

Contacts :

Nicolas Dedieu
Laboratoire Chrono-environnement
- UMR 6249 CNRS-UFC
Université de Franche Comté
16 Route de Gray, 25000 Besançon
nicolas.dedieu@univ-fcomte.fr
0381665710



Jean Marc Baudouin
Centre Irstea d'Aix-en-Provence
Unité « Risques, Ecosystèmes,
Vulnérabilité, Environnement,
Résilience » (RECOVER)
3275 route de Cézanne – CS 40061
– 13182 Aix-en-Provence Cedex 5
Jean-marc.baudouin@afbiodiversite.fr
0442666970

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Développement d'un Indice Macroinvertébrés Lacustres DCE Français

*Appui scientifique à la Mise en œuvre de la Directrice Cadre
Européenne sur l'Eau 2017-2020*

ANNEXE TECHNIQUE : PROTOCOLE TEST

Nicolas Dedieu¹ & Valérie Verneaux¹

Novembre 2017

¹Université de Franche-Comté, Laboratoire Chrono-environnement -
UMR 6249 CNRS-UFC



Table des matières

GLOSSAIRE	4
AVANT-PROPOS	4
I. DOMAINE D'APPLICATION	4
1.1- Type de masse d'eau visée.....	4
1.2- Période des prélèvements.....	4
II. MATERIEL DE PRELEVEMENT	5
2.1- Appareil de prélèvement de type troubleau	5
2.2- Embarcation	5
2.3- Appareil de géoréférencement	5
2.4 – Matériels divers de terrain.....	5
2.5- Matériels pour le conditionnement et la conservation des macroinvertébrés	5
2.6- Autorisation et règles en vigueur sur le site.....	5
2.7- Information sur le cycle hydrologique du site.....	5
III. PRINCIPE DU PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE	5
3.1- Préalablement au terrain.....	5
3.2- Sur le terrain.....	5
3.3- Laboratoire.....	5
IV. ETAPES PREALABLES AUX PRELEVEMENTS	5
4.1. Base de données Charli	5
4.2. Elaboration du plan d'échantillonnage :	5
4.2.1- Simplification des substrats :	6
4.2.2- Calcul des pourcentages de recouvrement :	6
4.2.3- Sélection des points d'échantillonnage	6
4.2.4- Edition d'une carte :	7
4.2.5- Géoréférencement des échantillons :	7
V. ECHANTILLONNAGE SUR LE TERRAIN	7
5.1. Prélèvements	7
5.1.1- Echantillonnage troubleau :	7
5.1.2- Prélèvements des substrats végétaux :	7
5.1.3- Surface d'un point d'échantillonnage	8
5.1.4- Profondeur de prélèvement :	8
5.1.5.- Remplir la feuille de terrain	8
5.2- Difficulté de réalisation du plan d'échantillonnage et recommandations	8
5.2.1- Beine lacustre fortement développée	8
5.2.2- Incohérences Charli/Terrain.....	8

VI. LABORATOIRE	10
6.1- Matériel de laboratoire	10
6.2- Taxons considérés et niveau de détermination.....	10
6.3- Lavage et tri des échantillons.....	11
6.3.a- Pré-détermination :	11
6.3.b- Estimation des abondances des taxons de « type B »	11
6.4- Dénombrement des individus.....	11
6.5- Dénombrement des Chironomidae.....	11
VII. CONCLUSION.....	12
VIII- BIBLIOGRAPHIE	12

GLOSSAIRE

Beine : Fond lacustre de faible pente le plus proche de la rive, de largeur variable

CharLi : Caractérisation des habitats des rives et du littoral des plans d'eau,

Echantillon : Substrat prélevé sur le terrain et manipulé en laboratoire,

Elutriation : Séparation de la fraction organique (fraction surnageant) et de la fraction minérale (refus d'élutriation) selon leur densité par agitation.

Habitat : Combinaison d'un substrat et d'une profondeur,

IMLL : Indice Macroinvertébrés Littoral Lacustre,

Site : Lac,

Station : Point d'échantillonnage, point de prélèvement,

Taxon : Unité systématique de détermination

AVANT-PROPOS

Le protocole test d'échantillonnage de la faune macroinvertébrés littorale lacustre doit permettre d'étudier les relations pressions hydromorphologiques/peuplements tels que le marnage non intrinsèque, les modifications morphologiques des berges et/ou les perturbations physiques, morphologiques et chimiques des habitats littoraux.

Le but du présent guide est de présenter un protocole test de prélèvement des macroinvertébrés littoraux des plans d'eau naturels et artificiels de grande taille. Ce guide comprend les phases d'élaboration du plan d'échantillonnage, de prélèvements sur le terrain ainsi que le travail de laboratoire. Les phases ultérieures de calculs d'indices n'entrent pas dans le champ de ce protocole.

Cette présente méthode a été développée pour un usage en France métropolitaine. Cependant, son application est possible sur d'autres territoires présentant les mêmes types de masse d'eau à condition que les connaissances sur la faune macro-invertébrée soient assez avancées.

I. DOMAINE D'APPLICATION

1.1- Type de masse d'eau visée : Ce protocole expérimental spécifie une méthode d'échantillonnage pour les grands plans d'eaux naturels et artificiels pris en compte dans le cadre de la surveillance DCE. Il est développé pour la zone littorale lacustre hors fluctuations mineures de niveaux et hors influence majeure de la houle (profondeur ≥ 50 cm) et hors de la zone d'influence majeure du batillage ou des vents, zone très variable selon les lacs (Brodersen, 1995 ; Scheifhacken et al., 2007). Ce protocole ne s'applique pas aux écosystèmes aquatiques stagnants ne présentant qu'une zone euphotique (profondeur trop faible : petits étangs, zones humides) ni aux écosystèmes saumâtres (lagune).

1.2- Période des prélèvements : Les prélèvements doivent être effectués pendant la période de turn-over printanier (période variable selon l'altitude de l'hydrosystème) avant les émergences massives des imagos d'insectes.

Ce protocole est développé pour la zone littorale lacustre hors fluctuations mineures des niveaux

II. MATERIEL DE PRELEVEMENT

2.1- Appareil de prélèvement de type troubleau : Le prélèvement des échantillons se réalise à l'aide d'un filet troubleau de 300 µm de vide de maille et d'une largeur de base de 25 cm. Cet appareil est équipé d'un manche de 1m pouvant être complété d'une rallonge de 1m afin de permettre d'échantillonner les substrats les plus profonds.

2.2- Embarcation : Une embarcation à fond plat est indispensable afin de réaliser l'échantillonnage. Un moteur électrique à arbre court ou réglable en hauteur est fortement conseillé.

2.3- Appareil de géoréférencement : Un GPS de terrain (ou échosondeur avec GPS) est nécessaire afin de s'orienter sur le site et d'accéder directement aux points de prélèvements (préalablement enregistrés).

2.4 – Matériels divers de terrain : Fiche site (Annexe I), carte, matériel d'estimation de profondeur, appareil photo.

2.5- Matériels pour le conditionnement et la conservation des macroinvertébrés : Les échantillons peuvent être conditionnés dans des sacs plastiques doublés ou des bidons en plastique d'un litre. Les échantillons sont conservés à l'éthanol 95% à raison d' 1 volume d'éthanol / 1 volume d'échantillon.

2.6- Autorisation et règles en vigueur sur le site : Il revient à l'opérateur de se renseigner et de respecter les règles en vigueur sur le site (ex. : utilisation ou non de moteur thermique, zones littorales interdites d'accès, faune/flore protégées...).

2.7- Information sur le cycle hydrologique du site : L'opérateur doit se renseigner auprès des gestionnaires à propos de la situation hydrologique du site (cote du lac au moment de l'échantillonnage et suivi annuel des niveaux d'eau (suivi de fréquence mensuelle). Ces informations seront essentielles pour le calcul de l'IMLL.

III. PRINCIPE DU PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Le protocole se déroule en 3 étapes :

3.1- Préalablement au terrain : L'établissement du plan d'échantillonnage. Cette partie est essentiellement basée sur un travail de cartographie et de géoréférencement. Il s'agit de sélectionner les points de prélèvements et de les enregistrer sur le GPS de terrain.

3.2- Sur le terrain : Réaliser 15 prélèvements préalablement choisis, les conditionner séparément les uns des autres.

3.3- Laboratoire : Tri et identification de la faune, expression des résultats sous la forme d'une liste faunistique par point d'échantillonnage.

IV. ETAPES PREALABLES AUX PRELEVEMENTS

4.1. Base de données Charli : Les fichiers extraits de la base de données Charli nécessaires à l'établissement du plan d'échantillonnage seront fournies par l'AFB (contact J.M. Baudoin).

4.2. Elaboration du plan d'échantillonnage :

4.2.1- *Simplification des substrats* : Afin de standardiser et d’harmoniser le protocole, certains substrats présents dans la description Charli n’ont pas été retenus. Ainsi, les substrats : végétation surplombante –branchages- ligneux émergés-ligneux morts- chevelu racinaire- ne sont pas considérés pour l’échantillonnage des macroinvertébrés. L’échantillonnage concerne, après simplification de la description des habitats CHARLI, 5 substrats minéraux et 5 substrats végétaux (Tableau 1).

Tableau 1 : Substrats lacustres littoraux pris en compte dans le protocole et substrats à soustraire pour le calcul des % de recouvrement

Substrat minéral		
pris en compte		à soustraire
VA	Vase (< 2µm)	
SL	Sable, Limon (2 - 2mm)	
GR	Graviers (2mm - 2 cm)	
GA	Galets (2cm - 20cm)	
BD	Blocs (> 20cm) & Dalles	
Habitat végétal/combinaison de substrats		
pris en compte		
He	Hélophytes	Végétation surplombante
Li	Litière ou débris organiques grossiers	Ligneux émergés
HF	Hydrophytes flottantes	Branchages
Hi	Hydrophytes immergées	Ligneux morts
Br	Bryophytes	Chevelu racinaire

4.2.2- *Calcul des pourcentages de recouvrement* : Le pourcentage de recouvrement d’un substrat correspond à la « longueur du substrat observé » (pour « Blocs et Dalles » sommer les longueurs des 2 substrats) divisée par la « longueur de linéaire total observé diminué de la longueur des substrats non pris en compte » dans le cadre du protocole Charli multiplié par « 100 ».

4.2.3- *Sélection des points d’échantillonnage* : L’opérateur doit définir 15 prélèvements sur la base des pourcentages de recouvrement des différents substrats et en suivant plusieurs règles :

- Les substrats dont le pourcentage de recouvrement (%rec.) est inférieur à 5% ne sont pas pris en compte dans ce protocole,
- Pour les substrats avec un pourcentage de recouvrement (%rec.) supérieur à 5%, le nombre d’échantillons à prélever (n) sur chaque substrat est calculé au prorata de ce pourcentage :

$$n = 15 \times \%rec.$$

- Les nombres entiers (n) obtenus correspondent aux nombres d’échantillons (exemple Tableau 2),

- Pour les nombres décimaux non entiers :
 - Arrondir à l'entier le plus proche,
 - Pour les demis : arrondir à l'entier supérieur pour les substrats dominants (%rec \geq 20%) et à l'entier inférieur pour les substrats dits marginaux (%rec \leq 20%) (exemple Tableau 2),

Tableau 2 : Exemple d'estimation du nombre d'échantillons dans un site

Type de substrat	% recouvrement	Calcul	Nombre d'échantillons
SL	30	$15 * 0,3 = 4,5^{\text{Sup}}$	5
GR	20	$15 * 0,2 = 3$	3
GA	5	$15 * 0,05 = 0,75$	1
HF/SL	15	$15 * 0,15 = 2,25$	2
HE/SL	10	$15 * 0,1 = 1,5^{\text{Inf}}$	1
LI/SL	15	$15 * 0,15 = 2,25$	2
BD	5	$15 * 0,05 = 0,75$	1

^{Sup} Substrat dominant = arrondissement à l'entier supérieur,

^{Inf} Substrat marginal = arrondissement à l'entier inférieur.

4.2.4- *Edition d'une carte* : L'opérateur doit placer les 15 substrats retenus sur une carte en utilisant les données géoréférencées Charli du site. Le choix des emplacements est également fait selon les critères spatiaux suivants :

- Choisir des zones où les différents substrats sont les mieux représentés ou les plus denses, afin d'obtenir des échantillons de substrats les plus homogènes possibles.
- Changer de zone pour positionner les répliques d'un même substrat afin d'avoir une couverture optimale du lac.

4.2.5- *Géoréférencement des échantillons* : Les coordonnées GPS de chaque point de prélèvement sont enregistrées dans un GPS portable afin de s'orienter sur le site et d'accéder directement aux points de prélèvements.

V. ECHANTILLONNAGE SUR LE TERRAIN

Le prélèvement est réalisé depuis l'embarcation dans l'ordre de proximité spatiale des points d'échantillonnage.

5.1. Prélèvements

5.1.1- *Echantillonnage troubleau* : La méthode consiste à ramener par des mouvements d'aller-retour une partie du substrat dans le filet. 3 balayages sont réalisés sur chaque point. (Un balayage = 1 longueur de 40 cm. Ainsi, le premier passage met en suspension la faune présente sur ou dans le substrat et les deux autres permettent de la collecter. Tous les substrats minéraux (Tableau 2) sont prélevés de cette même façon.

5.1.2- *Prélèvements des substrats végétaux* : Le balayage des hélrophytes et des hydrophytes flottantes est fait au niveau de leur base. Les hydrophytes immergées sont balayées dans la masse de végétation.

5.1.3- *Surface d'un point d'échantillonnage* : Surface fixe de 0.1 m² (Largeur du troubleau (25 cm) x longueur du balayage (40cm)).

5.1.4- *Profondeur de prélèvement* : Entre 50 et 100 cm de profondeur mais un échantillon peut être effectué en dehors de cette gamme de valeur sous certaines conditions (5.2.2).

5.1.5- *Remplir la feuille de terrain* (Annexe I) : Il est essentiel pour chaque point de renseigner les informations suivantes : type de substrat, profondeur du prélèvement, coordonnées GPS. Il est également important de renseigner des problèmes éventuellement rencontrés (Tableau 3) et les informations sur la situation hydrologique du site (2.7).

5.2- Difficulté de réalisation du plan d'échantillonnage et recommandations

5.2.1- *Beine lacustre fortement développée* (ex : Lac landais) : Les prélèvements doivent être effectués dans la zone littorale des 10 mètres (zone d'application du protocole Charli). Cela peut éventuellement entraîner des problèmes d'accès selon l'embarcation choisie (tirant d'eau). Une embarcation à faible tirant d'eau est fortement recommandée.

5.2.2- *Incohérences Charli/Terrain* : Il peut arriver de remarquer des incohérences entre les prévisions des points d'échantillonnage à partir des données Charli et les observations sur le terrain. Deux types d'événements sont possibles (Tableau 3)

Tableau 3 : Evènement pouvant entrainer une incohérence avec le protocole Charli.

Evènement	Possible cas rencontré	Recommandations
Ponctuel	a. Absence du substrat prévu dans la zone	<u>Substrat dominant</u> : Le substrat initialement prévu est prélevé dans une autre zone du lac. <u>Substrat peu fréquent</u> sur le pourtour du lac (d'après la cartographie issue de Charli): Substitution par le substrat dominant en place de façon :
	b. Le substrat prévu n'est pas présent dans la gamme de profondeur (50 – 100 cm)	- définitive si le substrat initialement prévu n'est pas rencontré ailleurs, ou - provisoire, si le substrat initialement prévu est rencontré. Dans ce cas rejeter le prélèvement de substitution et le remplacer par un prélèvement de substrat initialement prévu.
	c. Zone non-accessible (ex: chute d'arbres, nouveau statut (berge protégée, privée...)).	Changer de zone puis appliquer les recommandations ci-dessus
Global	Le lac n'est pas en cote moyenne d'exploitation (condition de réalisation de Charli)	L'opérateur réévalue les pourcentages de recouvrement visuellement et rétablit son protocole d'échantillonnage (sélection de nouveaux substrats)
	Les végétaux ne sont pas encore bien développés	Prélever tout de même le substrat sur la zone. Les végétaux ont une influence tout au long de l'année sur le substrat basal et également lorsqu'ils sont peu développés (système racinaire)

VI. LABORATOIRE

6.1- Matériel de laboratoire : Colonne de tamis (500 µm, 3mm), bassines ou bacs de tri, coupelles ou boîtes de pétri (Ø = 10 cm), loupe binoculaire (grossissement x60, x80), compteurs manuels, piluliers, pinces fines, lames et lamelles, liquide de montage (Aquatex), HCl (10%), KOH (10% masse/volume), éthanol 95%, microscope (objectifs conseillés X4, X10, X40, X100 immersion).

6.2- Taxons considérés et niveau de détermination : L'ensemble des taxons composant la faune macroinvertébrés benthique sont considérés à l'exception des Oligochètes non pris en compte dans la méthode. Le niveau de détermination requis pour la grande majorité des taxons est le genre (Tableau 4). L'ouvrage de base pour la détermination est le guide « Invertébrés d'eau douce – Systématique, biologie, écologie » (Tachet et al., 2010 et le site Perla DREAL Auvergne-Rhône Alpes <http://www.perla.developpement-durable.gouv.fr>). La détermination se fera au niveau requis, sauf pour les individus trop abîmés ou immatures, qui seront identifiés à la famille ou placés dans un groupe non identifiable.

Tableau 4: Niveaux d'identification requis pour les différents groupes taxonomiques

TAXONS	NIVEAU SYSTÉMATIQUE
Plécoptères	Genre
Ephéméroptères	Genre
Trichoptères (sauf Limnephilidae)	Genre
Trichoptères - Limnephilidae	Genre/Sous-famille /Tribu selon Tachet et al.2010
Coléoptères	Genre
Mégaloptères	Genre
Hétéroptères	Genre
Odonates	Genre
Lépidoptères	Famille
Diptères (exceptés Chironomidae)	Famille
Diptères - Chironomidae	Genre
Crustacés	Genre
Mollusques	Genre
Hirudinés	Genre
Plathelminthes Turbellariés	Genre
Hydracariens	Sous-cohorte
Bryozoaires	Embranchement
Nématodes	Embranchement
Gordiacés	Classe
Hydrozoaires	Classe
Porifères	Embranchement
Némertiens	Embranchement

La détermination générique des Chironomidae nécessite une observation des capsules céphaliques à l'aide d'un microscope. Une clef de détermination en français des genres répertoriés en France est mise à disposition (contacter : nicolas.dedieu@univ-fcomte.fr). Cette clef est une compilation des différents ouvrages de référence existants sur les Chironomidae (Brooks et al., 2007 ; Epler, 2001 ;

Wiederholm, 1983) et des dernières listes de la faune chironomide française (Moubayed-Breil, 2007 ; Moubayed-Breil et Ashe, 2016).

6.3- Lavage et tri des échantillons : Chaque échantillon est vidé sur la colonne de tamis (3mm et 500 µm) et rincé à l'aide d'une douchette. Les refus de tamis les plus grossiers (3mm) sont placés dans des bacs de tri et sont triés à vue (ou à l'aide d'une loupe annulaire). Le refus de tamis de 500 µm est trié sous loupe binoculaire en transférant de petites quantités de substrat dans une coupelle striée (espacement des stries = diamètre du champ d'observation).

Pour les échantillons constitués majoritairement de substrats minéraux une élutriation est conseillée. La fraction la moins dense (en suspension) est déversée sur la colonne de tamis. Un minimum de 3 phases d'agitation de l'échantillon est conseillé lors de l'élutriation. En fin d'élutriation, la fraction la plus dense (déposée) est mise en attente et sera triée à vue afin de rechercher certains taxons difficilement mis en suspension (Mollusques, Trichoptères à fourreau...).

6.3.a- Pré-détermination : Lors du tri des échantillons, deux « types » de cas peuvent être rencontrés (AFNOR, 2009) :

- « Taxon A » correspondant aux taxons différenciés de manière certaine par l'opérateur au cours du tri aux niveaux systématiques requis dans le cadre du protocole (Tableau 4) (ex. : Ephemera, Caenis, Hydracarien..). Pour chaque échantillon, une dizaine d'individus de chaque taxon de type A sont extraits puis conservés dans des piluliers avec de l'éthanol (70° min). Le reste des individus est identifié et compté directement au cours du tri.
- « Taxon B » correspondant aux taxons non différenciables au niveau systématique requis par l'opérateur pendant le tri (ex. : Baetidae, Ordre des Trichoptères..). Tous les individus doivent être extraits pour être identifiés ultérieurement. Ils seront ensuite conservés dans des piluliers avec de l'éthanol (70° min).

6.3.b- Estimation des abondances des taxons de « type B » : Selon le nombre d'individus, un sous-échantillonnage peut être réalisé pour gagner du temps. Cela ne s'applique pas aux taxons de type A car ils peuvent être comptés sans forcément être extraits.

- Pour les taxons à faible effectif dans l'échantillon (< 200 individus), tous les individus de tous les refus de tamis sont extraits et placés dans un pilulier avec de l'éthanol (70° min.).
- Pour les taxons présentant des effectifs dans l'échantillon supérieur à 200, un sous-échantillonnage est possible. Pour chaque refus de tamis (en cas de tri à vue) et chaque coupelle de tri (tri sous loupe binoculaire) bien noter la fraction d'échantillon dont les individus sont extraits. Une fraction minimale de ¼ est conseillée.

6.4- Dénombrement des individus : Excepté pour les Chironomidae, tous les individus extraits (Taxon B) sont déterminés. Si un sous-échantillonnage a été effectué lors de la phase de tri les proportions des différents genres d'une même famille sont reportées sur les effectifs totaux évalués. Le dénombrement final correspond à une densité d'individus par 0.1 m².

6.5- Dénombrement des Chironomidae : Pour les Chironomidae, un maximum de 50 individus par échantillon est identifié. Si la totalité des individus de Chironomidae de l'échantillon est inférieure ou égale à 50 tous les individus sont montés entre lame et lamelle et sont identifiés au genre sous microscope.

Si la totalité des individus extraits de l'échantillon est supérieure à 50 ils sont vidés dans une coupelle, répartis de manière homogène par agitation légère de la coupelle, et les 50 premiers individus de la coupelle seront identifiés au genre après montage entre lame et lamelle. La proportion des différents genres sera reportée à l'évaluation (en cas de sous-échantillonnage en phase de tri) ou au comptage (sans sous-échantillonnage en phase de tri) des effectifs totaux de Chironomidae de l'échantillon.

VII. CONCLUSION

Au total, le traitement d'un site pour 15 échantillons est estimé à 8/9 jours (Tableau 5). Un fichier excel type est fourni afin d'harmoniser l'ensemble des données.

Tableau 5 : Estimation du temps nécessaire pour traiter un site (pour 15 échantillons)

Préparation terrain	Terrain	Laboratoire tri et identification			Base de données	Total
		Taxa autres	Chironomidae			
1/2	1/2		montage	identification	1/2	8.5
		6	1/2	1/2		

VIII- BIBLIOGRAPHIE

AFNOR T95F. (2009). Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés aquatiques continentaux. Rapport de l'Association Française de Normalisation.

AQEM Consortium. (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version, 1.

Alleaume, S., C. Heyd, C. Lanoiselée, Argillier C. (2014). CHARLi : Protocole de caractérisation des habitats des rives et du littoral. Aix en Provence, Irstea: 30p.

Brodersen, K.P. (1995). The effect of wind exposure and filamentous algae on the distribution of surf zone macroinvertebrates in Lake Esrom, Denmark. *Hydrobiologia* 297: 131.

Brooks, J., Langdon, P.G., Heiri, O. (2007). The Identification and Use of Palearctic Chironomidae Larvae in Palaeoecology. QRA Technical Guide No. 10, Quaternary Research Association, London, U.K. 276 p.

Epler. J.H. (2001). Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina Archived 2005-12-14 at the Wayback Machine. North Carolina Department of Environment and Natural Resources.

Moubayed-Breil, J. (2007). Non-biting midges from Continental France : new records, faunal and biogeographical outline (Diptera, Chironomidae) *Ephemera*, 2008 (2007), Vol. 9 (1): 17-32.

Moubayed-Breil, J., Ashe, P. (2016). New records and additions to the database on the geographical distribution of some threatened chironomid species from continental France [Diptera, Chironomidae]. *Ephemera*, Vol. 16 (2): 121-136

Scheifhacken, N., Fiek, C., & Rothhaupt, K. O. (2007). Complex spatial and temporal patterns of littoral benthic communities interacting with water level fluctuations and wind exposure in the littoral zone of a large lake. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 169(2), 115-129.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie*(Vol. 15). Paris: CNRS éditions.

Wiederholm T. (1983) Chironomidae of the Holarctic region – keys and diagnoses. Part 1. Larvae. *Entomologica Scandinavica Supplement*, 19, 1–457.

ANNEXE I. Exemple de feuille de terrain utilisée lors de la campagne test

Nom du site :

Date :

Opérateur:

Code Station :

BL/DA = Bloc & Dalle ; GA = Galet ; GR = Gravier ; SL = Sable ; VA = Vase ; HF = Hydrophyte flottante ; HI = Hydrophyte immergé ; HE = Hélophyte ; LI = Litière

Echantillon	Substrat	Profondeur	Coordonnées		Point GPS	Commentaires
			X	Y		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Commentaires / Observations

Observation de la cote actuelle (ex.: Niveau d'eau, NgF, marque au niveau du substrat (débris végétaux, zone humide, ...) ou des arbres, présence de laisses et/ou une absence de végétation pérenne).

Observations prévision Charli/Terrain

Commentaires divers