



**HAL**  
open science

# Suivi hydromorphologique des plans d'eau dans le cadre de la DCE en Adour-Garonne: Relations établies entre l'hydromorphologie des zones riveraines lacustres et la méthode d'évaluation de la qualité écologique des plans d'eau basée sur les communautés de macrophytes

Vincent Bertrin, Alain Dutartre

## ► To cite this version:

Vincent Bertrin, Alain Dutartre. Suivi hydromorphologique des plans d'eau dans le cadre de la DCE en Adour-Garonne: Relations établies entre l'hydromorphologie des zones riveraines lacustres et la méthode d'évaluation de la qualité écologique des plans d'eau basée sur les communautés de macrophytes. [Rapport de recherche] irstea. 2009, pp.30. hal-02592938

**HAL Id: hal-02592938**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02592938>**

Submitted on 15 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Suivi hydromorphologique des plans d'eau dans le cadre de la DCE en Adour-Garonne

Relations établies entre  
l'hydromorphologie des zones riveraines  
lacustres et la méthode d'évaluation de la  
qualité écologique des plans d'eau basée  
sur les communautés de macrophytes

*Rapport 2009*

*Octobre 2009*

Convention Cadre Cemagref – Agence de l'Eau Adour-Garonne

Vincent Bertrin - Alain Dutartre

*Cemagref, groupement de Bordeaux  
UR Réseaux, Épuration et Qualité des Eaux  
50, avenue de Verdun - 33612 Cestas cedex - France*



## Résumé

Dans une démarche de gestion des masses d'eau à l'échelle nationale prévue par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), les connaissances à acquérir sur les compartiments biologiques pertinents, dont les communautés de plantes aquatiques, ne peuvent être exhaustives. Ces contraintes ont été prises en compte dans le protocole standardisé d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau développé par le Cemagref de Bordeaux, particulièrement dans le choix des sites d'étude. Dans la mesure où les biotopes les plus favorables aux macrophytes sont pour la plupart situés dans les zones riveraines peu profondes des plans d'eau, une reconnaissance générale du plan d'eau et une identification des différents types de rives sont indispensables pour permettre des choix pertinents de positionnement de ces sites d'étude et pour fournir une base dans l'évaluation des pressions hydromorphologiques à un niveau local. Le protocole Lake Habitat Survey a fourni une partie des éléments de description des rives qui figurent dans ce protocole DCE d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau proposé depuis 2007. Ce rapport contient un rappel sur l'écologie des plantes aquatiques en plans d'eau, un bref exposé sur le protocole standardisé d'échantillonnage des macrophytes, une présentation des descripteurs de l'hydromorphologie inclus dans la méthode et des liens qui ont été conservés avec le protocole LHS.

**Mots-clés :** Communautés de macrophytes – Plans d'eau – Hydromorphologie – Protocole d'échantillonnage - Directive Cadre Européenne sur l'Eau – Lake Habitat Survey

# Sommaire

**1. Contexte des relations entre l'évaluation de la qualité écologique des plans d'eau basée sur les communautés de macrophytes et l'hydromorphologie des plans d'eau ..... 1**

**2. Ecologie des macrophytes et hydromorphologie des plans d'eau..... 4**

**3. Description de la méthodologie d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau (Dutartre & Bertrin, 2009)..... 8**

**4. Prise en compte de l'hydromorphologie dans le développement de la méthode d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau ..... 10**

**5. Remarques finales..... 13**

# **1. Contexte des relations entre l'évaluation de la qualité écologique des plans d'eau basée sur les communautés de macrophytes et l'hydromorphologie des plans d'eau**

Issu de travaux nord-américains (Baker *et al.*, 1997), le protocole Lake Habitat Survey (LHS) a pour objectif de rassembler des données sur les caractéristiques physiques des plans d'eau permettant d'obtenir une vue d'ensemble et une évaluation des habitats riverains, ceci afin de repérer les changements environnementaux pouvant se produire au cours du temps (Rowan *et al.*, 2003, 2004, 2005).

Il est depuis longtemps admis que l'habitat est l'un des facteurs-clés des milieux aquatiques avec des éléments d'ordre physique, climatique, trophique et biotique. Sa structure physique conditionne le fonctionnement de l'ensemble des communautés vivantes, la faune comme les poissons et les invertébrés mais aussi la flore. Elle va par exemple déterminer les possibilités d'enracinement des macrophytes, les zones favorables au développement des algues unicellulaires, l'accumulation de débris organiques ou les capacités mécaniques d'oxygénation de l'eau (Wasson *et al.*, 1998).

Une grande part de la littérature traitant des relations entre les communautés de macrophytes et les habitats physiques concerne les systèmes lotiques, les plans d'eau ayant été jusqu'à présent moins étudiés de ce point de vue. Or ils ne sont pas soumis aux mêmes types de conditions hydrodynamiques. Le milieu physique des cours d'eau est en chaque point la combinaison d'un élément relativement fixe et stable, le lit de la rivière, et d'un élément mobile, l'eau, animée d'un flux unidirectionnel permanent. Les conditions hydrodynamiques varient également en fonction du débit, et c'est donc l'hydrologie qui régit la variabilité temporelle du système (Wasson *et al.*, 1998).

Dans les plans d'eau, la vitesse de courant n'est plus le facteur dominant de structuration physique des biotopes : mis à part dans les zones d'arrivées des tributaires, elle est extrêmement faible voire nulle dans de nombreux cas. Les mouvements des eaux sont presque exclusivement liés aux vents pouvant créer des vagues dont l'impact sur les rives est très variable selon la nature des sédiments et des sols et le type de végétation rivulaire. Un des facteurs discriminants des types de rives est leur orientation par rapport aux vents dominants : certaines portions de rives peuvent être à l'abri du vent, d'autres seront battues régulièrement par les vagues et d'autres seront dans une position intermédiaire.

Cependant, dans ces deux types d'hydrosystèmes, la végétation rivulaire, hydrophyte (plantes totalement immergées ou présentant des feuilles flottantes), héliophytes (plantes

développant hors de l'eau une grande part de leur appareil végétatif), et les ripisylves (formations végétales riveraines inféodées aux milieux aquatiques) participent à la structuration physique des habitats. Elles contribuent fortement à la diversification des zones de rive tout en créant des conditions hydrauliques hétérogènes.

Le protocole LHS prévoit le recueil de certaines caractéristiques des communautés de macrophytes de la zone littorale. Toutefois ces données restent très synthétiques et le positionnement des sites sur lesquels portent les observations ne tient pas compte de la typologie des rives (nature et structure des sédiments et des sols, orientation au vent, nature et structure des formations végétales des rives, etc.).

Différentes méthodes d'étude des communautés de macrophytes en plans d'eau ont déjà été mises en œuvre depuis plusieurs décennies, la plupart dans un contexte de recherche. Certaines portaient sur l'ensemble du plan d'eau, le temps nécessaire aux investigations de terrain pouvant devenir extrêmement important en fonction de la superficie du plan d'eau.

Divers chercheurs ont alors tenté de développer des méthodes plus faciles à mettre en œuvre tout en conservant une capacité suffisante de description des communautés présentes. Jensen (1977) a ainsi proposé un protocole développé à partir d'une recherche menée sur 52 lacs de Suède. Ce protocole permet le positionnement géométrique de transects d'étude des macrophytes calculé à partir de classes de superficies des plans d'eau et du développement des rives du plan d'eau. Considérés comme représentatifs du plan d'eau dans son ensemble, ces transects perpendiculaires aux rives permettent d'étudier les diverses communautés de macrophytes présentes, depuis les héliophytes des rives jusqu'aux hydrophytes les plus profonds.

Le positionnement ainsi réalisé peut être considéré comme "objectif" ou "systématique" puisqu'il ne fait pas intervenir d'observations préalables sur le terrain. Il a également comme avantage de prendre en compte de manière globale la conformation des rives (anses, presqu'îles, etc.). En revanche, pour des plans d'eau de superficie importante ou aux rives très découpées, il débouche sur un nombre potentiel de profils dépassant 20 à 25, ce qui le rend relativement lourd de mise en œuvre.

Ce protocole a déjà été appliqué en France dans les lacs alpins (Blake *et al.*, 1986 ; Dubois *et al.*, 1984 ; 1988), sur le lac de Parentis-Biscarrosse (Dutartre *et al.*, 1987) et dans une étude plus récente réalisée sur cinq plans d'eau pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (Bertrin *et al.*, 2007).

Les observations sur les communautés de macrophytes peuvent aussi être réalisées à des fins plus directement appliquées visant à recueillir des informations utilisables par les gestionnaires des milieux aquatiques : ce fut par exemple le cas de la méthode de suivi des

rives des plans d'eau des Landes, mise en œuvre à la suite d'une demande du Syndicat Mixte Géolandes (Dutartre *et al.*, 1989). Les relevés systématiques des plantes présentes sur l'ensemble du périmètre des plans d'eau, positionnés sur des secteurs de rives de même longueur, permettaient d'élaborer des cartes de répartition des plantes exotiques envahissantes directement utilisables pour les interventions de régulation du développement de ces plantes. La répétition des suivis a également permis d'identifier des dynamiques d'évolution de diverses espèces, dont des régressions plus ou moins importantes d'espèces indigènes (Dutartre, 2002). Les relevés d'informations sur les secteurs de rives ainsi examinés comportaient aussi des données de description des rives, recueillies afin de faciliter l'interprétation des listes d'espèces et des données d'abondances spécifiques obtenues et permettant de définir des types de rives (voir par exemple Dutartre *et al.*, 1997).

Compte-tenu des contraintes du contexte DCE (dont un grand nombre de plans d'eau à échantillonner et la présence d'opérateurs multiples) qui s'inscrit dans une démarche de gestion et non dans de la recherche, les connaissances à acquérir sur les éléments biologiques d'une masse d'eau ne peuvent être exhaustives. Elles se fondent toutes sur des méthodes d'échantillonnage, représentatives des éléments biologiques, adaptées aux masses d'eau étudiées et suffisamment précises pour être appliquées en routine par divers opérateurs de terrain convenablement formés. Elles doivent être aussi suffisamment robustes pour fournir des données de bases (description des sites échantillonnés, listes taxinomiques, abondance spécifique, etc.) indépendantes des méthodes de calcul ultérieurement mises en œuvre pour évaluer l'état écologique de ces communautés. Par exemple, l'IBMR (Haury *et al.*, 2006), construit dans un premier temps pour répondre à des questions de trophie, comporte un protocole spécifique d'échantillonnage suffisamment précis pour permettre d'utiliser les données recueillies dans ce contexte plus large d'état écologique.

L'objectif poursuivi dans la mise en œuvre d'un protocole spécifique d'étude des communautés de macrophytes en plans d'eau était du même ordre : il n'était pas question d'étudier la totalité des plantes présentes dans un plan d'eau mais bien de procéder à un choix de sites dans le plan d'eau. Toutefois, dans la mesure où les biotopes les plus favorables aux macrophytes sont pour la plupart situés dans les zones riveraines peu profondes des plans d'eau, zones dont les biotopes aquatiques et les types de rives peuvent être extrêmement variés, une reconnaissance générale du plan d'eau restait indispensable pour permettre des choix pertinents de positionnement de ces sites d'étude. Cette connaissance générale du plan d'eau est également une base indispensable pour une



évaluation des pressions et des impacts "locaux" pouvant s'exercer sur le milieu, selon l'ensemble des aménagements et usages anthropiques (Dutartre & Bertrin, 2009).

Si certains des éléments de description des zones riveraines proposés dans le protocole LHS étaient d'un intérêt évident comme bases partielles de choix de sites d'études et dans la description de leur habitat physique, l'application de ce protocole ne nous semblait pas du tout suffisante pour répondre aux demandes précises de l'Annexe V de la DCE. De plus, les méthodes déjà proposées dans ce contexte (comme par exemple celle de Schaumburg *et al.* (2004) pour les lacs allemands) ne nous semblaient pas adaptables à la grande diversité des types de plans d'eau français. C'est pourquoi, afin de répondre à ces demandes dans un contexte de standardisation des données à l'échelle nationale, l'équipe Phytoécologie du Cemagref de Bordeaux a développé un protocole d'échantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau (Dutartre & Bertrin, 2009).

Après un rappel sur l'écologie des plantes aquatiques en plans d'eau et un bref exposé sur ce protocole d'échantillonnage des macrophytes, une présentation des descripteurs de l'hydromorphologie inclus dans la méthode et des liens qui ont été conservés avec le protocole LHS sera faite.

## **2. Ecologie des macrophytes et hydromorphologie des plans d'eau**

On considère comme étant des macrophytes l'ensemble de végétaux aquatiques ou amphibies visibles à l'œil nu, ou vivant habituellement en colonies visibles à l'œil nu (ex : algues filamenteuses). Ils comprennent des phanérogames, des ptéridophytes, des bryophytes, des lichens, des algues et, par extension, certaines cyanobactéries et organismes hétérotrophes (bactéries et champignons) (Dutartre & Bertrin, 2009).

Les plantes aquatiques sont habituellement réparties dans des zones plus ou moins distinctes, depuis la bordure des zones humides proches de la rive jusqu'à la profondeur maximale de colonisation des hydrophytes. Sur la berge, des héliophytes comme les scirpes (*Schoenoplectus sp.*) ou les massettes (*Typha sp.*) peuvent être présents et considérés comme une extension de la zone humide sur la zone de rive. La croissance des plantes peut être limitée dans les zones peu profondes si des éléments physiques (vagues, etc.) chassent les sédiments fins et riches en nutriments pour ne laisser que du sable ou des graviers. Dans les zones plus profondes, les plantes immergées ou à feuilles flottantes dominent. Les

hydrophytes s'étendent vers le large jusqu'à une profondeur déterminée par la pente et la transparence des eaux (Cooke, 1986).

Les analyses portant sur les relations entre les macrophytes et leur environnement abiotique montrent que la présence de plantes est généralement la conséquence d'une conjonction de facteurs favorables et pas seulement d'un seul (Peltre *et al.*, 2002).

Les principaux paramètres environnementaux conditionnant le développement des macrophytes sont d'ordre :

- physique : ce point est développé dans le paragraphe suivant.
- chimique : il s'agit principalement des paramètres relatifs à la composition et la qualité de l'eau et des sédiments. Les concentrations en nutriments (formes de l'azote et du phosphore principalement), la minéralisation et le pH sont les principaux paramètres pouvant influencer sur la nature, la diversité et la répartition des végétaux aquatiques.
- biologique : les relations inter-spécifiques, tant avec le compartiment végétal qu'avec le compartiment animal, forment un réseau complexe où l'importance de divers paramètres, dont la nature de ces relations (synergie, antagonisme, indépendance), varient d'un milieu à un autre. Les macrophytes paraissent comme des intégrateurs de l'ensemble de ces paramètres, de leur hiérarchie et de leurs interactions.

### ***Les paramètres physiques***

- L'éclairement et la température

Très fortement liés à la transparence des eaux, ces deux paramètres conditionnent les possibilités de colonisation des macrophytes vers la profondeur. Les exigences vis-à-vis de la lumière et de la température varient d'une espèce à l'autre. Parfois prédominants sur les teneurs en nutriments, ils favorisent le taux d'activité métabolique, la production de biomasse et ils interviennent de manière quelquefois exclusive dans la répartition des espèces.

- La profondeur

La profondeur des eaux discrimine directement la répartition des héliophytes : ces plantes ne se développent que rarement au-delà de 1 m de profondeur. Plus au large, la profondeur maximale de colonisation par la végétation aquatique dépend de la disponibilité de la lumière, donc de la transparence des eaux. La pente des fonds détermine l'ampleur de la colonisation du plan d'eau par les macrophytes. La mesure de la transparence des eaux, associée à la pente des fonds (carte bathymétrique), permettent une évaluation de la superficie du plan d'eau "potentiellement colonisable" par les plantes aquatiques. Ainsi, dans les milieux extrêmement transparents comme les lacs de montagne, les végétaux peuvent se développer jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur. Les milieux peu profonds sont très largement concernés par d'importants développements végétaux qui peuvent même conduire, dans certains cas, à des colonisations totales des milieux.

- Le type géologique et le type de substrat

La nature géologique d'un milieu va imprimer des caractéristiques notamment géomorphologiques (type de substrat) et géochimiques (minéralisation, pH, alcalinité...). La nature et la structure des sédiments jouent un rôle déterminant comme sites d'ancrage des végétaux enracinés et comme source d'éléments nutritifs. La majorité des espèces ont une nette préférence pour les substrats à granulométrie fine, vases ou sables, qui facilitent ou renforcent l'enracinement. Les substrats organiques sont d'autant plus favorables aux plantes enracinées que s'accumulent dans leurs eaux interstitielles des quantités importantes de nutriments, notamment de l'azote sous forme organique ou ammoniacale. Enfin, les macrophytes eux-mêmes peuvent servir de support au développement d'autres taxons (algues filamenteuses, etc.).

- Le courant et le régime hydrologique

Variable selon les types de végétaux, l'affinité pour le courant est liée au type d'enracinement et d'ancrage de la plante. Les milieux lenticules sont des sites de développement privilégiés d'une grande majorité d'organismes. Certaines espèces présentent une affinité pour les courants modérés ou tolèrent une certaine agitation du milieu, se développant aussi bien en milieu courant qu'en milieu stagnant. L'agitation de l'eau peut être un facteur limitant de certaines espèces en fonction de son intensité et de sa régularité. Elle peut également diminuer la compétition avec le périphyton, limitant

habituellement l'éclaircissement et les échanges nutritionnels, et favoriser la croissance des plantes.

Le régime hydrologique, principalement le marnage pour les plans d'eau, détermine fortement les habitats des macrophytes. Il influe directement sur des variables importantes pour la colonisation et la croissance des végétaux, telles que les caractéristiques morphologiques des berges, la mise à disposition des nutriments au sein des herbiers, la capacité de développement des propagules végétatifs, la densité d'invertébrés brouteurs, etc. Dans de nombreux plans d'eau les marnages naturels n'existent plus : originellement régulés par les précipitations, les apports du bassin versant, l'évaporation estivale et la présence de seuils naturels maintenant un niveau minimal, ils ne devaient généralement pas dépasser 1 à 1,5 m. Les aménagements réalisés pour la gestion des niveaux d'eau de ces plans d'eau naturels conduisent tous à réduire le marnage de manière à protéger les installations humaines proches et à faciliter les usages développés, dont toutes les activités estivales touristiques qui concernent une forte proportion de ces plans d'eau.

Des marnages trop importants ne permettent pas le développement de communautés de plantes aquatiques de façon durable. Dès qu'ils dépassent 2 m, les marnages rendent très difficiles l'installation et le maintien de communautés écologiquement stables : c'est d'ailleurs pourquoi les macrophytes ne sont pas considérés comme un élément biologique pertinent au sens de la DCE dans de nombreux types de plans d'eau artificiels aux marnages très importants.

En revanche, l'absence ou la réduction de marnage à des valeurs souvent inférieures à 0,5 m peut entraîner une régression des roselières des rives. Cette régression est généralement très lente et donc difficile à évaluer lors d'investigations de courtes durées. Par exemple, c'est grâce aux suivis réalisés depuis la fin des années 80 sur les lacs landais, que de telles régressions ont pu être identifiées (Dutartre *et al.*, 1997 ; Dutartre, 2002). Ces régressions ont des causes complexes mais la réduction forte des marnages en est probablement le principal moteur, engendrant d'importants dépôts de matière organique dans ces formations végétales, une limitation de la minéralisation des sédiments directement liée à une absence d'exondation ou à des périodes exondées trop courtes, et une limitation de la germination des graines de certaines espèces (SAGE Environnement, 2007).

Une autre évolution de certaines parties des rives des plans d'eau, qui semble directement liée à la réduction des marnages, est leur "forestation" progressive par les aulnes, les saules et quelques autres espèces arbustives qui rencontraient auparavant des difficultés d'implantation. Observée dans certains plans d'eau des landes par exemple, cette forestation

modifie très fortement les zones littorales en remplaçant les plages originelles à pente douce par des berges nettement plus abruptes (Dutartre *et al.*, 1997).

Les plages comportaient des peuplements végétaux passant progressivement de plantes strictement aquatiques aux plantes hygrophiles terrestres, alors que, moins d'une décennie après la réduction du marnage annuel, les berges sont bordées d'une ligne d'arbres ou d'arbustes où, en moins de 1 à 2 mètres de largeur, la profondeur d'eau passe de 0,3-0,5 m à 0. Hormis la diminution de la diversité des biotopes engendrée par cette modification de la pente des berges et la régression du potentiel de croissance des plantes liée à l'ombrage plus important, cette évolution des berges altère également la dynamique locale des eaux. En effet, dans le cas d'une plage à faible pente, une partie de l'énergie des vagues est dissipée par leur étalement vers le haut de la plage, ce qui les rend moins érosives et permet de limiter les turbulences en zone rivulaire ; il n'en est pas de même dans les sites aux berges abruptes où cette énergie des vagues est partiellement dissipée en érosion du talus mais où le renvoi des vagues vers le large par ce talus crée des turbulences notables dans les zones proches, et donc des conditions très défavorables aux hydrophytes.

Deux autres caractéristiques du marnage importantes vis-à-vis des macrophytes sont le rythme et la rapidité des variations du niveau d'eau. Les marnages naturels avaient un rythme annuel, les marnages gérés sur des plans d'eau à vocation "multi-usages" conservent généralement ce rythme. Il n'en est pas de même pour les plans d'eau utilisés comme ressource quantitative, par exemple pour l'irrigation, le soutien d'étiage ou la production d'énergie : les soutirages des eaux pour satisfaire ces usages peuvent induire des marnages de rythme beaucoup plus rapide, ce qui va créer de fortes perturbations pour les macrophytes rivulaires. De même, des variations de niveau très rapides sont des facteurs de perturbations complémentaires.

### **3. Description de la méthodologie d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau** (Dutartre & Bertrin, 2009)

Ce protocole a été développé à partir de 2007 par l'équipe phytoécologie du Cemagref de Bordeaux dans l'objectif de fournir une méthode d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau dans un format standardisé en lien avec la mise en œuvre de la DCE. Cette méthodologie devait à priori s'appliquer à tous les plans d'eau du territoire français dans lesquels les communautés de macrophytes sont considérées comme des indicateurs pertinents au sens de la DCE.

La mise en œuvre du protocole comporte 3 phases :

- distribution des unités d'observation (sites d'étude),
- sélection des unités d'observation,
- structure et réalisation des unités d'observation.

1 / Un positionnement "théorique" de points situés sur les rives du plan d'eau est déterminé après application du protocole de Jensen (Jensen, 1977) sur une carte ou une photo aérienne.

2 / Une sélection de ces points basée sur la description des rives du plan d'eau est ensuite effectuée. Des types principaux de rives rassemblant des descripteurs jugés pertinents pour les communautés de macrophytes, tels que les formations végétales riveraines, les aménagements de rives et la largeur de la zone littorale euphotique sont identifiés dans le protocole et servent de critères pour cette sélection.

3 / Les points retenus sont nommés « Unités d'Observation ». Ces entités globales d'observations des communautés de macrophytes comprennent des relevés des espèces présentes sur un secteur de rives (100 m de long) et sur 3 profils perpendiculaires aux rives ; sur chaque profil, 30 points contacts, répartis sur une distance maximale à la rive de 50 m, sont réalisés à l'aide d'un aquascope (observation) ou d'un râteau (prélèvement).

Afin de tenir compte de la superficie des plans d'eau étudiés, il est proposé que le nombre de ces unités d'observation présente une certaine proportionnalité avec cette superficie. Ainsi, le nombre d'unités d'observation ne pourra pas être inférieur à 3 dans un plan d'eau de 50 à 250 ha, il sera au moins de 6 pour les plans d'eau dont la superficie est comprise entre 250 et 1000 ha et au moins de 8 dans un plan d'eau dépassant 10 km<sup>2</sup>. L'objectif est de réaliser au moins une unité d'observation sur chaque grand type de rive afin de fournir une image des peuplements de macrophytes du plan d'eau. Le choix du positionnement est à justifier par l'opérateur.

L'effort d'échantillonnage a été évalué en fonction des différentes contraintes inhérentes à la mise en œuvre de la DCE dans le contexte métropolitain, c'est-à-dire un nombre important de plans d'eau à échantillonner, une application du protocole de terrain par des opérateurs multiples, des objectifs liés à la gestion des plans d'eau, etc.. La détermination du nombre d'unités d'observation à réaliser sur un plan d'eau s'appuie également sur l'analyse de données acquises lors de précédentes études. En effet, les résultats obtenus après des inventaires exhaustifs de la végétation sur un plan d'eau ont été comparés avec les résultats acquis à l'aide de la méthode de Jensen et des profils perpendiculaires sur la superficie totale du même plan d'eau. Cette analyse s'est en grande partie appuyée sur les données

des études réalisées sur les lacs alpins (Blake *et al.*, 1986 ; Dubois *et al.*, 1984 ; 1988), sur le lac de Parentis-Biscarrosse (Dutartre *et al.*, 1987) et dans une étude plus récente réalisée sur cinq plans d'eau pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour Garonne (Bertrin *et al.*, 2007).

Le temps estimé pour la mise en œuvre de ce protocole sur un plan d'eau sur le terrain est d'environ 1 à 4 jours pleins pour deux personnes (de 30' à 4 h par unité d'observation selon la largeur de la zone littorale et la diversité et la quantité de plantes à prélever et à déterminer). Cette estimation du temps passé ne tient pas compte des temps de déplacements entre les sites d'étude qui dépendent directement de la réglementation de la navigation sur le plan d'eau, de la puissance du moteur de l'embarcation utilisée dans les relevés et de l'accessibilité de certaines rives. Les temps de préparation de la campagne de terrain pour le positionnement et la sélection des unités d'observation, de la reconnaissance préalable de terrain et de détermination des plantes en laboratoire ne peuvent pas être évalués précisément car ils sont variables d'un plan d'eau à l'autre (disponibilités des cartes ou photographies aériennes, nombre de plantes collectées, etc.).

A ce jour, ce protocole est en cours de normalisation en tant que Norme Expérimentale (prXP T90-328) dont la finalisation est prévue en 2010. Depuis sa mise en application en 2007, ce protocole a permis de collecter des données standardisées sur les communautés de plantes aquatiques sur plus d'une quarantaine de plans d'eau répartis sur l'ensemble du territoire national. L'augmentation significative du nombre de données prévu en 2010 contribuera au développement de l'outil d'évaluation de la qualité écologique des plans d'eau basé sur les communautés de plantes aquatiques au sens de la DCE.

#### **4. Prise en compte de l'hydromorphologie dans le développement de la méthode d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau**

##### ***Le marnage***

Nous avons déjà signalé qu'un marnage trop important ne permet pas l'implantation de communautés de macrophytes stables. Compte tenu de la grande diversité des types de plans d'eau du territoire national, des caractéristiques physicochimiques de leurs eaux et des modalités de marnages (Fraisie, 1999), du manque de données sur les relations entre le

marnage et la dynamique des communautés de macrophytes, il n'était pas possible de proposer une amplitude maximale de marnage pour ces milieux qui soit scientifiquement argumentée. En utilisant les informations dont nous disposons dans ce domaine, nous avons donc proposé, "à dire d'expert", que l'application du protocole d'échantillonnage des macrophytes se limite aux plans d'eau où le marnage annuel ne dépasse pas une amplitude de 2 m.

## ***Positionnement et choix des unités d'observation***

### **- Positionnement théorique des unités d'observation**

Les "habitats plots", c'est-à-dire les sites d'observation, proposés dans le protocole LHS, sont au nombre de 10 et ils sont régulièrement répartis sur le périmètre du lac, le premier étant déterminé aléatoirement lors de la campagne de terrain. Ignorant a priori la diversité des types de rives et donc présentant le risque de négliger certaines communautés inféodées à des types particuliers de rives, cette méthode n'a pas été retenue pour le positionnement des unités d'observation des macrophytes.

Nous avons préféré retenir un positionnement utilisant la méthode de Jensen (Jensen, 1977) qui permet un positionnement géométrique des sites d'étude sur le périmètre du plan d'eau calculé à partir de classes de superficies des plans d'eau et du développement des rives du plan d'eau. Les modalités de calcul sont présentées en Annexe 1. Ce positionnement de départ peut être considéré comme "objectif" ou "systématique" puisqu'il ne fait pas intervenir d'observations préalables sur le terrain. Il a également comme avantage de prendre en compte de manière globale la conformation des rives (anses, presqu'îles, etc.).

Bien que conçu par son auteur dans un souci d'optimisation des investigations à mener sur les communautés végétales des plans d'eau, la méthode de Jensen reste cependant orientée vers de la recherche : elle serait donc relativement lourde à mettre en œuvre dans un contexte de suivi régulier d'un grand nombre de milieux. C'est pourquoi il est nécessaire de réaliser un choix parmi les positions géographiques obtenues par l'application de cette méthode, c'est-à-dire de procéder à un sous-échantillonnage parmi les profils de Jensen. Seconde phase de mise en œuvre du protocole, ce choix s'appuiera sur la description des rives du plan d'eau, description permettant la définition des principaux types de rives du plan d'eau étudié.



## - **Présélection des unités d'observation**

Les éléments de description des zones riveraines proposés dans le protocole LHS ont été utilisés et nous avons fait un choix réduit de descripteurs jugés pertinents pour les communautés de macrophytes.

La typologie proposée dans le protocole macrophytes (Dutartre & Bertrin, 2009) comporte deux critères cumulatifs débouchant sur 8 modalités possibles de rives :

- le premier critère est une description des formations végétales et/ou des aménagements des rives. Elle s'est largement inspirée du LHS. Notés 1 à 3, trois grands types de rives correspondent à des habitats naturels ou modifiés de manière non significative par les pressions humaines, décrits à partir de la nature de la végétation présente. Le dernier type, noté 4, correspond à des rives ayant subi des modifications anthropiques notables. Le tableau descriptif de la typologie des rives est disponible en Annexe n°2.

- le second critère n'a pas de lien direct avec le protocole LHS mais fait appel à une donnée majeure dans la répartition des macrophytes. Il s'agit de la largeur de la zone littorale euphotique (c'est à dire la zone pouvant potentiellement accueillir les végétaux aquatiques). Cette zone peut être d'une largeur très variable selon le type de cuvette proposé dans la typologie nationale des plans d'eau. L'emploi d'une carte bathymétrique est donc très utile dans la détermination de ce critère.

De plus, l'étendue de la zone euphotique dépend de la transparence de l'eau, donnée locale susceptible de subir des variations quelquefois rapides, induites par l'évolution des peuplements d'algues planctoniques et/ou par des apports extérieurs (sédiments, matières en suspensions, etc.). La transparence mesurée à l'aide d'un disque de Secchi fait partie des mesures à réaliser systématiquement lors des campagnes de terrain. L'évaluation de la nature de la zone littorale euphotique dépendra aussi de la connaissance des valeurs moyennes de la transparence des eaux, comparées et intégrées au paramètre de pente des fonds à l'échelle de l'unité d'observation.

## - **Collecte et analyse d'informations au préalable des campagnes de terrain**

Le protocole LHS prévoit la collecte d'informations générales au préalable des interventions de terrain à partir de documents cartographiques et/ou photographiques. Cette proposition de bon sens, déjà mise en œuvre dans nos investigations antérieures, a également été retenue dans le protocole d'échantillonnage des macrophytes : il y est explicitement indiqué qu'une première analyse des types de rives à partir des documents disponibles, dont les

documents cartographiques et photographiques, doit être réalisée préalablement à la campagne de terrain. Cette collecte d'informations effectuée au bureau permet de compléter les données de base de positionnement théorique des unités d'observations.

#### - **Sélection des unités d'observation**

Pour réaliser la sélection finale des unités d'observations, une reconnaissance spécifique sur le terrain est nécessaire. Elle a pour objet de valider le positionnement envisagé des unités d'observation ou de le modifier en fonction des observations. Elle comportera une observation directe de la nature des berges, de leurs formations végétales et des indices de pressions anthropiques. Venant préciser et actualiser les éléments cartographiques ou iconographiques déjà rassemblés, elle pourra être effectuée depuis une embarcation sur le plan d'eau ou directement à pied depuis la rive. Elle pourra être réalisée préalablement aux campagnes spécifiques "macrophytes" ou en début de la campagne.

#### - **Collecte d'informations sur le terrain**

Des éléments descriptifs des rives sont notés sur le terrain (voir les fiches de terrain en Annexe n° 3). Ils sont basés sur certains descripteurs proposés dans le protocole LHS. Pour chacune des zones constituant la rive (zone riveraine, berge et zone littorale), des données telles que l'occupation du sol dominante, la structure de végétation, la pente, le type de substrat ou encore les indices d'érosion, sont enregistrées. Des informations relatives aux conditions climatiques lors de l'observation (force du vent, présence ou absence de vagues, etc.) et l'orientation de l'unité d'observation par rapport aux vents dominants, fournissent des indications complémentaires (données de contexte) sur des éléments structurant l'habitat physique des plans d'eau.

Enfin, la réalisation des trois profils perpendiculaires est l'occasion de décrire plus en détail la zone littorale. Pour chaque point contact, la profondeur et le type de substrat sur chaque point contact (à l'aide du râteau). Ces données peuvent également aider à l'analyse et à la compréhension de la répartition des macrophytes.

## **5. Remarques finales**

Les conditions stationnelles et les caractéristiques physiques de l'habitat sont primordiales et exercent une forte influence sur la composition et la dynamique des communautés végétales dans tous les types de milieux aquatiques. Dans le contexte DCE demandant l'évaluation

d'un état écologique, il était donc nécessaire de les prendre en compte dans le choix des sites d'étude de la végétation aquatique des plans d'eau et de les enregistrer parmi les données issues des campagnes de terrain. Utiles dans l'analyse des profils écologiques des taxons rencontrés, elles seront également des éléments facilitant les interprétations de leurs dynamiques de développement et permettront de faciliter l'évaluation des pressions hydromorphologiques qui s'exercent sur les macrophytes.

Le protocole LHS nous a fourni une partie des éléments de base de description des rives qui figurent dans le protocole d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau proposé depuis 2007. La création de ce protocole macrophytes était indispensable pour permettre des acquisitions de données standardisées pouvant être utilisées dans une base unique de données, destinée à la création d'un indice "Macrophytes plans d'eau" répondant aux demandes de la DCE et destinée à terme à être intégrée dans le futur "Système national d'Information sur l'Eau" (SIE).

## BIBLIOGRAPHIE

ALBERT M.B., BREIL P., BREUGNOT E., DUTARTRE A., GOB F., HÉROUIN E., PAQUIER A., 2007. *Relations entre la répartition des macrophytes aquatiques en grands cours d'eau et la variabilité des conditions hydrauliques et hydrologiques*. Rapport d'étude "Maitrises", Cemagref, Bordeaux - Lyon. 85 p.

BAKER, J.R., PECK, D.V. AND SUTTON, D.W. 1997. Environmental Monitoring and Assessment Program. Surface Waters. Field Operations Manual for Lakes. US Environmental Protection Agency report EPA/620/R-97/001.

BERTRIN V., LANOISELEE C., BARBE J., BONNARD R., PHILIPPE M., DUTARTRE A., ARGILLIER C., GUIBERT A., IRZ P., 2006. Application de l'outil SEQ Plans d'eau sur différents types de lacs situés dans la circonscription du district Adour-Garonne. Cemagref, UR Réseaux Epuraton et Qualité des Eaux ; Hydrobiologie ; Biologie des Ecosystèmes Aquatiques. Rapport, 316 p.

BLAKE G., DUBOIS J. P., GERDEAUX P., 1986. Distributional changes of populations of macrophytes in an alpine lake (Lake Aiguebelette, Savoie, France) in: Proc. EWRS/AAB, 43-50

COOKE G., WELCH E., PETERSON S., NEWROTH P., 1986. Restoration and management of lakes and reservoirs. Lewis ed., 548 p.

DUBOIS J. P., BLAKE G., GERBEAUX P., BRUN G., 1988. Aquatic vegetation of Lake Annecy. Schweiz. Z. Hydrol. 50 : 96-110

DUBOIS J. P., BLAKE G., GERBEAUX P., JENSEN S., 1984. Methodology for the study of the distribution of aquatic vegetation in the French alpine lakes. Verh. Internat. Verein. Th. Ang. Limnol., 22, 1036-1039.

DUTARTRE A., 2002, Evolutions récentes des communautés végétales riveraines des lacs et étangs landais. In : Actes du séminaire européen "Gestion et conservation des ceintures de végétation lacustre", Le Bourget du Lac, France, 23-25 octobre 2002, 59-79

DUTARTRE A., BEUFFE H., CARBONE R., COSTE M., LAFFONT A. I., ROQUEPLO C., TORRE M., GROSS F., 1987. Le lac de Parentis-Biscarrosse et son environnement en 1984 -1985. Tome 3. Qualité des eaux du système lacustre. Bilan de matières. Hydrobiologie et évolution de l'état du lac. Université de Bordeaux III, Cabinet Ingénierie des eaux Continentales, CTGREF, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture. Rapport, 290 pages.

DUTARTRE A., BERTRIN V., 2009. Méthodologie d'étude des macrophytes en plans d'eau. Mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Cemagref, Unité de Recherche Réseaux, Epuraton et Qualité des Eaux. Version 3.2, 28p.

DUTARTRE A., LEVEAU D., MOREAU A., 1997. Suivi du développement des plantes exotiques. Propositions d'interventions. Lacs de Cazaux-Sanguinet et de Parentis-Biscarrosse. Campagne 1997. Cemagref, Groupement de Bordeaux, Unité Qualité des Eaux. 70 pages + 4 cartes couleur.

FRAISSE, T. 1999. Protection et végétalisation des zones de marnage des plans d'eau. Guide méthodologique. Les études des Agences de l'Eau, N° 66, 96 p.

HAURY, J., PELTRE, M.-C., TREMOLIERES, M., BARBE, J., THIEBAUT, G., BERNEZ, I., DANIEL, H., CHATENET, P., HAAN-ARCHIPOF, G., MULLER, S., DUTARTRE, A., LAPLACE-TREYTURE, C., CAZAUBON, A., LAMBERT-SERVIEN, E. 2006, A new method to assess water trophy and organic pollution - the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution, *Hydrobiologia*, vol.1, p. 153-158.

JENSEN S., 1977. An objective method for sampling the macrophytes vegetation in lakes. *Vegetatio*, 33, p 107-118

PELTRE M.C., MULLER S., OLLIVIER M., DUTARTRE A., BARBE J., HAURY J., TREMOLIERES M., 2002. Les proliférations végétales aquatiques en France : caractères biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices. I. Bilan d'une synthèse bibliographique. *Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture*. N°365/366, p 237-258.

ROWAN J. S., BRAGG O. M., DUCK R. W., BLACK A. R., 2003. Development of a technique for lake habitat survey (LHS): Scoping study. Final report September 2003. Joint Nature Conservation Committee, Contract N° F90-01-628. Report, 54 p.

ROWAN J. S., DUCK R. W., CARWARDINE J., BRAGG O. M., BLACK A. R., CUTLER M. E. J., 2004. Development of a technique for lake habitat survey (LHS): Phase 1. Scotland and Northern Ireland forum for environmental research. Report, 123 p.

ROWAN J. S., DUCK R. W., CARWARDINE J., BRAGG O. M., BLACK A. R., CUTLER M. E. J., SOUTAR I., 2005. Lake Habitat Survey in the United Kingdom : Field Survey Guidance Manual : draft version 3, June 2005. The Environmental Systems Research Group, University of Dundee. The Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research (SNIFFER), 66 p.

ROWAN J. S., SOUTAR I., BRAGG O. M., CARWARDINE J., CUTLER M. E. J., 2006. Lake Habitat Survey in the United Kingdom, Field Survey Guidance Manual. Version 3.1. Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research. final report, 70 p.

SAGE ENVIRONNEMENT, 2007. Etude de l'état des roselières du lac d'Annecy et propositions d'action de restauration. S.I.L.A., 106 p.

SCHAUMBURG J., SCHMEDTJE U., SCHRANZ C., KÖPF B., SCHNEIDER S., STELZER D., HOFMANN G., 2004. Instruction protocol for the Ecological Assessment of Lakes for Implementation of the EU Water Framework Directive : Macrophytes and Phytobenthos. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 46 p

TORMOS T., DE BORTOLI J., ARGILLIER C., 2007. Analyse d'images et prospection terrain pour caractériser l'hydromorphologie lacustre. Cemagref, Groupement de Montpellier. 46 p.

WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y., PAULIN L., 1998. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Cemagref ed., 158 p.

## Eléments de calcul permettant le positionnement géographique des unités d'observation selon le protocole de Jensen (1977) <sup>1</sup>

Le protocole comporte un tracé sur un fond de carte de transects positionnés de manière régulière le long d'une ligne correspondant à la plus grande dimension du plan d'eau. Le point de contact en rive de ces transects détermine la position du départ d'une unité d'observation.

Les données nécessaires au calcul sont la superficie du plan d'eau (en km<sup>2</sup>) et son périmètre (en km).

Le nombre de transects de base minimal (NTBM) est en relation avec la superficie du plan d'eau selon les catégories du tableau ci-dessous.

| Catégories (S km <sup>2</sup> ) |            | NTBM |
|---------------------------------|------------|------|
| S minimale                      | S maximale |      |
| 0,05                            | 0,39       | 1    |
| 0,40                            | 0,79       | 2    |
| 0,80                            | 1,59       | 3    |
| 1,60                            | 3,19       | 4    |
| 3,20                            | 6,39       | 5    |
| 6,40                            | 12,79      | 6    |
| 12,80                           | 25,59      | 7    |
| 25,60                           | 51,19      | 8    |
| 51,20                           | 102,39     | 9    |

Le nombre de transects de base (NTB) est obtenu par la formule suivante :

$$NTB = NTBM + \frac{\text{Superficie du lac} - \text{superficie minimum de la catégorie}}{\text{Superficie minimum de la catégorie}}$$

Ce nombre de base doit être corrigé ensuite en fonction du développement des rives du plan d'eau, c'est à dire le ratio entre la longueur réelle du périmètre et la longueur du périmètre d'un cercle de superficie équivalente. Le coefficient de correction est le suivant :

---

<sup>1</sup> Jensen S., 1977. An objective method for sampling the macrophytes vegetation in lakes. Vegetatio, 33 :107-118

$$\text{Coefficient de correction} = \frac{\text{longueur réelle}}{2 \sqrt{\pi \times \text{superficie du lac}}}$$

Et le nombre de transects à retenir est le suivant :

$$\text{Nombre de transects} = \text{NTB} \times \text{Coefficient de correction}$$

---

Exemple d'application : lac de Parentis-Biscarrosse (Landes)<sup>2</sup>

Superficie du lac : 36 km<sup>2</sup>, périmètre : 38 km.

$$\text{NTB} = 8 + \frac{36 - 25,60}{25,60} = 8,41$$

$$\text{Coefficient de correction} = \frac{38}{2 \sqrt{\pi \times 36}} = 1,79$$

$$\text{Nombre de transects} = 8,41 \times 1,79 = 15,05$$

Le nombre retenu dans l'étude de 1984 a été de 15, correspondant à 30 transects de relevés. L'étude ayant pour but de faire un point complet sur la répartition de la végétation dans le lac, tous les transects ont été étudiés.

---

2 Dutartre, A.; Beuffe H.; Carbone R.; Coste M.; Laffont A. I.; Roqueplo C.; Torre M.; Gross F., 1987, *Le lac de Parentis-Biscarrosse et son environnement en 1984-1985. Tome 3. Qualité des eaux du système lacustre. Bilan de matières. Hydrobiologie et évolution de l'état du lac.* Université de Bordeaux III, Cabinet Ingénierie des eaux Continentales, CTGREF, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture. Rapport, 290 pages.

## Typologie des rives utilisée pour la sélection des unités d'observation

| DESCRIPTION DES FORMATIONS VEGETALES ET/OU DES AMENAGEMENTS DES RIVES   |  | TYPE     |
|---|--|----------|
| <b>HABITATS NATURELS</b>  |  |          |
| Tourbières<br>Landes tourbeuses / humides<br>Marais / marécages<br>Prairies inondées / humides<br>Mégaphorbiaies / végétation héliophyte en<br>touradons<br>Forêt hygrophile / bois marécageux (aulnaie-<br>saussaie)   | Zones humides rivulaires caractéristiques  | <b>1</b> |
| Forêts feuillus et mixtes<br>Forêts de conifères<br>Arbustes et buissons<br>Lande / Lande à Ericacées   | Zones rivulaires colonisées par la<br>végétation arbustive et arborescente non<br>humide     | <b>2</b> |
| Friches<br>Hautes herbes<br>Rives rocheuses<br>Plages / sol nu  | Zones rivulaires non colonisées par la<br>végétation arbustive et arborescente non<br>humide | <b>3</b> |
| <b>ZONES ARTIFICIELLES OU SUBISSANT DES PRESSIONS ANTHROPIQUES VISIBLES</b>   |  |          |
| Ports, mouillages, jetées, marinas, docks, bateaux<br>Zones de berges artificialisées et aménagées : <i>entretien de la végétation rivulaire, zones<br/>           déboisées, litière, décharge, remblais, murs, digues, revêtements artificiels, plages<br/>           aménagées, chemins et routes, ouvrages hydrauliques, etc.</i> |  | <b>4</b> |



**Fiches de terrain**

|  |                                 |                |                 |
|--|---------------------------------|----------------|-----------------|
| <b>UNITE D'OBSERVATION<br/>MACROPHYTES</b> | <b>DESCRIPTION<br/>GENERALE</b> | <b>FICHE 1</b> | <b>Page 1/2</b> |
|--|---------------------------------|----------------|-----------------|

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Nom du plan d'eau : | Code : |
|---------------------|--------|

|                         |
|-------------------------|
| Organisme / opérateur : |
|-------------------------|

|                        |        |               |             |
|------------------------|--------|---------------|-------------|
| N° Unité Observation : | Date : | Heure début : | Heure fin : |
|------------------------|--------|---------------|-------------|

|   |         |   |
|---|---------|---|
| Inscrire les coordonnées GPS du point <u>central</u> de l'unité : | : ..... | Lambert 93 <input type="checkbox"/>                                     |
|   | : ..... | Lambert II ét. <input type="checkbox"/> WGS 84 <input type="checkbox"/> |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Transparence mesurée au disque de Secchi (m) : | Niveau NGF des eaux (m) : |
|--|---------------------------|

|                                 |                                       |                                  |                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Orientation / vents dominants : | Sous le vent <input type="checkbox"/> | Protégé <input type="checkbox"/> | Sans objet <input type="checkbox"/> |
|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|

### Typologie des rives au niveau de l'Unité d'Observation

Noter la fréquence des éléments observés : 1, très rare, 2, rare, 3, présent, 4, abondant, 5, très abondant  
"Autre" : à préciser

**Type 1 : "Zones humides caractéristiques"**  
 Tourbières (\_\_\_) ; Landes tourbeuses / humides (\_\_\_) ; Marais / Marécages (\_\_\_) ; Plan d'eau proche (< 50 m de la rive) (\_\_\_) ; Prairies inondées / humides (\_\_\_) ; Mégaphorbiaie / Végétation hélophyte en touradons°(\_\_\_) ; Forêt hygrophile / Bois marécageux (aulnaie-saussaie) (\_\_\_) ; Autre\*\* (\_\_\_) :

**Type 2 : "Zones rivulaires colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide"**  
 Forêts feuillus et mixtes (\_\_\_) ; Forêts de conifères (\_\_\_) ; Arbustes et buissons (\_\_\_) ; Lande / Lande à Ericacées (\_\_\_) ; Autre\*\* (\_\_\_) :

**Type 3 : "Zones rivulaires non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide"**  
 Friches (\_\_\_) ; Hautes herbes (\_\_\_) ; Rives rocheuses (\_\_\_) ; Plages / Sol nu (\_\_\_) ; Autre\*\* (\_\_\_) :

**Type 4 "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles"**  
 Ports (\_\_\_) ; Mouillages (\_\_\_) ; Jetées (\_\_\_) ; Urbanisation (\_\_\_) ; Entretien de la végétation rivulaire(\_\_\_) ; Zones déboisées (\_\_\_) ; Litière (\_\_\_) ; Décharge (\_\_\_) ; Remblais (\_\_\_) ; Murs (\_\_\_) ; Dignes (\_\_\_) ; Revêtements artificiels (\_\_\_) ; Plages aménagées (\_\_\_) ; Zone de baignade (\_\_\_) ; Chemins et routes (\_\_\_) ; Ouvrages de génie civil (\_\_\_) ; Agriculture (\_\_\_) ; Enrochements (\_\_\_) ; Autre\*\* (\_\_\_) :

|  |                |                |
|--|----------------|----------------|
| Pourcentage du linéaire total de rive représenté par ce type : | Type 1 : ___ % | Type 2 : ___ % |
|  | Type 3 : ___ % | Type 4 : ___ % |

|   |  |
|---|--|
| Largeur de la zone littorale "euphotique" : "importante", type "a" <input type="checkbox"/> | "réduite", type "b" <input type="checkbox"/> |
|---|--|

### Commentaires / Précisions

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |                               |                |                 |
|--|-------------------------------|----------------|-----------------|
| <b>UNITE D'OBSERVATION<br/>MACROPHYTES</b> | <b>DESCRIPTION<br/>LOCALE</b> | <b>FICHE 1</b> | <b>Page 2/2</b> |
|--|-------------------------------|----------------|-----------------|

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Nom du plan d'eau : | Code : |
|---------------------|--------|

Organisme / opérateur :

|                        |                                  |        |               |             |
|------------------------|----------------------------------|--------|---------------|-------------|
| N° Unité Observation : | Type de rive dominant sur l'UO : | Date : | Heure début : | Heure fin : |
|------------------------|----------------------------------|--------|---------------|-------------|

|   |  |
|---|--|
| Inscrire les coordonnées GPS du point <u>central</u> de l'unité : | Lambert 93 <input type="checkbox"/><br>Lambert II ét. <input type="checkbox"/> WGS 84 <input type="checkbox"/> |
|---|--|

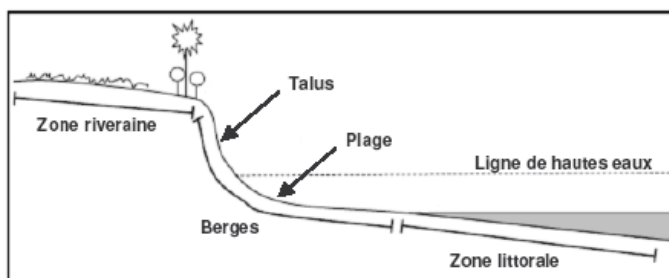
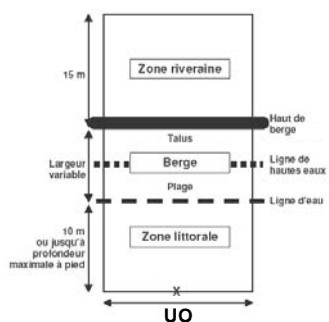
**Conditions d'observation**

Vent : nul  faible  moyen  fort

Météo : soleil  faiblement nuageux  très nuageux  pluie fine  pluie forte

Surface de l'eau : lisse  faiblement agitée  agitée  très agitée  Hauteur des vagues (m) :

**Description de la rive au niveau de l'Unité d'Observation**



(adapté du protocole LHS)

**Description de la zone riveraine (Cf. Fiche 1/1)**

Occupation du sol dominante : Végétation dominante:

**Description de la berge (Cf. Fiche 1/1)**

**Description du talus**

Hauteur (m) : Impacts humains visibles : oui  non  Indices d'érosion : oui  non

Type de substrat dominant : Végétation dominante :

**Description de la plage**

Largeur (m) : Impacts humains visibles : oui  non  Indices d'érosion : oui  non

Type de substrat dominant (\*): Végétation dominante :

**Description de la zone littorale**

Largeur explorée (m) : Type de substrat dominant (\*): Impacts humains visibles : oui  non

Végétation aquatique dominante : hydrophytes  hélrophytes

**Commentaires / Précisions**

\* Substrats : [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques ]

|  |                                 |                |
|--|---------------------------------|----------------|
| <b>UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES</b> | <b>RELEVÉ DE ZONE LITTORALE</b> | <b>FICHE 2</b> |
|--|---------------------------------|----------------|

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Nom du plan d'eau : | Code : |
|---------------------|--------|

Organisme / opérateur :

|                        |        |               |             |
|------------------------|--------|---------------|-------------|
| N° Unité Observation : | Date : | Heure début : | Heure fin : |
|------------------------|--------|---------------|-------------|

|                              |                 |               |   |
|------------------------------|-----------------|---------------|---|
| Inscrire les coordonnées GPS | Début : : ..... | Fin : : ..... | Lambert 93 <input type="checkbox"/><br>Lambert II ét. <input type="checkbox"/><br>WGS 84 <input type="checkbox"/> |
|------------------------------|-----------------|---------------|---|

| TAXON | Abondance<br>1 – 5 | N° de l'échantillon<br>si prélèvement | Observations<br>complémentaires (*) |
|-------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|-------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

\* : indiquer la superficie de (des) l'herbier(s), la profondeur, le type de substrat, la présence de fleurs, de fruits, etc.  
 Substrat dominant : [ V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers ; C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques ]

**Commentaires / Précisions**

**UNITE D'OBSERVATION  
MACROPHYTES**

**PROFIL  
PERPENDICULAIRE**

**FICHE 3**

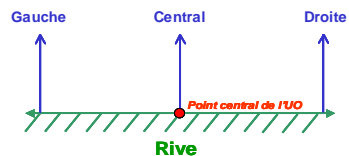
**Page 1 / 2**

Nom du plan d'eau : \_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_

Organisme / opérateur : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_ Heure début : \_\_\_\_\_

N° Unité Observation : \_\_\_\_\_ Matériel utilisé : râteau  grappin  Profil : gauche  central  droit

Inscrire les coordonnées GPS de début : ..... Lambert 93  Lambert II ét.  WGS 84



Profondeur maximale de colonisation observée durant le relevé sur l'ensemble du profil : \_\_\_\_\_ m

**Points contacts [Taxons et abondances (1 – 5)]**

| 1           | Prof (m) | 2           | Prof (m) | 3           | Prof (m) | 4           | Prof (m) | 5           | Prof (m) |
|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          |
|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |
| 6           | Prof (m) | 7           | Prof (m) | 8           | Prof (m) | 9           | Prof (m) | 10          | Prof (m) |
| V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          |
|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |
| 11          | Prof (m) | 12          | Prof (m) | 13          | Prof (m) | 14          | Prof (m) | 15          | Prof (m) |
| V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          |
|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |

Substrat dominant : [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers ; C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques ]

**Commentaires / Précisions**

\_\_\_\_\_

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Nom du plan d'eau : | Code : |
|---------------------|--------|

|                         |        |             |
|-------------------------|--------|-------------|
| Organisme / opérateur : | Date : | Heure fin : |
|-------------------------|--------|-------------|

|                                       |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| N° Unité Observation :                | Matériel utilisé :<br>râteau <input type="checkbox"/> grappin <input type="checkbox"/>                            | Profil :<br>gauche <input type="checkbox"/><br>central <input type="checkbox"/><br>droit <input type="checkbox"/> |  |
| Inscrire les coordonnées GPS de fin : | Lambert 93 <input type="checkbox"/><br>Lambert II ét. <input type="checkbox"/><br>WGS 84 <input type="checkbox"/> |   |  |

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| <b>Points contacts</b> | <b>[Taxons et abondances (1 – 5)]</b> |
|------------------------|---------------------------------------|

|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |
|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| <b>16</b>   | Prof (m) | <b>17</b>   | Prof (m) | <b>18</b>   | Prof (m) | <b>19</b>   | Prof (m) | <b>20</b>   | Prof (m) |
| V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          |
|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |
| <b>21</b>   | Prof (m) | <b>22</b>   | Prof (m) | <b>23</b>   | Prof (m) | <b>24</b>   | Prof (m) | <b>25</b>   | Prof (m) |
| V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          |
|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |
| <b>26</b>   | Prof (m) | <b>27</b>   | Prof (m) | <b>28</b>   | Prof (m) | <b>29</b>   | Prof (m) | <b>30</b>   | Prof (m) |
| V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          | V T S C B D |          |
|             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |

**Substrat dominant :** [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers ; C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]

**Commentaires / Précisions**

