



**HAL**  
open science

# Méthodologie d'étude des macrophytes en plans d'eau : mise en ½uvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau

Alain Dutartre, Vincent Bertrin

► **To cite this version:**

Alain Dutartre, Vincent Bertrin. Méthodologie d'étude des macrophytes en plans d'eau : mise en ½uvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. [Rapport Technique] irstea. 2009, pp.28. hal-02594823

**HAL Id: hal-02594823**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02594823v1>**

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.

## **MISE EN ŒUVRE DE LA DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU DANS LES PLANS D'EAU**

# ***Méthodologie d'étude des communautés de macrophytes en plans d'eau***

Alain Dutartre, Vincent Bertrin, mai 2009

### **Préambule**

Cette proposition s'appuie sur un certain nombre de documents préexistants, tels que rapports issus de travaux scientifiques et techniques ou d'analyses bibliographiques, et les acquis concrets actuellement disponibles en matière de déroulement des campagnes de terrain. Elle intègre également d'autres sources d'informations telles que normes et/ou pré-normes, documents officiels provenant de la Commission Européenne, documents validés par le Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (SANDRE) et les spécifications du Système d'Information sur les Plans d'Eau (SIPE) en cours d'élaboration.

Cette proposition de méthodologie pourra s'appliquer à tous les plans d'eau concernés par l'application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau sur le territoire français et dans lesquels les communautés de macrophytes sont considérées comme des indicateurs pertinents au sens de la DCE.

# 1. Rappels

Les communautés de macrophytes aquatiques comportent des espèces riveraines émergées (hélrophytes), des espèces amphibies, des espèces flottantes et des espèces immergées ou à feuilles flottantes (hydrophytes) susceptibles de coloniser un grand nombre des biotopes naturels ou aménagés des zones de bordure des plans d'eau, jusqu'à des profondeurs dépassant 5 à 10 m, en fonction de la transparence moyenne des eaux.

Au sens de la norme CEN EN 15460 : 2007, les macrophytes sont toutes les plantes aquatiques facilement visible à l'œil nu, incluant les plantes vasculaires, les bryophytes, les algues characées, quelques ptéridophytes et les formes macroscopiques d'algues. Ce terme inclut les macrophytes poussant dans les eaux et dans la zone de marnage, comprenant hydrophytes, hélrophytes, amphiphytes et les espèces de la zone supra littorale.

Une grande partie de ces plantes est facilement identifiable, voire même déterminable directement sur le terrain. Par ailleurs, les connaissances disponibles sur l'écologie de ces organismes permettent de les utiliser dans une analyse de bioindication, à partir des communautés ou des espèces elles-mêmes. Diverses méthodes d'évaluation d'état écologique à partir de ces biocénoses sont d'ailleurs déjà disponibles dans la littérature mais aucune ne semble actuellement directement applicable au contexte français (comme par exemple, *Schaumburg et al., 2004*).

Enfin, sur une partie notable du territoire métropolitain, plusieurs espèces de phanérogames exotiques à caractère envahissant sont présentes et peuvent modifier de manière plus ou moins importante le fonctionnement écologique de ces biocénoses et donc l'état des milieux. Une première liste nationale indicative comportant les espèces possédant de fortes dynamiques d'invasion susceptible de s'installer dans les plans d'eau est présentée dans le présent document en Annexe 4.

Dans ce contexte, la méthodologie proposée dans ce document vise à donner un cadre commun en France métropolitaine pour l'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE. Elle s'appuie à la fois sur la norme CEN EN 15460 : 2007 et sur les méthodes européennes actuellement disponibles, adaptées au contexte français.

## 2. Méthodologie de terrain

Les relevés doivent être réalisés **en période de développement de la végétation** (entre début juillet et fin septembre). A l'échelle d'un plan d'eau, la réalisation des relevés sur l'ensemble des unités d'observation devra obligatoirement faire l'objet d'une campagne de terrain unique **sans discontinuité des jours**.

Dans la mesure où les biotopes favorables aux macrophytes sont pour la plupart situés dans les zones riveraines peu profondes des plans d'eau, une connaissance générale du plan d'eau est nécessaire pour permettre des choix de positionnement des "**unités d'observation**" des communautés de macrophytes. Cette connaissance générale du plan d'eau est également une base indispensable pour l'évaluation des pressions et des impacts "locaux" pouvant s'exercer sur le milieu, selon l'ensemble des aménagements et usages anthropiques.

C'est pourquoi les modalités d'acquisition de ces connaissances sont un préalable indispensable dans le déroulement des opérations de surveillance DCE du plan d'eau.

Un protocole "Lake Habitat Survey" a été proposé par des collègues de Grande Bretagne (Rowan *et al.*, 2006). Issu de travaux antérieurs de l'Environmental Protection Agency (EPA) des Etats Unis d'Amérique, ce protocole de description est destiné à une évaluation globale de l'hydromorphologie du plan d'eau. Une adaptation de ce protocole au contexte français est en cours de réalisation. Certains des éléments de description des zones riveraines constituent une base suffisante de description du plan d'eau dans l'optique du choix de positionnement géographique des sites d'observation des communautés de macrophytes.

**C'est seulement dans les plans d'eau naturels ou d'origine anthropique faiblement marnants que l'étude des communautés de macrophytes pourra contribuer à l'évaluation de l'état écologique du plan d'eau.**

Comme précédemment indiqué, 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), il n'est pas possible de proposer une amplitude maximale de marnage pour ce type de milieu qui soit scientifiquement argumentée. En utilisant les informations dont nous disposons dans ce domaine, nous proposons que cette amplitude, pour un marnage annuel, soit arbitrairement fixée à 2 m.

## 2.1. Distribution générale des unités d'observation sur les rives du plan d'eau

La méthode proposée comporte des relevés des espèces présentes sur des **linéaires de rives** et sur des **profils perpendiculaires** aux rives. Ceux-ci sont effectués à partir de points situés sur les rives dont un premier positionnement sera déterminé préalablement après application du protocole de Jensen (Jensen, 1977).

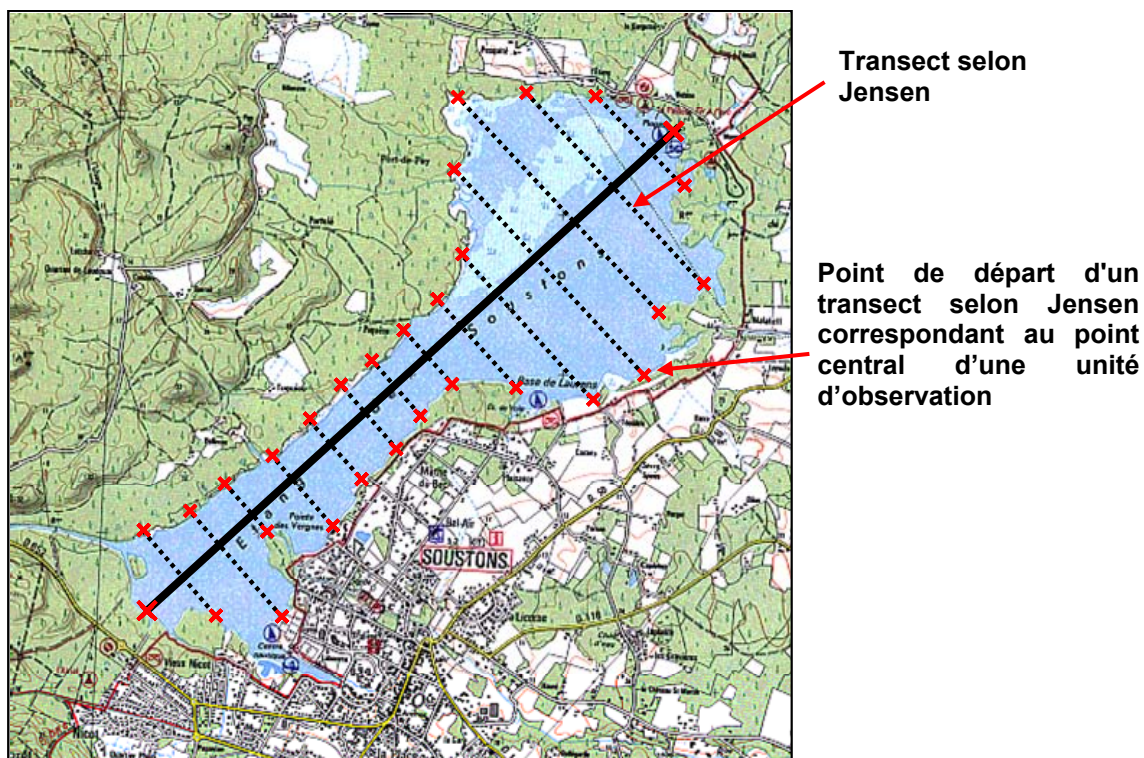
Ce protocole a été développé pour les lacs, à partir d'une recherche menée sur 52 lacs de Scanie en Suède mais nous proposons de l'appliquer également pour les plans d'eau d'origine anthropique peu marnants. Ce protocole permet le positionnement géométrique de transects d'étude des macrophytes calculé à partir de classes de superficies des plans d'eau et du développement des rives du plan d'eau. Les modalités de calcul du nombre de transects à retenir sont présentées en Annexe 1.

La ligne de base est positionnée sur la plus grande longueur du plan d'eau. Le nombre de transects à positionner perpendiculairement à cette ligne de base est calculé selon la proposition de Jensen : ces transects sont uniformément répartis sur la ligne de base. **Les points centraux des unités d'observation sont positionnés aux points de contacts de ces transects avec les rives.**

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.). En revanche, pour des plans d'eau de superficie importante ou aux rives très découpées, il débouche sur un nombre potentiel d'unités d'observation 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).

La Figure 1 présente le résultat de l'application stricte de ce protocole à l'étang de Soustons (Landes) dans le cadre de la dernière étude citée.



**Figure 1 : Illustration de l'application de la méthode de Jensen à l'étang de Soustons (Landes)**

Les points de contact des transects calculés avec la méthode de Jensen ainsi que le point de départ et d'arrivée de la ligne de base (adaptation de ce protocole) pourront être les points "centraux" des unités d'observation qu'il reste à sélectionner.

## 2.2. Sélection des unités d'observation

Bien que conçu par son auteur dans un souci d'optimisation des investigations à mener sur les communautés végétales des plans d'eau, ce protocole reste cependant relativement lourd à mettre en œuvre dans un contexte de suivi régulier d'un grand nombre de milieux. C'est pourquoi il est proposé de réaliser un choix parmi ces positions, c'est à dire de procéder à un sous échantillonnage parmi les unités d'observation définies par la méthode de Jensen. Ce choix s'appuiera sur la description des rives du plan d'eau permettant la définition des principaux types de rives.

La méthode de description des rives s'appuie en partie sur les éléments constitutifs du protocole LHS déjà cité, parmi lesquels un choix de descripteurs jugés pertinents pour les communautés de macrophytes a été fait.

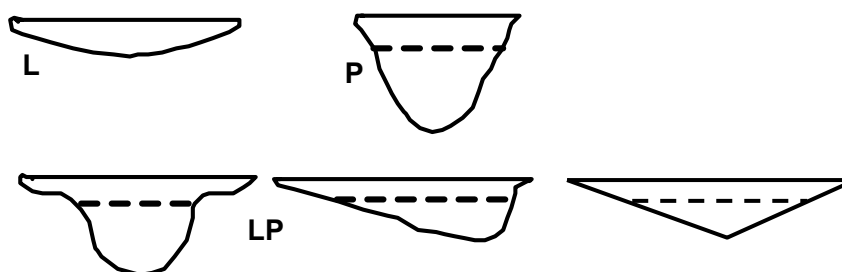
La typologie proposée comporte deux critères cumulatifs débouchant sur 8 modalités possibles de rives (Tableau 1 et 2) :

- le premier critère est une **description des formations végétales et/ou des aménagements des rives**. Notés 1 à 3, trois 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, noté 4, correspond à des rives ayant subi des modifications anthropiques notables.

**Tableau 1 : Typologie des rives**

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

- le second critère proposé est la **largeur de la zone littorale euphotique**, présentant une **profondeur inférieure à celle de la zone euphotique** (c'est à dire la zone pouvant potentiellement accueillir les végétaux aquatiques). Cette zone peut être d'une largeur très variable : importante dans les plans d'eau dont la cuvette est de forme "L" (typologie nationale, Cf. figure 2) ou plus réduite dans les plans d'eau dont la cuvette est de forme "LP". 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.). L'évaluation de la zone littorale euphotique dépendra donc 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.



**Figure 2 : Formes de cuvettes lacustres (typologie nationale).**  
*La ligne correspond à la profondeur maximale de la thermocline en été*

Il est proposé que ce second critère soit divisé en deux modalités selon la largeur. L'une notée "a" correspondra à une largeur dite "importante"; l'autre notée "b" à une largeur "réduite".

La limite de largeur proposée entre ces deux modalités est de 50 m.

**Tableau 2 : Type de zone littorale**

LARGEUR DE LA ZONE LITTORALE EUPHOTIQUE	TYPE
- "importante" (> 50 m)	... <b>a</b>
- "réduite" (< 50 m)	... <b>b</b>



*Par exemple, une rive rocheuse comportant une largeur de la zone littorale euphotique de 20 m sera notée **3b**.*

**Préalablement aux campagnes de terrain, une première analyse des types de rive doit être réalisée à l'aide des documents déjà disponibles** sur le plan d'eau, dont les documents cartographiques et photographiques. Ceux-ci doivent être les plus récents possibles et il est nécessaire de choisir les échelles qui apportent le plus de détails et d'informations sur la nature des berges du plan d'eau :

- documents cartographiques : cartes IGN au 1/25 000 ou 1/10 000, cartes de végétation, cartes bathymétriques, cartes sous format papier ou numérisées (logiciel CartoExplorer, par exemple).
- documents photographiques : photos aériennes (logiciel PhotoExplorer par exemple), photos satellites, ortho-photos, etc.

**Il est nécessaire d'effectuer une reconnaissance spécifique sur le terrain et une observation directe de la nature des berges**, depuis une embarcation sur le plan d'eau ou directement à pied depuis la rive, venant préciser et actualiser les éléments cartographiques ou iconographiques disponibles. Elle permet de valider éventuellement le positionnement envisagé des unités d'observation ou de le modifier en fonction des observations. Elle pourra être réalisée préalablement aux campagnes spécifiques "macrophytes" ou en début de la campagne.

La cartographie simplifiée des rives obtenue par ces analyses sera donc confrontée aux positionnements des unités d'observation obtenues par la méthode de Jensen et un choix parmi elles sera alors réalisé sur les types de rives les plus représentés sur le périmètre du plan d'eau.

**Au moins 1 unité d'observation sera réalisée au niveau de chaque type de rive identifié sur le plan d'eau.**

Le nombre d'unités d'observation sera d'au moins:

- 3 pour les plans d'eau de 50 à 250 ha,
- 6 pour les plans d'eau de 250 ha à 10 km<sup>2</sup>,
- 8 pour les plans d'eau supérieurs à 10 km<sup>2</sup>.

Afin de fournir une image la plus représentative du peuplement de macrophytes sur le plan d'eau, les principes à respecter sont les suivants :

- Echantillonner sur chaque type de rive identifié,
- Doubler cet échantillonnage sur les plans d'eau > 10 km<sup>2</sup> (2 unités d'observation au niveau de chaque type de rive),
- Les unités d'observations supplémentaires doivent mettre en valeur le potentiel de colonisation du milieu par les plantes aquatiques (quand il s'agit de réaliser 6 unités d'observation par exemple).

Le temps estimé pour réaliser ce travail correspond à environ 1 à 4 jours pleins de terrain pour deux personnes. Cette estimation du temps passé ne tient pas compte des temps de déplacements entre les sites d'étude qui dépendent directement de la puissance du moteur de l'embarcation utilisée dans les relevés, de la réglementation de la navigation sur le plan d'eau et de l'accessibilité de certaines rives.

Dans la mesure du possible, les unités d'observation choisies devront être éloignées de 50 m au minimum des conformations "inhabituelles" des rives, telles que anses ou zones proches des débouchés des tributaires du plan d'eau. Ces zones particulières, voire marginales, constituent des habitats très souvent favorables au développement de plantes aquatiques. La réalisation des unités d'observation à leur niveau, si elle est effectuée de façon préférentielle, ne permettrait pas l'évaluation la plus objective de l'état écologique des peuplements de macrophytes à l'échelle du plan d'eau.

Le linéaire relatif de chaque grand type de rive identifié, par rapport au périmètre total du plan d'eau, sera précisé et exprimé en pourcentage à 5 ou 10 % près selon la diversité de ces types de rives (par exemple : 60 % pour le type 1, 15 % pour le type 3 et 25 % pour le type 4).

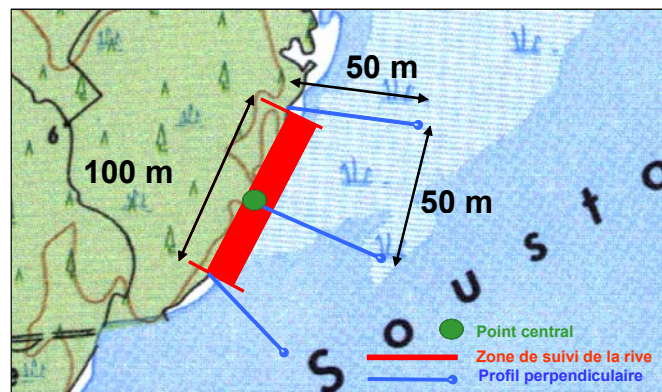
De même, l'adaptation du protocole de Jensen que nous proposons, qui inclut les extrémités de la ligne de base dans le positionnement potentiel des unités d'observation, permet de situer une unité d'observation sur ces points si le type de rive y est jugé important à l'échelle du plan d'eau.

Le choix de positionnement des unités d'observation devra faire l'objet d'une justification explicite figurant dans le document produit par l'opérateur. Dans toute la mesure du possible, les positions de ces unités d'observation, comme les repérages GPS des différents éléments les composant, devront être utilisés comme références de terrain lors des investigations ultérieures.

## 2.3. Unité d'observation : structure et réalisation

Une unité d'observation comporte (Figure 3) :

- un relevé de la végétation de la zone littorale explorable à pied, par exemple en pantalons de pêche ou en bateau dans la zone où les fonds restent visibles. La longueur de ce relevé sera d'au moins 100 m.
- des relevés sur trois profils perpendiculaires à la rive dans le secteur de relevé de la zone littorale. Le choix de réalisation de trois profils dans une même unité d'observation (un profil au point central et un profil à chaque extrémité de l'unité d'observation) est une précaution "statistique" pouvant permettre d'améliorer la description des communautés de macrophytes présentes sur le site.



**Figure 3 : Structure schématique d'une unité d'observation positionnée sur l'étang de Soustons.**

Des fiches de recueil de données de terrain sont proposées en annexe 2 et des compléments techniques en annexe 5.

### **Relevé de la zone littorale**

Il sera positionné de part et d'autre du point de contact entre la rive et un transect positionné par l'application du protocole de Jensen ("point central" de la figure 3). Ce "point central" et les extrémités du relevé devront faire l'objet d'un relevé GPS.

Ce relevé sera constitué d'une prospection sur l'ensemble de la zone. Cette prospection pourra être réalisée en "zigzags", de manière à obtenir une image représentative de la colonisation végétale de cette zone. La largeur de la section explorée dépendra principalement de la morphologie de la berge (profondeur, pente, accessibilité, etc.).

L'observation du littoral sera effectuée de préférence à pied, mais il sera possible d'utiliser un bateau si les conditions d'accès et de cheminement sont trop difficiles. Cependant, la largeur d'exploration de la zone littorale est fonction de la pente des fonds : l'exploration **ne dépassera pas 1 m de profondeur**. Dans le cas de pentes faibles des fonds, cette largeur sera **au moins de 10 m**.

**Il est également demandé de répertorier les plantes de la zone de rive jusqu'à la limite des plus hautes eaux.**

La largeur moyenne de la zone explorée sera notée ainsi que la nature du substrat. Pour le relevé, les indices d'abondance utilisés vont de 1, correspondant à de rares pieds isolés du taxon considéré sur le secteur de rive dans son ensemble, à 5 correspondant à une occupation de l'ensemble des biotopes disponibles pour le taxon considéré (Tableau 3).

**Tableau 3 : Evaluation de l'indice d'abondance lors d'un relevé en zone littorale**

Indice d'abondance	Description
1	quelques pieds
2	quelques petits herbiers
3	petits herbiers assez fréquents
4	grands herbiers discontinus
5	herbiers continus

#### **Relevé des profils perpendiculaires à la rive**

Les profils seront éloignés d'au moins 50 m les uns des autres, le profil central se plaçant au "point central" de l'unité d'observation ou à proximité de ce point. Pour les plans d'eau de faible superficie, si le linéaire d'un type de rive est inférieur à 100 m, les profils pourront être rapprochés les uns des autres tout en conservant une distance minimale entre chaque profil de 10 m.

Le point de départ de chacun des profils fera l'objet d'un relevé GPS.

**La longueur de ces profils devra être au moins de 50 m** sur les plans d'eau présentant de faibles pentes des fonds et pourra être réduite dès que la profondeur atteint la limite de la zone euphotique. Les points d'arrêt des prélèvements sur ces profils feront également l'objet d'un relevé GPS.

**Sur chacun des profils, au moins 30 prélèvements (points-contact)** seront réalisés de manière aléatoire à l'aide d'un râteau ou d'un grappin, selon la profondeur.

La largeur explorée sur chaque profil sera de l'ordre de 2 m. Un râteau à manche télescopique sera utilisé pour les profondeurs inférieures à 4 m. La manipulation du râteau devra comporter au moins un tour complet sur lui-même au contact des fonds.

Pour les profondeurs supérieures à 4 m, l'utilisation d'un grappin sera nécessaire. Il devra être tiré sur une assez courte distance de manière à éviter que ses dents ne soient complètement encombrées avant sa remontée. L'emploi d'un bathyscope dans les zones où les fonds sont directement observables permettra d'évaluer l'efficacité des prélèvements. Ce bathyscope peut également être employé à la place du râteau quand les profondeurs sont inférieures à 1 m (selon le modèle de bathyscope utilisé) et que la transparence de l'eau permet une vision claire et définie de la zone de prélèvement (surface observée approximative : 0,1 m<sup>2</sup> autour du point-contact). Cette méthode d'observation sera également privilégiée quand la probabilité de rencontrer des espèces protégées ou à fort caractère patrimonial dans ces zones de faible profondeur est élevée.

La profondeur des points de prélèvement où des plantes auront été récupérées sera notée à 10 cm près avec le râteau (manche gradué), à 0,5 m près avec le grappin. La nature du substrat, pouvant apporter une explication à la présence ou l'absence de végétation aquatique, sera notée à chaque point de prélèvement.

L'abondance relative des plantes récoltées par ces prélèvements sera évaluée pour chacun d'eux selon une gamme de 1 à 5, correspondant pour 1 à quelques tiges et pour 5 à un râteau ou grappin totalement couvert du taxon considéré (voir Tableau 4). Si plusieurs taxons sont prélevés en même temps, l'abondance totale du prélèvement pourra dépasser 5 (quelques tiges de plusieurs taxons peuvent être accrochées en même temps qu'une espèce très abondante). A la fin de chaque profil, la profondeur maximale observée de colonisation par les macrophytes sera notée.

**Tableau 4 : Evaluation de l'indice d'abondance par taxon lors d'un prélèvement au râteau ou grappin sur un profil perpendiculaire**

<b>Indice d'abondance</b>	<b>Description</b>
1	Quelques fragments de tige
2	Fragments de tige fréquents ou rares pieds
3	Fragments répartis sur l'ensemble de l'appareil
4	Taxon abondant
5	Taxon présent en grande quantité sur tout l'appareil

Le temps moyen estimé pour la réalisation des relevés à deux personnes d'une telle unité d'observation est d'environ 2 H (de 30' à 4 H selon la diversité et la quantité de plantes à prélever et à déterminer, ainsi que la largeur de la zone littorale).

## 2.4. Données à recueillir

Une mesure de la **transparence des eaux** sera réalisée au niveau de chaque unité d'observation.

Une **liste des taxons** présents dans le relevé de la zone littorale, identifiant hydrophytes et hélrophytes, avec leurs **abondances relatives** respectives à l'échelle de la zone observée, sera établie. Des informations complémentaires pourront être notées sur la fiche de relevé, une estimation des surfaces couvertes par certains taxons rares ou exceptionnels, de même que des indications sur les substrats.

Chaque profil perpendiculaire à la rive fera également l'objet d'une **liste des taxons** présents sur les points-contact réalisés, avec les **indices d'abondance** correspondants. La **profondeur maximale** de colonisation observée sur chaque profil sera notée. Pour chaque relevé au niveau des points-contact, la **profondeur** et le **type de substrat** seront donnés.

Les données obtenues (taxons et abondances) sur le relevé de la zone littorale et sur les 3 profils perpendiculaires seront identifiées et stockées séparément sur support informatique. Les fiches de relevé de terrain ainsi qu'un fichier Excel de saisie informatique des données au format standardisé sont disponibles en téléchargement sur le site internet du Cemagref et d'AQUAREF :

<https://hydrobio-dce.cemagref.fr/>

<http://www.aquaref.fr/>

### ***Etablissement de la liste floristique***

**Le niveau de détermination** requis est l'espèce pour les Phanérogames, les Bryophytes, les Ptéridophytes et les Lichens (genres aquatiques monospécifiques pour ce dernier groupe). Pour les organismes unicellulaires (hétérotrophes et algues), la détermination sera limitée au genre.

L'identification des algues ne portera que sur les formes filamenteuses ou en thalles principales, correspondant à des formes « macroscopiques » lors du relevé. Sous le microscope, on constatera souvent que l'échantillon d'algues comporte plusieurs espèces en

mélange, y compris des épiphytes, benthiques ou planctoniques. Dans ce cas, on appliquera un prorata entre l'abondance du « taxon » initialement distingué et le taux de présence noté pour ceux identifiés au laboratoire : si le « taxon » initial prélevé avait une abondance de 3, et qu'il se révèle composé de 3/4 de l'algue A et 1/4 de l'algue B, on remplacera sur la liste floristique « *Abondance Taxon initial = 3* » par « *Abondance Algue A = 2* » et « *Abondance Algue B = 1* ». Plusieurs échantillons d'algues « macroscopiques » seront réalisés dans plusieurs configurations (accrochées au substrat, aux végétaux, supports artificiels, etc.) sur les relevés de zone littorale et sur les profils perpendiculaires.

Pour les groupes de taxinomie délicate (Bryophytes, Algues), dans les cas difficiles (Potamot, Renoncule, Callitriche) ou lorsque les opérateurs jugent leur compétence ou leur expérience encore insuffisantes, le recours à des experts doit être systématiquement prévu. Ces référents seront choisis parmi des scientifiques locaux ou nationaux dont les compétences sont reconnues pour la botanique aquatique, ou dans une liste établie par le GIS *Macrophytes des Eaux Continentales*<sup>1</sup>.

Les hybrides seront rattachés à l'espèce parente la plus proche morphologiquement, c'est-à-dire celle avec laquelle ils partagent le plus grand nombre de critères utilisés dans les clés de détermination.

Les morphoses et les taxons de rang inférieur à l'espèce (sous-espèces, variétés), dont certains genres de phanérogames, voire de bryophytes, sont riches, ne seront pas non plus pris en compte dans la liste finale.

Les échantillons non déterminables au niveau requis doivent être conservés. Ils feront l'objet d'une demande de confirmation auprès d'un expert, ou d'une comparaison avec d'autres échantillons prélevés sur la même station, lors d'une autre campagne le cas échéant, ou sur d'autres stations typologiquement comparables.

Les phanérogames et bryophytes qui ne peuvent être déterminés qu'au niveau générique seront inclus dans la liste floristique, avec la mention *sp.*

Lorsqu'un taxon s'avère définitivement non déterminable au moins au niveau du genre, quelque soit son groupe, il sera écarté et ne sera pas noté dans la liste taxinomique. L'inclusion de tels items dans la liste validée n'apporte aucune information, et augmente artificiellement la richesse.

---

1 Marie-Christine Peltre, *Secrétaire du GIS* - Université Paul Verlaine de Metz - Laboratoire Interactions, Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes - UFR Sci Fa Campus Bridoux - bd du Général Delestraint 57070 METZ CEDEX - Tél : (03) 87 37 84 26 - Courriel : [peltre@univ-metz.fr](mailto:peltre@univ-metz.fr).

## Références utilisées :

- Bertrin V., Lanoiselée 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 Epuration 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, p 43-50
- CEN, 2007. EN 15460 : 2007 –Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes. 20 p.
- Dubois J. P., Blake G., Gerbeaux P., Brun G., 1988. Aquatic vegetation of Lake Annecy. Schweiz. Z. Hydrol. 50 : p 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, p 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, p 59-79
- Dutartre A., 2004. De la régulation des plantes aquatiques envahissantes à la gestion des hydrosystèmes. Ingénieries - E A T, n° spécial Ingénierie écologique, p 87 – 100
- Dutartre A., Haury J., Planty-Tabacchi A.M., 1997. Introductions de macrophytes aquatiques et riverains dans les hydrosystèmes français métropolitains : essai de bilan. Bull. Fr. Pêche Piscic., 3344-3445, p 407-426
- 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 p.
- Dutartre A., Delarche A., Dulong J., 1989. Végétation aquatique des lacs et étangs landais. Proposition d'un plan de gestion. Cemagref, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux, GERE. Etude N° 38, 121 p.
- 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.
- Gerbeaux P., 1982. Aspects méthodologiques de l'étude de la végétation aquatique des lacs. INRA, Université de Savoie. Mémoire DEPTN, 33 p. + annexe.



- Jäger, P., Pall, K. & Dumfarth, E: 2004: A method of mapping macrophytes in large lakes with regard to the requirements of the Water Framework Directive.- *Limnologica* 34, p 140 – 146.
- Jensen S., 1977. An objective method for sampling the macrophytes vegetation in lakes. *Vegetatio*, 33 :p 107-118
- Pall, K. & Moser, V., 2006. WFD compliant assessment system for lakes on the basis of aquatic macrophytes (preliminary title).- in prep.
- 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.
- SANDRE, 2005. Description des données relatives aux mesures macrophytes des plans d'eau. Version 1, 43 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.

## Eléments de calcul permettant le positionnement géographique des unités d'observation selon le protocole de Jensen (1977) <sup>2</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 :

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

<sup>2</sup> Jensen S., 1977. An objective method for sampling the macrophytes vegetation in lakes. Vegetatio, 33 :107-118

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 :

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

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>3</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.

---

<sup>3</sup> 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.

### Fiches de terrain

Les fiches qui suivent comportent une description de l'unité d'observation à deux niveaux, le premier aidant à la définition du type de rive (fiche 1 /1), le second étant une description plus précise du site (fiche 1/2) et deux fiches de relevés de végétation, en rive (fiche 2) et sur les profils perpendiculaires (fiche 3). Cette dernière fiche comprend deux pages.

La fiche 1/1 se réfère à la typologie proposée dans le protocole. Le point central de l'unité d'observation, issu de l'application du protocole de Jensen, est positionné au GPS.

La transparence des eaux mesurée au disque de Secchi doit être mesurée lors de la campagne des relevés de végétation.

Le niveau des eaux est une donnée qui peut être récupérée postérieurement à la campagne de terrain. Si aucune station de mesure du niveau des eaux n'est disponible sur le plan d'eau, un repère provisoire sur un aménagement fixe pourrait être proposé par le prestataire.

Le type "a" de zone littorale "euphotique" correspond à une largeur inférieure ou égale à 50 m, le type "b" à des largeurs supérieures à 50 m.

La fiche 1/2 comporte des éléments décrivant les conditions climatiques lors de la campagne d'observation et des éléments descriptifs des diverses zones de rive.

La fiche 2 est la fiche du relevé de rive. Les localisations GPS des limites du relevé sont nécessaires. La liste des taxons est établie à l'échelle de la zone littorale explorée et une note d'abondance doit être fournie pour chaque taxon répertorié.

Des données complémentaires peuvent être notées, comme la profondeur maximale observée pour les taxons (qui peut renseigner sur l'évolution antérieure des niveaux d'eau), le type de substrat en lien avec tel ou tel taxon, dès lors qu'il ne s'agit pas du substrat dominant et la surface couverte par tel ou tel taxon, dès lors que cette surface peut être estimée rapidement lors du relevé.

La fiche 3 est la fiche de relevé sur les profils perpendiculaires. La position du profil dans l'unité d'observation est précisée, ainsi que le matériel utilisé. Sur la page 1 de la fiche, les coordonnées GPS du point de départ sont notées, sur la fiche 2, celles du point de fin du profil. Sur chacun des points-contact du relevé sont notés la profondeur, les taxons prélevés, leur abondance dans l'échantillon et, dans la mesure du possible la nature du substrat. La profondeur maximale de colonisation par les végétaux doit être notée sur chaque profil.

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION GENERALE		FICHE 1	Page 1/2
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"/>					
<b>Typologie des rives au niveau de l'Unité d'Observation</b>					
Noter la fréquence des éléments observés : 1, très rare, 2, rare, 3, présent, 4, abondant, 5, très abondant					
<b>"Autre"</b> : à préciser					
<b>Type 1 : "Zones humides caractéristiques"</b>					
Tourbières (___) ; Landes tourbeuses / humides (___) ; Marais / Marécages (___) ; Plan d'eau proche (< 50 m de la rive)(___) ; Prairies inondées / humides (___) ; Mégaphorbiaie / Végétation héliophyte en touradons°(___) ; Forêt hygrophile / Bois marécageux (aulnaie-saussaie) (___) ; Autre** (___) :					
<b>Type 2 : "Zones rivulaires colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide"</b>					
Forêts feuillus et mixtes (___) ; Forêts de conifères (___) ; Arbustes et buissons (___) ; Lande / Lande à Ericacées (___) ; Autre** (___) :					
<b>Type 3 : "Zones rivulaires non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide"</b>					
Friches (___) ; Hautes herbes (___) ; Rives rocheuses (___) ; Plages / Sol nu (___) ; Autre** (___) :					
<b>Type 4 "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles"</b>					
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"/>					
<b>Commentaires / Précisions</b>					



UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		RELEVÉ DE ZONE LITTORALE		FICHE 2	
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"/> Lambert II ét. <input type="checkbox"/> WGS 84 <input type="checkbox"/>
TAXON		Abondance 1 – 5	N° de l'échantillon si prélèvement	Observations 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, marnes, 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 : râteau <input type="checkbox"/> grappin <input type="checkbox"/>	Profil : gauche <input type="checkbox"/> central <input type="checkbox"/> droit <input type="checkbox"/>	
Inscrire les coordonnées GPS de fin :	Lambert 93 <input type="checkbox"/> Lambert II ét. <input type="checkbox"/> WGS 84 <input type="checkbox"/>		

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

16	Prof (m)	17	Prof (m)	18	Prof (m)	19	Prof (m)	20	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	
21	Prof (m)	22	Prof (m)	23	Prof (m)	24	Prof (m)	25	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	
26	Prof (m)	27	Prof (m)	28	Prof (m)	29	Prof (m)	30	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]

<b>Commentaires / Précisions</b>
----------------------------------

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

### Proposition de protocole simplifié d'observations des macrophytes dans les plans d'eau marnants

*En marge des besoins liés à la mise en œuvre de la DCE sur les types de plans d'eau pour lesquels les macrophytes sont pertinents, des besoins spécifiques sur des plans d'eau marnants donc a priori sur lesquels les macrophytes ne sont pas pertinents peuvent exister. Pour y répondre, il est proposé ci-dessous, à titre indicatif, un protocole simplifié d'acquisition de données sur les plans d'eau marnants.*

Dans ces hydrosystèmes écologiquement très instables, les communautés de macrophytes ne peuvent permettre de définir un état écologique mais un examen rapide des zones où des espèces hydrophytes et hélophytes peuvent se développer permettrait d'évaluer un certain potentiel.

Ces zones sont presque exclusivement les queues de retenue et plus généralement les zones de contact entre le plan d'eau et ses affluents, ou des zones aménagées tels les ports, bases nautiques, mises à l'eau, etc., présentant des conditions environnementales favorables à certains hydrophytes.

Il est proposé que lors de la description du plan d'eau ces zones fassent l'objet d'un examen rapide et de prélèvements au râteau afin d'établir une liste des taxons d'hydrophytes et d'hélophytes présents. Dans les parties de ces zones où les fonds ne seront plus visibles, une vingtaine de prélèvements au râteau ou au grappin devra être faite pour récolter d'éventuels hydrophytes. Une liste des taxons comportant les abondances estimées respectives sera établie par zone examinée (si le plan d'eau comporte deux ou plusieurs affluents).

Le temps moyen estimé pour cet examen est d'environ trois heures en moyenne.

Par ailleurs, si le plan d'eau comporte des secteurs de rives où la zone littorale est relativement large et susceptible d'abriter des taxons de macroalgues et/ou de phanérogames, une vingtaine de prélèvements complémentaires au râteau devront être effectués sur au moins un profil de cette (ou ces) zone (s) et feront l'objet d'une éventuelle liste de taxon/abondance. Ce complément d'investigations pourrait être relativement important dans l'approche du potentiel écologique du plan d'eau, comme ce fut par exemple le cas du suivi de la retenue de Filleit en Ariège où, malgré le marnage important une characée et une renoncule ont pu être observées lors des campagnes de terrain (Bertrin *et al.*, 2007).

Le temps moyen estimé pour cet examen éventuel est d'environ une heure en moyenne.

## Propositions d'observations spécifiques des plantes aquatiques exotiques

Compte tenu des enjeux écologiques et économiques à moyen et long terme de la colonisation des hydrosystèmes par certaines espèces exotiques, il nous semble nécessaire de pouvoir statuer sur la présence (et dans ce cas l'abondance) ou l'absence de ces plantes dans les plans d'eau étudiés, même si les risques de colonisation du plan d'eau lui-même sont faibles ou inexistant (pour les plans d'eau marnants) car ces plantes sont facilement transportées vers les milieux aval, sous forme de propagules diverses dont des fragments de tiges relativement résistants.

C'est pourquoi, dans le cas où aucune observation confirmant la présence de ces espèces dans les unités d'observation étudiées sur les plans d'eau, il est recommandé de procéder à une dernière vérification dans les sites aménagés éventuellement présents, comme par exemple les ports et haltes nautiques qui sont souvent les premiers endroits où viennent s'installer ces plantes. La durée de cet examen ne devrait pas dépasser quelques minutes, soit lors de la reconnaissance du plan d'eau nécessaire à sa description, soit en fin de campagne de terrain.

La liste du tableau ci dessous est présentée à titre indicatif et devra être régulièrement actualisée pour tenir compte des nouvelles arrivées d'espèces (par exemple, observation très récente de *Hydrilla verticillata* dans l'étang de Soustons dans les Landes, observations diverses de *Hydrocotyle ranunculoïdes* dans l'ouest de la France, observations depuis 2005 de *Cabomba caroliniana* dans le canal de Bourgogne proche du lac Kir à Dijon, etc.).

### Liste provisoire des espèces de plantes aquatiques exotiques envahissantes à signaler lors des suivis de plans d'eau. (juin 2007)

<i>Elodea nuttallii</i>	élodée de Nuttall
<i>Egeria densa</i>	égéria
<i>Lagarosiphon major</i>	lagarosiphon
<i>Ludwigia grandiflora</i>	jussie à grandes fleurs
<i>Ludwigia peploides</i>	jussie à petites fleurs
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	myriophylle du Brésil

### Compléments techniques

**N. B.** : la norme européenne (CEN, 2007. EN 15460 : 2007 –Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes. 20 p.) donne un certain nombre d'indications dont la consultation est utile.

- **relevés GPS** : leur intérêt est de faciliter la comparaison des suivis successifs sur les unités d'observation. La précision de la localisation dépend de l'appareil utilisé (entre 0,20 m pour les plus performants et 3 m pour les appareils les plus simples), et des conditions de réception (qui peuvent évidemment réduire la précision de la mesure) mais dans la plupart des cas elle devrait être suffisante pour un positionnement correct des investigations de terrain. Il est demandé d'enregistrer les coordonnées dans la **projection Lambert93**, projection officielle pour les cartes de France métropolitaine liée au système géodésique RGF 93.

La précision du relevé GPS pourrait être indiquée dans la fiche de suivi (partie "Précisions et commentaires" en complément des données géographiques proprement dites : extrémités du relevé de rive et des profils perpendiculaires, soit 8 positionnements par unité d'observation.

L'utilisation d'un GPS peut également permettre de délimiter certains herbiers comme par exemple ceux formés par les nymphéacées ou par d'autres plantes de pleine eau, comme la châtaigne d'eau (*Trapa natans*), tout en calculant automatiquement leur superficie. Enfin, il est possible de localiser et d'enregistrer précisément l'emplacement d'espèces rares ou protégées.

- les **photos aériennes** disponibles (IGN "Photo-explorer", photos satellites diverses, photos obtenues par des campagnes photographiques spécifiques ou non) sont des éléments utiles dans l'analyse globale de l'état du plan d'eau et la caractérisation des types de rives. Des clichés, même obliques, peuvent être très complémentaires des observations réalisées *in situ* qui ne permettent pas nécessairement un repérage depuis une embarcation ou les chemins des rives, des usages des terres, de l'urbanisation, etc., dans les abords du plan d'eau en retrait des lignes de rivage bordées de ripisylves par exemple.

- des **photos des types de rives des sites étudiés et des unités d'observation**, prises à l'occasion des campagnes de terrain, seront des informations nécessaires pour faciliter les comparaisons entre suivis successifs ; la disponibilité de prises de vue numériques permet un stockage rapide d'un grand nombre de photos.

- le recours à un **écho-sondeur** pour le repérage d'herbiers submergés est une technique assez classique, mais son utilisation occasionne un surcroît de temps d'investigations qui devrait le faire réserver à des situations particulières d'implantation profonde de certains herbiers. En revanche, pour les plans d'eau pour lesquels aucune bathymétrie n'est disponible au début des campagnes de terrain, son utilisation pourrait faciliter la réalisation des observations et prélèvements sur les unités d'observation.

- assez largement employée dans un contexte de recherche sur les macrophytes, la **plongée autonome** nécessite une mise en œuvre relativement lourde liée à des conditions de sécurité du personnel précises et très réglementées et à des contraintes techniques notables. Cette technique pourrait toutefois être mise en œuvre dans certains sites présentant des caractéristiques et/ou des enjeux particuliers.

- les **râteaux et grappins** utilisables dans les prélèvements par point-contact sur les profils peuvent être de différents modèles.

Les caractéristiques du **râteau** lui-même peuvent également être variables mais une largeur d'au moins 30 cm est nécessaire avec des dents espacées de 2 à 4 cm. Il est également préférable que ces dents soient rectilignes et perpendiculaires au montant de l'outil pour faciliter la récupération des plantes sur des fonds durs.

Des manches télescopiques sont disponibles dans la plupart des jardineries ; il est souhaitable que le matériel employé soit le plus long possible, c'est à dire environ 4 m.

Les **grappins** disponibles sont de nature et de morphologie très variables (taille et nombre de crochets) : une proposition figurant dans la norme CEN est l'utilisation d'un "double-râteau", constitué de deux outils accrochés ensemble.

- des **photos numériques des plantes** observées sont des compléments d'information très utiles et peuvent contribuer à faciliter déterminations et vérifications éventuelles.

- les **prélèvements de plantes** réalisés pour confirmer ou préciser les déterminations devraient faire l'objet d'un stockage leur assurant une conservation durable, facilitant d'éventuelles vérifications, en particulier dans le cadre de **l'assurance qualité** qui devrait progressivement être mise en place. Ce **stockage** devra être réalisé selon les modalités classiques. Une solution de formol à 5 % peut être employée pour conserver les phanérogames. Un herbier peut être également constitué après pressage et séchage des plantes. Les algues et les hépatiques à thalle peuvent être conservées dans du formol, également dans une solution de glutaraldéhyde à 0,5 % pour les algues, ou encore séchage à l'air pour les Bryophytes.