INVENTAIRE DES HERBIERS LACUSTRES

LAC DE LA CREGUT (15) - 2009

PARC NATUREL REGIONAL DES VOLCANS D'AUVERGNE

PNR des Volcans d'Auvergne - Pôle Biodiversité
Montlosier - 63970 AYDAT

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS 3

INTRODUCTION 5

1 CONTEXTE 6

1.1 Présentation du lac de la Crégut 6
1.1.1 Localisation et description générale 6
1.1.2 Bassin versant et contexte hydroélectrique 7
1.1.3 Statuts et activités 8

1.2 Objectifs de l'étude 8

2 METHODE 9

2.1 Déroulement de l'étude 9

2.2 Méthode 9

2.3 Description des transects et relevés 11

2.4 Composition de l'Equipe 11

2.5 Formalités 12

3 RESULTATS ET ANALYSES 12

3.1 Description générale des herbiers 12

3.2 Description des transects 13
3.2.1 Transects de la rive ouest 13
3.2.2 Transects de la rive est 14
3.2.3 Transect proche du tributaire principal au nord 15
3.2.4 Transect proche de l'exutoire au sud-Est 15
3.2.5 Transect zone humide au sud 16

3.3 Etat des lieux des herbiers à statut protégé 16
3.3.1 Littorelles 16
3.3.2 Isoètes 16
3.3.3 Flûteau nageant 17
3.3.4 Nénuphar nain 17

3.4 Evolution de la qualité de l'eau et des herbiers 17
3.4.1 Synthèse sur la qualité du lac 17
3.4.2 Données historiques – Ecologie des espèces citées avant 2009 18
3.4.3 Ecologie des « nouveaux » taxons observés en 2009 22

3.5 Evolution des herbiers 23

4 PROPOSITIONS DE SUIVI DES HERBIERS 25

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES 26

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : plongée d'inventaire au lac de la Crégut – août 2009 3
Figure 2 : carte de localisation du lac de la Crégut 6
Figure 3 : Bassins versants naturel et artificiel du lac de la Crégut (source : EPIDOR) 7
Figure 4 : carte du complexe hydroélectrique Rhue – Bort (Source : EPIDOR) 8
Figure 5 : carte bathymétrique du lac de la Crégut et localisation des transects (source : FDAAPPMA63, 2006) 10
Figure 6 : schéma d'un profil théorique de transect 10
Figure 7 : Arrivée d'eau provenant du Tact (T07) 15
Figure 8 : littorelles des lacs sur grève (T01) 16
Figure 9 : flûteau nageant (Crégut, T14) 17
Figure 10 : déversoir du Tact avec barrage flottant 18
Figure 11 : tapis de myriophylles (Crégut, exutoire T12) 24
Figure 12 : Phragmites (T13) et massettes (T08 et T09) 24
Figure 13 : anodontes du lac de la Crégut 25

REMERCIEMENTS

Le Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne (SMPNRVA) remercie vivement l'équipe du Conservatoire Botanique National du Massif Central pour son expertise technique indispensable tant à la phase d'élaboration du protocole d'étude que lors des déterminations floristiques ou de la relecture de ce rapport.

Le SMPNRVA tient particulièrement à remercier Didier Chassaing, coordonnateur de la commission biologie de plongée Arverne, pour sa disponibilité et son sens de l'organisation, ainsi que l'ensemble des plongeurs qui ont contribué à la réalisation de cet inventaire, dans la bonne humeur !

Figure 1 : plongée d'inventaire au lac de la Crégut – août 2009

INTRODUCTION

Le territoire du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne comporte de très nombreux lacs naturels qui forment un ensemble remarquable du territoire et de ses paysages. La préservation de la ressource en eau et des milieux aquatiques est un enjeu majeur pour le territoire et la mise en place d'une gestion coordonnée de ces lacs naturels a été définie comme prioritaire.

Qu'ils soient d'origine volcanique ou glaciaire, ces lacs naturels sont des milieux fragiles qui abritent souvent des espèces remarquables ou protégées. La plupart de ces lacs sont d'ailleurs intégrés au réseau Natura 2000 ou ont été inventoriés dans le cadre des inventaires ZNIEFF. Cependant, les herbiers aquatiques de ces lacs sont souvent mal connus et n'ont jamais fait l'objet d'inventaire ni de cartographie.

C'est pourquoi, le Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne a engagé en 2008 un inventaire des herbiers aquatiques des lacs naturels de son territoire. Pour ce faire, il a travaillé avec la Commission Biologie de Plongée Arverne et le Conservatoire Botanique National du Massif Central (CBNMC) afin d'élaborer un protocole d'étude de ces herbiers. Les membres de la Commission Biologie de Plongée Arverne ont permis de réaliser les descriptions et échantillonnages. Le CBNMC a contribué à la définition de la méthodologie et a réalisé les déterminations floristiques.

En effet, les herbiers lacustres sont une composante essentielle du bon fonctionnement d'un lac. Ils participent à l'oxygénation de l'eau par le mécanisme de la photosynthèse et font partie d'un écosystème complexe. Certaines espèces constituent des bioindicateurs du fait de leurs exigences écologiques particulières. Leur absence ou présence peut ainsi donner des indications sur l'état de santé d'un lac. C'est le cas entre autres des Isoètes (*Isoetes echinospora* et *Isoetes lacustris*) ainsi que de la littorelle (*Littorella uniflora)*.

A l'inverse, certaines espèces exotiques dites envahissantes peuvent se retrouver dans certains plans d'eau, il peut s'agir notamment de deux espèces d'élodées (*Elodea canadensis* et *Elodea nuttalli*). Ces deux espèces sont inscrites sur la liste 2 (« Autres espèces menaçant la conservation des habitats et la biodiversité ») d'un document de synthèse provenant du croisement des listes définies par le CBNMC, l'équipe pluridisciplinaire Loire Grandeur Nature de l'Agence de l'eau Loire Bretagne et la synthèse réalisée par Serge Muller (Université de Metz), pour le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

L'objet de ce rapport est de présenter les résultats de l'inventaire et de la cartographie des herbiers du lac de la Crégut, jusque là non étudiés.

1 CONTEXTE

1.1 Présentation du lac de la Crégut

1.1.1 Localisation et description générale

Le lac de la Crégut est situé à 865 m d'altitude sur la commune de Trémouille dans le département du Cantal, à 4.5 km de Saint Genès Champespe. Ce lac d'origine glaciaire s'étend sur une superficie de 36 ha pour une profondeur maximale de 26 m. Il s'agit du plus grand lac naturel du Massif Central d'origine glaciaire et non envahi par une tourbière. Le bassin versant naturel de la Crégut est estimé à 210 ha.

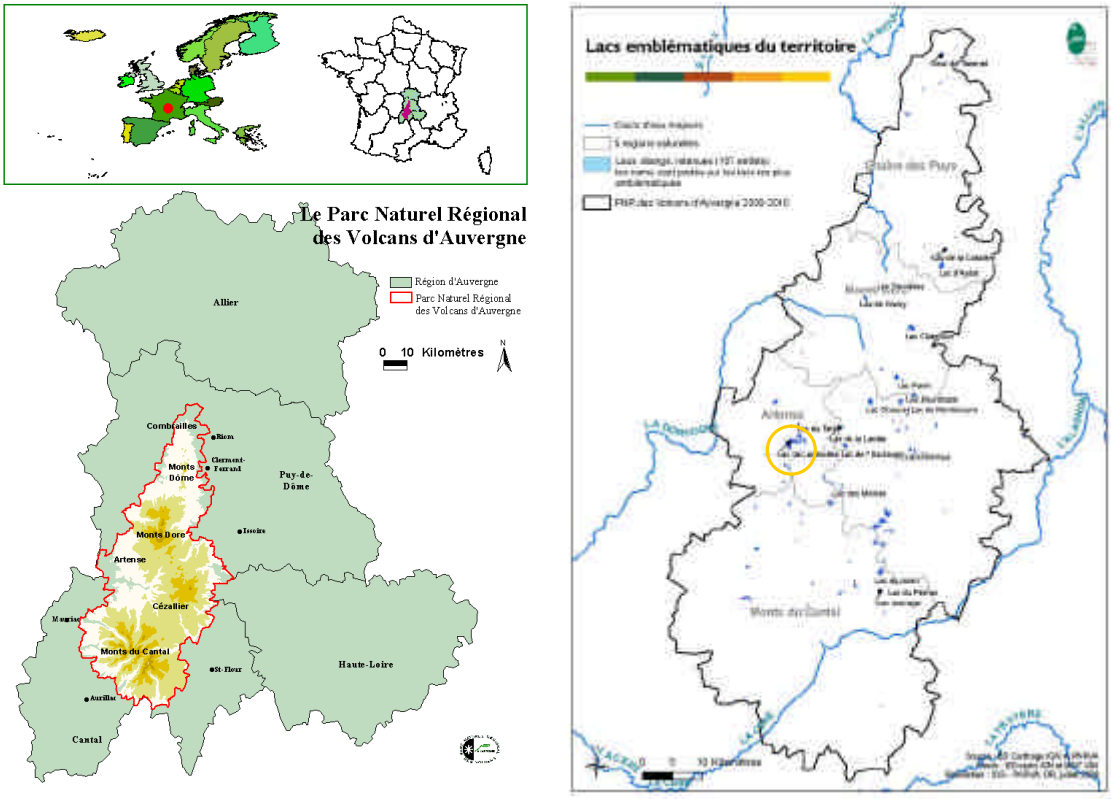


Figure 2 : carte de localisation du lac de la Crégut

Le lac de la Crégut présente une forme générale de triangle. Ses berges naturelles forment des anses successives. Les berges sont naturelles mis à part au niveau de l'arrivée de la conduite provenant du Tact et à l'exutoire au niveau du déversoir maçonné.

Lac de la Crégut (vue vers le nord)

Vue générale du lac de la Crégut depuis le tributaire principal (Conduite arrivant du lac du Tact au nord du lac de la Crégut)

L'ensemble du lac est ceinturé par une ripisylve dense principalement constituée de saule et d'aulne glutineux. A l'ouest et au sud du lac, le bassin versant proche est occupé par des pâtures et prairies de fauche. Au nord et à l'Est, c'est la forêt mixte qui domine (hêtres et sapins) comme le montre la figure 4 ci-dessous.

1.1.2 Bassin versant et contexte hydroélectrique

À l'origine, le lac était alimenté par quelques ruisselets temporaires et des sources sous lacustres (OLIVIER, 1939). Le débit de ces sources a été estimé à 40 l/s par EDF lors d'une étude menée en novembre 2003. Son bassin d'alimentation naturel s'étendait sur seulement 2 km², limitant ainsi les sources d'apports en nutriments ou sédiments issus des phénomènes naturels d'érosion.

Depuis 1970, le lac de la Crégut fait partie du complexe hydroélectrique de la Haute Tarentaine : EDF a procédé à de nombreux travaux en dérivant successivement une partie des eaux de la Tarentaine puis de son affluent l'Eau Verte vers le lac du Tact par une conduite forcée. Après avoir transité dans cette ancienne tourbière ennoyée, une partie des eaux est évacuée dans le lac de la Crégut par une seconde conduite qui débouche au nord du lac. Le bassin d'alimentation du lac de la Crégut s'étend depuis ces travaux sur environ 90 km².

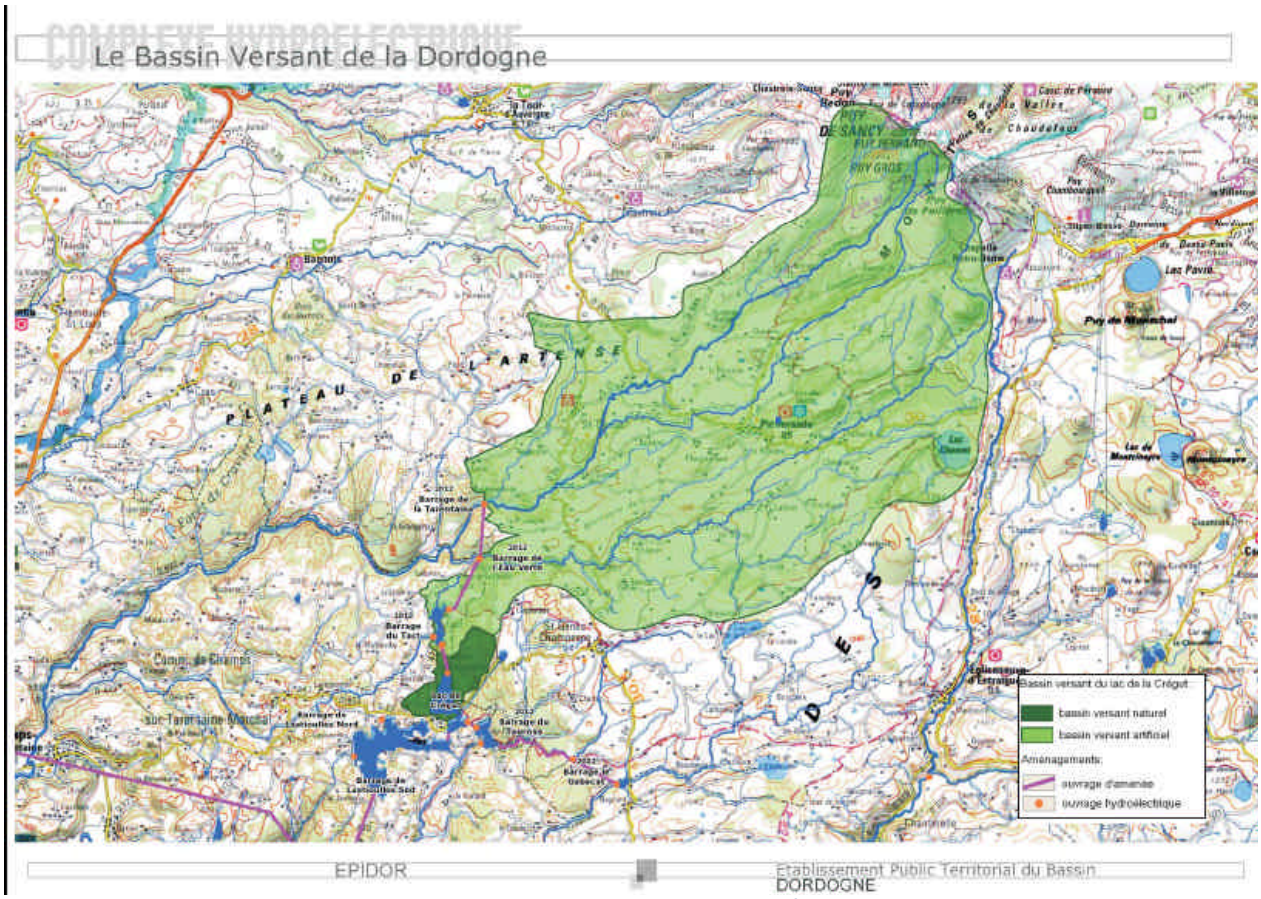


Figure 3 : Bassins versants naturel et artificiel du lac de la Crégut (source : EPIDOR)

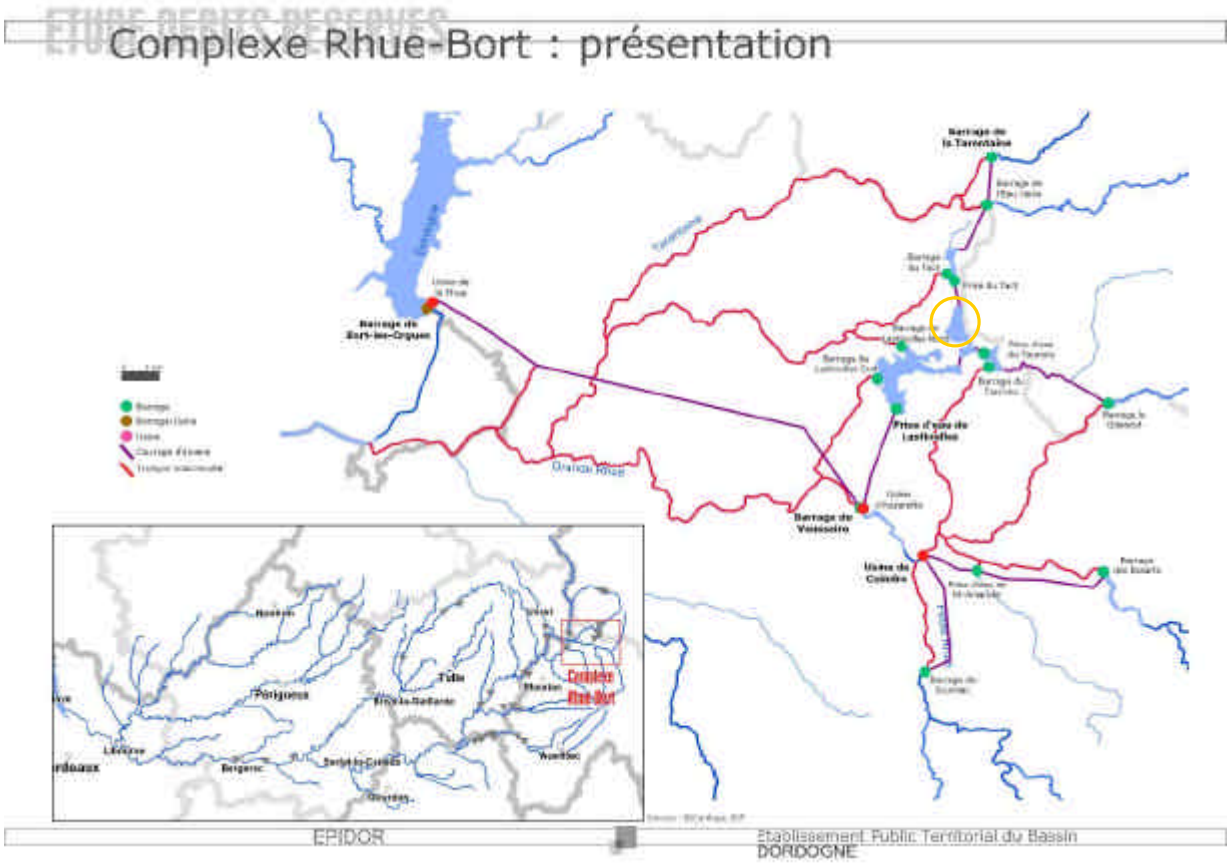


Figure 4 : carte du complexe hydroélectrique Rhue – Bort (Source : EPIDOR)
(Le lac de la Crégut est entouré par un cercle jaune)

Suite à ces importants aménagements hydrauliques sont apparus des signes d'envasement du lac de la Crégut, conséquence probable des transferts en matières en suspension depuis le lac du Tact qui assurait jusqu'ici un rôle de décanteur.

1.1.3 Statuts et activités

Situé au cœur du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, le lac de la Crégut est un site inscrit, inclus dans le territoire du contrat de rivière Haute Dordogne porté par EPIDOR.

En terme d'activité, seule la pêche est pratiquée sur ce lac classé en première catégorie piscicole alors que son peuplement est caractéristique de la seconde catégorie.

En terme de niveau trophique (stade d'évolution), le lac est considéré comme oligo-mésotrophe.

Le lac de la Crégut appartient aux habitants de la Crégut (commune de Trémouille, 15). L'association de sauvegarde du lac de la Crégut travaille à sa préservation.

1.2 Objectifs de l'étude

L'étude des macrophytes du lac de la Crégut permettra dans un premier temps de réaliser un état initial de l'ensemble des espèces végétales amphibies, afin de confirmer ou non la présence de certains taxons déjà cités sur le site, et de réaliser un inventaire et une cartographie de ces plantes.

L'éventuelle disparition de certaines espèces, notamment sensibles, pourrait permettre d'évaluer l'évolution de la qualité des eaux et de l'écosystème dans son ensemble, notamment au regard du fonctionnement du complexe hydroélectrique vraisemblablement à l'origine de l'envasement progressif du lac.

Des mesures de gestion, de protection voire de restauration de ces herbiers lacustres pourraient être envisagées au terme de cette étude dans le cadre de la réalisation du plan de gestion du lac de la Crégut.

La nécessité de suivre l'évolution des macrophytes et de relever la présence de certaines espèces patrimoniales (Isoètes et Littorelle notamment) sur les lacs du Parc des Volcans parait évidente en raison de leur rôle bioindicateur mais aussi de leur aspect patrimonial.

Au cours de l'inventaire un intérêt particulier sera donc porté à deux groupes de plantes aquatiques :

- **les plantes protégées** et notamment les Isoètes et la Littorelle qui sont qualifiées de relictes glaciaires et considérées comme très anciennes. Ces espèces caractéristiques de milieux oligotrophes sont protégées au niveau national et font partie intégrante d'habitats d'intérêt communautaire de la Directive Habitats. Elles jouent également un rôle indéniable d'indicateur de la bonne qualité des eaux et des milieux.

- **les espèces envahissantes** qui peuvent engendrer des dysfonctionnements des milieux aquatiques : anoxies périodiques, obstacles à l'écoulement de l'eau, gênes pour les loisirs aquatiques, concurrence les autres hydrophytes autochtones. La présence potentielle de ses espèces sera vérifiée et le cas échéant, leur surface de recouvrement sera cartographiée.

Cette étude permettra aussi de renforcer les démarches d'information et de sensibilisation autour de ces espèces afin de les préserver et de proposer des mesures de gestion adaptées, le cas échéant.

2 METHODE

2.1 Déroulement de l'étude

L'étude s'est déroulée en 2 phases :

- juillet 2009 : l'ensemble du lac a été prospecté en bateau afin de réaliser des descriptions de berge et de la végétation sur 14 points prédéfinis et répartis autour du lac suivant la méthode de JENSEN.

- août 2009 : les observations en bateau ont été complétées par un inventaire sous lacustre réalisé par la commission biologie de plongée auvergnate. Les plongeurs étaient chargés de parcourir l'ensemble du lac pour observer la répartition des herbiers lacustres. Les déterminations des plantes prélevées par les plongeurs ont été validées par le Conservatoire Botanique National du Massif Central.

2.2 Méthode

L'inventaire floristique a été réalisé entre juillet et août 2009 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.

Le protocole de plongée a été établi avec la collaboration du CBNMC et de la commission biologique de plongée afin de concilier les exigences des plongeurs et le protocole scientifique. Le protocole détaillé figure en annexe 3.

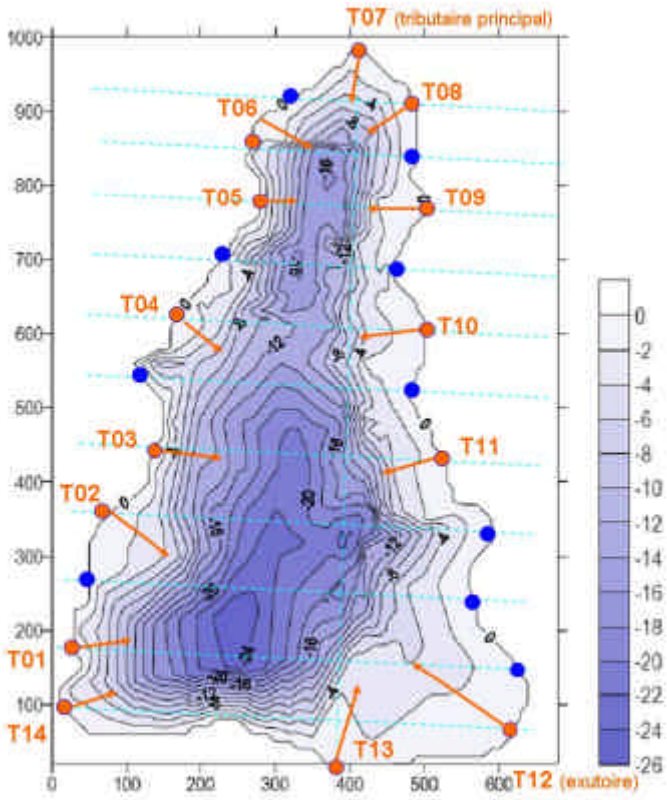


Figure 5 : carte bathymétrique du lac de la Crégut et localisation des transects (source : FDAAPPMA63, 2006)

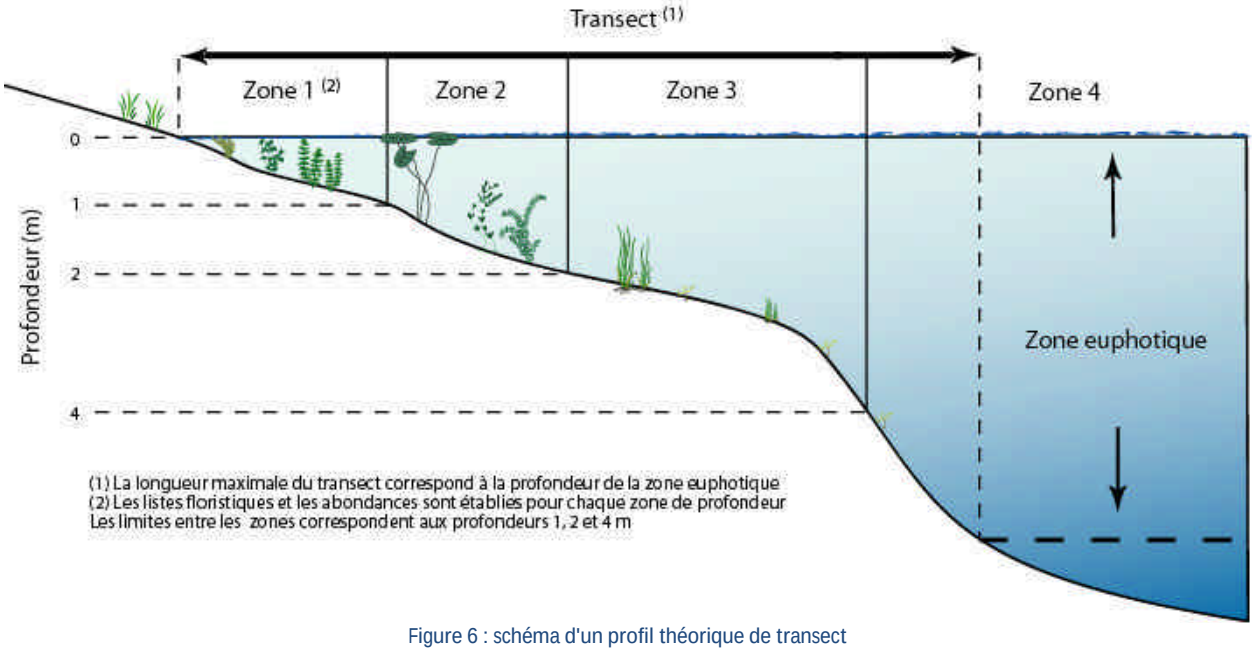


Figure 6 : schéma d'un profil théorique de transect

En bateau :
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 (cf figure 9). 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.

En plongée :
Compte tenu de la turbidité de l'eau, des pentes les plus favorables à la végétation et des observations réalisées en juillet, les plongées ont été concentrées sur 4 transects considérés comme représentatifs du lac sur les 14 décrits lors de la prospection en bateau : les transects T08 (proche du tributaire principal), T11 (rive Est), T12 (proche exutoire) et T14 (sud-ouest) ont été parcourus par les plongeurs effectuant les différents relevés.

L'ensemble de ces relevés a conduit à la réalisation d'une cartographie de la végétation aquatique permettant ainsi de visualiser la répartition des macrophytes (principaux taxons observés).

L'inventaire des herbiers lacustres a permis :
- D'établir une liste des espèces de macrophytes présentes dans le lac
- De rechercher la présence d'éventuelles plantes envahissantes
- De mettre en évidence l'impact éventuel des usages du lac sur ces herbiers (complexe hydroélectrique)

Une campagne de suivi pourra être envisagée dans le cadre du plan de gestion afin de déterminer d'éventuelles modifications des populations.

2.3 Description des transects et relevés

Les relevés ont été effectués sur 4 transects préalablement localisés par un point sur la berge localisé par GPS (cf. figure n°8) et l'orientation du transect prise au compas. Ces transects ont été parcouru par les plongeurs effectuant les différents relevés (carte en annexe 4).

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

Le long du 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.

Les échantillons de plantes prélevés sont déterminés, conditionnés puis envoyés au Conservatoire Botanique National du Massif Central pour validation des déterminations.

Un film compilant les images prises en plongée a été réalisé par Didier Chassaing. Il est joint sur CD Rom et permet de mettre en évidence l'envasement important du lac qui a souvent gêné la progression des plongeurs.

2.4 Composition de l'Equipe

Le groupe de plongée Arverne a été chargé d'effectuer les plongées et le travail de relevés. Monsieur Didier Chassaing, responsable de la Commission Biologique de plongée sous marine du CAP, a été

l'interlocuteur privilégié et le coordinateur de l'ensemble des plongeurs. Au total, compte tenu de l'importante surface du lac, 28 plongeurs ont participé à l'opération.

L'ensemble des plongées a été encadré par la chargée de mission « Eau » du Parc des Volcans durant la totalité de l'opération.

Le Conservatoire Botanique National du Massif Central a été associé à la démarche à la fois pour l'élaboration du protocole définitif mais également pour les déterminations à l'espèce des spécimens prélevés lors des plongées et lors de la rédaction du rapport. L'agence de l'Eau Adour Garonne a apporté son soutien technique et financier. Le rapport a été réalisé par le Parc des Volcans.

2.5 Formalités

- Les isoètes, littorelle et flûteau nageant étant des espèces protégées, leur cueillette est soumise à autorisation de la DIREN. Un dossier de demande d'autorisation de cueillette à des fins scientifiques a été déposé en janvier 2008 auprès des services concernés.
- Une autorisation a été demandée au préalable à chaque plongée à la commune de Trémouille.

3 RESULTATS ET ANALYSES

3.1 Description générale des herbiers

Le peuplement de macrophytes du lac de la Crégut présente une relativement faible variété floristique avec 17 taxons recensés, dont 8 espèces d'hydrophytes et 9 hélophytes. Seules 2 espèces protégées à l'échelle régionale ou nationale ont été observées en 2009 : *Littorella uniflora, Luronium natans.*

Seuls les nénuphars colonisent le lac jusqu'à une profondeur maximale de 1,2 m. Les autres hydrophytes se cantonnent jusqu'à environ 0,5 m de profondeur. La turbidité de l'eau limitant la pénétration de la lumière en profondeur peut expliquer cette répartition.

La liste floristique est présentée en annexe 6.

Les hydrophytes recensés en 2009 sont :

- le callitriche : *Callitriche sp. (individu peu développé, indéterminable)*
- la littorelle à une fleur : *Littorella uniflora*
- le flûteau nageant : *Luronium natans*
- le myriophylle à fleurs alternes : *Myriophyllum alterniflorum*
- le nénuphar blanc : *Nymphaea alba*
- le nénuphar jaune : *Nuphar lutea*
- une renoncule aquatique : *R. cf trichophyllus : à confirmer*
- la fontinale (Bryophytes) : *Fontinalis antipyretica*

Les principaux hélophytes sont :

- la laîche à utricules rostrées : *Carex rostrata*
- la laîche vésiculeuse : *Carex vesicaria*
- la scirpe des marais : *Eleocharis palustris*
- la scirpe épingle : *Eleocharis acicularis*
- la prêle des eaux : *Equisetum fluviatile*
- le jonc bulbeux : *Juncus bulbosus*
- le roseau commun : *Phragmites autralis*
- la massette à larges feuilles : *Typha latifolia*

3.2 Description des transects

Le lac de la Crégut présente des berges naturelles sur l'ensemble de son périmètre. La ripisylve, constituée de saule et d'aulne glutineux est quasi continue sur l'ensemble du lac, mis à part au niveau de l'esplanade à l'ouest et de l'exutoire.

Les berges sont colonisées par une ceinture discontinue principalement constituée par des carex. Elle est plus développée dans les secteurs alimentés par des ruissellements de surface (anses T02, 04, 06, 14 de la rive ouest, T13 au niveau de la zone humide au sud du lac, ainsi que les transects T08, 09 à l'est).

L'exposition, la turbidité de l'eau, le substrat et la pente sont les facteurs qui influencent directement le développement des macrophytes.

Le tableau suivant présente les pentes moyennes observées sur les transects étudiés.

Transect	Pente en % entre 0 et -2 m de profondeur	Pente en % entre -2 et -8 m de profondeur
T01	10%	10%
T02	3%	5%
T03	20%	16%
T04	5%	8%
T05	20%	16%
T06	4%	11%
T07	7%	7%
T08	7%	10%
T09	3%	8%
T10	3%	6%
T11	4%	8%
T12	2%	3%
T13	2%	6%
T14	5%	8%

Tableau 1 : Pente moyenne des transects

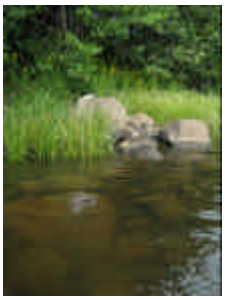
Les transects étant assez homogènes par secteur, ils sont décrits ci-dessous par type.

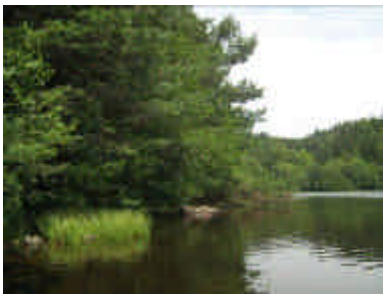
3.2.1 Transects de la rive ouest

Sur la rive Ouest, la pente est plus forte notamment sur les transects T01, T03, T05. Ces transects sont caractérisés par des substrats grossiers de type bloc ou galet avec peu de matières fines. Cela explique la

présence limitée d'hydrophytes : seuls quelques pieds de myriophylles se développent ponctuellement jusqu'à 0,5 m de profondeur au maximum.

T01


T03


T05

La présence de nénuphars en rive Ouest est bien corrélée avec les pentes les plus douces (transects T02, 04, 06, 14) associées à des matériaux plus fins déposés sur les galets (vase et litières).

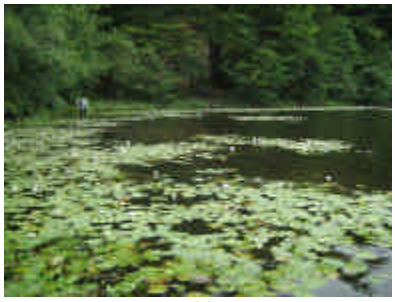
T02

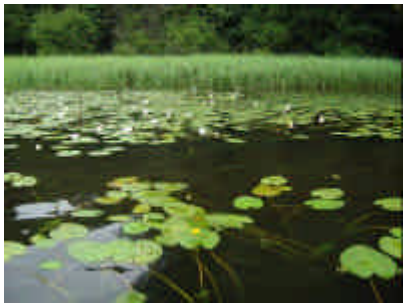
T04

T14

3.2.2 Transects de la rive est

De façon générale, la pente du fond est plus douce entre 0 et 2 m de profondeur sur la rive Est du lac (transects T08 à T13). Le substrat est également moins grossier (galet, graviers). La présence de nénuphars est plus régulière sur la rive Est (T08, 09, 12). Deux espèces de nénuphars blanc et jaune (minoritaire). A noter la présence de quelques pieds de massettes (*Typha latifolia)* sur les transects T08 et T09 situés en aval du tributaire principal (provenance possible du lac du Tact à l'amont).


T08


T09

T08

Les transects T10 et T11 sont caractérisés par une pente plus forte et un substrat plus grossier qui limitent l'installation d'hydrophytes et d'hélophytes. Quelques carex se développent entre les blocs et la petite douve. Quelques touffes de myriophylles dans l'eau à une profondeur maximum d'un mètre.

T10

T11

3.2.3 Transect proche du tributaire principal au nord

Le transect T07 est particulier puisqu'il est sur l'axe du tributaire principal amenant par une conduite les eaux du Tact. Sa pente est relativement modérée (7%) mais le courant plus important ici et le substrat constitué de blocs doivent limiter l'installation des herbiers.

Figure 7 : Arrivée d'eau provenant du Tact (T07)

3.2.4 Transect proche de l'exutoire au sud-Est

Le transect T12 situé au niveau de l'exutoire présente une pente faible (2%). Ce secteur présente le plus fort recouvrement d'herbiers lacustres du lac : un tapis de myriophylles et de renoncules aquatiques recouvre les zones les moins profondes tandis que les nénuphars (blancs et jaunes) occupent les secteurs autour d'un mètre de profondeur.

T12

T12 - nénuphars

T12 - myriophylles

3.2.5 Transect zone humide au sud

La pente faible du transect T13 (2%) a permis le développement d'une zone humide au sud du lac : elle est constituée d'une large cariçaie, avec des prêles des eaux et un massif de phragmites, témoignant du caractère toujours immergé de ce secteur.

T13

T13

T13

3.3 Etat des lieux des herbiers à statut protégé

3.3.1 Littorelles

Les littorelles à une fleur ont été observées de façon discontinue autour du lac. Elles se cantonnent aux grèves exondées où elles se maintiennent avec des recouvrements variables suivant les secteurs. Elles se développent sur les grèves peu ou pas vaseuses où la ripisylve est plus dégagée (T01, 02, 05, 06, 10). Seuls quelques individus ponctuels ont été observés dans l'eau mais toujours à des profondeurs inférieures à 10 cm (T01, 02, 05, 06, 10, 12).

Figure 8 : littorelles des lacs sur grève (T01)

Les substrats, soit trop grossiers sur quelques transects ou bien trop vaseux envahi par la cariçaie, sont peu favorables à leur développement et peuvent expliquer cette répartition. La turbidité de l'eau assez élevée contribue également à limiter le développement de la végétation aquatique et en particulier des espèces caractéristiques d'eaux oligotrophes comme les littorelles.

3.3.2 Isoètes

D'après les données historiques transmises par le conservatoire botanique du Massif Central, il semble que deux espèces d'Isoètes aient été observées dans le lac de la Crégut au cours du XXème siècle : l'isoète à spores spinuleuses, signalée pour la dernière fois en 1985 et l'isoète des lacs mentionné une seule fois en 1955, ce qui pourrait laisser penser à une confusion avec la première.

Quoiqu'il en soit, aucun isoète n'a été observé lors de l'inventaire effectué en 2009. La disparition de cette espèce caractéristique des eaux froides et claires pourrait être liée à la forte turbidité de l'eau

(profondeur de disparition du SECCHI en moyenne de 1 m en 2006). Cette forte turbidité est liée aux matières en suspension qui arrivent dans le lac de la Crégut depuis une trentaine d'année suite aux aménagements du complexe hydroélectrique.

Contrairement aux littorelles, les Isoètes sont immergées et se développent habituellement entre 0,5 m et plusieurs mètres de profondeur en fonction de la turbidité de l'eau. Cette différence pourrait expliquer le maintien des littorelles sur les grèves exondées voire à très faible profondeur dans l'eau, où elles peuvent capter assez de lumière malgré la turbidité importante la majeure partie de l'année.

3.3.3 Flûteau nageant

La présence de flûteau nageant a été recherchée tout autour du lac. Seuls quelques pieds ont été observés : l'un au niveau du transect T12 dans la cariçaie, quelques uns abrités par la ripisylve au niveau du transect T14. Si l'espèce est encore présente, elle apparaît néanmoins en très faibles effectifs certainement incompatibles avec son maintien à long terme.

Figure 9 : flûteau nageant (Crégut, T14)

3.3.4 Nénuphar nain

Cette espèce (*Nuphar pumila*) est considérée en régression en France et n'a pas été revue dans la plupart des lacs du secteur. On le rencontre souvent en compagnie du nénuphar jaune qui est présent dans le lac de la Crégut. Des hybridations sont possibles entre les deux espèces, formant un hybride plus compétitif qui tend généralement à supplanter ce dernier. Ce taxon n'a a *priori* pas été observé en 2009, cependant le risque de confusion entre les nénuphars jaunes et nains et leur hydride est très élevé.

3.4 Evolution de la qualité de l'eau et des herbiers

3.4.1 Synthèse sur la qualité du lac

Une étude de la qualité des eaux du lac de la Crégut a été menée en 2006 par le Laboratoire « Microorganismes : génome et environnement » de l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand. Cette étude visait à étudier l'évolution du niveau trophique du lac. Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- La transparence des eaux du lac de la Crégut est très faible, de l'ordre de 1.9 m en moyenne avec une valeur minimale **d'à peine 1 m en août 2006**, au moment du pic de biomasse algal. C'est la concentration en matières en suspension qui est à l'origine de la forte turbidité de l'eau. Il est à noter que cette transparence atteignait des valeurs bien plus élevées lors d'études antérieures (4,3 m) (Olivier, 1939), avant les aménagements du complexe hydroélectrique.
- Il apparaît de la qualité de l'eau entrant dans le lac est globalement de bonne qualité mais peut être périodiquement altérée (très mauvaise qualité à certaines dates).

- Une amélioration de la qualité des eaux est notée à l'aval du lac de la Crégut, notamment pour les matières en suspension, témoignant du stockage de ces dernières dans le lac.

Pour rappel, l'eutrophisation d'un lac est un phénomène provoqué par l'enrichissement progressif des eaux en éléments nutritifs, essentiellement l'azote et surtout le phosphore provenant du lessivage des sols du bassin versant et d'un recyclage interne. Mais ce processus est souvent considérablement accéléré par les apports en nutriments issus des activités humaines. L'évolution naturelle (sans apports liés aux activités humaines) qui conduit au comblement du plan d'eau est extrêmement lente et nécessite des milliers d'années en conditions naturelles. L'aménagement par EDF des bassins versants de la Tarentaine et de l'Eau Verte a très sensiblement augmenté la surface du bassin versant du Tact, donc de la Crégut (4620 ha pour la Tarentaine et 4320 ha pour l'Eau Verte soit 8940 ha au total). Les eaux récoltées traversent le Tact avant de se déverser dans la Crégut. Les conséquences de cet aménagement apparaissent très importantes.

Le lac du Tact situé à l'amont de la Crégut a assuré pendant les premières années de l'aménagement un rôle de décanteur (en piégeant les matières en suspension) et épurateur (par fixation de l'azote et du phosphore). Cependant, le Tact est aujourd'hui saturé. Il semble désormais restituer tout ce qu'il reçoit : des phénomènes de remise en suspension des matériaux particulaires se produisent à cause de la « méthanisation » de ses eaux profondes. Ceci entraîne une remontée de plaques entières de sédiments qui s'évacuent vers le lac de la Cregut. Le barrage flottant de type dronne mis en place par EDF à la sortie du Tact ne parvient pas à toutes les retenir.

Figure 10 : déversoir du Tact avec barrage flottant

A partir de leur étude limitée dans le temps, il est conclu que le lac de la Crégut ne présente aucune caractéristique d'un lac eutrophe mais que son fonctionnement est bien totalement perturbé en raison de la turbidité de ses eaux liées aux fortes teneurs en matières en suspension d'origine allochtone provenant du Tact. La sédimentation bien visible sur les zones littorales est indéniable mais l'étude ne permet pas de conclure à un envasement rapide du lac de la Crégut.

Les problèmes actuels proviennent du fait que le lac de la Crégut se substitue de plus en plus à la tourbière du Tact dans le rôle d'épurateur et de décanteur des eaux en provenance de la Tarentaine et de l'Eau Verte.

3.4.2 Données historiques – Ecologie des espèces citées avant 2009

Les espèces citées sur le lac de la Crégut sont les suivantes (la liste incluant dates et observateurs figure en annexe 2 - source CBNMC) :

- l'isoète des lacs : *Isoetes lacustris* (citation de 1955)
- l'isoète à spores spinuleuses : *Isoetes echinospora* (citation de1985)

- la littorelle à une fleur : *Littorella uniflora* (citation de 1993)
- le flûteau nageant : *Luronium natans* (citation antérieure à 1956)
- le nénuphar blanc : *Nymphaea alba* (citation de 2004)
- le nénuphar jaune : *Nuphar lutea* (citation de1955)
- le nénuphar nain : *Nuphar pumila* (citation antérieure à 1917)
- la renoncule toute blanche : *Ranunculus ololeucos* (citation de 1958)
- la prêle des eaux : *Equisetum fluviatile* (citation de 1993)
- le jonc bulbeux : *Juncus bulbosus* (citation de 1955)

3.4.2.1 Isoètes

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.

On rencontre les isoètes sur des fonds immergés entre 50 cm et 1 m d'eau, de nature graveleuse à sablonneuse, peu envasés à eaux froides acides et peu turbides (*Littorellion uniflorae*).

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.

L'isoète à spores spinuleuses est en forte régression en Auvergne où elle a disparu de nombreux lacs d'altitude des Mont-Dore, du Cézallier et de l'Artense. Le nombre de stations est devenu très faible (présence dans 2 ou 3 lacs) et les populations sont très variables (parfois réduites à quelques individus).

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 et/ou de menace-rareté *d'Isoetes lacustris*
- Livre rouge national de la flore menacée de France, tome II (espèces à surveiller)
- Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)

Statuts de protection et/ou de menace-rareté *d'Isoetes echinospora*
- Protection nationale annexe I
- Livre rouge national de la flore menacée de France, tome II (espèces à surveiller)
- Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)

3.4.2.2 Littorelle des lacs ou littorelle à une fleur (Littorella uniflora)

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.

La littorelle des lacs est 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.

La littorelle est une 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.

Ces plantes sont 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 et/ou de menace-rareté :
- Protection nationale annexe I
- Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)

3.4.2.3 Flûteau nageant (Luronium natans, Alisma natans, Echinodorus natans)

Le flûteau nageant est une plante rare et dispersée en France. Il se raréfie vers l'est et le sud pour disparaître totalement sur la façade Est et de la région méditerranéenne. En Auvergne, le flûteau est surtout présent à l'étage montagnard dans les Monts-Dore, le Cézallier, l'Artense, les Monts du Cantal, la Planèze de Saint-FLour et l'Aubrac. Il descend à l'étage collinéen dans l'ouest de la région (Combrailles, Châtaigneraie). On le rencontre également à basse altitude (<300 m) dans l'Allier (pays de Tronçais, bocage Est, Sologne bourbonnaise).

Le flûteau présente généralement deux types de feuilles : les feuilles rubanées immergées et les feuilles flottantes élargies. Il présente des stolons radicants. Les difficultés de détermination concernent généralement des populations composées d'individus stériles soumises à des fluctuations importantes du niveau d'eau pouvant entraîner des confusions avec *Alisma plantago-aquatica* ou *Baldellia ranunculoides*.

Le flûteau appartient aux communautés aquatiques des eaux stagnantes, oligo-mésotrophes (*Potamion polygonifolii*), végétations amphibies des bordures d'étangs et des lacs oligotrophes (*Littorellion uniflorae*), vases exondées des berges d'étangs à niveau fluctuant, fossés de tourbage dans des tourbières exploitées, ruisseaux de montagne à fond sablonneux et eaux oligotrophes.

Cette plante est en régression dans tous les secteurs mentionnés, en particulier dans les régions de basse altitude (Allier) où de nombreuses stations n'ont pas été revues. Il semble que le flûteau se maintienne encore relativement bien dans certains secteurs d'altitude (planèze de Saint-Flour, Monts du Cantal, Cézallier…).

Statuts de protection et/ou de menace-rareté
- Convention de Berne annexe I
- Directive Habitat, faune, flore (annexe II)
- Protection nationale annexe I
- Livre rouge national de la flore menacée de France, tome II (espèces à surveiller)
- Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)

3.4.2.4 Equisetum fluviatile

La prêle des eaux est une plante très fréquente à l'étage montagnard en Auvergne. Cette espèce est caractéristique des milieux humides voire inondés au moins une partie de l'année.

3.4.2.5 Juncus bulbosus

Le jonc bulbeux (ou couché) est assez fréquent partout en France et en Auvergne au sein des massifs montagneux soumis aux influences océaniques. Ce jonc fait partie de formations mésohygrophiles, méso oligotrophes souvent turficoles. On le retrouve communément au bord des ruisseaux et sur les vases en bord d'étang.

3.4.2.6 Nuphar lutea

Ce nénuphar à fleurs jaunes est présent dans une bonne partie de la France. En Auvergne, on le retrouve disséminé surtout à basse altitude mais aussi à l'étage montagnard dans les lacs glaciaires des Monts Dore et de l'Artense jusqu'à 1200 m d'altitude. Ils forment des massifs de végétation enracinée immergée dans l'eau libre des plans d'eau (oligo) mésoeutrophes. Cette plante ornementale, parfois introduite dans les étangs près d'habitations est en régression dans toute la région.

3.4.2.7 Nuphar pumila

Ce nénuphar nain est une espèce rare en France présente uniquement dans les Vosges, le Jura et le Massif Central aux étages collinéen et montagnard. En Auvergne, on le retrouve dans les lacs-tourbières des Monts Dore et de l'Artense entre 950 m et 1200 m d'altitude. Cette espèce est caractéristique des eaux stagnantes oligotrophes (avec *Nymphaea alba* et *Littorella uniflora*). Cette espèce est en régression et n'a pas été revue dans plusieurs lacs de ce secteur. Dans les lacs où elle est encore présente, elle occupe de faibles surfaces et se rencontre souvent en compagnie de *Nuphar lutea* avec lequel elle peut s'hybrider. L'hydride ainsi formé (*N. x spenneriana)* est apparemment plus compétitif et tend à supplanter *N . pumila.*

Statut de protection et/ou de menace-rareté :
- Livre rouge national de la flore menacée de France, tome II (espèces à surveiller)
- Liste rouge régionale liste I (espèces prioritaires)

3.4.2.8 Nymphaea alba

Le nénuphar blanc ou nymphéa est présent dans une bonne partie de la France, mais reste plus rare que le nénuphar jaune. En Auvergne, disséminé surtout à basse altitude. Elle est plus rare à l'étage montagnard jusqu'à 1000 m : lacs glaciaires de l'Artense et une station isolée au nord des Monts Dore. Cette plante ornementale forme des massifs de végétation enracinée immergée dans l'eau libre des plans d'eau (oligo) mésoeutrophes.

3.4.2.9 Ranunculus ololeucos

La renoncule toute blanche présente une aire de répartition occidentale en France, absente de la moitié nord du pays, de la région méditerranéenne et des principaux massifs. En Auvergne, aucune citation récente. L'espèce était autrefois mentionnée dans les mares et étangs tourbeux de l'étage collinéen

(frange occidentale du Cantal). Cette plante présente une morphologie très proche de *Ranunculus peltatus*. La présence effective de cette espèce est à confirmer en Auvergne.

3.4.3 Ecologie des « nouveaux » taxons observés en 2009

3.4.3.1 Carex rostrata

La laîche à utricules rostrés (=laîche à becs) se trouve principalement dans les régions montagneuses où elle peut atteindre l'étage subalpin. En Auvergne, on la trouve jusqu'à 1500 m d'altitude et descend assez régulièrement à l'étage collinéen. C'est une des laîches omniprésentes en montagne. Elle se développe au niveau des ceintures d'atterrissement des lacs et étangs **oligotrophes**, des tremblants et gouilles ou chenaux humides, de sources et au sein des tourbières actives.

3.4.3.2 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.

3.4.3.3 Eleocharis acicularis

Le scirpe épingle s'observe principalement dans les régions de plaine riches en étangs ou traversées par de grands cours d'eau. En Auvergne, elle est assez fréquente dans les vallées alluviales ainsi que sur les contreforts occidentaux des Monts du Cantal (Châtaigneraie, planèze de Saint Flour et Artense). Elle est observée jusqu'à 1200 m d'altitude. Cette espèce se développe sur les sables humides et les vases exondées des berges d'étangs, de lacs ou de boires **mésotrophes**.

3.4.3.4 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).

3.4.3.5 Fontinalis antipyretica

Cette bryophyte se développe sur substrat pierreux aussi bien en eau courante que stagnante et supporte des périodes d'assèchement assez prolongées. On la trouve aussi bien en eau oligotrophe qu'eutrophe.

3.4.3.6 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.

3.4.3.7 Phragmites australis

Le roseau commun ou phragmite est une espèce commune dans toute la France. En Auvergne, on la retrouve régulièrement au bord des cours d'eau, dans les fossés humides, marais et étangs… On la rencontre également en altitude (jusqu'à 1300 m environ) en périphérie des lacs et dans les zones marécageuses et tourbeuses des montagnes, en particulier dans les Monts Dore, Artense, Cézallier, nord des Monts du Cantal et le massif du Mézenc. Elles se développent au niveau des ceintures d'atterrissement **mésotrophes** des étangs et des anses calmes ou bras morts des rivières, des fossés et également au bord des eaux libres des lacs et marais turficoles montagnards. L'aire de cette espèce tend à s'amenuiser progressivement en raison de la lente disparition des milieux qui lui sont favorables.

3.4.3.8 Typha latifolia

La massette à larges feuilles est commune en France excepté dans la région méditerranéenne où elle se raréfie. En auvergne, elle est bien répartie à l'étage collinéen mais se raréfie dans tout l'étage montagnard (jusqu'à 1250 m d'alt.). Elle se développe dans les ceintures d'hélophytes bordant les bras morts des rivières, des lacs et étangs **mésotrophes à eutrophes** ainsi que dans les fossés humides. C'est une plante ornementale.

3.4.3.9 Potamogeton crispus

Ce potamot est relativement fréquent en France surtout en plaine et à l'étage collinéen. En Auvergne, il est encore relativement fréquent à l'étage collinéen du Puy de Dôme et de l'Allier et plus localisé dans le Cantal. Il est très rare en haute Loire. Cette espèce se développe en eaux stagnantes à faiblement courantes **mésotrophes à eutrophes** et est en régression sauf dans le Puy de Dôme. A noter que certains individus présentent des feuilles planes.

3.4.3.10 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).

3.5 Evolution des herbiers

La cartographie des herbiers lacustres observés en 2009 se situe en annexe 5.
Plusieurs espèces non mentionnées dans les relevés floristiques antérieurs ont été observées lors de l'inventaire réalisé en 2009 :

- La présence de potamot crépu, espèce d'eau **mésotrophe à eutrophe**, témoigne d'une évolution sensible du niveau trophique du lac, vraisemblablement en lien avec l'envasement du site. La forte turbidité de l'eau semble néanmoins limiter son développement puisqu'on ne l'observe que jusqu'à 0,5 m de profondeur.
- Le myriophylle à fleurs alternes est fréquent, et c'est au niveau de l'exutoire où la pente faible est la plus favorable que sont observés les recouvrements les plus importants. Cette espèce assez commune se développe en eaux stagnantes à faiblement courantes de type **oligotrophes à mésotrophes**.

Figure 11 : tapis de myriophylles (Crégut, exutoire T12)

- Deux espèces d'hélophytes n'étaient pas mentionnés jusque là : les phragmites qui forment des ceintures d'atterrissement mésotrophes et les massettes bordant les eaux **mésotrophes à eutrophes**. Leur faible recouvrement témoigne d'une implantation relativement récente.

Figure 12 : Phragmites (T13) et massettes (T08 et T09)

Les macrophytes constituent de bons indicateurs de l'évolution de la qualité de l'eau et du milieu. Cet inventaire a permis de mettre en évidence la régression voire la disparition des espèces caractéristiques des eaux oligotrophes et sensibles à l'envasement : disparition probable des isoètes et du nénuphar nain, forte régression du recouvrement des littorelles qui formaient d'importants tapis en amont de l'exutoire (CORRE J-P., communication personnelle), maintien de faibles effectifs de flûteau nageant.

La forte turbidité est un facteur limitant pour le développement de plantes aquatiques plus en profondeur. La sédimentation observée a également pu participer à la régression des espèces les plus sensibles à l'envasement.

Il semble que la forte turbidité soit un facteur limitant pour le développement de plantes aquatiques plus en profondeur. La sédimentation observée a certainement participé à la régression des espèces les plus sensibles à l'envasement. Enfin, la nature du substrat (blocs) et l'ombrage sur la rive ouest sont peu favorables à l'installation d'herbiers lacustres. Le marnage peut aussi constituer une contrainte pour la végétation aquatique.

A noter que le jour de la plongée, la transparence était supérieure à la normale en raison d'une réduction momentanée de l'alimentation par le Tact.

La présence de nombreux anodontes, mollusques d'eau douce (famille des *Unionidae*) qui sont des organismes filtreurs, témoigne d'un enrichissement en matière organique. L'épaisseur de vase est supérieure à 30 cm à quelques mètres de la berge notamment dans les anses en pente douce. Le colmatage du fond est important et confirme l'envasement du lac.

Au niveau de l'exutoire, la densité d'anodontes est très forte, allant de 10 à 15 individus au m².

Figure 13 : anodontes du lac de la Crégut

4 PROPOSITIONS DE SUIVI DES HERBIERS

L'étude de la végétation aquatique a permis de réaliser un état initial en 2009 de la nature et de la répartition des herbiers lacustres du lac de la Crégut. Il est proposé de réaliser un suivi des espèces à fort enjeu patrimonial (Littorelles, flûteau nageant).

Type de suivi	Localisation	Objectifs	Protocole
Espèces patrimoniales			
Flûteau nageant *(Luronium natans)*	⇨Points T12 et T14	Suivi de la population de cette espèce d'intérêt majeur	Comptage du nombre d'individus
Littorelles *(Littorella uniflora)*	⇨grèves exondées	Suivi de la population de cette espèce d'intérêt majeur	
Autres espèces			
Herbiers immergés	Lac	Suivre l'évolution de la qualité du lac	- Suivre l'apparition potentielle de nouvelles espèces - Suivre l'évolution de la profondeur de colonisation en lien avec la turbidité de l'eau

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude des herbiers lacustres du lac de la Crégut réalisé en 2009 s'inscrit dans un programme d'inventaire prévu sur 8 lacs naturels du territoire du Parc des Volcans.

La participation de l'équipe de plongeurs de la commission biologie de plongée arverne a été très appréciée puisqu'elle a permis le recueil d'informations jusque là impossibles à collecter en raison de la profondeur du lac. Le Conservatoire Botanique National du Massif Central nous a fait bénéficier de son expérience et de ses compétences en matière de détermination.

La disparition et/ou la régression des espèces caractéristiques d'eaux oligotrophes associée au développement de ceintures d'hélophytes comme les phragmites et les massettes, indiquent une modification nette du milieu et de l'envasement que subit le lac depuis plusieurs années.

Le suivi des herbiers permettra de mettre en évidence les éventuelles évolutions des herbiers en lien avec la qualité du milieu, que ce soit en terme de composition floristique ou de recouvrement et d'évaluer l'impact des actions engagées pour améliorer la qualité du lac.

AGENCE DE L'EAU, 1997 - Les études de l'Agence de l'Eau n°68, synthèse bibliographique – Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Agence de l'Eau, 199 p.

BARBE J., LAFONT M., MALLET L., MOUTHON J., PHILIPPE M., VEY V., 2003 – Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d'eau, analyses critique des indices de qualité des lacs et propositions d'indices de fonctionnement de l'écosystème lacustre. CEMAGREF, 107 p.

ANTONETTI P., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE JP., TORT M., 2006 – Atlas de la flore d'Auvergne, Conservatoire Botanique National du Massif Central, 981p.

CEPA & PNR des Volcans, 2001 - Inventaire des herbiers du lac de Bourdouze, Puy-de-Dôme.

CEMAGREF, 2007 - Méthodologie d'étude des communautés de macrophytes en plans d'eau (DUTARTRE A., BERTRIN V.).

CITOLEUX J., 2003 – Localisation et suivi des herbiers amphibies des lacs d'altitude de la Réserve Naturelle du Néouvielle (laquettes d'Orédon – lac d'Aumar) - Parc National des Pyrénées.

JENSEN S., 1977 – An objective method for sampling the macrophyte vegetation in lakes. Vegetation Vol. 33. 2 3 : 107-118.

MONTEGUT J., Le milieu aquatique, milieu aquatique et flore, Tomes 1, 2 et 3.

OLIVIER L., 1939 – Matériaux pour la connaissance limnologique des lacs Mont-Doriens, 61 p.

UMR CNRS 6023 - Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement, Clermont-ferrand II, 2009 – Etude de la qualité des eaux du lac de la Crégut, EPIDOR, 75 p.