \mu\text{S/cm}$,
- Conductivité moyenne $C_m = 333\ \mu\text{S/cm}$,
- Temps de passage du flux $T_f = 290\text{ s}$

Le débit est donc de l'ordre de 180 l/s.

Temps en s	Conductivité en $\mu\text{S/cm}$	Temps en s	Conductivité en $\mu\text{S/cm}$	Temps en s	Conductivité en $\mu\text{S/cm}$
0	262	100	438	200	279
10	263	110	404	210	233
20	264	120	365	220	233
30	263	130	355	230	271
40	264	140	319	240	272
50	404	150	312	250	264
60	639	160	285	260	268
70	627	170	287	270	270
80	530	180	280	280	265
90	469	190	276	290	263

Figure 27 : Exemple de calcul d'un débit avec la méthode de dilution dite « au sel »

3.4.2 Recommandations

La section de mesure doit permettre d'obtenir un bon brassage du traceur (sel dans le cas présent) et ne doit pas présenter de risque de rétention du traceur, comme par exemple des zones d'eau morte, des embâcles importantes, ...

La dilution du sel doit être réalisée de façon complète dans le seau pour ne pas injecter des cristaux dans la rivière et ainsi fausser le calcul du débit.

L'injection du traceur et la mesure de la conductivité doivent être réalisées, si possible, au centre du lit dans une zone courante. On peut injecter le traceur depuis une berge sous réserve que le courant soit suffisant et orienté vers la berge opposée. De même, la mesure de la conductivité doit être effectuée dans la veine de courant principale.

La durée de la mesure de la conductivité doit englober toute la durée du passage du nuage de traceur. Par précaution, il est préférable de prolonger cette mesure pour s'assurer d'un retour à la conductivité initiale.

LA MESURE DE DÉBIT

Sécurité et hygiène

- ➔ L'agent préleveur doit éviter de mesurer des débits dans les zones dangereuses (berges instables, lit profond...). En cas de danger, l'opération doit être menée par une équipe de deux personnes qui prendront les précautions appropriées : emploi d'un gilet de sauvetage, jaugeur encordé...
- ➔ Le port de gants est recommandé, en particulier en aval d'agglomérations et de zones industrielles, de même que le lavage des mains avec des produits bactéricides.

Lecture d'une échelle limnimétrique

- ➔ Si une échelle limnimétrique est présente à proximité de la station (emplacement précisé dans la fiche descriptive de la station), le préleveur est tenu d'en faire la lecture. La lecture sera réalisée en se plaçant bien en face et à la hauteur de l'échelle.

Conditions de milieu

La station et le site ayant été reconnus, le préleveur, avant d'échantillonner, observera et notera sur la fiche de terrain, les conditions qui caractérisent le cours d'eau et son environnement au moment du prélèvement. Les rubriques « obligatoires » seront à minima remplies et si possible les rubriques facultatives

Jaugeage par exploration du champ de vitesse

- ➔ L'appareillage et la technique de mesure devront être adaptés au débit à mesurer et en bon état de fonctionnement.
- ➔ La section de mesure, perpendiculaire à l'écoulement, sera choisie pour être aussi régulière que possible et comporter des filets d'eau parallèles sans tourbillon ni remous. Éviter d'être sous l'influence amont ou aval d'un vannage.
- ➔ L'opérateur devra veiller à éviter de provoquer des perturbations de l'écoulement lors de la mesure.

4

LE PRÉLÈVEMENT DE SÉDIMENT



Les sédiments ont la propriété d'intégrer et de concentrer certains éléments présents dans l'eau. Certains polluants présents en très faible concentration dans l'eau tels que les micropolluants organiques et métalliques sont de ce fait plus facilement détectables dans les sédiments.

Parmi les différentes étapes concernant le prélèvement de sédiment en vue de connaître la qualité d'un cours d'eau, plusieurs sont communes dans leurs démarches avec le prélèvement d'eau. Ne sont vues ci-après que les étapes propres au sédiment.

4.1 NATURE ET EMPLACEMENT DU PRÉLÈVEMENT

Les caractéristiques propres aux sédiments induisent une pratique particulière dans la recherche des prélèvements et la technique de prélèvement. En premier lieu, les analyses physico-chimiques des sédiments étant réalisées sur la fraction fine, **inférieure à 2 mm, la plus à même de fixer les éléments (c'est « par la taille » plus que « par la nature » que les sédiments fixent les substances), il convient de rechercher ce type de substrat. Les zones de cours d'eau où la vitesse d'écoulement est supérieure à 10 cm/s doivent être, de ce fait, évitées.** En effet, pour ces vitesses, les particules fines sont transportées voire érodées, de sorte que les sédiments ne sont pas assez fins pour répondre aux exigences d'une analyse physico-chimique. Pour les tronçons de cours d'eau présentant une sinuosité, les prélèvements seront réalisés dans les concavités où se déposent préférentiellement les sédiments. Les zones riches en végétaux aquatiques sont également favorables car, en diminuant la vitesse d'écoulement, ces derniers favorisent la sédimentation. On cherchera donc à prélever les argiles, la matière organique en décomposition...

Par ailleurs, les substrats étant généralement de nature hétérogène, on s'assurera qu'un nombre suffisant de prélèvements fournisse une évaluation représentative du (des) paramètre(s) considéré(s). Le nombre de prélèvements par site doit être déterminé au cas par cas en fonction en particulier de l'étendue du site d'étude, sa conformation, la répartition et la nature des substrats, l'emplacement des rejets en amont et leur bon mélange.... Le préleveur devra donc se déplacer sur la totalité du site pour trouver les placettes les plus adéquates. Il est recommandé de réaliser au minimum trois prélèvements par site espacés chacun de quelques mètres. On fera de préférence un prélèvement sur chacune des rives et un prélèvement au centre du chenal. Si le site est pauvre en sédiment, on multipliera le nombre de prélèvements jusqu'à remplir le flacon. Tous les prélèvements recueillis seront rassemblés dans un récipient dans lequel ils seront correctement mélangés. Ce mélange sera ensuite conditionné (§ 4.5.1).

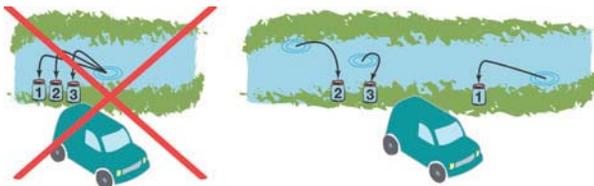


Figure 28 : Prélèvements en différents sites de mesure des sédiments

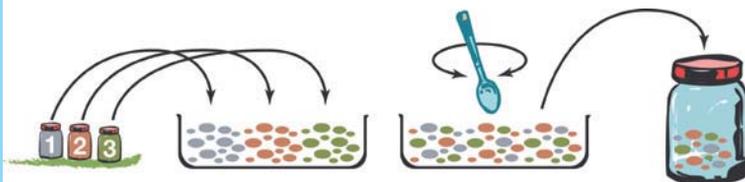


Figure 29 : Homogénéisation et conditionnement du prélèvement

Enfin, les analyses devant traduire des phénomènes récents (de l'année), seule la couche supérieure du sédiment sera prélevée (2 à 5 cm).

Un repérage des lieux est indispensable sur la totalité du site de mesure pour localiser les points de prélèvements en raison de la grande mobilité des fonds. La localisation précise du point de prélèvement permet d'effectuer une comparaison de la situation d'une année à une autre, ce qui peut présenter un grand intérêt dans le cas de modifications des conditions d'écoulement dans le tronçon de cours d'eau étudié. Il sera possible de se déplacer en dehors du site, mais sur un lieu à même finalité, s'il se trouve dépourvu de sédiment.

La fiche de description de la station d'étude et des sites de mesure sera identique à celle utilisée pour le support Eau (fiche : Station d'étude). Un schéma de situation localisera le(s) site(s) de mesure et les emplacements des prélèvements.

4.2 CONDITIONS DE TERRAIN

A l'instar d'une analyse d'eau, une analyse des sédiments n'a de valeur que si elle est accompagnée d'informations relatives à l'échantillon prélevé. Il est indispensable de décrire avec exactitude les conditions dans lesquelles l'échantillonnage a été réalisé.

En particulier, les conditions hydrologiques des semaines précédentes sont importantes à connaître. En effet le prélèvement doit se faire en fin d'étiage du cours d'eau car cette période permet un meilleur taux de sédimentation et une plus forte concentration des sédiments (à flux constant). Il ne faut en aucun cas intervenir après une augmentation du débit, les dépôts récents étant brassés à partir de vitesses de l'ordre de 50 cm/s. En cas de crue, même petite, il est préférable de reporter l'opération.

Une fiche particulière du modèle de la fiche pour le support « Eau » sera remplie (fiche : Conditions de terrain - Support sédiment).

4.3 MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Le choix des appareils de prélèvement de sédiment en vue d'analyses physico-chimiques doit se faire en fonction de l'accessibilité du site de mesure, de l'épaisseur de l'eau et de celle du sédiment à prélever.

Dans le cadre des réseaux de mesure, seules les bennes et les dragues (ou appareillage apparenté type écope) sont conseillées. Les carottiers sont destinés à des études plus spécifiques et ne sont pas envisagés ici.

On veillera à éviter l'auto-contamination des échantillons en utilisant du matériel propre avec des mains propres (pollution par les hydrocarbures lors des pleins d'essence des véhicules de déplacement).

4.3.1 Drague manuelle

De forme rectangulaire, elle est munie de parois latérales, d'un bec verseur et d'un manche articulé permettant de régler son inclinaison par rapport à l'horizontal et de racler les fonds parallèlement à leur surface (drague type CEMAGREF).

Cette drague constitue un engin facile d'emploi depuis la berge des cours d'eau ou depuis l'eau. **De façon à limiter certains inconvénients, en particulier en ce qui concerne le lessivage des couches de sédiment lors de la manipulation de l'outil, il convient de la remonter le plus lentement possible et de la proscrire pour des profondeurs trop importantes, supérieures à 1 mètre, pour lesquelles on conseillera la benne.**

Ne pas lessiver



Figure 30 : Drague manuelle (type CEMAGREF)

4.3.2 Benne

Les sédiments peuvent être prélevés au moyen de bennes conçues pour pénétrer le substrat sous l'effet de leur propre masse. La fermeture des mâchoires peut être assurée manuellement par l'intermédiaire d'un manche, par l'envoi d'un messageur lorsque l'appareil est suspendu à un câble ou simplement par l'action de son propre poids. Elles varient également par la forme, l'angle de pénétration du substrat, la surface et le volume de l'échantillon prélevé.

La vitesse de descente de la benne sera réglée de façon à ce qu'elle pénètre le substrat sur son seul poids ou par le mécanisme qui la ferme. **Après la fermeture sur sa prise, on la remontera lentement à la surface de façon à limiter au minimum le lessivage du prélevat.** Dans ce but, il est indispensable d'utiliser des bennes dont le godet est fermé sur le dessus.

Ne pas lessiver



Figure 31 : Différents modèles de bennes

4.3.3 Écope

Lorsque les bancs de sédiments sont de petites dimensions (cas fréquent dans les cours d'eau à régime torrentiel), on utilisera une écope, confectionnée par exemple à partir d'un flacon en polyéthylène coupé dans le sens de la diagonale.

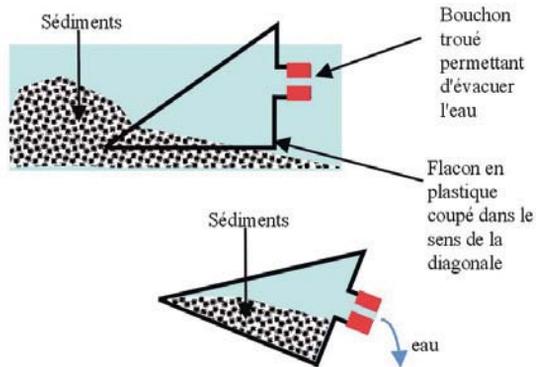


Figure 32 : Exemple d'écope

4.4 MESURES DE TERRAIN

Un certain nombre de données concernant la nature physico-chimique des sédiments (phase solide) devraient être obtenues de préférence sur le terrain, car les valeurs peuvent évoluer rapidement dans les échantillons prélevés. Dans la pratique il s'avère que ces mesures sont très délicates à faire in situ, le matériel actuellement disponible ne s'y prêtant guère. Elles seront donc plutôt effectuées au laboratoire dès le retour de l'échantillon. Cependant, nous les passons en revue ci-après.

Les mêmes recommandations que pour les mesures de terrain sur l'eau sont préconisées en ce qui concerne le suivi des appareillages (§ 2.3).

4.4.1 Température

La mesure de la température des sédiments peut être réalisée de la même façon que pour l'eau superficielle (§ 2.3.1).

4.4.2 pH

La mesure du pH dans les sédiments est réalisée globalement selon les mêmes modalités que dans les eaux superficielles (§ 2.3.6).

4.4.3 E_h

Le E_h ou potentiel d'oxydo-réduction ou potentiel redox correspond à la différence de potentiel existant entre une électrode de platine poli et une électrode de référence à potentiel constant. Le potentiel redox varie en fonction de la température, de la concentration des éléments présents et du pH. Cette mesure n'a donc de sens physique que si elle est accompagnée de mesures de pH et de température.

La mesure du E_h lors d'un suivi de qualité des sédiments a pour but de connaître :

- l'importance du pouvoir réducteur ou oxydant du milieu prospecté,
- le degré d'oxydation de certains ions tels que : C, N, S, P, Fe, Mn,

et ainsi d'obtenir une meilleure compréhension des phénomènes pouvant intervenir au cours de l'évolution de milieux aussi interdépendants que l'eau et les sédiments.

Il est recommandé de déterminer le E_h de la phase solide des sédiments in situ de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons dans des flacons.

a) Appareillage

La mesure du E_h de la phase solide des sédiments est réalisée à l'aide d'un appareil électrométrique permettant le plus souvent de mesurer aussi le rH, la température et éventuellement le pH.

L'étalonnage de l'appareil de mesure doit être réalisé régulièrement au laboratoire selon les recommandations du constructeur.

b) Mode opératoire

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche (laisser chauffer l'appareil), l'électrode est plongée dans la solution à mesurer.

c) Conservation et transport du matériel

De par leurs caractéristiques, les électrodes peuvent être facilement cassées. Il conviendra de les manipuler avec soin et d'éviter tout contact avec un objet pouvant les altérer.

d) Expression des résultats

La précision sur la mesure peut atteindre 0,5 unité.

4.4.4 rH

Le rH (et le rH2 proposé par W.M. Clark) correspond au cologarithme de la pression d'équilibre d'hydrogène moléculaire régnant dans un milieu. Il caractérise l'aptitude d'un milieu à être réduit ou oxydé par un autre milieu ou un produit déterminé. Il permet donc d'obtenir une meilleure compréhension des phénomènes pouvant intervenir au cours de l'évolution de milieux aussi interdépendants que l'eau et les sédiments. Le rH n'est pas connu d'une façon absolue mais seulement par rapport à une électrode choisie arbitrairement, l'électrode à hydrogène.

Le pouvoir réducteur d'un milieu étudié sera d'autant plus grand que le rH sera plus faible et inversement. Si le rH est compris entre 0 et 27, le milieu est considéré comme réducteur. Le milieu est considéré comme oxydant si le rH est compris entre 27 et 54. En fait, les pouvoirs oxydants et réducteur sont des pouvoirs relatifs. En effet, la neutralité rédox ne correspond pas à une égalité des concentrations en forme réduite et oxydée. Les conventions définissant le rH neutre varient entre 27,3 - 27,2 ou 20,5 ou 28.

En général, les eaux courantes bien aérées possèdent un rH supérieur à 30. Dans les dépôts de type vases, le rH diminue le plus souvent avec la profondeur et prend des valeurs très inférieures à 10 dans les milieux très réducteurs (présence de fermentation sulfhydrique). A titre indicatif, le tableau ci-après (proposé par le CEMAGREF) présente le rH et les degrés d'oxydation correspondants de quelques éléments.

Éléments et milieux naturels correspondants	rH2
Eaux courantes, pauvres en matières organiques, agitées et aérées	36 - 30
NO ₃ - NO ₂ -	29 - 27
Neutralité d'oxydo-réduction	28
NO ₂ - NH ₃	27 - 25
Fe ⁺⁺⁺ , formes insolubles (exemple : FePO ₄ , Fe(OH) ₃)	> 21
Fe ⁺⁺ , formes solubles	< 21
Formation de CO ₂	18 - 12
Matière organique en voie de putréfaction	17 - 13
SO ₄ -- H ₂ S	12 - 10
Formation de Fe S, Mn S, CH ₄	< 8
Milieu saturé d'hydrogène moléculaire à la pression atmosphérique. Conditions réalisées en laboratoire et non observées dans les milieux naturels.	0

Tableau 3 : Exemple de valeurs du rH dans les milieux naturels (source CEMAGREF)

Il est recommandé de déterminer le rH de la phase solide des sédiments in situ de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons dans des flacons.

a) Appareillage

L'appareil de mesure comprend une sonde (en général comportant un système de correction thermométrique automatique) munie d'une électrode de platine poli et d'une électrode de verre identique à celle utilisée pour la mesure du pH, ainsi qu'une échelle de mesure graduée.

Très souvent ce type d'appareil permet aussi de mesurer le Eh et le pH.

L'échelle de mesure est prise par référence à ce qui se produit dans le cas de l'eau pure. Le seul élément réducteur susceptible de polariser l'électrode de platine est l'hydrogène moléculaire H₂, présent sous une pression partielle p.

L'étalonnage doit être réalisé régulièrement au laboratoire selon les recommandations du constructeur.

b) Mode opératoire

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche (laisser chauffer l'appareil), l'électrode est plongée dans la solution à mesurer.

c) Conservation et transport du matériel

De par leurs caractéristiques, les électrodes peuvent être facilement cassées. Il conviendra de les manipuler avec soin et d'éviter tout contact avec un objet pouvant l'altérer.

d) Expression des résultats

La précision sur la mesure peut atteindre 0,5 unité.

4.5 CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS

4.5.1 Conditionnement

Plusieurs prélèvements ont donc été effectués. Pour chacun d'eux on aura retiré l'eau surnageante et les éléments atypiques (organismes, débris végétaux, graviers).

En premier lieu, les prélèvements seront homogénéisés (en évitant tout de même de trop les brasser à l'air libre pour limiter les pertes des volatils) dans un récipient non contaminant vis-à-vis des polluants à rechercher :

- acier inox ou porcelaine pour les micropolluants organiques,
 - matières plastiques, de préférence non teintées, pour les métaux.
- (A noter que pour le mercure le verre est recommandé).

L'équipement utilisé doit être rincé entre chaque utilisation, en s'assurant de l'absence de pollution évidente : rejet coloré, irisations de surface produites par les graisses ou les hydrocarbures.

En second lieu, après l'obtention d'un mélange homogène des prélèvements, les sédiments sont placés en bocaux de verre (teinté de préférence) ou de polyéthylène, bouchés sans air. Pour les micropolluants organiques, il convient d'insérer une feuille d'aluminium entre le bouchon ou le couvercle plastique et le corps du flacon en verre.

4.5.2 Étiquetage

Les mêmes recommandations que pour les échantillons d'eau sont préconisées pour les sédiments (§ 2.4.3).

4.5.3 Conservation

Les indications relatives aux échantillons d'eau s'appliquent pour conserver les échantillons de sédiments. Les prélèvements sont stockés et transportés en milieu réfrigéré ($5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$) dans un délai maximum de 4 jours au laboratoire chargé de l'analyse.

LE PRÉLÈVEMENT DE SÉDIMENT

Recommandations générales

- ➔ Le préleveur opérera au point exact défini par le maître d'ouvrage et qui figure dans la fiche descriptive de la station. En cas de changement nécessaire du lieu de prélèvement, l'opérateur cherchera un autre point représentatif des conditions du moment qui sera décrit avec précision.
- ➔ Le matériel utilisé et les mains de l'opérateur devront être propres pour éviter toute auto-contamination de l'échantillon : rinçage répété à trois reprises avec l'eau de la rivière.

Sécurité et hygiène

- ➔ L'agent préleveur doit éviter de prélever dans les zones dangereuses (berges instables, lit profond...). En cas de danger, l'opération doit être menée par une équipe de deux personnes qui prendront les précautions appropriées : emploi d'un gilet de sauvetage, préleveur encordé...
- ➔ Le port de gants est recommandé, en particulier en aval d'agglomérations et de zones industrielles, de même que le lavage des mains avec des produits bactéricides.

Conditions de milieu

- ➔ La station et le site ayant été reconnus, le préleveur, avant d'échantillonner, observera et notera sur la fiche de terrain, les conditions qui caractérisent le cours d'eau et son environnement au moment du prélèvement. Les rubriques « obligatoires » seront a minima remplies et si possible les rubriques facultatives
- ➔ Les analyses se faisant sur la fraction fine inférieure à 2 mm, on prélèvera de préférence des sédiments fins vaso-organiques de couleur sombre.

Mise en oeuvre d'une technique de prélèvement

- ➔ La technique et le matériel de prélèvement seront adaptés aux conditions du site (accès, emplacement des sédiments dans la rivière...). Le préleveur respectera le protocole prévu pour chaque site. En cas de modification exceptionnelle du protocole habituel, l'agent précisera et justifiera le nouveau protocole pratiqué sur la fiche de terrain.
- ➔ Afin de tenir compte de la nature habituellement hétérogène des dépôts dans une rivière, le préleveur recherchera dans l'ensemble du site de prélèvement les emplacements de dépôts les plus représentatifs de la station. On effectuera au minimum trois prélèvements par site, de préférence répartis sur un transect du chenal (rive droite, milieu, rive gauche), mais autant que nécessaire pour remplir le flacon. Seule la couche superficielle (2 à 5 cm) sera prélevée.
- ➔ Pour les dépôts en situation peu profonde ou en bordure de rivière, on utilisera une drague manuelle ou une écope (dépôts de petite dimension). On veillera à limiter le lessivage des sédiments prélevés lors de la remontée de l'outil.
- ➔ Pour les dépôts en situation profonde on préférera une benne à fermeture automatique.
- ➔ Les différents prélévats seront correctement homogénéisés dans un récipient non contaminant vis-à-vis des polluants recherchés.

Mesures de terrain

- ➔ Un certain nombre de données physico-chimiques (pH, Eh, rH) de la phase solide du sédiment devraient être obtenues de préférence sur le terrain. Dans la pratique, ces mesures étant très délicates à faire sur site, elles sont effectuées au laboratoire dès le retour de l'échantillon.

Conditionnement de l'échantillon

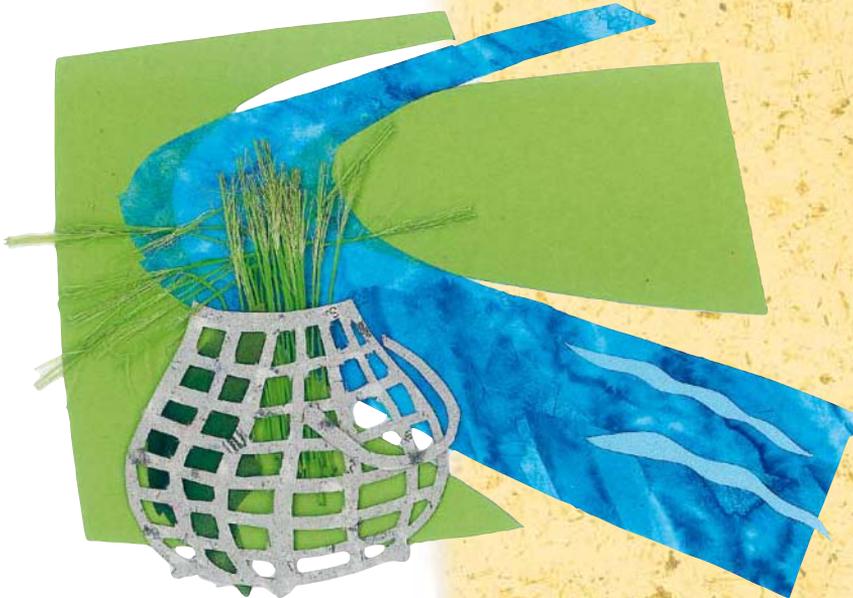
- ➔ Le préleveur utilisera obligatoirement les flacons appropriés aux analyses fournis par le laboratoire chargé des analyses. Il vérifiera leur conformité et leur propreté avant de partir en tournée.
- ➔ Le repérage des flacons sera fait à l'aide d'une étiquette stable et ineffaçable sur laquelle seront portés les éléments permettant d'identifier facilement l'échantillon : soit une étiquette codée, soit une étiquette comportant au minimum l'identification de la station, la date et l'heure du prélèvement, le nom de l'organisme préleveur.

Conservation et transport des échantillons

- ➔ Les échantillons seront transportés au laboratoire à l'obscurité dans une enceinte réfrigérée à une température de $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Ils seront livrés dans un délai maximum de 4 jours.

5

LE PRÉLÈVEMENT DE BRYOPHYTES



Les bryophytes, ou mousses aquatiques, ont la propriété d'intégrer et de concentrer dans leurs tissus les micropolluants minéraux et organiques qui sont de ce fait plus facilement détectables que dans l'eau. L'étude inter-agences n° 55 (1998) analyse dans le détail les techniques de prélèvement. Nous en reprendrons ici les grandes lignes. Les analyses peuvent être réalisées, soit sur des mousses autochtones, propres à la rivière, soit sur des mousses qui ont été implantées pour l'occasion.

5.1 PRÉLÈVEMENT DE MOUSSES AUTOCHTONES

5.1.1 Récolte

Les mousses seront recherchées sur des supports durs et stables (blocs, seuils, piliers de pont...) auxquels on accèdera à pied ou en bateau. **L'échantillon destiné aux analyses sera constitué d'un mélange de prélèvements effectués sur un maillage complet de la section de prélèvement afin de garantir sa représentativité. On évitera, dans la mesure où elles sont connues, les zones d'émergence et de source.**

On s'assurera de l'immersion permanente des supports sur lesquels on collecte (se méfier des stations où on observe des variations fréquentes de débit).

On évitera donc de prélever en période de débit instable. La période de basses eaux stabilisées est la plus propice au prélèvement car elle permet de localiser plus facilement les bryophytes et correspond aux conditions de concentrations maximum des éléments dans l'eau. Cependant, on évitera tout de même l'étiage estival prononcé, les mousses résistant difficilement aux températures supérieures à 25°C. On vérifiera également qu'elles ne sont pas recouvertes d'un feutrage d'algues.

On prélèvera aux ciseaux les apex des mousses les plus récents, donc les plus verts, sur les touffes au feuillage développé. On se limitera dans la mesure du possible à ne prélever qu'une seule espèce sur la station et même sur la rivière et le bassin, si l'on veut faire des comparaisons de résultats. L'ordre de préférence des espèces de mousses s'établit comme suit :

1. *Fontinalis antipyretica* et *Rhynchostegium riparioides*
2. *Cinclidotus riparius* (ou *nigricans*) et *Cinclidotus danubicus*
3. Toute autre espèce

S'il s'avère impossible d'utiliser une seule espèce, il faut privilégier les associations suivantes à toute autre combinaison :

1. *Fontinalis antipyretica* / *Rhynchostegium riparioides*
2. *Cinclidotus riparius* (ou *nigricans*) / *Cinclidotus danubicus*

Ces 4 espèces de mousses font l'objet de fiches descriptives illustrées de photos dans le paragraphe 5.3.

Maillage complet

Immersion permanente

Une seule espèce

Associations possibles

On prélèvera de préférence, pour une même station, chaque année à la même époque.

Chaque site d'échantillonnage fera l'objet d'un repérage précis afin de prélever les mêmes espèces aux mêmes endroits lors des campagnes successives (d'où l'importance de ne couper que les apex les plus récents pour permettre le maintien des bryophytes d'une année sur l'autre). Une fiche de description de la station d'étude et des sites de mesure, identique à celle utilisée pour le support Eau ou Sédiment (fiche : Station d'étude), sera remplie. Un schéma de situation localisera les emplacements des prélèvements. Une fiche de prélèvement, sur le modèle de la fiche pour les Sédiments renseignera sur les conditions de terrain (fiche : Conditions de terrain – Support bryophytes).

5.1.2 Conditionnement

L'échantillon récolté (une poignée de la taille d'une orange) est lavé très soigneusement dans l'eau de la rivière afin d'éliminer un maximum d'impuretés (sables, bactéries, algues, faune...). Pendant cette opération, on veillera à ne pas endommager les mousses.

Il est ensuite essoré puis conditionné en sac papier étiqueté ou flaconnage spécifique et transporté au laboratoire dans des conditions évitant sa putréfaction (dans un milieu réfrigéré) et le relargage (en évitant de le laisser tremper dans de l'eau). Un temps de transport ne dépassant pas 48 heures entre le prélèvement et le retour au laboratoire est recommandé.

Au laboratoire, il est alors séché à l'air ou dans une étuve à 60 °C +/- 10 °C pendant 24 h (on veillera à ce que l'étuve ne contienne pas de produits susceptibles de polluer les échantillons). Une fois sec, l'échantillon peut se garder plusieurs mois.

Si l'organisme chargé du prélèvement est également chargé de la préparation des échantillons en vue de l'analyse, il est préférable d'effectuer un second lavage, les mousses étant encore humides. Ce lavage avant séchage est plus facile à réaliser et surtout plus complet.

5.2. UTILISATION DE MOUSSES IMPLANTÉES

En l'absence de mousses autochtones, on opère avec des mousses implantées. Ce sont des mousses étrangères au site, voire à la rivière, provenant d'un milieu dont on s'est assuré de l'absence de pollution.

Pour cette technique, nous renvoyons le lecteur intéressé à l'étude inter-agences n° 55 pour le détail de la méthodologie.

Signalons seulement que les mousses sont immergées dans des cages en treillage plastique deux à quatre semaines (selon l'objectif de l'étude) en période de basses eaux. On s'assurera de l'immersion totale des bryophytes pendant toute la durée de l'implantation. On gardera un témoin des mousses implantées, c'est-à-dire un échantillon extrait de la masse de mousses récoltées avant transfert dans le milieu, qui est analysé comme référence.



Figure 33 : Exemple de mousses implantées

5.3 IDENTIFICATION DE QUELQUES BRYOPHYTES

Pour un non spécialiste, l'identification des bryophytes peut très vite constituer un exercice particulièrement délicat en raison notamment de la variabilité des caractères morphologiques et physiologiques de certaines espèces.

A l'instar de toute identification, il est indispensable de respecter le processus classique basé sur :

- la récolte d'un échantillon le plus complet et représentatif possible, avec éventuellement plusieurs individus,
- l'utilisation de clés, le plus souvent dichotomes.

Plutôt que de vouloir à tout prix nommer un échantillon lors de sa récolte, l'agent préleveur pourra mettre de côté un échantillon pour réaliser une identification ultérieure en laboratoire et au besoin faire appel à des experts pour la confirmation d'une détermination.

Pour ce faire, l'agent préleveur pourra se reporter plus particulièrement à deux ouvrages récemment édités :

- Les études de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne
- J. Coudreuse & al. - *Les bryophytes aquatiques et supra aquatiques : Clé d'identification pour la mise en œuvre de l'Indice biologique macrophytique en rivière* – 2005 ;
- Ministère de l'écologie et du développement durable, DIREN Franche-Comté – G. Bailly & al. - *Guide pratique d'identification des bryophytes aquatiques* – 2004.

Le présent paragraphe n'a donc pour objet que d'illustrer les principales caractéristiques des quatre espèces de bryophytes couramment utilisées pour le dosage des métaux.

Les éléments suivants sont tirés principalement des deux ouvrages cités ci-dessus et les sources des photos présentées sont indiquées en dessous de chacune d'entre elles.

Morphologies variées

Fontinalis antipyretica Hedw.

Synonyme(s)

F. androgyna Rurhe , *F. arvernica* (Ren.) Card., *F. cavifolia* Warsnt. & Fleisch., *F. dolosa* Card., *F. gothica* Card. & h. Arn., *Pilotrichum antipyreticum* C.M.



Caractéristiques générales

- Touffes vert foncé à vert noirâtre,
- Longues tiges principales (10 – 90 cm) groupées en faisceaux,
- Feuilles terminales serrées en bourgeons pointus d'un vert luisant,
- Feuilles dépourvues de nervure, régulièrement disposées sur 3 rangs, pliées dans le sens de la longueur, formant une carène courbe.

Confusion possible

Le genre *Fontinalis* est assez caractéristique pour ne pas être confondu avec un autre genre. En revanche, au niveau spécifique, *F. antipyretica* peut être confondu avec *F. squamosa* (feuilles concaves à dos rond) ou *F. hypnoides* (feuilles presque planes)

Écologie

Très répandue dans les eaux courantes de l'hémisphère nord.
Assez indifférente aux caractéristiques géochimiques et hydrodynamiques des cours d'eau.
Tolérante aux conditions d'éclaircement mais optimum de développement en stations éclairées.

Rhynchostegium riparoides (Hedw.) Card.

Synonyme(s)	<i>R. rusciforme</i> Schimp., <i>Eurhynchium rusciforme</i> Milde, <i>Platyhypnidium riparoides</i> (Hedw.) Dixon, <i>R. rusciforme</i> M. Heisch.
	
Caractéristiques générales	<ul style="list-style-type: none"> • Plante raide formant des moquettes denses, vert olive plus ou moins foncé, • Tiges principales rampantes ou flottantes, de 4 à 15 cm de long, irrégulièrement ramifiées par des rameaux parfois ascendants, • Feuilles de taille moyenne (1,8 à 2,5 mm) largement ovales, plates ou un peu concaves, non plissées, se terminant en une courte pointe obtuse ou aiguë émoussée, • Marge de feuille plane, fortement denticulée dans les 4/5 supérieurs du limbe, • Nervure bien développée dépassant les 3/4 de la longueur de la feuille, • Cellules des angles basaux de la feuille non différenciées, ne formant pas d'oreillette. Cellules du milieu de la feuille linéaires-vermiculaires allongées et effilées, lisses.
Confusion possible	Espèce très polymorphe pouvant être confondue avec un <i>Brachythecium</i> (différencié par leur feuilles nettement moins denticulées, à nervure plus courte), un <i>Hygrohypnum</i> (différencié par leurs feuilles généralement secondes, plus ou moins entières et à nervure souvent double ou dédoublée) ou <i>Amblystegium riparium</i> (feuille entière à nervure toujours plus courte).
Écologie	Espèce très ubiquiste dans l'hémisphère nord. Indifférente aux caractéristiques géochimiques du bassin versant. Tolérante à l'ombre.

Cinclidotus danubicus Schiffn. & Baumg.

Synonyme(s)



Caractéristiques générales

- Touffes de couleur vert foncé à vert franchement noirâtre,
- Plante à tige primaire dressée flottante,
- Feuilles insérées sur plusieurs rangs tout autour de la tige, étalées, souvent réduites à leur nervure sur une grande partie de la plante. Feuilles modifiées par la dessiccation : à l'état sec les feuilles sont contorsionnées sur elles-mêmes,
- La largeur maximale de la feuille est située à la base du limbe (1/5 inférieur ou au-dessous de celui-ci),
- Nervure longue, dépassant le limbe en formant un petite pointe très nette.
- Marge plane et entière, différenciée en un bourrelet épais et large, formée par des cellules de même forme que le reste du limbe.

Confusion possible

Genre assez facilement identifiable. La confusion est possible avec d'autres espèces de *Cinclidotus*, tel que *C. aquaticus* (feuilles nettement falciformes) et *C. riparius*, *C. mucronatus* et *C. fontinaloides* (feuilles plus ovales et plus courtes).

Écologie

Préfère les stations longuement immergées (supporte assez mal l'émersion) et éclairées.
Plutôt mésotrophe.
Espèce de *Cinclidotus* la plus rhéophile.

Cinclidotus riparius (Brid.) Arnott

Synonyme(s)	<i>C. nigricans</i> (Brid.) Wijk & Margad.
	
Caractéristiques générales	<ul style="list-style-type: none"> • Touffes à couleur dominante noirâtre avec les parties juvéniles vert olivâtre, • Tiges principales dressées plusieurs fois, dichotome à rameaux courts et écartés de la tige, • Feuilles étalées dressées, insérées sur plusieurs rangs tout autour de la tige, peu modifiées par la dessiccation. • La largeur maximale de la feuille est située vers la moitié du limbe. • Marge plane et entière, différenciée en un bourrelet épais et large, formée par des cellules de même forme que celles du reste du limbe, • Nervure simple, épaisse, atteignant et dépassant légèrement le sommet du limbe.
Confusion possible	Genre assez facilement identifiable. La confusion est possible avec d'autres espèces de <i>Cinclidotus</i> et plus particulièrement <i>C. fontinaloides</i> (feuilles se tordant nettement en spirale à la dessiccation).
Écologie	Supporte la dessiccation mais préfère les stations longuement immergées. Plante rhéophile recherchant les eaux fraîches et oxygénées. Assez tolérante quant aux conditions d'éclaircement.

LE PRÉLÈVEMENT DE BRYOPHYTES

Recommandations générales

- ➔ Le préleveur opérera au point exact défini par le maître d'ouvrage et qui figure dans la fiche descriptive de la station. En cas de changement nécessaire du lieu de prélèvement, l'opérateur cherchera un autre point représentatif des conditions du moment qui sera décrit avec précision.

Sécurité et hygiène

- ➔ L'agent préleveur doit éviter de prélever dans les zones dangereuses (berges instables, lit profond...). En cas de danger, l'opération doit être menée par une équipe de deux personnes qui prendront les précautions appropriées : emploi d'un gilet de sauvetage, préleveur encordé...
- ➔ Le port de gants est recommandé, en particulier en aval d'agglomérations et de zones industrielles, de même que le lavage des mains avec des produits bactéricides.

Conditions de milieu

- ➔ La station et le site ayant été reconnus, le préleveur, avant d'échantillonner, observera et notera sur la fiche de terrain, les conditions qui caractérisent le cours d'eau et son environnement au moment du prélèvement. Les rubriques « obligatoires » seront à minima remplies et si possible les rubriques facultatives

Les mousses autochtones

Les mousses implantées

Récolte

Procédure

- ➔ L'échantillon de mousses sera prélevé en période de basses eaux stabilisées. Il sera constitué d'un mélange de prélèvements immergés effectués sur un maillage complet de la section de prélèvement de façon à garantir sa représentativité.
- ➔ On prélèvera les apex des mousses appartenant de préférence à une seule espèce sur la station et si possible sur la rivière et le bassin.

- ➔ En l'absence de mousses autochtones, l'agent préleveur contactera le maître d'ouvrage pour définir la conduite à tenir : prélèvement de sédiments en remplacement ou transfert de mousses implantées.
- ➔ Les mousses implantées sont des mousses étrangères au site et provenant d'un milieu dont on s'est assuré de l'absence de pollution. Elles sont immergées au niveau de la station à étudier dans des cages en treillage plastique deux à quatre semaines en période de basses eaux. Après leur récolte, elles sont traitées comme les mousses autochtones.

Conditionnement de l'échantillon

- ➔ L'échantillon récolté est lavé très soigneusement dans l'eau de la rivière afin d'éliminer un maximum d'impureté. Il est ensuite essoré et conditionné en sac papier ou flaconnage spécifique étiqueté.
- ➔ Le repérage de l'échantillon sera fait à l'aide d'une étiquette stable et ineffaçable sur laquelle seront portés les éléments permettant d'identifier facilement l'échantillon : soit une étiquette codée, soit une étiquette comportant au minimum l'identification de la station, la date et l'heure du prélèvement, le nom de l'organisme préleveur.

Conservation et transport des échantillons

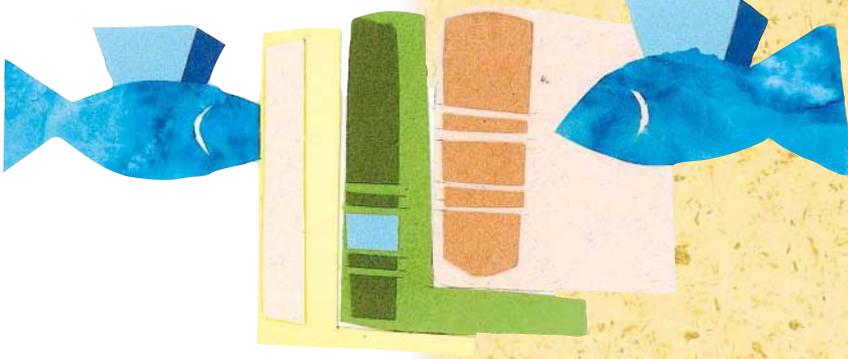
- ➔ Les échantillons sont transportés au laboratoire en milieu réfrigéré et livrés sous 48 heures.

Notes

A series of horizontal dashed lines for taking notes.

6

GLOSSAIRE



Adsorbé : rétention à la surface d'un solide des molécules d'un gaz ou d'une substance en solution ou en suspension.

Algue périphytique : algue vivant fixée à la surface de substrats immergés.

Anion : ion chargé négativement.

AOX : test analytique permettant d'évaluer la teneur totale d'un échantillon en composés organohalogénés.

Apex : partie terminale d'une tige ou d'une racine d'un végétal.

Azote Kjeldahl : désigne la totalité de l'azote organique contenu dans une eau incrémenté de l'azote ammoniacal (NTK = N organique + N ammoniacal).

Bactérie filamenteuse : bactérie réunie en longs filaments de couleur blanchâtre ou grisâtre (exemple : bactérie de matières organiques, bactéries du soufre).

Barbotage : passage d'un gaz dans un liquide.

Bassin hydrographique : terme utilisé généralement pour désigner un grand bassin versant.

Bassin versant : surface d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un lac. Le bassin versant se définit comme l'aire de collecte en amont d'un exutoire, limitée par le contour à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux de pluie qui s'écoulent en surface et en souterrain vers cette sortie. Aussi dans un bassin versant, il y a continuité :

- longitudinale, de l'amont vers l'aval (ruisseaux, rivières, fleuves),
- latérale, des crêtes vers le fond de la vallée.

Les limites des bassins versants sont les lignes de partage des eaux superficielles.

Benne : échantillonneur conçu pour le prélèvement de la couche supérieure des sédiments. Posé sur le fond du cours d'eau, il se referme soit sous l'effet de son propre poids, soit par action manuelle.

Bon état : c'est l'objectif à atteindre pour l'ensemble des eaux en 2015 (sauf report de délai ou objectifs moins stricts). Le bon état d'une eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état chimique sont au moins «bons». Le bon état d'une eau souterraine est atteint lorsque son état quantitatif et son état chimique sont au moins «bons».

Bon état chimique : l'état chimique est l'appréciation de la qualité d'une eau sur la base des concentrations en polluants incluant notamment les substances prioritaires. L'état chimique comporte deux classes : bon et mauvais.

Le bon état chimique d'une eau de surface est atteint lorsque les concentrations en polluants ne dépassent pas les normes de qualité environnementale. La norme de qualité environnementale est la concentration d'un polluant dans le milieu naturel qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement. Le bon état chimique d'une eau souterraine est atteint lorsque les concentrations de polluants ne montrent pas d'effets d'entrée d'eau salée, ne dépassent pas les normes de qualité et n'empêchent pas d'atteindre les objectifs pour les eaux de surface associées.

Bon état écologique : l'état écologique est l'appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur ces critères appelés éléments de qualité qui peuvent être de nature biologique (présence d'êtres vivants végétaux et animaux), hydromorphologique ou physico-chimique. L'état écologique comporte cinq classes : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais. Pour chaque type de masse de d'eau il se caractérise par un écart aux conditions de références qui sont les conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine. Les conditions de références peuvent être concrètement établies au moyen d'un réseau de référence constitué d'un ensemble de sites de référence. Si pour certains types de masses d'eau il n'est pas possible de trouver des sites répondant aux critères ci-dessus, les valeurs de référence pourront être déterminées par modélisation ou avis d'expert. Le très bon état écologique est défini par de très faibles écarts dus à l'activité humaine par rapport aux conditions de référence du type de masse d'eau considéré. Le bon état écologique est défini par de faibles écarts dus à l'activité humaine par rapport aux conditions de référence du type de masse d'eau considéré. Les limites de la classe bon état sont établies sur la base de l'exercice d'interétalonnage.

Bon potentiel écologique : objectif spécifique aux masses d'eau artificielles et aux masses d'eau fortement modifiées. Le potentiel écologique d'une masse d'eau artificielle ou fortement modifiée est défini par rapport à la référence du type de masses d'eau de surface le plus comparable. Par rapport aux valeurs des éléments de qualité pour le type de masses d'eau de surface le plus comparable, les valeurs du bon potentiel tiennent compte des caractéristiques artificielles ou fortement modifiées de la masse d'eau. Le potentiel écologique comporte quatre classes : bon, moyen, médiocre et mauvais.

Bryophytes : groupe de végétaux constitué par l'ensemble des mousses, des hépatiques et des sphaignes.

Cannelle : canne de prélèvement sur laquelle est fixé le flaconnage.

Carène : saillie longitudinale à section triangulaire, sur le dos de certains organes.

Carottier : échantillonneur conçu pour le prélèvement en profondeur des sédiments. Il permet de conserver leur organisation (stratification).

Cation : ion chargé positivement.

Code hydrographique : code à 8 caractères alphanumériques identifiant un cours d'eau.

Colmatage : recouvrement du substrat d'un cours d'eau par des éléments fins de nature minérale (sables, limons, argiles,...) et/ou organiques (vases,...).

Colonne d'eau : ligne verticale de la surface de l'eau jusqu'au fond, le long de laquelle un ou plusieurs échantillons servent à déterminer diverses propriétés de la formation aqueuse (exemple : concentration des sédiments, des substances nutritives ou des métaux en suspension).

Condition hydrologique artificielle : condition de débit influencée par un aménagement amont (exemple : débit réservé d'un barrage, fonctionnement en éclusées d'une usine hydroélectrique,...).

Condition hydrologique naturelle : condition de débit ne subissant aucune perturbation.

Coordonnées géographiques : échelles de longitudes et de latitudes.

Coordonnées Lambert II : échelles de longitudes et de latitudes établies sur les cartes IGN (chiffres en bleu sur les cartes IGN 1/25 000^e).

DBO₅ et DCO : évaluation de la teneur des eaux en matières organiques. La DBO₅ est la Demande biologique en oxygène pendant 5 jours. La DCO est la Demande chimique en oxygène.

DCE : directive cadre sur l'eau. Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau, communément appelée directive cadre.

Directive : une directive des communautés européennes est un acte juridique adressé aux Etats membres qui fixe des objectifs sans prescrire par quels moyens ces objectifs doivent être atteints. Les Etats destinataires ont donc une obligation quant au résultat mais sont laissés libres quant aux moyens à mettre en œuvre pour y parvenir. A l'initiative de la Commission, la cour de justice des communautés européennes peut sanctionner les Etats qui ne respecteraient pas leurs obligations.

Drague : échantillonneur de sédiments permettant de draguer la surface du substrat.

Dessiccation : action de dessécher (les solides, les gaz), opération par laquelle on les prive de l'humidité qu'ils renferment.

Eaux de surface : toutes les eaux qui s'écoulent ou qui stagnent à la surface de l'écorce terrestre (lithosphère). Les eaux de surface concernent :

- les eaux intérieures (cours d'eau, plans d'eau, canaux, réservoirs), à l'exception des eaux souterraines,
- les eaux côtières et de transition.

Eaux intérieures (définition de la DCE) : toutes les eaux stagnantes et courantes à la surface du sol ainsi que toutes les eaux souterraines, et ceci en amont de la ligne de base servant pour la délimitation des eaux territoriales.

Echantillon : volume global d'eau représentatif de l'eau à analyser, prélevé en un endroit défini selon des modalités définies. Il peut correspondre à un ou plusieurs flacons conditionnés selon des modalités spécifiques définies.

Etiage : plus bas niveau des eaux.

Facès : unité morphologique d'écoulement définie par les caractéristiques du substrat, de la vitesse d'écoulement et de la hauteur d'eau (exemple : rapide, radier, mouille, plat, profond,...).

Fiche de prélèvement : document renseigné par le préleveur pour assurer la traçabilité des conditions de prélèvement et de mesures sur site.

Falciforme : feuilles courbées en forme de faux ou de faucille.

Flux de pollution : quantité de polluant véhiculée par unité de temps.

Géomorphologie : configuration, structure externe, nature et évolution du lit d'un cours d'eau.

Gobage : mode d'alimentation de certains poissons comme la truite, qui consiste à avaler les organismes flottant en surface.

Granulométrie : mesure des caractéristiques physiques propres à la texture et à la structure minérale d'un sédiment, d'un sol ou d'une roche meuble.

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques, dont les principaux représentants sont le benzoanthracène, les benzopyrènes et les fluoranthrènes.

Hydrologie: science qui étudie le cycle de l'eau.

Hydromorphologie : étude de la morphologie et de la dynamique des cours d'eau, notamment l'évolution des profils en long et en travers, et du tracé planimétrique : capture, méandres, anastomoses etc.

Impact : les impacts sont la conséquence des pressions sur les milieux : augmentation des concentrations en phosphore, perte de la diversité biologique, mort de poisson, augmentation de la fréquence de certaines maladies chez l'homme, modification de certaines variables économiques...

In situ : mesures faites directement dans le milieu aquatique.

Interstitiel : désigne ce qui est contenu dans la zone constituée par les pores compris entre les particules de sable ou autre matériau perméable formant un sédiment.

Lame d'eau : ensemble de la masse d'eau comprise entre le fond et la surface d'un cours d'eau.

Limbe : partie de la feuille des bryophytes, excluant la nervure et la marge, généralement unistratifiée.

Lixiviat : eau de lessivage des sols qui se charge d'éléments dissous.

Masse d'eau : portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Résultat d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques, la masse d'eau est destinée à être l'unité d'évaluation de la DCE. Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydro-écorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état. Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères.

Masse d'eau stratifiée : disposition en couches superposées de masses d'eau de natures différentes.

Micromoulinet : appareil constitué d'un rotor mis en mouvement par le fluide dans lequel il est plongé. La vitesse de rotation du rotor permet de connaître la vitesse du courant dans lequel il est plongé.

Micropolluant : polluant présent en faible concentration, employé ou résultant d'activités humaines variées (exemple : AOX, HAP, PCB, DDT, Atrazine,...).

Objectif de qualité : qualité de l'eau que l'on se fixe à atteindre pour satisfaire aux fonctions du milieu aquatique.

Plante supérieure : plante dont la reproduction est sexuée (plante à fleurs).

Plan de gestion : document de planification établi à l'échelle de chaque district, pour 2009. En France, l'outil actuel de planification de la gestion des eaux est le schéma directeur d'aménagement des eaux (Sdage). Il sera révisé afin d'intégrer les objectifs et les méthodes de la directive cadre.

Point kilométrique : nombre de kilomètres séparant le point considéré d'un point de référence (point kilométrique 0) établi soit au niveau du confluent du cours d'eau avec un autre cours d'eau, soit depuis la source.

Prélevat : unité élémentaire d'un prélèvement.

Programme de mesures : document à l'échelle du bassin hydrographique comprenant les mesures (actions) à réaliser pour atteindre les objectifs définis dans le Sdage révisé dont les objectifs environnementaux de la DCE. Les mesures sont des actions concrètes assorties d'un échéancier et d'une évaluation financière. Elles peuvent être de nature réglementaire, financière ou contractuelle. Le programme de mesures intègre :

- les mesures de base, qui sont les dispositions minimales à respecter, à commencer par l'application de la législation communautaire et nationale en vigueur pour la protection de l'eau. L'article 11 et l'annexe VI de la DCE donnent une liste des mesures de base ;
- les mesures complémentaires, qui sont toutes les mesures prises en sus des mesures de base pour atteindre les objectifs environnementaux de la DCE. L'annexe VI de la DCE donne une liste non exhaustive de ces mesures qui peuvent être de natures diverses : juridiques, économiques, fiscales, administratives, etc.

Programme de surveillance de l'état des eaux : ensemble des dispositions de suivi de la mise en œuvre de la DCE à l'échelle d'un bassin hydrographique permettant de dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux. Ce programme inclut :

- des contrôles de surveillance qui sont destinés à évaluer les incidences de l'activité humaine et les évolutions à long terme de l'état des masses d'eau,
- des contrôles opérationnels qui sont destinés à évaluer l'état et l'évolution des masses d'eau présentant un risque de ne pas atteindre les objectifs environnementaux,
- des contrôles d'enquête qui sont destinés à identifier l'origine d'une dégradation de l'état des eaux.

Le programme de surveillance doit être opérationnel fin 2006.

Régime hydrologique : régime d'écoulement d'une rivière en fonction du temps.

Registre des zones protégées : registre établi à l'échelle d'un bassin hydrographique identifiant les zones désignées comme nécessitant une protection spéciale dans le cadre de la législation communautaire en vigueur : zones vulnérables (directive nitrates), zones sensibles (directive eaux résiduaires urbaines), zones désignées au titre de la directive Natura 2000, etc. L'échéance pour établir le registre des zones protégées est décembre 2004. Ce registre doit ensuite être régulièrement mis à jour.

Réseau de mesure : dispositif de collecte de données correspondant à un ensemble de stations de mesure répondant à au moins une finalité particulière. Chaque réseau respecte des règles communes qui visent à garantir la cohérence des observations, notamment pour la densité et la finalité des stations de mesure, la sélection de paramètres obligatoires et le choix des protocoles de mesure, la détermination d'une périodicité respectée. L'ensemble de ces règles est fixé dans un protocole. Exemple : Réseau national des eaux souterraines, Réseau national de bassin.

Rhéophile : vivant préférentiellement dans les zones de courant.

Ripisylve : forêt qui se développe en bordure d'un cours d'eau.

Sdage : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux. Créé par la loi sur l'eau de 1992, le Sdage fixe pour chaque bassin hydrographique les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général et dans le respect des principes de la loi sur l'eau. Ce document d'orientation s'impose aux décisions de l'Etat, des collectivités et établissements publics dans le domaine de l'eau notamment pour la délivrance des autorisations administratives (rejets,...) ; les documents de planification en matière d'urbanisme doivent être compatibles avec les orientations fondamentales et les objectifs du Sdage. Les Sdage approuvés en 1996 devront être révisés afin d'intégrer les objectifs et les méthodes de la DCE, ils incluront notamment le plan de gestion requis par la directive cadre.

Section mouillée : surface en eau d'une transversale en un point donné du cours d'eau.

Sédiments : fragments de matière solide provenant de l'érosion des roches et transportés ou déposés par l'air, l'eau ou la glace, ou encore accumulés par d'autres processus, comme la précipitation chimique dans des solutions. Sédiments de fond : sédiments qui constituent le lit d'un cours d'eau ou d'une formation stagnante.

Site de mesure : sous volume cohérent et représentatif d'une station d'étude où sont effectués les mesures et les prélèvements destinés à évaluer l'état du milieu sur le lieu de la station.

Station d'étude : volume de rivière sur lequel sont effectués des prélèvements et des mesures en vue de connaître la qualité du cours d'eau à cet endroit.

Station hydrométrique : section d'un cours d'eau où sont mesurés le débit et d'autres paramètres connexes, de façon continue ou périodique.

Stratification thermique : modification rapide de la température de l'eau avec la profondeur.

Substance prioritaire : substances ou groupes de substances toxiques, dont les émissions et les pertes dans l'environnement doivent être réduites. Comme prévu dans la directive, une première liste de substances ou familles de substances prioritaires a été définie par la décision n° 2455/2001/CE du parlement européen et du conseil du 20 novembre 2001 et a été intégrée dans l'annexe X. Ces substances prioritaires ont été sélectionnées d'après le risque qu'elles présentent pour les écosystèmes aquatiques :

- toxicité, persistance, bioaccumulation, potentiel cancérigène,
- présence dans le milieu aquatique,
- production et usage.

Substance prioritaire dangereuse : substances ou groupes de substances prioritaires, toxiques, persistantes et bioaccumulables, dont les rejets et les pertes dans l'environnement doivent être supprimés.

Substance volatile : constituant d'un échantillon qui est facilement perdu par évaporation. Parmi ces constituants, on compte des gaz dissous ainsi que des substances à bas point d'ébullition.

Substrat : nature des sédiments superficiels, définie selon une échelle de taille basée sur le diamètre moyen des éléments minéraux (exemple : blocs, pierres, galets, ...).

Traceur : élément chimique dont l'évolution peut être suivie par des méthodes de détection.

Zone d'alimentation : zone depuis laquelle l'eau de pluie s'écoule vers une rivière, un lac ou un réservoir.

Zones mortes : portion de cours d'eau où l'eau est stagnante (exemple : bras secondaire déconnecté du bras principal).

7

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Site de prélèvement

AFNOR - NF EN 25667-1 (T 90-511) - *Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 1 : Guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage* - 1993

AFNOR - *Qualité de l'eau, 2 volumes* - 2005

Agences de l'Eau - *Etude inter-agences - Bases de définition d'un système d'évaluation de la qualité des cours d'eau. Note de synthèse* - 1991

Agences de l'Eau, Ministère de l'environnement - *Etude inter-agences n° 28. Evaluation des flux polluants dans les rivières. Pourquoi, comment et à quel prix?* - 1994

CEMAGREF - *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques, Pollutions des milieux aquatiques* - 2002

DIREN, Groupe de travail qualité des eaux, Ministère de l'environnement-
Qualité de l'eau et des milieux aquatiques - *Charte de qualité* - 1997 -

Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures - *Guide sur l'échantillonnage pour la qualité de l'eau* - 1983

ISO - ISO 5667-6. *Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 6 : Guide pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau* - 1990

Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, Direction des Ports Maritimes et des Voies navigables, Service Central de l'Hydrologie et de l'Environnement, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - *Guide du préleveur d'échantillons d'eau. I Manuel* - 1977

Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, Direction des Ports Maritimes et des Voies navigables, Service Central de l'Hydrologie et de l'Environnement, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - *Guide du préleveur d'échantillons d'eau. II Document explicatif* - 1977

Eau

AFNOR - NF EN 25667-2 (T 90-512). *Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 2 : Guide général sur les techniques d'échantillonnage* - 1993

AFNOR - *Qualité de l'eau, 2 volumes* - 2005

AFNOR - NF EN ISO 5667-3 (T 90-513). *Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau* - 2004

Agence de l'Eau Loire-Bretagne - *Etude des micropolluants dans les cours d'eau* - 1991

Agence de l'Eau Loire-Bretagne - Réseau National de Bassin. *Mesure des micropolluants sur eau et sédiments. Annexe III : Protocole d'échantillonnage d'eau et de sédiments* - 1992

Agences de l'eau, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement - *Etude inter-agences n° 54. La mesure des micropolluants dans le cadre du Réseau National de Bassin. Méthodologie et recommandations* - 1997

Agences de l'eau, Ministère de l'environnement - *Etude inter-agences n° 28. Evaluation des flux polluants dans les rivières. Pourquoi, comment et à quel prix?* - 1994

Agences de l'eau, Ministère de l'environnement - *Etude inter-agences. Evaluation des flux polluants dans les rivières. Tome 2 : Micropolluants organiques et minéraux* - 1996

Bazin, Rodier - *Analyses physico-chimiques* - 1996

CEMAGREF - *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques, Pollutions des milieux aquatiques* - 2002

DIREN, Groupe de travail qualité des eaux, Ministère de l'environnement - *Qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Charte de qualité* - 1997

Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures - *Guide sur l'échantillonnage pour la qualité de l'eau* - 1983

ISO - *ISO 5667-6. Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 6 : Guide pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau* - 2005

Groupe d'étude inter-agences de l'eau - *Définition d'un système d'évaluation de la qualité des cours d'eau (volet eau)* - 1995

Ministère de l'environnement et du cadre de vie, direction de la prévention et des pollutions, service des problèmes de l'eau - *Paramètres de la qualité des eaux* - 1979

Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, Direction des Ports Maritimes et des Voies navigables, Service Central de l'Hydrologie et de l'Environnement, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - *Guide du préleveur d'échantillons d'eau. I Manuel* - 1977

Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, Direction des Ports Maritimes et des Voies navigables, Service Central de l'Hydrologie et de l'Environnement, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - *Guide du préleveur d'échantillons d'eau. II Document explicatif* - 1977

Montiel - *L'échantillonnage des eaux en vue du dosage des résidus de pesticides* - 1991

Débit

Agences de l'Eau - *Charte qualité de l'hydrométrie. Code de bonnes pratiques* - 1998

Carlier - *Hydraulique générale et appliquée*.

CEMAGREF - *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques, Pollutions des milieux aquatiques* - 2002

CEMAGREF, Ministère de l'environnement - *Guide pratique d'hydrométrie, Application de l'article « L 232-5 » du Code Rural* - 1991

Sédiment

AFNOR - *NF EN 25667-2 (T 90-512). Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 2 : Guide général sur les techniques d'échantillonnage* - 1993

AFNOR - *Qualité de l'eau, 2 volumes* - 2005

Agence de l'eau Loire-Bretagne - Réseau National de Bassin. *Mesure des micropolluants sur eau et sédiments. Annexe III : Protocole d'échantillonnage d'eau et de sédiments* - 1992

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, André, Lascombe - *Comparaison de deux traceurs de la pollution métallique des cours d'eau : les Bryophytes, les sédiments* - 1985

CEMAGREF - *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques, Pollutions des milieux aquatiques* - 2002

CTGREF - *Etude des sédiments. Méthodes de prélèvement et d'analyses pratiquées au laboratoire de sédimentologie* - 1980

DIREN, Groupe de travail qualité des eaux, Ministère de l'environnement - *Qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Charte de qualité* - 1997

Environnement Canada - *Série de la protection de l'environnement. Document d'orientation sur le prélèvement et la préparation de sédiments en vue de leur caractérisation physico-chimique et d'essais biologiques* - 1994

Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures - *Guide sur l'échantillonnage pour la qualité de l'eau* - 1983

ISO - *ISO 5667-6. Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 6 : Guide pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau* - 2005

ISO - *ISO 5667-15. Qualité de l'eau - Echantillonnage - Guide général pour la préservation et le traitement des échantillons de boues et de sédiments* - 1999

ISO - *ISO 5667-12. Qualité de l'eau - Echantillonnage - Guide pour l'échantillonnage des sédiments* - 2005

Organisation et environnement - *Etude Inter-agences. Etude des méthodes de prélèvement et de traitement des sédiments à des fins d'analyse des micropolluants métalliques et organiques. Tome 1* - 1995

Organisation et environnement - *Etude inter-agences. Etude des méthodes de prélèvement et de traitement des sédiments à des fins d'analyse des micropolluants métalliques et organiques. Exploitation du retour des questionnaires envoyés auprès des experts* - 1995

Bryophytes

Agence de l'eau Adour-Garonne - *Les bryophytes aquatiques et supra aquatiques. Clé d'identification pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière* - 2005

Agence de l'eau Loire-Bretagne - *Etude des micropolluants dans les cours d'eau* - 1991

Agence de l'eau Rhin-Meuse, Laboratoire d'écologie université de Metz - *Mousses aquatiques et métaux lourds. Exploitation des résultats du bassin Rhin-Meuse* - 1986

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, André, Lascombe - *Comparaison de deux traceurs de la pollution métallique des cours d'eau : les bryophytes, les sédiments* - 1985

Agences de l'eau, Ministère de l'environnement - *Etude inter-agences n° 34. Métaux lourds et mousses aquatiques. Standardisation des aspects analytiques. 2ème phase : calibration multilaboratoires* - 1994

Agences de l'eau - *Etude inter-agences n° 55. Les bryophytes aquatiques comme outil de surveillance de la contamination des eaux courantes par les micropolluants métalliques. Concept, méthodologie et interprétation des données* - 1998

Agences de l'eau - *Etude inter-agences 1992 Hors Série. Métaux lourds et mousses aquatiques. Standardisation des aspects analytiques. 1ère phase : tests préliminaires à la calibration multilaboratoires* - 1991

CEMAGREF - *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques, Pollutions des milieux aquatiques* - 2002

DIREN, Groupe de travail qualité des eaux, Ministère de l'environnement - *Qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Charte de qualité* - 1997

Ministère de l'écologie et du développement durable, DIREN Franche-Comté, G. Bailly & al. - *Guide pratique d'identification des bryophytes aquatiques* - 2004

PORTAIL INTERNET

Les sites des Agences de l'Eau :

www.lesagencesdeleau.fr

www.eau-adour-garonne.fr

www.eau-artois-picardie.fr

www.eau-loire-bretagne.fr

www.eau-rhin-meuse.fr

www.eaurmc.fr

www.eau-seine-normandie.fr

Le site du ministère de l'écologie et du développement durable :

www.ecologie.gouv.fr

Le site portail de l'eau en France :

www.eaufrance.fr

8

ANNEXES



Sommaire des annexes disponibles sur le cédérom

8.1. MÉTHODES ANALYTIQUES

Tableau 4 : méthodes analytiques pour les paramètres de la pollution organique (mai 2006)

Tableau 5 : méthodes analytiques pour les paramètres de la pollution minérale (mai 2006)

Tableau 6 : méthodes analytiques : équilibres calco-carboniques (mai 2006)

Tableau 7 : méthodes analytiques : éléments minéraux traces (1/2) et (2/2) (mai 2006)

Tableau 8 : méthodes analytiques : métaux alcalins ou alcalins terreux (mai 2006)

Tableau 9 : méthodes analytiques : micropolluants-pesticides et autres (mai 2006)

Tableau 10 : méthodes analytiques : divers (mai 2006)

Tableau 11 : méthodes analytiques : microbiologie (mai 2006).

8.2. FICHES MODELES

Analyse des eaux superficielles : station d'étude

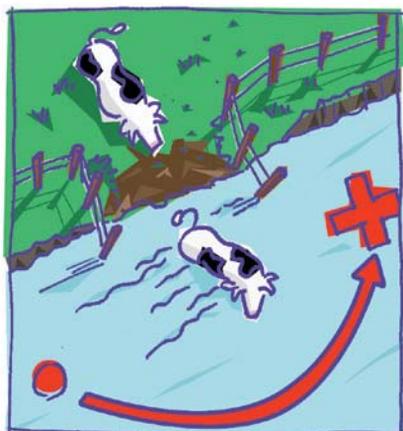
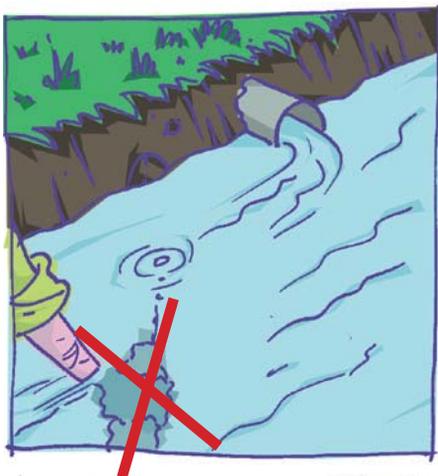
Analyse des eaux superficielles : conditions de terrain - support eau

Analyse des eaux superficielles : mesures de terrain - support eau

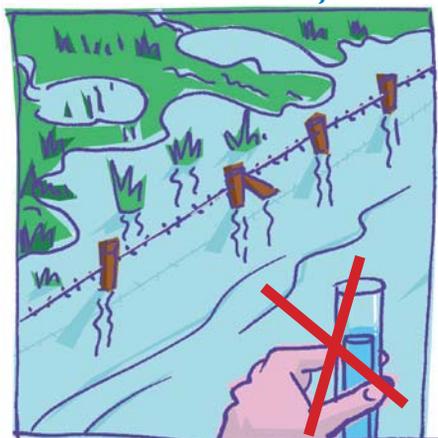
Analyse des eaux superficielles : réception des échantillons (1 fiche par tournée)

Analyse des eaux superficielles : conditions de terrain - support sédiment

Analyse des eaux superficielles : conditions de terrain - support bryophytes



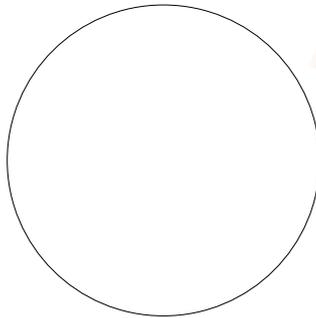
Prélever toujours en amont d'une perturbation



Éviter de prélever lors de conditions hydrologiques particulières (crue - étiage sévère)

LE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS EN RIVIÈRE

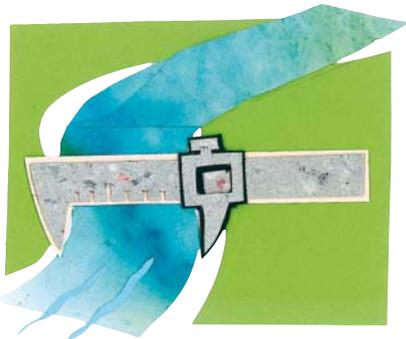
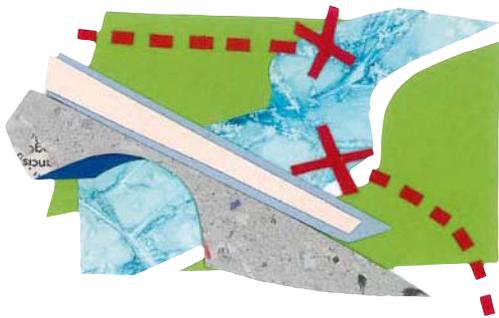
Guide technique



TECHNIQUES D'ÉCHANTILLONAGE
EN VUE D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Annexes

Novembre 2006



ISBN 10 : 2-916869-00-X - ISBN 13 : 978-2-916869-00-1
Prix : 25 euros

Agence de l'eau Loire-Bretagne - Avenue de Buffon - B.P. 6339 - 45063 ORLÉANS CEDEX 2
Tél. 02 38 51 73 73 - Fax. 02 38 51 74 74
www.eau-loire-bretagne.fr

L'agence de l'eau est un établissement public du ministère de l'écologie et du développement durable.

Credits : Conception graphique : Force Motrice.com - Mise en page : Agence de l'eau Loire-Bretagne - Impression : Imprimerie Nouvelle (45) - Imprim'Vert