INVENTAIRE DES HERBIERS LACUSTRES
LAC DE LA GODIVELLE D'EN HAUT 2010

ANNEXES

PNR des Volcans d'Auvergne - Pôle Biodiversité

Montlosier - 63970 AYDAT

ANNEXE 1 – Carte de localisation

ANNEXE 2 – Données historiques sur le lac de la Godivelle d'en Haut

ANNEXE 3 – Protocole d'inventaire

ANNEXE 4 – Localisation des transects

ANNEXE 5 – Cartographie des herbiers

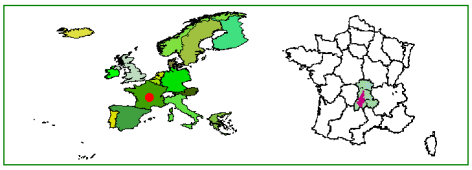
ANNEXE 6 – Liste floristique 2010

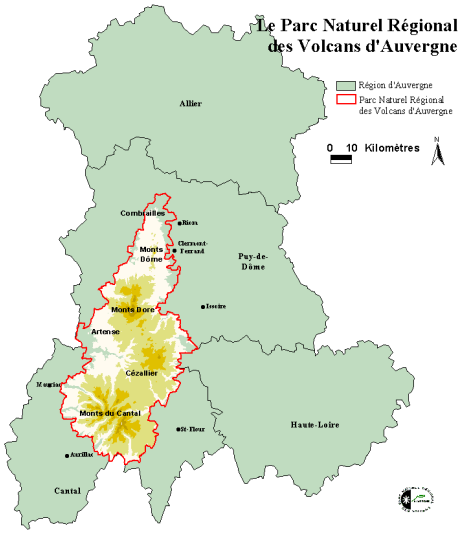
ANNEXE 7 – Profils des transects (plongées)

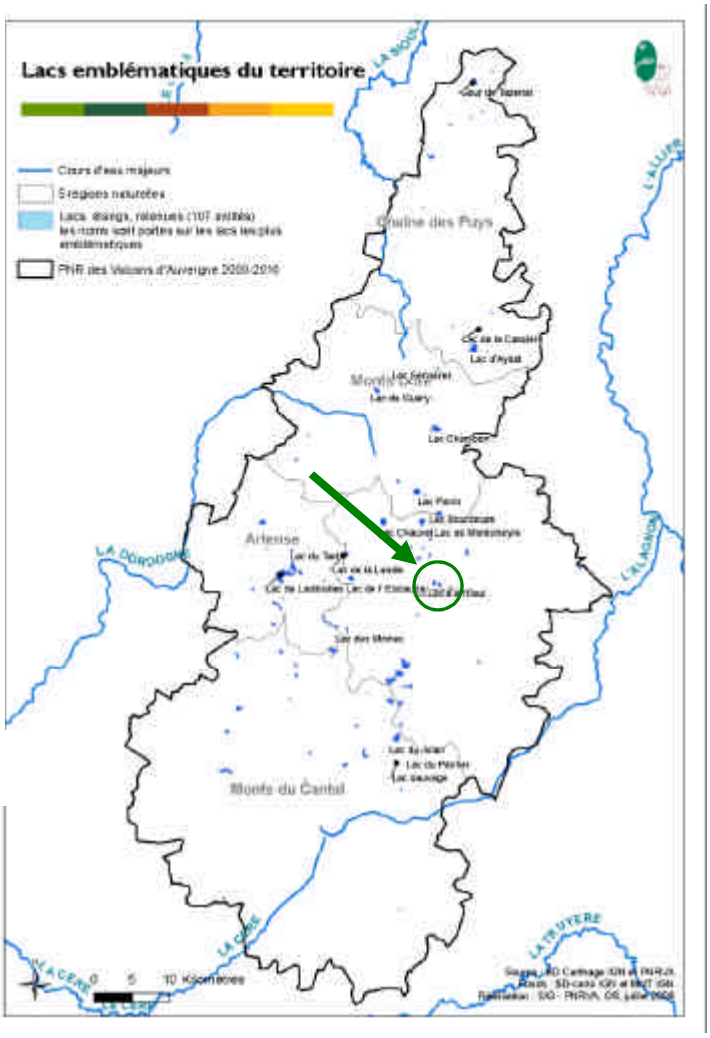
ANNEXE 8 – Atlas photographique

ANNEXE 9 – Ecologie des taxons observés en 2010

Annexe 1 : Localisation du lac de la Godivelle d'en Haut







Annexe 2 : Données historiques sur le lac de la Godivelle d'en Haut

Taxon	Observateur (s)	Année d'observation
Isoetes lacustris L.	CHASSAING D.	2008

Liste des taxons observés sur le lac de la Godivelle d'en Haut (source : Conservatoire Botanique National du Massif Central)

Annexe 3 : Protocole d’inventaire

Protocole d'inventaire des herbiers lacustres – lac d'en Haut (Godivelle)

Le protocole d'inventaire des lacs naturels du territoire a été établi avec la collaboration du Conservatoire Botanique National du Massif Central et de la commission biologique de plongée afin de concilier les exigences des plongeurs et le protocole scientifique.

Matériel

- Multidécamètres, cordes graduées, poids
- GPS / compas / profondimètre
- Planches pour noter
- Sachets + étiquettes, cuvette
- Glacière
- Appareil photo numérique + caméra numérique équipés d'un caisson étanche
- Projecteurs
- Quadrat ($1m^2$)
- Bouées lestées ou piquets repère (nombre : 3) : bloc repéré par un flotteur jaune
- Quatre chapelets de 6 bouteilles pour stocker plantes : percées, attachées en chapelet et numérotées pour recueillir les prélèvements à la profondeur donnée.

Pré- inventaire

La localisation et le nombre de transects à prospecter ont été définis d'après une méthode mathématique développée par JENSEN (1977) afin de limiter la subjectivité dans ce choix. La distribution de ces transects est ainsi déterminée en fonction de la superficie du lac et de son périmètre. Le calcul mathématique du nombre de profils et de leur position permet de s'affranchir de toute subjectivité. Un profil est défini comme la ligne joignant les deux berges opposées et perpendiculaire à l'axe de plus grande extension du plan d'eau.

Le tableau suivant présente les résultats :

- le nombre de profils de base minimal (NPBM) est en relation avec la superficie du plan d'eau suivant des catégories définies.
- le nombre de profils de base (NPB)
- pour le lac d'en Haut, on obtient 3 profils qui correspondent à 6 transects (on compte un transect à chaque extrémité d'un profil défini).

Profondeur en m	Superficie du lac (km^2)	NPBM	NPB	Nombre de profils	**Nombre de transects**
44	0,15	1	3	3	**6**

Figure 1: calcul du nombre de transects d'après la méthode JENSEN

Une fois les transects positionnés sur une carte au 1/25000, une deuxième sélection a eu lieu en croisant les points avec la carte bathymétrique en repérant les zones les plus favorables au développement de la végétation aquatique (pentes douces, exutoire, tributaires).

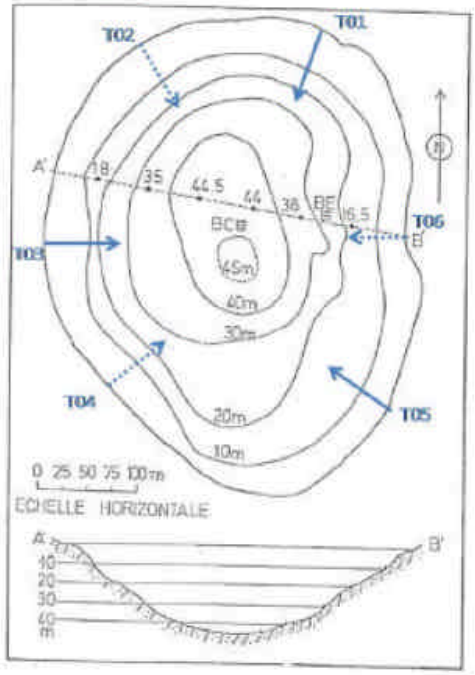


Figure 2 : carte bathymétrique du lac de la Godivelle d'en Haut et localisation des transects

L'inventaire floristique doit être réalisé entre fin juin et début septembre pendant la période de développement maximal. Toutes les macrophytes submergées enracinées (hydrophytes) et macrophytes enracinées (hélophytes) en dessous du niveau moyen des eaux sont recensées (Characées, bryophytes aquatiques et plantes vasculaires). La méthode de relevé est basée sur celles du CEMAGREF de Bordeaux.

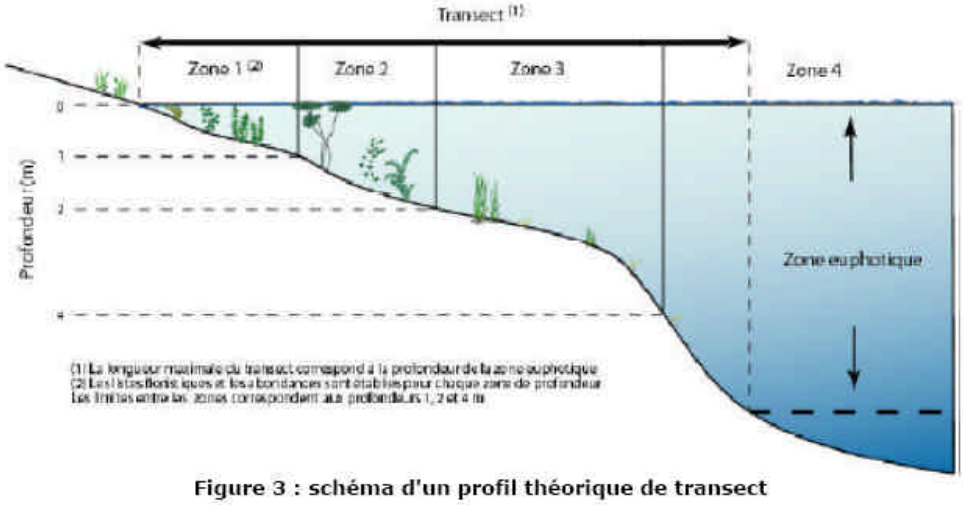


Figure 3 : schéma d'un profil théorique de transect

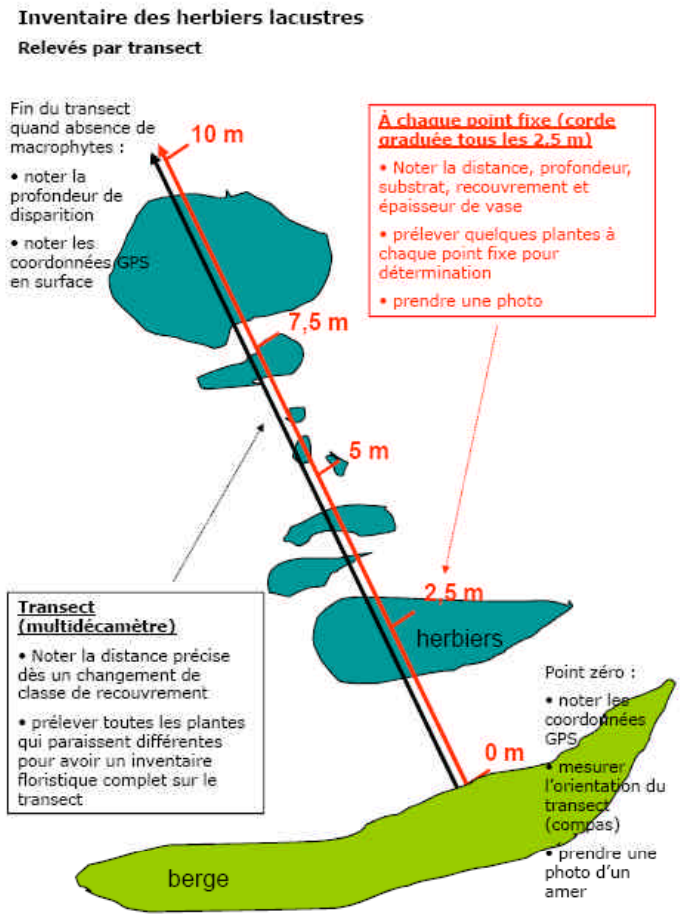
Un site d'échantillonnage correspond à la zone située à 50 m de part et d'autre du point défini par la méthode de JENSEN. Il est prospecté par tranches de profondeur jusqu'à la profondeur de disparition des macrophytes. Les taxons rencontrés sont inventoriés par zones de profondeur ainsi que leur recouvrement. La berge fait l'objet d'une description rapide incluant la pente, le substrat, l'ensoleillement, l'occupation du sol. On note pour la zone en eau la pente, le type de substrat, la présence de colmatage ou d'algues, la turbidité de l'eau sont notées ainsi que le recouvrement en plantes. Ces données sont intéressantes dans l'interprétation ultérieure, notamment en ce qui concerne l'absence de végétation dans certains lieux.

Sur le terrain, l'ensemble du plan d'eau est parcouru afin d'établir une cartographie des principaux herbiers de macrophytes. Ces relevés ont conduit à la réalisation d'une cartographie de la végétation aquatique permettant ainsi de visualiser les recouvrements de macrophytes (principaux taxons observés).

Description des transects et relevés 2010

Les relevés en plongée sont effectués sur un certain nombre de transects jugés représentatifs du lac suite au pré-inventaire. Ils sont localisés par un point sur la berge par GPS et l'orientation du transect est prise au compas. Les plongeurs parcourent en binôme chaque transect et réalisent des relevés de façon régulière. Le long de chaque transect, sont notés tous les 2.5 m : la distance à la berge, la profondeur, le substrat, l'épaisseur de sédiments, la présence d'algues, le pourcentage de recouvrement des herbiers.

A chaque plongée, une dizaine de plongeurs était mobilisée, organisés par binôme pour des raisons de sécurité.



Recouvrement : abondance et cotation

+	individus présents, peu nombreux, très faible recouvrement
1	individus peu nombreux à faible recouvrement (1 à 5 %)
2	individus assez nombreux, mais faible recouvrement (5 à 20 %)
3	individus nombreux recouvrant 20 à 50 %
4	individus nombreux recouvrant 50 à 80 %
5	individus très nombreux, espèce prédominante recouvrant plus de 80 %

Traitement des échantillons

- Au retour des plongeurs, le contenu de chaque bouteille de prélèvement est observé pour déterminer les plantes prélevées et les proportions d'isoètes et littorelles à la profondeur correspondante.
- Les plantes sont ensuite conditionnées en sachets congélation étiquetés, en les débarrassant du maximum d'eau, et stockés dans une glacière.
- Les échantillons sont conservés au frais (4°C) jusqu'à l'envoi des échantillons au CBNMC pour déterminations à l'espèce.

Cartographie

Une cartographie des herbiers du lac est réalisée en recoupant les relevés effectués par les plongeurs.

Annexe 4 : Localisation des transects

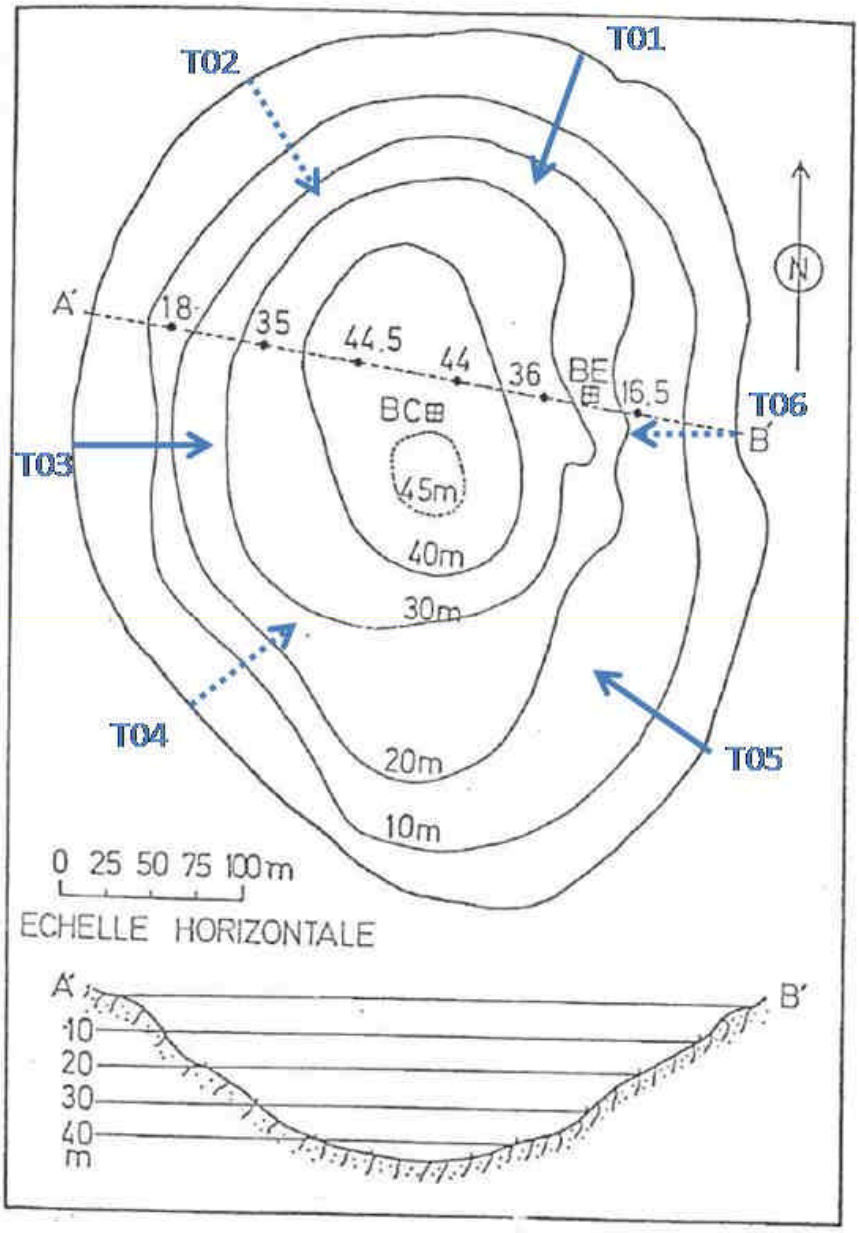


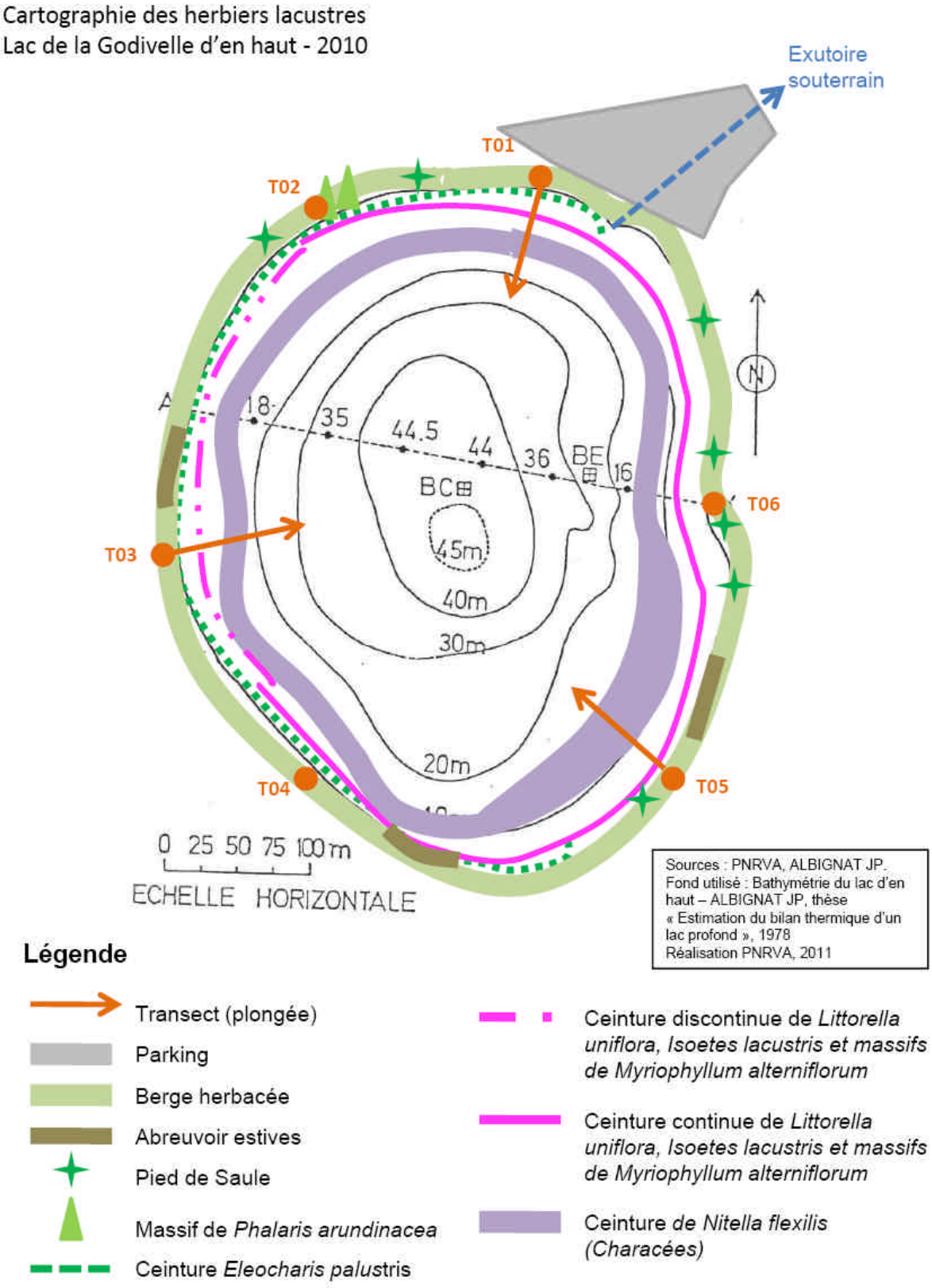
Figure 1-2 : Site du lac de La Godivelle

a) Lignes de niveaux et positionnement des bouées de mesures BC et BE,

b) Coupe du lac suivant A'B'

(Documents du Service des Etudes Hydrauliques).

Annexe 5: cartographie des herbiers lacustres 2010



Annexe 6 : Liste floristique 2010

MACROPHYTES

Plan d'eau	**Lac d'en Haut - Godivelle (63)**													
Date du prélèvement	2-juil.-10													
Transect	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**								
BERGE														
Occupation du sol dominante	URB	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT								
CARACTERISTIQUES ZONE EXONDEE														
Pente	HO	HO	HO	HO	HO	HO								
Largeur (m)	1	1	2	5	2,0	2								
Substrat dominant	GRF	GRF	GRF	GRF	GRF	GRF								
Type de végétation	NO	ROS	ROS	ROS	NO	NO								
% de recouvrement végétal	0%	50%	80%	80%	10%	0%								
VEGETATION ZONE EXONDEE														
Anthoxanthum odoratum					2	2								
Carex ovalis					1	1								
Carex disticha		2												
Carex vesicaria			3											
Carex viridula			3											
Eleocharis palustris	1	2	2	2	0	0								
Holcus lanatus					2	2								
Juncus cf acutiflorus (à confirmer)			2											
Juncus effusus	2		2	2	2	2								
Juncus squarrosus					2	2								
Nardus stricta	0	0	0	0	2	0								
Salix cf acuminata (à confirmer)	0	1	1	0	1	1								
CARACTERISTIQUES DU TRANSECT														
Pente	HO/SL	HO/SL	HO/SL	HO/SL	HO/SL	HO/SL								
Substrat dominant	GRG	GRG	GAL	GRG	GRG	GRG								
Ensoleillement	++++	++++	++++	++++	++++	++++								
Turbidité	-	-	-	-	-	-								
Sédimentation	NO	NO	FI	NO	NO	NO								
Algues filamenteuses	non	oui	oui	oui	oui	oui								
Cyanophycées	non	non	non	non	non	non								
Prof. Max. colonisation (m)	16,0		15,0		15,0									
LISTE FLORISTIQUE TRANSECT														
Zone 0-1 m (prospection à pieds)														
Eleocharis palustris	3	3	3	4	2	2								
Glyceria fluitans	2	2	2	2	2	2								
Isoetes sp.	0	0	0	0	0	0								
Littorella uniflora	2	2	2	2	2	2								
Myriophyllum alterniflorum	0	0	0	0	0	0								
Phalaris arundinacea	0	2	0	0	0	0								
Ranunculus flammula	2	3	3	3	2	2								
Veronica scutellata	2	3	3	3	0	0								
Zone 1-2 m (plongées)														
Isoetes sp.	3		2		2									
Littorella uniflora	4		2		4									
Myriophyllum alterniflorum	4		1		3									
Zone 2-4 m (plongées)														
Isoetes sp.	3		1		2									
Littorella uniflora	3		1		2									
Myriophyllum alterniflorum	3		0		2									
Zone >4 m (plongées)														
Nitella flexilis	4		3		4									

Légende - Fiches "Macrophytes"

Substrat	Descriptif
BLO	Blocs (> 50 cm)
DAL	Dalle, roche mère
GAL	Galets (10-50 cm)
GRF	Gravier fin (0,2-2 cm)
GRG	Gravier grossier (2-10 cm)
MAR	Substrat marneux
SAB	Sable
SED	Sédiment
TOU	Tourbe
VAS	Vase
CHA	Chaume roseaux

Occupation du sol	Descriptif
ARB	Arbustes
CON	Forêt conifères
CUL	Cultures
FOR	Forêt feuillus
HAB	Camping, habitations, ferme
JAR	Parc, jardin
PAT	Pâture
ROS	Roseaux, carex, joncs
NO	Zone sans végétation
URB	Infrastructures routières
FAU	Prairie de fauche
ZHU	Zone humide

Type de végétation	Descriptif
ARB	Arbustes, saulaie
ROS	Roseaux, carex, joncs, iris
VEG	Végétation rivulaire
HER	Herbe
NO	Absence de végétation

Turbidité	Descriptif
-	Aucune, eau claire
+	Moyenne
+++	Forte

Sédimentation	Descriptif
LI	Litière
FI	Matière fine
CO	Coquillages

Abondance	Descriptif
1	Rare
2	Occasionnelle
3	Fréquente
4	Abondante
5	Dominante

Pente	Descriptif
HO	Horizontale
GE	Douce (5-30 °)
SL	Inclinée (30-75°)
VE	Verticale

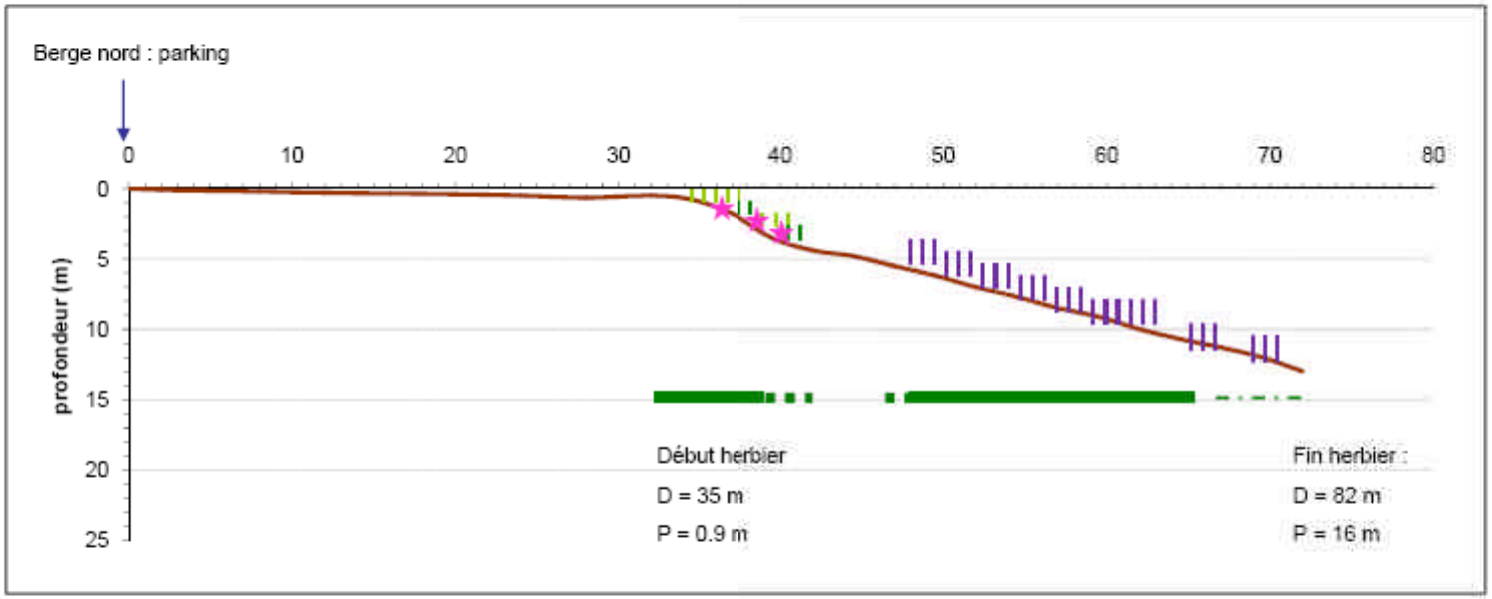
Ensoleillement	Descriptif
++++	Très ensoleillé toute la journée
+++	Ensoleillé aux heures les plus chaudes
++	Ensoleillé mais à l'ombre aux heures les plus chaudes
+	A l'ombre plus de la moitié de la journée
-	Totalement ombragé

Recouvrement	Descriptif
+	individus présents, peu nombreux, très faible recouvrement
1	individus peu nombreux à faible recouvrement (1 à 5 %)
2	individus assez nombreux, mais faible recouvrement (5 à 20 %)
3	individus nombreux recouvrant 20 à 50 %
4	individus nombreux recouvrant 50 à 80 %
5	individus très nombreux, espèce prédominante recouvrant plus de 80 %

Annexe 7 : Description des transects (plongées)

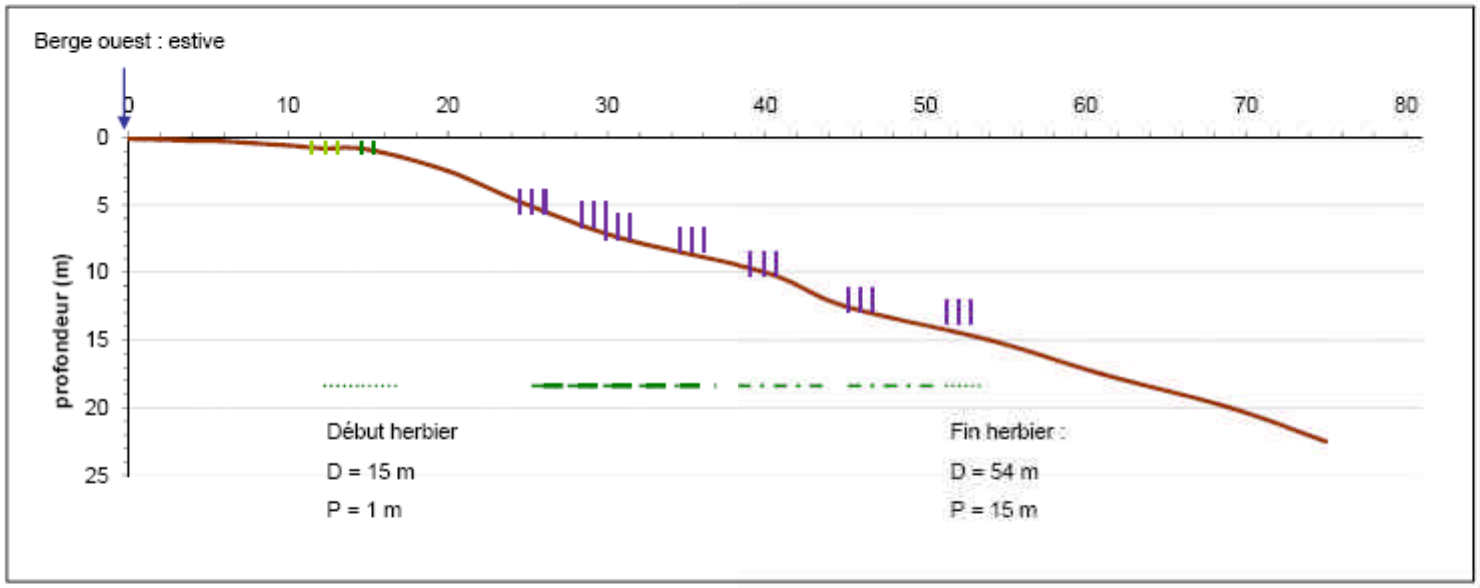
Inventaire des herbiers lacustres

Lac de la Godivelle d'en Haut – 21/08/10 Transect n°1



Inventaire des herbiers lacustres

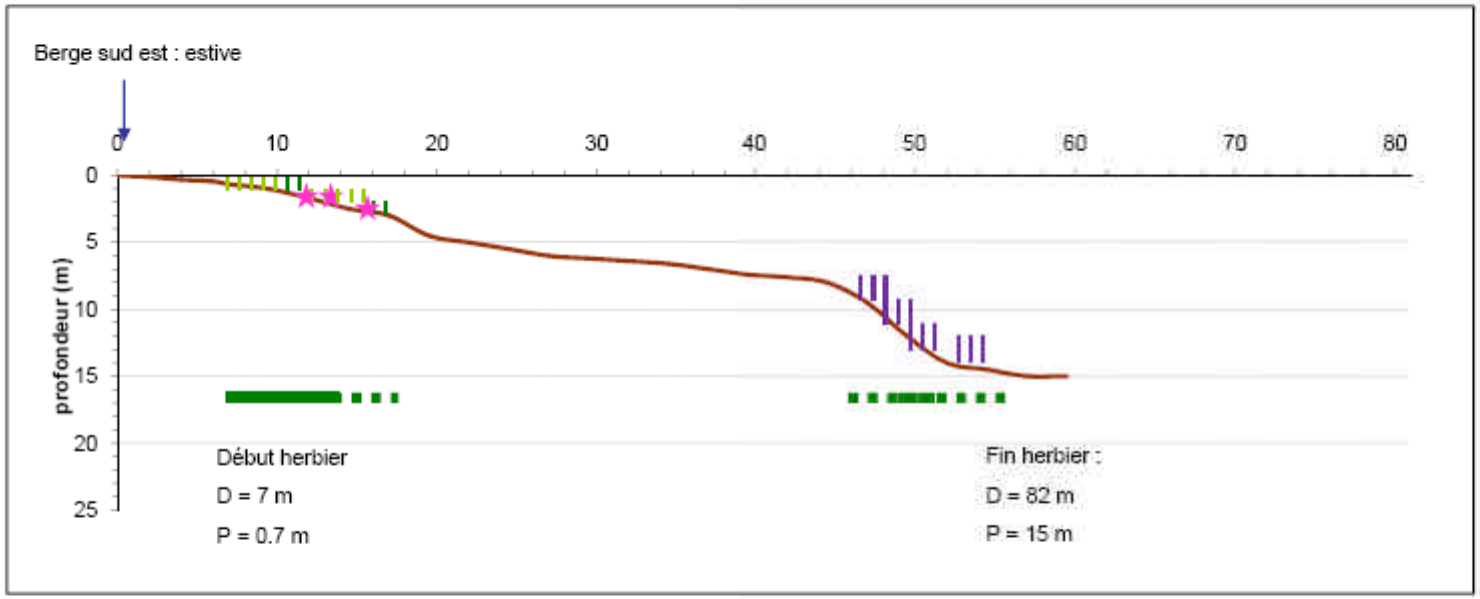
Lac de la Godivelle d'en Haut – 21/08/10 Transect n°3



Inventaire des herbiers lacustres

Lac de la Godivelle d'en Haut – 21/08/10

Transect n°5

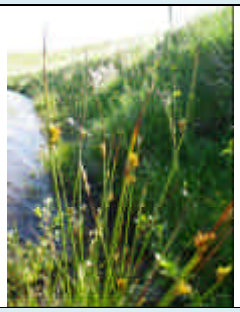
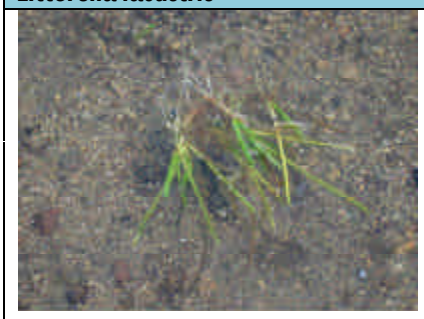


Annexe 8 : Atlas photographique

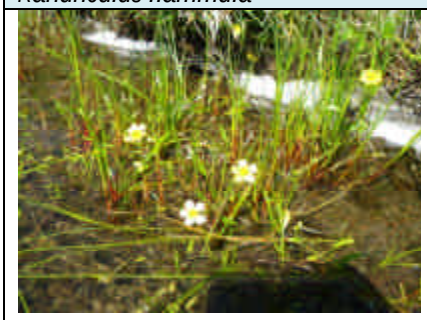
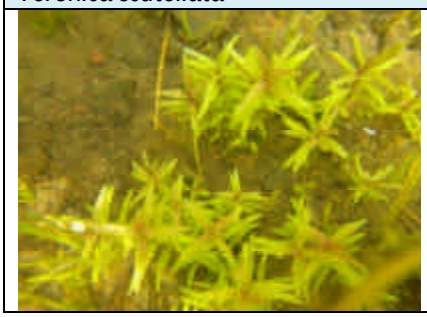
Annexe 9 : Ecologie des taxons observés en 2010

Espèce	**Ecologie** *(d'après l'Atlas de la Flore d'Auvergne, CBNMC, 2006)*
Anthoxanthum odoratum	
	La flouve odorante est commune en France avec un optimum aux étages collinéen et montagnard, très fréquente en Auvergne. Elle est notamment observée dans les pelouses et prairies mésoxérophiles à mésophiles, acidiclines, pacagées ou fauchées-pacagées… Cette graminée fourragère donne une bonne odeur au foin.
Carex viridula	
	Assez commune sur l'ensemble du territoire français, cette laîche s'observe surtout sur les versants occidentaux sous influence atlantique des Monts Dore et du Cantal, du Cézallier, de l'Artense… elle se développe dans les bas-marais et pelouses hygroclines, acidiphiles à neutroclines, au bord de sources ou de cours d'eau, fossés… Cette espèce est polymorphe et comprend en Auvergne plusieurs taxons.
Carex disticha	
	La laîche distique est assez répandue dans toute la moitié nord de France. En Auvergne, elle est assez fréquente sur substrat volcanique à moyenne altitude (jusqu'à 1400 m d'altitude). Cette plante est présente dans les praires hygroclines et neutroclines, les ceintures d'étangs **mésotrophes**, mégaphorbiaies montagnardes et fossés routiers.
Carex ovalis	
	La laîche à épis ovales est assez commune en Auvergne, de l'étage collinéen à la base du subalpin sur tout type de substrat. On la trouve dans les pelouses et prairies hygroclines, fossés de drainage des prairies humides, anse calme des ruisseaux.
Carex vesicaria	
	La laîche vésiculeuse est assez commune dans une bonne partie de la France. En Auvergne, elle est assez répandue à l'étage collinéen mais également en montagne jusqu'à 1350 m d'altitude. C'est une espèce hygrophile, moins acidiphile que la laîche à becs, et supportant mieux l'exondation. On l'observe au niveau des ceintures des lacs et des étangs **mésotrophes** et des zones basses et rases des prairies humides.
Eleocharis palustris	
	Le scirpe des marais est une espèce largement répandue limitée par l'étage montagnard. Cette espèce est typique de la végétation amphibie des bords d'étangs, lacs et boires **mésotrophes** et des prairies humides inondables. Deux taxons instraspécifiques ont été signalés en Auvergne mais restent relativement méconnus (sous espèce *palustris* mentionnée dans le Cantal ou sous espèce *vulgaris Walters*, citée dans le Puy de Dôme).

Glyceria gr. fluitans	
	La glycérie flottante est commune en France. En auvergne, elle est fréquente dans toutes les parties montagneuses de la région jusqu'à la base du subalpin. Elle se développe dans les groupements hygrophiles à proximité des eaux courantes ou stagnantes (mares, ceintures d'atterrissement des étangs, dépressions vaseuses…), **oligotrophes** à plus rarement mésotrophes (sources, fossés humides, tourbières).
Holcus lanatus	
	La houlque laineuse est commune en France jusqu'à l'étage montagnard, très commune partout en Auvergne. On la trouve dans une large gamme de milieux mésohygroclines à hygrophiles, sur des sols plus ou moins acides.
Isoetes lacustris	
	Les isoètes sont des plantes vivaces aquatiques se maintenant à des profondeurs comprises entre 0.5 m et 7 m. Ces espèces sont caractéristiques d'eaux froides et plutôt **oligotrophes** et sont sensibles à l'envasement. Les deux Isoètes (Isoète des lacs et à spores spinuleuses) sont citées ça et là dans le massif central (du nord de la Lozère au Puy de Dôme) et les Pyrénées (orientales et centrales), très rare dans le Morvan et les Vosges. En Auvergne, ces espèces sont très rares et localisées dans quelques lacs du sud des Mont-Dore et du Cézallier (communes de Besse Saint Anastaise, Compains, Egliseneuve d'Entraigues (à confirmer), la Godivelle et Picherande, une station sur Orcival) entre 1000 et 1200 m d'altitude. L'isoète des lacs se maintient mieux que l'isoète à spores spinuleuses avec un nombre plus élevé de stations revues récemment. De plus, les populations sont plus importantes formant très souvent des colonies denses couvrant de vastes surfaces. Ces espèces sont sensibles au niveau trophique de l'eau (donc à la pollution) et à sa turbidité de l'eau. Quelques citations anciennes seraient à confirmer notamment dans le Cantal où la mention lac de la Crégut se rapporte peut-être à *I. echinospora*. Risque de confusion avec l'Isoète des lacs et la littorelle. **Statuts de protection *d'Isoetes lacustris*** • Livre rouge national de la flore menacée de France, tome II (espèces à surveiller) • Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)
Juncus acutiflorus	
	Le jonc à tépales aigus est assez commun en France, absente de la région méditerranéenne. En Auvergne, il est fréquent sur substrat cristallin ou volcanique de l'étage collinéen à l'étage montagnard. Cette plante pousse dans des formations éclairées, hygroclines à hygrophiles, oligotrophes à mésotrophes (prairies, bas-marais, tourbières, bords d'étangs…). Confusion possible avec *Juncus articulatus.*

Juncus effusus	
	Le jonc épars est commun en France comme en Auvergne mis à part dans les secteurs sédimentaires (Limagnes…). C'est une plante des milieux humides mésotrophes à oligotrophes subissant des variations annuelles importantes du niveau de la nappe d'eau. Cette espèce peut caractériser les prairies et les bas-marais dégradés par les activités humaines et notamment par le drainage.
Juncus squarrosus	
	Le jonc squarreux est fréquent dans le massif Central aux étages montagnards et subalpin. Cette plante est caractéristique des nardaies humides, haut-marais tourbeux, landes tourbeuses, moliniaies, prairies tourbeuses à jonc acutiflore.
Littorella lacustris	
	La littorelle est une espèce discrète passant facilement inaperçue selon la taille des populations, l'année ou la fluctuation des plans d'eau. Elle se confond facilement à l'état végétatif, notamment en montagne, avec les espèces du genre *Isoetes* d'écologie similaire. Présente dans presque toute la France, généralement assez rare mais parfois abondante dans ses stations du fait de sa propagation abondante par voie végétative. En Auvergne, la littorelle reste rare et disséminée dans la région, surtout présente dans les zones sous forte influence atlantique, aux étages collinéens et montagnards et généralement au bord des étangs et des lacs : pays de Tronçais, bocage Bourbonnais, Sologne Bourbonnaise, Varennes, Mont-Dore, monts Dômes, Cézallier, Livradois, plateau de la Chaise-Dieu ; parfois également au bord des ruisseaux comme dans la Margeride, l'Aubrac, la région de Saint Paul des Landes dans le Cantal. Plante vivace amphibie, caractéristique des **eaux oligotrophes**, vivant en bordure d'étangs, de lacs à fonds graveleux ou sablonneux ; on les rencontre également dans les dépôts sableux des ruisseaux au sein des tourbières et des landes humides. **En régression** à l'étage collinéen où elle n'a pas été revue dans de nombreux lacs et étangs (notamment à l'Est de l'Allier). Elle a également disparue de certains lacs du Cézallier, de l'Artense, des Mont-Dore, du bas Livradois ou de la Planèze de Saint Flour. Elle se maintient encore dans de nombreux secteurs où les populations peuvent être localement abondantes et compter plus d'un millier d'individus. **Statuts de protection :** • Protection nationale annexe I • Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)

Myriophyllum alterniflorum	
	En France, le myriophylle à fleurs alternes est assez rare dans les régions siliceuses. En Auvergne, on l'observe surtout à l'étage montagnard (jusqu'à 1300 m d'alt.) avec un foyer dans l'Artense, le sud des Monts Dore, le Cézallier jusqu'au nord des Monts du Cantal. L'espèce est très rare ou disséminée à l'étage collinéen. C'est une espèce des eaux stagnantes à courantes **oligotrophes** (rarement mésotrophes) des lacs, étangs et ruisseaux, sur substrat granitique ou volcanique. Cette espèce semble régresser vraisemblablement en lien avec l'eutrophisation des milieux aquatiques, même si un certain nombre des données anciennes pourraient plutôt se rapporter à *Myriophyllum spicatum* (notamment dans l'Allier et le long des grands cours d'eau).
Nardus stricta	
	Le nard raide est fréquent en France, surtout en montagne. En Auvergne, elle est commune jusqu'à l'étage subalpin. Elle pousse dans des pelouses acidiphiles montagnardes et subalpines, à large amplitude hydrique, landes sèches à humides, bas-marais, boisements artificiels de résineux. Cette plante, très résistante à l'arrachement constitue un refus pour le bétail et peut devenir envahissante en cas de surpâturage.
Nitella flexilis	
	Les characées sont des végétaux pionniers des milieux aquatiques neufs. Leur large contribution à l'élaboration des sédiments organiques favorise la colonisation ultérieure du milieu par des végétaux supérieurs. La richesse en matière organique, le colmatage et l'abondance de la végétation phanérogamique sont nuisibles aux Characées. Ces espèces régressent en général quand la transparence de l'eau diminue et sont donc de bons indicateurs de l'évolution d'un lac. *Nitella Flexilis* est une espèce relativement commune parmi les Nitelles, on la retrouve dans les eaux douces stagnantes à des profondeurs variables, de quelques centimètres (fossés) à plusieurs dizaines de mètres de profondeur dans certains lacs (à -15 m dans le lac de Constance, CORRILLION R., 1975) ; ce groupe est en régression au niveau mondial. On observe cette characée dans le lac d'en Haut à partir de 5-6 m jusqu'à 16 m de profondeur.

Ranunculus flammula	
	La petite douve est fréquente dans une grande partie de la France. En Auvergne, elle est très fréquente sur les principaux reliefs, notamment ceux soumis à l'influence océanique et jusqu'au sommet de l'étage montagnard. Cette plante pousse dans les prairies humides, tourbières et bas marais ainsi qu'en bordure d'étangs, de mares et de rivières, mégaphorbiaies, fossés inondés sur des sols plus ou moins acides. Cette espèce est polymorphe.
Veronica scutellata	
	La Véronique à écussons est assez commune en France, absente dans le sud-est et le Midi méditerranéen. En Auvergne, elle est bien représentée à l'étage montagnard, fréquente à l'étage collinéen. C'est une espèce des végétations amphibies des berges des mares, étangs, cours d'eau, prairies humides à tourbeuses et bas marais.