



# SUIVI DES VÉGÉTATIONS AQUATIQUES DU LAC DE L'ENTONNOIR

2018



**CONSERVATOIRE**  
BOTANIQUE national  
de Franche-Comté  
**OBSERVATOIRE**  
régional des INVERTÉBRÉS



Greffier B., 2018. *Suivi des végétations aquatiques du lac de l'Entonnoir*. Conservatoire botanique national de Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés, 23 p. + annexes.

**Cliché de couverture**

- Vue du Lac de l'Entonnoir (B. Greffier, 2018)

**CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE FRANCHE-COMTE –  
OBSERVATOIRE REGIONAL DES INVERTEBRES**



**Suivi des végétations aquatiques du lac de l'Entonnoir**

2018

**Relevés de terrain** : Brendan Greffier

**Rédaction** : Brendan Greffier

**Saisie des données** : Stéphanie Breda

**Mise en page** : Justine Amiotte-Suchet  
et Brendan Greffier

**Relecture** : François Dehondt et Yorick  
Ferrez

**Étude réalisée par** le Conservatoire  
botanique national de Franche-Comté  
– Observatoire régional  
des Invertébrés

**Avec l'aide du** Syndicat Mixte des  
Milieux Aquatiques du Haut-Doubs



# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 CONTEXTE .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE.....</b>	<b>1</b>
1.2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	1
1.2.2 HISTORIQUE DU SITE.....	1

---

<b>METHODOLOGIE .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 TYPOLOGIE PHYTOSOCIOLOGIQUE.....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 CARTOGRAPHIE DES GROUPEMENTS VEGETAUX.....</b>	<b>2</b>

---

<b>ETUDE DU LAC.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 TYPOLOGIE DES HABITATS .....</b>	<b>3</b>
3.1.1 CLASSIFICATION DES ASSOCIATIONS.....	3
3.1.2 LES GAZONS IMMERGES DE CHARACEES .....	4
3.1.3 LES HERBIERS DE PLANTES VASCULAIRES A FEUILLES IMMERGEES.....	11
3.1.4 LES HERBIERS DE PLANTES VASCULAIRES A FEUILLES FLOTTANTES .....	14
<b>3.2 CARTOGRAPHIE .....</b>	<b>18</b>
3.2.1 CARTE DES HABITATS.....	18
3.2.2 CARTES ET TABLEAUX COMPLEMENTAIRES .....	20
<b>3.3 CONCLUSION.....</b>	<b>21</b>

---

<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>22</b>
---------------------------	-----------

---

<b>ANNEXES .....</b>	<b>23</b>
----------------------	-----------



## INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

Le site « Espace Naturel Sensible » (ENS) du « Lac et marais de l'Entonnoir » avait bénéficié en 2007 d'une étude qui avait consisté en la réalisation de la typologie et de la cartographie des habitats, ainsi que de l'inventaire des espèces végétales patrimoniales. Cette étude avait permis de préciser les enjeux présents, de les géolocaliser et de qualifier l'intérêt et l'état de conservation des habitats, de recenser les pratiques de gestion et les atteintes, ainsi que l'évolution des groupements végétaux par rapport aux données antérieures existantes. Elle avait pu montrer le caractère exceptionnel de la flore aquatique du lac, notamment par son abondance et sa diversité de charophytes. En 2018, une nouvelle cartographie du lac a été réalisée dans le cadre du suivi de l'évolution de la végétation. Ce document en présente les résultats.

### 1.2 Présentation des zones d'étude

#### 1.2.1 Situation géographique

Le lac de l'Entonnoir est situé dans le massif du Jura sur les communes de Bouverans et de Bonnevaux (25) à une altitude d'environ 830 m. Il appartient au complexe de marais et de tourbières du bassin du Dugeon. Ce lac naturel présente un fonctionnement particulier. Son niveau est régulé par une alimentation karstique qui a lieu au niveau de pertes situées dans le fond du lac. Lors de périodes de sécheresse marquée, le lac peut se vider quasi-entièrement.

#### 1.2.2 Historique du site

Historiquement, le lac a été exploité de diverses manières : pêche, cultures, fauche, pâturage, exploitation de la tourbe, etc. Des tentatives d'assèchement ont même été réalisées à plusieurs reprises entre 1639 et 1878 mais se sont toutes soldées par un échec en raison des résurgences karstiques. La construction en 1878 d'une digue de 900 m de long parallèle au Dugeon a provoqué la déconnection de ce dernier avec le lac. La gestion du lac est aujourd'hui confiée à la société de pêche de Bouverans.

## METHODOLOGIE

L'ensemble des méthodes utilisées dans la réalisation de la typologie et de la cartographie des habitats suit les recommandations du cahier des charges pour la cartographie des habitats naturels et semi-naturels en Franche-Comté (Guyonneau, 2008). Les noms des taxons suivent le référentiel TAXREF9 (Gargominy et al., 2015).

### 2.1 Typologie phytosociologique

La caractérisation des groupements végétaux et l'établissement d'une typologie sont réalisés selon la méthode phytosociologique sigmatiste. Chaque groupement végétal observé sur le terrain fait l'objet d'un ou de plusieurs relevé(s) phytosociologique(s), les cas originaux ou intéressants d'un point de vue patrimonial faisant l'objet d'une attention particulière. Cela consiste à relever toutes les espèces végétales présentes dans une surface de végétation déterminée et dans des conditions écologiques homogènes. Les espèces sont regroupées par strate de végétation : strate arborée (a), strate arbustive (b), strate herbacée (h), strate muscinale (m), hydrophytes fixes à feuilles immergées (hyrs) ou flottantes (hyrf), hydrophytes libres à feuilles flottantes (hylf) et charophytes (k).

Dans chaque strate, un coefficient d'abondance-dominance relatif variant de r à 5 est associé à chaque espèce présente. Les différentes valeurs que peut prendre cette variable sont précisées dans la liste suivante :

- r : élément représenté par un ou deux individus ;
- + : élément rare à recouvrement très faible ;
- 1 : élément à recouvrement faible inférieur à 5 % ;
- 2 : élément recouvrant 5 à 25 % de la surface ;
- 3 : élément recouvrant 25 à 50 % de la surface ;
- 4 : élément recouvrant 50 à 75 % de la surface ;
- 5 : élément recouvrant plus de 75 % de la surface.

Les conditions stationnelles propres à chaque relevé sont également notées. Il s'agit de la date, de l'altitude, de la pente, de l'exposition, de la microtopographie (replat, versant, concavité, convexité) et de la fragmentation du relevé. De plus,

des variables propres à chaque strate de végétation du relevé sont précisées : surface, recouvrement, hauteurs minimale, maximale et moyenne, ombrage. La géolocalisation du relevé est faite au GPS ou sur fond de carte.

Les relevés sont ensuite intégrés dans la base de données Taxa et font l'objet d'une analyse phytosociologique selon des protocoles élaborés par le CBNFC-ORI. Cette analyse permet de caractériser le relevé et de le classer dans un système phytosociologique. Le code Corine et le code Natura 2000, si l'habitat relève de la Directive Habitats, sont indiqués pour chaque unité définie.

## 2.2 Cartographie des groupements végétaux

Lors de la phase de cartographie, les groupements végétaux sont délimités sur le terrain sous formes de polygones retranscrits informatiquement grâce au S.I.G. avec l'aide d'une analyse des orthophotographies les plus récentes. Pour cette étude, les photographies aériennes orthorectifiées de 2017 ont été utilisées pour la cartographie des pelouses, tandis que celles de 2015 ont été utilisées pour la cartographie du lac, car les groupements aquatiques y sont plus visibles.

L'échelle de cartographie de terrain se situe dans le cadre de cette étude au 1 : 2500, ce qui signifie que seuls les habitats ayant une surface supérieure à 250 m<sup>2</sup> sont cartographiés sous forme de polygones. Un habitat de surface inférieure est soit figuré par un point, soit intégré dans un polygone décrivant une mosaïque d'habitats. L'échelle de rendu des cartes papier est fixée au 1 : 5000.

Chaque polygone est renseigné par plusieurs variables permettant de le décrire au mieux :

- la typologie phytosociologique préalablement établie ;
- le code Corine biotope correspondant ;
- le code Natura 2000 si l'habitat relève de la Directive Habitats ;
- les atteintes au groupement, appréciées par rapport à l'habitat et l'intensité de la dégradation (enrichissement, intensification, dommages directs, etc.) ;
- l'humidité : H (groupement humide), A (groupement aquatique ; non considéré comme une zone humide au sens de la loi sur l'eau), pp (groupements présentant une tolérance large vis-à-vis du facteur hydrique et pouvant correspondre ou non au concept de zones humides) ;

- la surface en hectares, calculée grâce aux fonctions du logiciel QGIS.

Pour les habitats d'intérêt communautaire ou régional, des variables supplémentaires sont précisées :

- l'intérêt du groupement : communautaire, communautaire prioritaire ou régional ;
- la pratique de gestion : pâture, fauche, abandon, etc. ;
- le sylvofaciès (noms des taxons dominant la strate arborée) ;
- la typicité floristique, évaluée en se référant à la composition optimale du groupement dans la région naturelle où l'étude est réalisée.

La réalisation d'une cartographie des végétations immergées exige une méthodologie particulière et adaptée. En effet, les groupements aquatiques sont généralement difficilement distinguables sur les orthophotographies, qui ne peuvent alors pas être utilisées comme support de prospection ou pour délimiter les habitats. Le plan d'eau est parcouru sous forme de transects perpendiculaires à la berge, disposés à intervalles réguliers (100 m). Le long de ces transects, la végétation est échantillonnée à l'aide d'un grappin au niveau de points de mesure réalisés tous les 50 m environ. Sur le site étudié, un total de 153 points de mesure pour 23 transects ont été réalisés. A chaque point de mesure, plusieurs lancers de grappin sont effectués tout autour du bateau. Les espèces échantillonnées sont relevées et des coefficients d'abondance-dominance relatifs variant de r à 5 leur sont attribués. Les spécimens nécessitant une identification en laboratoire (charophytes notamment) sont récoltés et conservés dans de l'alcool à 70°.



Figure n°1 - Lac de l'Entonnoir (B. Greffier, 2018).

La cartographie sur QGIS a ensuite été réalisée par extrapolation entre les relevés ponctuels. Les communautés végétales qui s'avéraient similaires entre plusieurs points d'échantillonnages voisins ont été représentées par un même polygone. Les individus disséminés et les groupements de faibles extensions ont quant à eux été représentés par des objets ponctuels.

Le suivi des végétations aquatiques réalisé en 2018 s'est basé sur les points de mesure effectués lors de la cartographie de 2007 en divisant cependant le taux d'échantillonnage par deux (c'est-à-dire en ne s'intéressant qu'à un point de mesure sur deux).

---

## ÉTUDE DU LAC

### 3.1 Typologie des habitats

Pour chaque association végétale relevée, une fiche vient détailler sa composition floristique, sa physiologie, son écologie, son intérêt et son état de conservation. Sont également précisés les menaces constatées ou potentielles pesant sur l'habitat, ainsi que des conseils de gestion. Le code Corine, le code Natura 2000, l'intérêt et l'humidité de la formation végétale sont indiqués à côté du nom de l'association. L'humidité du groupement se décline en trois catégories : H pour les groupements humides, A pour les groupements aquatiques (ne rentrent pas dans le concept de zone humide au sens de la loi sur l'eau) et pp pour les groupements présentant une tolérance large vis-à-vis du facteur hydrique et pouvant correspondre ou non au concept de zone humide.

#### 3.1.1 Classification des associations

##### ***Charetea fragilis* F. Fukarek 1961**

##### ***Charetalia hispidae* Krausch ex W. Krause 1997**

##### ***Charion fragilis* F. Sauer ex Damska 1961**

*Charetum fragilis* Corill. 1957

*Charetum strigosae* Damska 1966

*Charetum asperae* Corill. 1957

Le groupement à *Chara virgata*

*Magnocharetum hispidae* Corill. 1957

##### ***Nitellitalia flexilis* W. Krause 1969**

***Nitellion syncarpo - tenuissimae* W. Krause 1969**

*Nitellium syncarphae* Corill. 1957

Le groupement à *Nitella mucronata*

##### ***Potametea pectinati* Klika & V. Novák 1941**

##### ***Potametalia pectinati* W. Koch 1926**

*Potamion pectinati* (W. Koch) Libbert 1931

*Potametum lucentis* Hueck 1931

*Potametum graminei* H. Passarge ex Lang 1967

*Potametum berchtoldii* Wijsman ex Schipper, Lanjouw & Schaminée in Schaminée, Weeda & V. Westh. 1995

*Ranunculo circinati - Myriophylletum spicati* Tomasz. ex H. Passarge 1982

*Nymphaeetum albo - luteae* Nowinski 1928

*Nymphaeion albae* Oberd. 1957

*Polygonetum amphibii* Pohjala 1933

### 3.1.2 Les gazons immergés de characées

#### La formation à *Chara globularis* : *Charetum fragilis* (22.441, 3140-1, c, A)

##### ■ Composition floristique et phytionomie (tableau I, 1 relevé)

Se présentant le plus fréquemment sous forme de populations monospécifiques fermées ou ouvertes de *Chara globularis*, cette association peut également abriter *C. delicatula* et *Nitella syncarpa*, et peut constituer la sous-strate de formations d'hydrophytes fixes. Le groupement forme un gazon de 10 à 20 cm de haut et de densité variable. Sur le site d'étude, l'espèce caractéristique est seule ou accompagnée d'autres charophytes comme *Nitella syncarpa* et *Chara strigosa* var. *longispina*. Elle peut également former la sous-strate d'un *Ranunculo circinatis* – *Myriophylletum spicati*.

##### ■ Synécologie et variabilité

Le *Charetum fragilis* est l'une des communautés de characées les plus répandues. Il s'observe surtout dans des eaux carbonatées peu profondes oligotrophes à mésotrophes et est en extension dans les milieux lacustres du massif du Jura. Sur le site étudié, il semble localisé, mais il pourrait être en extension, étant donné qu'il n'avait pas été relevé en 2007.

##### ■ Intérêt et état de conservation

C'est un habitat d'intérêt communautaire relativement répandu en Franche-Comté hors du domaine lacustre. Son état de conservation dans le lac de l'Entonnoir est jugé excellent.

##### ■ Menaces et conseils de gestion

Peu menacé sur le plan régional, le *Charetum fragilis* est en extension au détriment de communautés de charophytes d'écologie plus exigeante. Son apparition dans les lacs jurassiens est indicatrice d'une évolution défavorable aux charophytes et d'une banalisation de la flore lacustre. L'habitat peut toutefois être menacé par la pollution de l'eau.

Tableau n°1 - Relevé phytosociologique du *Charetum fragilis*

Relevé 22 : Brendan Greffier, 26/07/2018, Bouverans

Hyrf – surf. : 8 m<sup>2</sup>, rec. : 2%, h. moy. : 0,4 m

Espèces des *Potametea pectinati* : *Nuphar lutea* +

k – surf. : 8 m<sup>2</sup>, rec. : 70%, h. moy. : 0,1 m

Espèces des *Charetea fragilis* : *Chara globularis* 2, *Chara strigosa* var. *longispina* +, *Nitella syncarpa* +, *Chara major* +

#### La formation à *Chara strigosa* : *Charetum strigosae* (22.441, 3140-1, c, A)

##### ■ Composition floristique et phytionomie (tableau II, 11 relevés)

Cette communauté est caractérisée par *Chara strigosa*, qui forme un herbier lâche à dense et en général de 15 à 20 cm de hauteur moyenne. Dans le lac de l'Entonnoir, seule la var. *longispina* de *Chara strigosa* (= *Chara jurensis* Hy), endémique du massif du Jura, est présente. Elle est généralement accompagnée de *Chara contraria*, qui peut se montrer recouvrant, et divers autres charophytes. En 2007, cette association était décrite sous le nom de « groupement à *Chara contraria* et *Chara jurensis* ».

##### ■ Synécologie et variabilité

Il s'agit d'une formation pionnière des lacs montagnards mésotrophes carbonatés, où elle précède généralement le *Magnocharetum hispidae*. Elle est également souvent observée en sous-strate de diverses communautés macrophytiques : *Myriophylletum spicati*, *Nymphaeetum albo-luteae* et *Polygonetum amphibii*. Dans le lac de l'Entonnoir, cette communauté de charophytes est la plus répandue et s'observe surtout à des profondeurs de 0,5 à 1 m (jusqu'à 1,5 m).

##### ■ Intérêt et état de conservation

C'est un habitat d'intérêt communautaire très rare à l'échelle nationale pour lequel la Franche-Comté porte une responsabilité particulière accentuée par l'endémisme de *Chara strigosa* var. *longispina*. Son état de conservation dans le lac de l'Entonnoir est jugé excellent.

##### ■ Menaces et conseils de gestion

L'espèce est sensible à l'eutrophisation, qui tend à laisser la place à *Chara contraria* dans les plans d'eau eutrophisés. Cependant, c'est l'inverse qui semble s'observer dans le lac de l'Entonnoir, puisque *C. contraria* semble laisser du terrain à *Chara strigosa*.

Tableau n°II -Relevés phytosociologiques du *Charetum strigosae* dans le lac de l'Entonnoir. Le relevés 116 et 104 sont tirés de la cartographie du lac de 2007 (Guyonneau *et al.*, 2008) où ils étaient rattachés au « groupement à *Chara contraria* et *Chara jurensis* ».

	8	32	39	42	45	49	57	116	104	
Observateur	B. Greffier	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady							
Commune	Bouverans	Bouverans								
Date	26/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	24/07/2007	24/07/2007	
surface hrs (m <sup>2</sup> )	8		8			8			50	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	8	8	8	8	8	8	8	50	50	
% recouvr. hrs			2			1				
% recouvr. k1		95	98	70	90	85	95			
haut. moy. hrs (m)	0,6	0	0	0	0	0,25	0			
haut. moy. k1 (m)	0,3	0,4	0,15	0,15	0,2	0,2	0,15	0,1	0,1	
Profondeur (m)		1,5	1,2	0,9	1,55	0,75	1	2		
nb taxons	5	2	4	3	1	3	3	2	5	
<b>hrs</b>										
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>										
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	.	+	.	.	r	.	.	2	III
<b>k1</b>										
<b>Espèces des <i>Charetea fragilis</i></b>										
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	3	4	4	4	5	5	5	2	2	V
<i>Chara virgata</i>	3	.	.	1	.	1	.	.	+	III
<i>Chara contraria</i>	+	2	.	.	.	.	+	5	3	III
<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>	.	.	3	2	.	.	.	.	.	II
<i>Nitella syncarpa</i>	1	.	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Chara curta</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	I
<i>Chara aspera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I

### La formation à *Chara aspera* : *Charetum asperae* (22.441, 3140-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie (tableau III, 3 relevés)

Cette formation caractérisée par *Chara aspera* forme des gazons monospécifiques ou paucispécifiques de petite taille en eau peu profonde.

#### ▪ Synécologie et variabilité

Il s'agit d'une communauté pionnière des plans d'eau mésotrophes à large amplitude altitudinale. En 2007, elle colonisait sur 1,6 ha la beïne au centre-sud du lac entre 1 et 1,5 m de profondeur. Bien que l'espèce caractéristique ait été observée en 2018 au sein d'autres communautés de charophytes, ce groupement n'a pas été retrouvé.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

C'est un habitat d'intérêt communautaire qui contribue à l'habitabilité des bordures de beines pour la faune aquatique. Son état de conservation dans le lac de l'Entonnoir est jugé moyennement favorable en raison d'une probable raréfaction depuis 2007.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

L'espèce caractéristique est sensible à l'eutrophisation de son milieu. Comme pour les autres formations à charophytes, la gestion passe par la surveillance de l'évolution des populations et la conservation d'une eau de qualité.

### Le groupement à *Chara virgata* (22.441, 3140-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie (tableau III, 3 relevés)

Cette formation est caractérisée par la dominance de *Chara virgata* (= *Chara delicatula*) qui forme un peuplement lâche de 5 à 15 cm de haut. Bien que généralement seul, *C. virgata* peut être accompagné d'autres charophytes en effectifs alors faibles.

#### ▪ Synécologie et variabilité

Encore méconnue en raison de la confusion de *C. virgata* avec *C. globularis*, cette communauté a été décrite pour la première fois en France durant la cartographie des lacs jurassiens de Bailly *et al.* (2007). Elle se développerait dans une gamme de profondeurs plutôt large (de quelques décimètres à plus de 2 m) avec une moyenne d'environ 1,5 m. Dans le lac de l'Entonnoir, elle est apparue de manière localisée dans le centre et au nord-est du site à des profondeurs d'1 à 2 m.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

Il s'agit, comme les autres formations à *Chara*, d'un habitat d'intérêt communautaire. Son état de conservation dans le lac de l'Entonnoir est jugé excellent étant donné qu'il semble stable depuis 2007.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

Cet habitat serait en régression au profit d'associations plus polluo-tolérante, comme le *Charetum fragilis*. La gestion passe par la conservation d'une qualité de l'eau optimale et la surveillance des populations de charophytes.

### La formation à *Chara major* : *Magnocharetum hispidae* (22.441, 3140-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie (tableau IV, 5 relevés)

L'association forme une prairie immergée très dense, épaisse de 20 à 50 cm (parfois plus) et vert sombre. Habituellement monospécifique, la formation est dominée par *Chara major*, une grande characée généralement très incrustée de calcaire, et parfois d'autres taxons, comme *C. contraria*, *C. aspera*, *C. strigosa* et *C. virgata* dans le lac de l'Entonnoir. Elle peut former une sous-strate d'un *Ranunculo circinatis* - *Myriophylletum spicati*.

#### ▪ Synécologie et variabilité

Le *Magnocharetum hispidae* s'observe en Franche-Comté exclusivement dans des lacs mésotrophes carbonatés jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur. Dans le lac de l'Entonnoir, la formation est la plus souvent observée à une profondeur d'environ 1 m avec un maximum d'1,5 m.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

C'est un habitat d'intérêt communautaire au rôle structurant important car il constitue la dernière ceinture macrophytique au-delà des ceintures de grands potamots. Son rôle dans l'habitabilité des plans d'eau pour la petite faune est donc sans doute important. La formation est répandue et semble stable malgré des surfaces un peu moins importantes en 2018 dans le lac de l'Entonnoir, son état de conservation est jugé bon.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

Les formations à *Chara* sont plus ou moins sensibles aux concentrations en nutriments (notamment les phosphates) et peuvent régresser avec l'eutrophisation du plan d'eau. Les fluctuations du niveau de l'eau peuvent également limiter le bon développement de l'association.

Tableau n°III - Relevés phytosociologiques du groupement à *Chara virgata* dans le lac de l'Entonnoir. Le relevé 35 est tiré de la cartographie du lac de 2007 (Guyonneau *et al.*, 2008).

	4	58	35	
Observateur	B. Greffier	B. Greffier	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady	
Commune	Bouverans	Bouverans	Bouverans	
Date	26/07/2018	27/07/2018	24/07/2007	
surface hyrs (m <sup>2</sup> )		20	50	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20	20	50	
% recouvr. hyrs				
% recouvr. k1	60	5		
haut. moy. hyrs (m)		0,4	0,4	
haut. moy. k1 (m)	0,35	0,25	0,1	
profondeur (m)		1,3	2,2	
nb taxons	2	2	3	
<b>hyrs</b>				
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>				
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	2	II
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	+	+	IV
<b>k1</b>				
<b>Autres espèces</b>				
<i>Chara virgata</i>	3	+	1	V
<i>Chara major</i>	1	.	.	II

Tableau n°IV - Relevés phytosociologiques du *Magnocharetum hispidae* dans le lac de l'Entonnoir.

	12	18	34	36	50	
Observateur	B. Greffier					
Commune	Bouverans	Bouverans	Bouverans	Bouverans	Bouverans	
Date	26/07/2018	26/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	
surface hyrf (m <sup>2</sup> )	20					
surface hyrs (m <sup>2</sup> )		20		20	20	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20	20	20	20	20	
% recouvr. hyrf	70					
% recouvr. hyrs		70		2	2	
% recouvr. k1	90	45	95	95	100	
haut. moy. hyrf (m)	0,72	0	0	0	0	
haut. moy. hyrs (m)	0	0,9	0	0,2	0,4	
haut. moy. k1 (m)	0,25	0,3	0,5	0,2	0,3	
profondeur (m)	0,7	1,5	1,5	0,8	0,95	
nb taxons	6	6	2	4	4	
<b>hyrf</b>						
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>						
<i>Persicaria amphibia</i>	4	.	.	.	.	I
<b>hyrs</b>						
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>						
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	4	.	+	+	III
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	r	.	.	.	I
<b>k1</b>						
<b>Espèces des <i>Charetea fragilis</i></b>						
<i>Chara major</i>	5	3	4	4	5	V
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	1	2	.	1	+	IV
<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>	.	2	3	2	.	III
<i>Chara contraria</i>	1	.	.	.	+	II
<i>Chara virgata</i>	.	2	.	.	.	I
<i>Chara aspera</i>	1	.	.	.	.	I
<i>Nitella syncarpa</i>	+	.	.	.	.	I

### La formation à *Nitella syncarpa* : *Nitelletum syncarpae* (22.442, 3140-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie (tableau V, 5 relevés)

Lorsqu'elle est dominante, l'espèce *Nitella syncarpa* caractérise cette formation, constituant un herbier dense à lâche d'une hauteur de 20 à 40 cm. Dans le lac de l'Entonnoir, la formation est souvent monospécifique, mais parfois constituée d'autres charophytes, comme *Chara globularis*, *C. contraria* et *C. strigosa*. Elle est également souvent accompagnée d'un *Ranunculo circinatis* - *Myriophylletum spicati* plus ou moins lâche.

#### ▪ Synécologie et variabilité

*Nitella syncarpa* s'observe dans des eaux faiblement acides à carbonatées à des profondeurs variables et est tolérante à la minéralisation et à une certaine turbidité. Sa tolérance pour les faibles luminosités et des pH plus acides permet à cette formation de s'exprimer dans le lac de l'Entonnoir dans les secteurs moins favorables aux autres communautés de charophytes, comme l'extrémité sud tourbeuse et les zones profondes. Le *Nitelletum syncarpae* a été relevé dans le site à des profondeurs variant de 0,30 m à 3,50 m.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

C'est un habitat d'intérêt communautaire qui est rare en Franche-Comté. Il apporte donc un intérêt supplémentaire à un site déjà remarquable pour sa diversité de charophytes. Il apparaît en nette extension depuis la cartographie de 2007, son état de conservation est jugé excellent.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

Cette formation ne semble pas menacée actuellement dans le lac de l'Entonnoir. Cependant, l'expansion de *Myriophyllum spicatum*, qui fréquente souvent les mêmes secteurs, serait une menace. La gestion passe par la surveillance de l'évolution des populations et la conservation d'une eau de qualité

### Le groupement à *Nitella mucronata* (22.442, 3140-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie

Ce groupement se compose d'un peuplement généralement monospécifique de *Nitella mucronata* qui peut être accompagné de *Chara contraria*. L'espèce forme un gazon fin d'une dizaine de centimètres d'épaisseur.

#### ▪ Synécologie et variabilité

L'habitat se développe dans des eaux calmes à des profondeurs variables avec une préférence pour un pH neutre à acidocline. Il a été observé de manière localisée en 2007 dans des secteurs plus tourbeux du sud du lac de l'Entonnoir entre 2 et 2,5 m de profondeur. Ni l'habitat, ni l'espèce caractéristique n'ont été retrouvés en 2018. Cependant, compte tenu de son faible recouvrement en 2007, l'espèce a très bien pu échapper à l'échantillonnage de 2018.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

Comme pour les autres formations à *Nitella*, il s'agit d'un habitat d'intérêt communautaire. La rareté de l'espèce caractéristique confère également un intérêt patrimonial à cette formation. Son état de conservation sur le site est considéré moyennement favorable en raison du doute existant concernant son maintien depuis 2007.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

L'eutrophisation de l'eau et la minéralisation du substrat sont des menaces potentielles pour l'espèce caractéristique de cet habitat. Comme pour les autres charophytes, la gestion passe par la surveillance de l'évolution des populations et la conservation d'une eau de qualité.

Tableau n°V - Relevés phytosociologiques du *Nitelletum syncarpae* dans le lac de l'Entonnoir.

	26	27	30	53	9b	
Observateur	B. Greffier					
Commune	Bouverans	Bonnevaux	Bouverans	Bouverans	Bouverans	
Date	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	27/07/2018	26/07/2018	
surface hrs (m <sup>2</sup> )	20	20	20	20		
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20	8	20	20	20	
% recouvr. hrs	2	10	1	40		
% recouvr. k1	90	80	95	100	70	
haut. moy. hrs (m)	0,25	0,7	0,8	1	0	
haut. moy. k1 (m)	0,18	0,3	0,4	0,4	0,2	
profondeur (m)	0,3	1,1		1,25	0,5	
nb taxons	2	3	6	5	1	
<b>hrs</b>						
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>						
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	2	+	3	.	IV
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	+	.	I
<b>k1</b>						
<b>Espèces des <i>Charetea fragilis</i></b>						
<i>Nitella syncarpa</i>	5	4	4	5	4	V
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	.	.	+	+	.	II
<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>	.	2	+	.	.	II
<i>Chara globularis</i>	.	.	2	.	.	I
<i>Chara major</i>	.	.	2	.	.	I
<i>Chara contraria</i>	.	.	.	+	.	I

### 3.1.3 Les herbiers de plantes vasculaires à feuilles immergées

**Le groupement à potamot luisant :**  
*Potamogeton lucensis* (22.421, 3150-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie (tableau VI, 3 relevés)

Cet habitat est structuré par son espèce caractéristique, le potamot luisant (*Potamogeton lucens*), qui forme des peuplements assez denses pouvant occuper de larges surfaces et dépasser un mètre de hauteur. Il peut être associé à *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* ou encore la forme immergée de *Nuphar lutea*. De petits potamots et plus rarement des charophytes peuvent former une strate inférieure.

#### ▪ Synécologie et variabilité

L'association fréquente les eaux calmes, ensoleillées et mésotrophes aux fonds envasés à des profondeurs variables et pouvant dépasser 5 m. Elle se place typiquement juste après la ceinture à nénuphar (*Nymphaeetum albo - lutea*). L'espèce n'a été observée en 2018 que de manière localisée et en effectifs

faibles vers les bords ouest et nord-ouest du plan d'eau, alors que le groupement occupait encore de larges surfaces en 2007. Cependant, les quelques observations de brins flottants de *P. lucens* portés par les vagues en plusieurs secteurs du lac laissent penser qu'il existe encore d'autres populations qui ont échappé à l'échantillonnage en 2018.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

L'habitat est d'intérêt communautaire et contribue fortement à l'habitabilité des plans d'eau pour la faune et la flore aquatique. *Potamogeton lucens* est par ailleurs considérée comme quasi-menacé en Franche-Comté, ce qui apporte un intérêt patrimonial à l'association. Dans le lac de l'Entonnoir, son état de conservation est jugé défavorable, en raison de la forte régression constatée.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

Cet habitat semble avoir disparu de plusieurs lacs jurassiens pour des raisons peu élucidées. Les marnages excessifs et l'eutrophisation sont deux menaces connues pour *P. lucens*. Dans le site étudié, des assècs potentiellement plus fréquents ces dernières années pourraient expliquer l'affaiblissement de ses populations depuis 2007.

Tableau n°VI - Relevés phytosociologique du *Potamogeton lucensis* dans le lac de l'Entonnoir. Les relevés R2 et 168 sont issus de la cartographie de 2007 (Guyonneau *et al.*, 2008).

	17	R2	168	
Observateur	B. Greffier	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady	
Commune	Bouverans	Bouverans	Bouverans	
Date	26/07/2018	24/07/2018	24/07/2007	
surface hrs (m <sup>2</sup> )	20	50	50	
% recouvr. hrs	4	80		
haut. moy. hrs (m)	0,3	1,3	1,5	
profondeur (m)	0,4	1,7	2,2	
nb taxons	3	6	3	
<b>hrs</b>				
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>				
<i>Potamogeton lucens</i>	+	5	2	V
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	2	3	V
<i>Potamogeton crispus</i>		1	+	IV
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	r	+		IV
<i>Ranunculus circinatus</i>		+		II
<i>Elodea canadensis</i>		+		II

### Le groupement à potamot à feuilles de graminée : *Potamogeton graminei* (22.421, 3150-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie (tableau VII, 2 relevés)

Il s'agit d'une communauté paucispécifique dominée par *Potamogeton gramineus* ou *Potamogeton xizizii*, pouvant être accompagné de *P. lucens*, *P. pusillus* et *Persicaria amphibia*. Les colonies de *P. gramineus* plus ou moins lâches sont souvent dissimulées au sein des ceintures d'hélophytes. Le groupement à *Potamogeton xizizii* identifié en 2007 dans le lac de l'Entonnoir est dorénavant rattaché à cette formation.

#### ▪ Synécologie et variabilité

Cette formation se développe dans des eaux calmes, peu profondes, oligotrophes à mésotrophes et sur substrat sableux, limoneux ou paratourbeux. Elle fréquente les marges des étangs et des lacs où elle tolère des périodes d'émergence. On le retrouvait en 2007 dans le lac de l'Entonnoir principalement sur les berges nord-ouest et ouest à faible profondeur (généralement 0,5 m), où il s'intégrait souvent aux ceintures d'*Equisetum fluviatile*. Il a été peu observé en juillet 2018 (uniquement à proximité des berges nord-ouest), au moins en partie en raison d'un niveau du lac déjà abaissé par la sécheresse qui a rendu le plus gros des populations de *P. gramineus* inaccessible en bateau.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

Cet habitat est d'intérêt communautaire et caractérisé par une espèce rare et protégée en Franche-Comté qui lui confère une valeur patrimoniale. L'état de conservation de l'habitat est jugé moyennement favorable en raison d'une surface moindre observée en 2018.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

La formation est tolérante à l'eutrophisation, le réchauffement de l'eau et de brèves périodes d'émergence. Elle est cependant plus sensible à la pollution et pourrait également souffrir d'assecs prolongés qui risquent de devenir plus fréquents avec le changement climatique.

### Le groupement à potamot de Berchtold : *Potamogeton berchtoldii* (22.422, 3150-1, c, A)

#### ▪ Composition floristique et physionomie

C'est un herbier paucispécifique, immergé, lâche, de 20 à 40 cm de hauteur et qui est structuré par *Potamogeton berchtoldii*. Il est habituellement accompagné d'autres hydrophytes à large amplitude trophique comme *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia palustris* et *Potamogeton crispus*.

#### ▪ Synécologie et variabilité

Le groupement occupe surtout de petites pièces d'eau de basse altitude, peu profondes, fortement minéralisées et eutrophes. Dans les lacs jurassiens, il est peu développé et généralement marginal. Il a été inventorié dans la partie nord-ouest du lac en 2007 mais non observé en 2018.

#### ▪ Intérêt et état de conservation

C'est un habitat d'intérêt communautaire répandu en Franche-Comté mais marginal dans les systèmes lacustres où il participe néanmoins à leur diversité globale. Son état de conservation est jugé moyennement favorable, étant donné qu'il n'a pas été revu en 2018. Cependant, il est peu probable que cet habitat ait disparu du site.

#### ▪ Menaces et conseils de gestion

L'habitat est plutôt polluo-tolérant mais pourrait comme les autres potamots souffrir d'assecs plus fréquents.

Tableau n°VII - Relevés phytosociologiques du *Potametum graminei* dans le lac de l'Entonnoir.

	15	16	
Observateur	B. Greffier	B. Greffier	
Commune	Bouverans	Bouverans	
Date	26/07/2018	26/07/2018	
surface hyrf (m <sup>2</sup> )	20	20	
% recouvr. hyrf	2	5	
haut. moy. hyrf (m)	0,55	0,5	
surface hyrs (m <sup>2</sup> )	20	20	
% recouvr. hyrs	4	3	
haut. moy. hyrs (m)	0,4	0,4	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20	20	
% recouvr. k1	90	90	
haut. moy. k1 (m)	0,3	0,15	
profondeur (m)	0,6	0,6	
nb taxons	5	3	
<b>hyrf</b>			
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>			
<i>Persicaria amphibia</i>	+	1	V
<b>hyrs</b>			
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>			
<i>Potamogeton gramineus</i>	+	+	V
<i>Myriophyllum spicatum</i>	r	.	V
<b>k1</b>			
<b>Espèces des <i>Charetea fragilis</i></b>			
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	5	5	V
<i>Nitella syncarpa</i>	r		III

**Le groupement à myriophylle en épi et renoncule en crosse : *Ranunculo circinati - Myriophylletum spicati* (22.42, 3150-1, c, A)**

▪ **Composition floristique et phytionomie (tableau VIII, 7 relevés)**

Ce groupement immergé paucispécifique est structuré et dominé par *Myriophyllum spicatum*, qui est généralement associé à *Ranunculus circinatus* et *Ceratophyllum demersum*. Cette dernière espèce est absente du lac de l'Entonnoir. Il peut s'insérer en sous-strate du *Polygonetum amphibii* et en sur-strate d'herbiers de charophytes, notamment du *Nitelletum syncarpae*, du *Charetum strigosae* et du *Magnocharetum hispidae*. En conditions optimales, le groupement colonise toute l'épaisseur de la tranche d'eau. Les associations du *Ranunculetum circinati* et du *Myriophylletum spicati* décrites en 2007 sont rattachées à ce groupement.

▪ **Synécologie et variabilité**

La communauté est héliophile et colonise les eaux stagnantes mésotrophes à eutrophes sur substrat sableux ou limoneux plus ou moins recouvert de vase à des profondeurs de l'ordre de 0,5 à 2,5 m. Elle fréquente les mares, les étangs, les mortes et les anses calmes des lacs. Dans le lac de l'Entonnoir, *Myriophyllum spicatum* peut former un peuplement monospécifique correspondant à un stade pionnier qui a été observé en 2018 sous 1,7 m de profondeur. Dans les zones moins profondes, le groupement est souvent accompagné d'herbiers de charophytes comme le *Magnocharetum hispidae*, le *Charetum strigosae*, le *Nitelletum syncarpae* ou encore le *Charetum fragilis*.

▪ **Intérêt et état de conservation**

Bien que cet habitat soit d'intérêt communautaire, il est répandu et présente un intérêt floristique faible. Il constitue cependant pour la faune aquatique une ressource certaine. Cet habitat semble en légère extension dans le lac de l'Entonnoir où il présente un état de conservation excellent.

▪ **Menaces et conseils de gestion**

Aucune menace n'est à signaler et aucune gestion particulièrement n'est requise. Son développement dans le lac de l'Entonnoir est au contraire signe d'un déséquilibre trophique qui pourrait conduire à la banalisation de la flore aquatique du site.

**3.1.4 Les herbiers de plantes vasculaires à feuilles flottantes**

**La nupharaie : *Nymphaeetum albo - luteae* (22.4311, -, r, A)**

▪ **Composition floristique et phytionomie (tableau X, 3 relevés)**

Cet herbier se remarque en surface par les feuilles flottantes du nénuphar jaune (*Nuphar lutea*), espèce structurante et dominante, qui peut être accompagné de *Nymphaea alba*. Sous l'eau, *Schoenoplectus lacustris* sous sa forme immergée et *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ranunculus circinatus* et *Potamogeton lucens* en sous-strate peuvent être également présents. Dans le lac de l'Entonnoir, *Nymphaea alba* n'est pas présent.

▪ **Synécologie et variabilité**

L'association se développe dans des eaux calmes peu à moyennement profondes (0,5 à 2,5 m), mésotrophes à eutrophes et sur des substrats sableux ou limoneux recouverts de vase. Elle forme d'ordinaire une ceinture continue autour des lacs. A plus grande profondeur, *N. lutea* adopte une forme stérile aux feuilles immergées. Dans le lac de l'Entonnoir, la formation est présente de manière discontinue sur tout le bord ouest.

▪ **Intérêt et état de conservation**

L'habitat contribue fortement à l'habitabilité des lacs pour la faune aquatique. Il semble en extension depuis 2007. Son état de conservation est toutefois jugé moyennement favorable en raison de sa répartition discontinue.

▪ **Menaces et conseils de gestion**

Cet habitat est sensible aux variations du niveau d'eau. Sa trop forte fluctuation liée au fonctionnement naturel du lac de l'Entonnoir limite le bon développement de *N. lutea* qui y est sensible. Pour autant, la pérennité de l'habitat n'apparaît pas menacée à l'heure actuelle.

Tableau n°VIII - Relevés phytosociologiques du *Ranunculo circinati* - *Myriophylletum spicati* dans le lac de l'Entonnoir. Les relevés 150 et R1 sont issus de la cartographie de 2007 (Guyonneau et al., 2008) où ils étaient rattachés respectivement au *Ranunculetum circinati* et au *Myriophylletum spicatum*.

	18	20	53	63	75	150	R1	
Observateur	B. Greffier	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady	G. Bailly, J. Guyonneau, M. Mady					
Commune	Bouverans	Bouverans	Bouverans	Bouverans	Bouverans	Bouverans	Bouverans	
Date	26/07/2018	26/07/2018	27/07/2018	27/07/2018	31/07/2018	25/07/2007	24/07/2007	
surface hyrf (m <sup>2</sup> )				20				
surface hyrs (m <sup>2</sup> )	20	20	20	20	20	50	50	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20	20	20	20		50	50	
% recouvr. hyrf				35				
% recouvr. hyrs	70	65	40	45	60		80	
% recouvr. k1	45	35	100	5			10	
haut. moy. hyrf (m)				1,55				
haut. moy. hyrs (m)	0,9	0,5	1	0,7	0,5	0,4	0,5	
haut. moy. k1 (m)	0,3	0,2	0,4	0,2	0	0,2	0,1	
profondeur (m)	1,5	1,1	1,25	1,5	1,7	1,9	0,6	
nb taxons	6	5	5	3	1	5	6	
<b>hyrf</b>								
<b>Espèces des Potametea pectinati</b>								
<i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	3	.	.		I
<b>hyrs</b>								
<b>Espèces des Potametea pectinati</b>								
<i>Myriophyllum spicatum</i>	4	3	3	3	4	2	5	V
<i>Ranunculus circinatus</i>	r	3	+	.	.	+	1	IV
<i>Potamogeton crispus</i>						+	+	II
<b>k1</b>								
<b>Espèces des Charetea fragilis</b>								
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	2	2	+	.	.	.	+	III
<i>Chara contraria</i>	.	.	+	.	.	+	+	III
<i>Chara major</i>	3	.	.	.	.	2		II
<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>	2	2	.	.	.	.		II
<i>Chara virgata</i>	2	1	.	.	.	.		II
<i>Nitella syncarpa</i>	.	.	5	.	.	.		I
<i>Chara aspera</i>							2	I
<i>Chara globularis</i>	.	.	.	1	.	.		I

Tableau n°IX - Relevés phytosociologiques du *Nymphaeetum albo - luteae* dans le lac de l'Entonnoir.

	19	21	28	
Observateur	B. Greffier	B. Greffier	B. Greffier	
Commune	Bouverans	Bouverans	Bonnevaux	
Date	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	
surface hyrf (m <sup>2</sup> )	20	20	20	
surface hyrs (m <sup>2</sup> )	20	20	20	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20		20	
% recouvr. hyrf	35	20	4	
% recouvr. hyrs	3	15	5	
% recouvr. k1	60		1	
haut. moy. hyrf (m)	0,6	2	0,35	
haut. moy. hyrs (m)	0,3	0,3	0,3	
haut. moy. k1 (m)	0,15	0	0,15	
profondeur (m)	0,5	2	0,4	
nb taxons	6	2	5	
<b>hyrf</b>				
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>				
<i>Nuphar lutea</i>	3	2	1	V
<i>Persicaria amphibia</i>	+	.	.	II
<b>hyrs</b>				
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>				
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	.	1	IV
<i>Ranunculus circinatus</i>	r	.	r	IV
<i>Nuphar lutea</i>	.	2	.	II
<i>Potamogeton lucens</i>	.	+	.	II
<b>k1</b>				
<b>Espèces des <i>Charetea fragilis</i></b>				
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	4	.	.	II
<i>Chara major</i>	2	.	.	II
<i>Nitella syncarpa</i>	.	.	+	II
<i>Chara aspera</i>	.	.	r	II

**La formation à renouvelée amphibie :**  
***Polygonetum amphibii*** (22.4315, -, -, A)

▪ **Composition floristique et phytionomie (tableau X, 1 relevé)**

Il s'agit d'une communautés vivace monospécifique à paucispécifique se limitant généralement à *Polygonum amphibium*, espèce à feuille flottante structurante caractéristique formant des peuplements assez denses. Une strate inférieure submergée peut se constituer avec *Myriophyllum spicatum*.

▪ **Synécologie et variabilité**

C'est une association des eaux stagnantes peu à moyennement profondes (0,5 à 2 m), mésotrophes à mésoeutrophes et sur des substrats sableux ou limoneux recouverts de vase. Elle est fréquente dans le lac de l'Entonnoir où elle forme des peuplements disséminés sur tout le site à des profondeurs de 0,5 à

2 m. Elle domine souvent un peuplement de charophytes qui relève en général du *Magnocharetum hispidae* ou du *Charetum strigosae*.

▪ **Intérêt et état de conservation**

L'habitat est répandu en Franche-Comté et ne présente pas d'intérêt particulier, bien qu'il contribue très probablement à l'habitabilité des plans d'eau et rivières pour la faune aquatique. L'habitat étant stable depuis 2007, son état de conservation est excellent dans le site étudié.

▪ **Menaces et conseils de gestion**

Etant tolérante à la pollution et aux fluctuations du niveau d'eau, cette communauté n'apparaît pas menacée et aucune gestion particulière n'est préconisée.

Tableau n°X - Relevés phytosociologiques du *Polygonetum amphibii* dans le lac de l'Entonnoir.

	12	13	51	
Observateur	B. Greffier	B. Greffier	B. Greffier	
Commune	Bouverans	Bouverans	Bouverans	
Date	43307	43307	43308	
surface hyrf (m <sup>2</sup> )	20	20	20	
surface hyrs (m <sup>2</sup> )		20	20	
surface k1 (m <sup>2</sup> )	20	20		
% recouvr. hyrf	70	40	35	
% recouvr. hyrs		2	8	
% recouvr. k1	90	40		
haut. moy. hyrf (m)	0,72	0,8	0,45	
haut. moy. hyrs (m)		0,45	0,3	
haut. moy. k1 (m)	0,25	0,2		
profondeur (m)	0,7	0,8	0,4	
nb taxons	6	6	2	
<b>hyrf</b>				
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>				
<i>Persicaria amphibia</i>	4	3	3	V
<b>hyrs</b>				
<b>Espèces des <i>Potametea pectinati</i></b>				
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	+	1	IV
<b>k1</b>				
<b>Espèces des <i>Charetea fragilis</i></b>				
<i>Chara major</i>	5	1	.	IV
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>	1	3	.	IV
<i>Chara aspera</i>	1	+	.	IV
<i>Chara contraria</i>	1	.	.	II
<i>Chara globularis</i>	.	+	.	II
<i>Nitella syncarpa</i>	+	.	.	II

## 3.2 Cartographie

### 3.2.1 Carte des habitats

La carte phytosociologique placée en annexes (annexe 1) présente l'organisation des différents syntaxons présents sur le site. Les codes Corine biotopes et Natura 2000 sont précisés pour chaque association. Cette carte est accompagnée de trois tableaux indiquant les surfaces couvertes par chaque habitat respectivement aux sens phytosociologiques (tableau XI), de Corine biotopes (tableau XII) et de la Directive Habitats-Faune-Flore (tableau XIII). Une seconde carte permet de localiser les relevés ayant servi à l'élaboration de la typologie (annexe 2) et une troisième l'emplacement des enjeux floristiques (annexe 3).

#### Les communautés de charophytes

La flore charophytique du lac de l'Entonnoir est exceptionnelle par sa diversité et son recouvrement. Au total, ce sont neuf espèces qui ont été inventoriées en 2018 : *Chara aspera*, *C. contraria*, *C. curta*, *C. virgata*, *C. globularis*, *C. major*, *C. strigosa* et *Nitella syncarpa*. Deux espèces présentes lors de la cartographie de 2007 n'ont cependant pas été observées :

- *Nitella mucronata*, qui était déjà très localisée à l'époque et a pu échapper à l'échantillonnage de 2018 qui a été deux fois moins dense qu'en 2007 ;
- *Chara vulgaris*, espèce commune et polluo-tolérante mais généralement peu présente dans les lacs jurassiens et qui était également très localisée en 2007.

Les communautés de charophytes sont largement dominantes dans le lac où elle recouvre deux tiers de la surface totale. L'ensemble de ces herbiers constitue deux habitats d'intérêt communautaire de code 3140-1 pour les formations à *Chara* et 3140-2 pour les formations à *Nitella*.

L'habitat dominant reste celui à *Chara strigosa* var. *longispina* (anciennement *C. jurensis*) et *C. contraria*. Il est rattaché dans cette étude au *Charetum strigosae* alors qu'en 2007 l'association était décrite sous le nom de « groupement à *Chara contraria* et *Chara jurensis* ». La communauté recouvrait en 2018 plus de 34 ha, apparaît stable (+6 %) et se développe dans les mêmes secteurs qu'en 2007. Sa composition semble avoir cependant évolué en faveur de *C. strigosa* var. *longispina* et au détriment de *C. contraria* qui s'est sensiblement raréfié pour des raisons non élucidées.

Bien que présent aux mêmes endroits qu'en 2007 (secteurs nord et ouest du lac), le *Magnocharetum hispidae* aurait quant à lui perdu en surface avec 1,2 ha cartographiés en 2018 contre 4,3 ha en 2007 (-72 %).

Parallèlement, la formation à *Nitella syncarpa* (le *Nitelletum syncarpae*) est en forte extension depuis 2007, où 0,09 ha avait été cartographiés contre 5,7 ha en 2018 (+6263 %). L'espèce caractéristique, également observée fréquemment dans les autres communautés du lac, apparaît clairement plus abondante. Il n'en est cependant pas de même pour le groupement à *Nitella mucronata* qui n'a pas été revu (0,03 ha en 2007).

Le *Charetum asperae*, dont la surface était estimée à 1,6 ha en 2007, n'a pas été observé en 2018, bien que l'espèce caractéristique *Chara aspera* était présente au sein d'autres groupements. La formation à *Chara virgatae* (= *C. delicatula*) apparaît quant à elle tout aussi ponctuelle qu'en 2007, tandis que celle à *Chara globularis* (*Charetum fragilis*) est nouvelle pour le lac, bien qu'également localisée.

Enfin, les formations restantes peu développées et peu identifiables de charophytes ont été regroupées sous les « communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques ». Si la surface cartographiée apparaît bien moindre qu'en 2007 (15 ha contre 25 ha), c'est parce que le *Nitelletum syncarpae* occupe l'espace restant et que les profonds méandres présents au cœur du lac et exempts de végétations ont été cartographiés en « eaux libres » en 2018.

#### Les communautés d'hydrophytes

Depuis 2007, l'évolution des communautés d'hydrophytes du lac de l'Entonnoir s'est montrée bien plus importante que celle des charophytes. Leur composition reste cependant identique.

Les communautés à feuilles flottantes se composent de tapis discontinus de nénuphars (*Nymphaeetum albo-luteae*) couvrant une surface de 1,5 ha à proximité des berges et de larges tapis de renouées amphibies (*Polygonetum amphibii*) qui concernent de manière disséminée 2 ha. Si cette dernière formation apparaît plutôt stable depuis 2007 (+10 %), celle à nénuphars est en extension (+4677 %).

Parmi les communautés d'hydrophytes à feuilles immergées, le *Potametum graminei* se développe à faible profondeur au nord-ouest du lac, où 0,4 ha ont été cartographiés en 2018. Ce résultat apparaît faible par rapport à celui de 2007 (1,9 ha ; -79%), mais il pourrait être lié à une densité d'échantillonnage plus faible et l'inaccessibilité en bateau de berges abritant la population en raison d'un niveau du lac plus bas. Le groupement à potamot luisant (*Potametum lucentis*) montre cependant clairement une chute d'effectif inquiétante. Alors qu'il occupait près de 10 ha en 2007, il n'a été observé que de manière très localisée en 2018. Une formation à *Potamogeton berchtoldii*

(*Potametum berchtoldii*) avait également été cartographiée en 2007 de manière très localisée. Bien que non réobservée en 2018, il est peu probable qu'elle ait disparue, compte tenu de l'écologie de l'espèce caractéristique.

Une dernière formation d'hydrophytes enracinées à feuilles immergées complète l'espace et accompagne régulièrement dans la strate supérieure les communautés de charophytes. Il s'agit du groupement à myriophylle et à renouële en crosse (*Ranunculo circinati - Myriophylletum spicati*), qui se développe sur 8,9 ha jusqu'à près de 2 m de profondeur. Cette communauté était cartographiée

en 2007 sous le nom de *Myriophylletum spicati* et de *Ranunculetum circinati*, mais il s'avère qu'il s'agit d'une seule et même association. L'habitat couvrait alors 7,15 ha. Il semblerait donc en légère extension (+24 %).

Enfin, quelques communautés d'hélophytes relevant du *Scirpetum lacustris* et du *Phragmitetum communis* et formant de petits îlots ou avançant sur le lac depuis les berges ont été cartographiées dans le lac en 2018. Leur recouvrement ne semble pas avoir sensiblement progressé d'après les orthophotoplans de 2008, de 2015 et de 2017.

Tableau n°XI - Surfaces absolues (en ha) et relatives (en %) des communautés cartographiées dans le lac de l'Entonnoir. Le code Corine, le code Natura 2000 et l'intérêt (c : communautaire) des habitats sont précisés.

Syntaxon	Code Corine	Code Natura 2000	Intérêt	Surface absolue (ha)	Surface relative (%)	Différence avec 2007 (%)
<i>Charetum strigosae</i> Damska 1966	22.441	3140-1	c	34,40	41,64	+6
Eaux libres	-	-	-	15,11	18,30	
Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques	22.441	3140-1	c	12,27	14,85	-51
<i>Ranunculo circinati - Myriophylletum spicati</i> Tomasz. ex H. Passarge 1982	22.42	3150-1	c	8,87	10,74	+24
<i>Nitelletum syncarpae</i> Corill. 1957	22.442	3140-2	c	5,73	6,93	+6263
<i>Polygonetum amphibii</i> Pohjala 1933	22.4315	-	-	2,04	2,47	+10
<i>Nymphaetum albo - luteae</i> Nowinski 1928	22.4311	-	-	1,53	1,85	+4677
<i>Magnocharetum hispidae</i> Corill. 1957	22.441	3140-1	c	1,20	1,45	-72
<i>Scirpetum lacustris</i> Chouard 1924	53.12	-	-	0,63	0,77	
<i>Potametum graminei</i> H. Passarge ex Lang 1967	22.421	3150-1	c	0,40	0,48	-79
<i>Phragmitetum communis</i> Savič 1926	53.11	-	-	0,38	0,46	
<i>Potametum lucentis</i> Hueck 1931	22.421	3150-1	c	0,01	0,01	-100
<i>Charetum fragilis</i> Corill. 1957	22.441	3140-1	c	0,01	0,01	nouveau
Groupement à <i>Chara virgata</i>	22.441	3140-1	C	0,01	0,02	0
<b>Total</b>				<b>82,60</b>	<b>100,00</b>	

Tableau n°XII - Surfaces absolues (en ha) et relatives (en %) des communautés cartographiées dans le lac de l'Entonnoir en fonction de leur code Corine. Le code Natura 2000 et l'intérêt (c : communautaire) des habitats sont précisés.

Code Corine	Intitulé	Code Natura 2000	Intérêt	Surface absolue (ha)	Surface relative (%)
22.441	Tapis de <i>Chara</i>	3140-1	c	47,89	57,98
-	Eau libre		-	15,11	18,30
53.11	Phragmitaies	-	-	0,38	0,46
22.442	Tapis de <i>Nitella</i>	3140-2	c	5,73	6,93
22.42	Végétations enracinées immergées	3150-1	c	8,45	10,23
22.4315	Tapis de renouées	-	-	2,46	2,98
22.421	Groupements de grands potamots	3150-1	c	0,41	0,50
22.4311	Tapis de nénuphars	-	-	1,53	1,85
53.12	Scirpaies lacustres	-	-	0,63	0,77
<b>Total</b>				<b>82,60</b>	<b>100,00</b>

Tableau n°XIII - Surfaces absolues (en ha) et relatives (en %) des communautés cartographiées dans le lac de l'Entonnoir en fonction de leur code Natura 2000.

Code Natura 2000	Intitulé	Surface absolue (ha)	Surface relative (%)
3140-1	Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques	53,61	64,91
3150-1	Plans d'eau eutrophes avec végétation enracinée avec ou sans feuilles flottantes	8,44	10,22
-	-	20,54	24,87
<b>Total</b>		<b>82,60</b>	<b>100,00</b>

### 3.2.2 Cartes et tableaux complémentaires

#### Intérêt et typicité des habitats

Le tableau XIV précise les surfaces d'habitats par catégorie d'intérêt patrimonial et le tableau XV les surfaces d'habitats par niveau de typicité floristique. Les habitats d'intérêt communautaire concernent près des trois quarts (71,5 %) des surfaces d'habitats cartographiés avec 59 ha de recouvrement, tandis que ceux d'intérêt régional recouvrent 0,4 ha (. Parmi eux, les habitats ayant une bonne typicité floristique couvre environ 55 ha (soit 67 % du total des habitats) tandis que ceux de typicité floristique moyenne totalisent 9,7 ha. Il s'agit uniquement de formations monospécifiques à myriophylle correspondant à une forme dégradée ou pionnière du *Ranunculo circinati* - *Myriophylletum spicati*.

#### Pratiques et atteintes constatées

La pêche (et très marginalement la baignade) est la seule activité qui concerne le lac. Les atteintes constatées concernant les groupements cartographiés sont rares et d'un seul type. Il s'agit d'un envahissement par *Myriophyllum spicatum* de communautés de charophytes qu'il conviendrait de surveiller. Il concerne 4,7 ha (5,7 %). Enfin, une probable eutrophisation et de possibles épisodes d'assecs plus fréquents et prononcés sont susceptibles de concerner certaines communautés, notamment de potamots.

Tableau n°XIV - Surfaces absolues (en ha) et relatives (en %) des habitats cartographiés dans le lac de l'Entonnoir selon leur intérêt.

Intérêt	Surface absolue (ha)	Surface relative (%)
communautaire	62,06	75,13
régional	1,53	1,85
aucun	19,01	23,02
<b>Total</b>	<b>82,60</b>	<b>100,00</b>

Tableau n°XV - Surfaces absolues (en ha) et relatives (en %) des habitats cartographiés dans le lac de Bouverans selon leur typicité floristique.

Typicité	Surface absolue (ha)	Surface relative (%)
Bon	56,40	68,28
Moyen	8,02	9,71
Mauvais	0,00	0,00
RAS	18,18	22,01
<b>Total</b>	<b>82,60</b>	<b>100,00</b>

### 3.3 Conclusion

L'étude réalisée dans le lac de l'Entonnoir en 2018 a permis d'observer le maintien d'une forte diversité en végétations aquatiques (notamment de charophytes) et une évolution au sein de certains herbiers aquatiques depuis 2007, qu'il convient cependant d'interpréter en gardant à l'esprit qu'un échantillonnage d'une densité moindre en 2018 et une variation naturelle des effectifs ont nécessairement un effet qui est sans davantage de recul difficile à distinguer de celui de facteurs environnementaux comme l'eutrophisation et le changement climatique.

Certaines espèces et communautés semblent avoir sensiblement gagné en surface, comme *Chara strigosa* var. *longispina*, *Nitella syncarpa*, le *Nitelletum syncarpae* et *Chara globularis* pour les charophytes, et *Myriophyllum spicatum* et le *Ranunculo circinati* - *Myriophylletum spicati* pour les hydrophytes. D'autres ont à l'inverse clairement régressé, comme *Chara contraria*, *Chara aspera*, *Potamogeton lucens* et le *Potametum lucentis*. Le cas de *Potamogeton gramineus* et des espèces et communautés les plus localisées en 2007 (le *Potametum berchtoldii*, *Nitella mucronata*, *Chara vulgaris*) reste quant à lui à confirmer.

Les épisodes d'assecs du lac jouent très certainement un rôle dans la composition et la distribution des groupements aquatiques. Il est probable qu'ils aient été plus fréquents que la normale ces dernières années. Des épisodes d'exondation concernant au minimum les zones les moins profondes (< 1,5 m) ont en effet eu lieu toutes les fins d'été depuis 2015 d'après les photographies des satellites Sentinel-2 et l'année 2009 a également connu un épisode remarquable (J.-N. Resch, *com. pers.*). Le potamot luisant (*Potamogeton lucentis*) supporte mal des variations du niveau d'eau et a sans doute souffert des épisodes de sécheresse de ces dernières années, à l'inverse par exemple de la renouée amphibie (stable depuis 2007) qui survie plus facilement au retrait de l'eau. Les communautés de charophytes peuvent voir quant à elles leurs répartitions fluctuer en lien avec leur caractère annuel, mais ce sont aussi des espèces sensibles à la teneur en nutriments et aux polluants dont les populations peuvent s'effondrer en cas d'eutrophisation du milieu. En l'état, il est cependant impossible de savoir si certaines espèces ont souffert ou non d'une dégradation de la qualité de l'eau. L'augmentation observée du recouvrement du *Ranunculo circinati* - *Myriophylletum spicati* ainsi que la probable extension de *Chara globularis* sont généralement signes d'eutrophisation et sont en ce sens inquiétant. Si cette tendance se confirmait et se poursuivait, elle pourrait à terme fortement banaliser la flore du lac de l'Entonnoir, qui est l'un des derniers lacs du massif jurassien à présenter un bon état de conservation et une flore exceptionnelle.

On peut préconiser pour la gestion du site la surveillance des peuplements les plus sensibles et le maintien d'une qualité de l'eau optimale en conseillant d'identifier les sources possibles d'eutrophisation. Concernant la problématique des assecs du lac, des milieux humides pleinement fonctionnels à proximité et un fonctionnement hydrologique naturel sont nécessaires pour atténuer l'impact de épisodes de sécheresses qui, dans un contexte de changement climatique, pourraient devenir plus fréquentes et intenses. L'effet de la reconnexion du Dugeon au lac sur la végétation aquatique sera importante à suivre. On peut s'attendre à un effet positif s'il atténue effectivement les périodes d'asec, mais on ne peut aussi écarter le risque d'augmentation d'apports en nutriments qui aggraverait l'eutrophisation du lac.



Figure n°2 - Brin de *Potamogeton lucens* dans le lac de l'Entonnoir (B. Greffier, 2018).

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Bailly G., Ferrez Y., Guyonneau J. et Schaefer O., 2007. *Étude et cartographie de la flore et de la végétation de dix lacs du massif jurassien. Petit et Grand lacs de Clairvaux (Jura), lac du Vernois (Jura), lac du Fioget (Jura), lac de Malpas (Doubs), lac de Remoray (Doubs), lac de Saint-Point (Doubs), lacs de Bellefontaine et des Mortes (Jura et Doubs) et lac des Rousses (Jura)*. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, 132 p.
- Bailly G. & Schaefer O., 2010. *Guide illustré des Characées du nord-est de la France*. Conservatoire botanique national de Franche-Comté, 96 p.
- Corillion R., 1957. Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. *Bulletin de la Société scientifique de Bretagne*, 32, 499 p.
- Gargominy O., Terçerie S., Régnier C., Ramage T., Schoelinck C., Dupont P., Vandél E., Daszkiewicz P. et Poncet L. 2015 - *TAXREF v9, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2015-64. 126 p.
- Guyonneau J., 2008. *Inventaire et cartographie des habitats naturels et semi-naturels en Franche-Comté, définition d'un cahier des charges*. Conservatoire botanique national de Franche-Comté, DIREN de Franche-Comté, version 2.2 (avril 2008), 13 p.
- Guyonneau J., Mady M. & Fernez T. 2008. *Typologie, cartographie et évaluation de l'état de conservation des habitats naturels et semi-naturels et des populations d'espèces végétales remarquables du site ENS 25MA04 « Lac et marais de l'Entonnoir » (communes de Bouverans et de Bonnevaux, Doubs)*. Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, Communauté de Communes Frasne-Drugeon, Conseil Général du Doubs, 198 p. + annexes.
- Magnin A., 1895. *Les lacs du Jura. Généralités sur la limnologie jurassienne*. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 96 p.
- Magnin A., 1904. *Monographies botaniques de 74 lacs jurassiens suivies de considérations générales sur la végétation lacustre*. Paris, P. Klincksieck, 426p.
- UICN France, FCBN & MNHN, 2012. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés*. Dossier électronique.

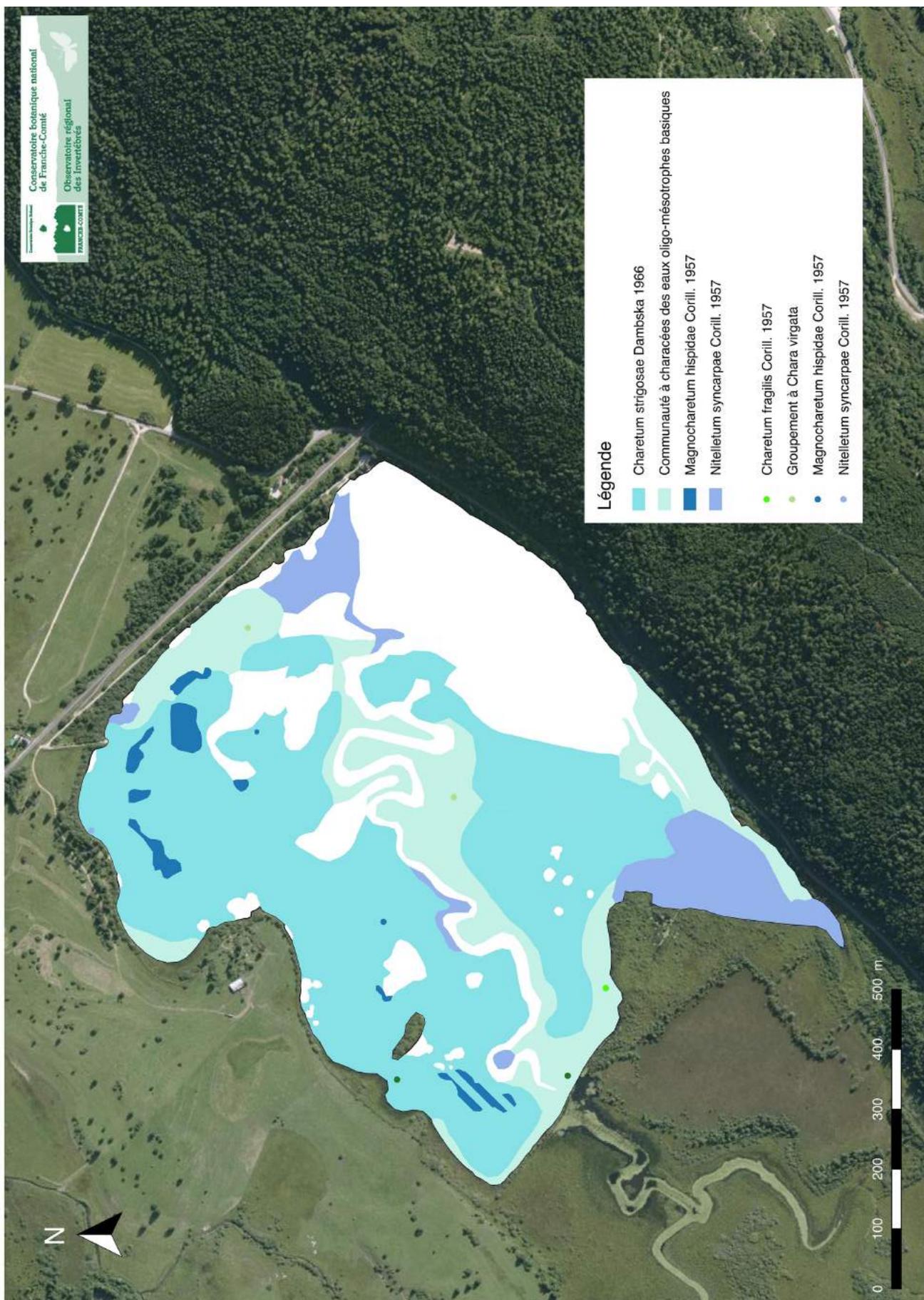
---

## **ANNEXES**

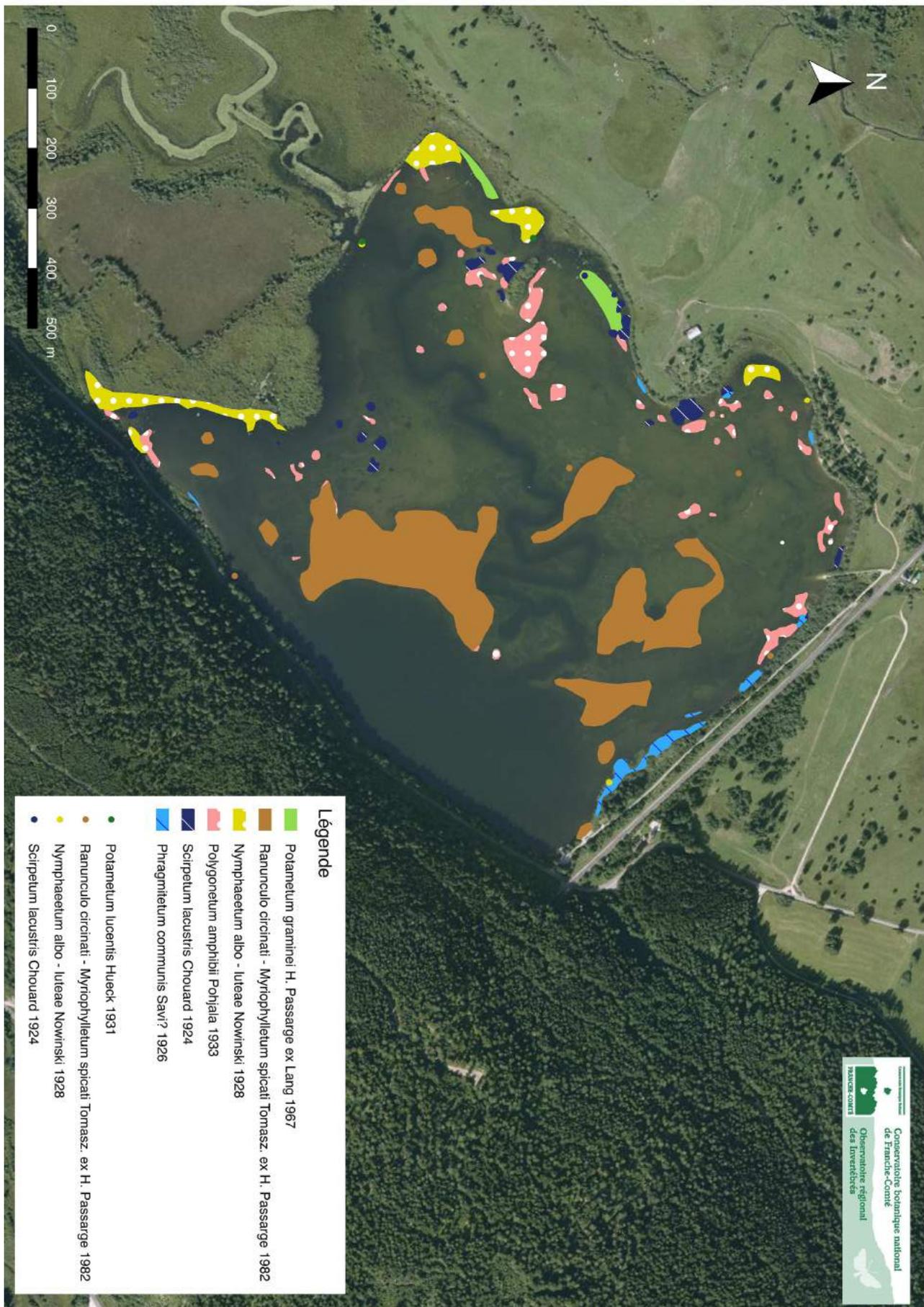
- **Annexe 1 : carte des habitats de charophytes du lac de l'Entonnoir.**
- **Annexe 2 : carte des habitats d'hydrophytes du lac de l'Entonnoir.**
- **Annexe 3 : localisation des relevés ayant servi à la cartographie de la typologie des habitats du lac de l'Entonnoir.**
- **Annexe 4 : liste des espèces végétales observées dans le lac de l'Entonnoir.**



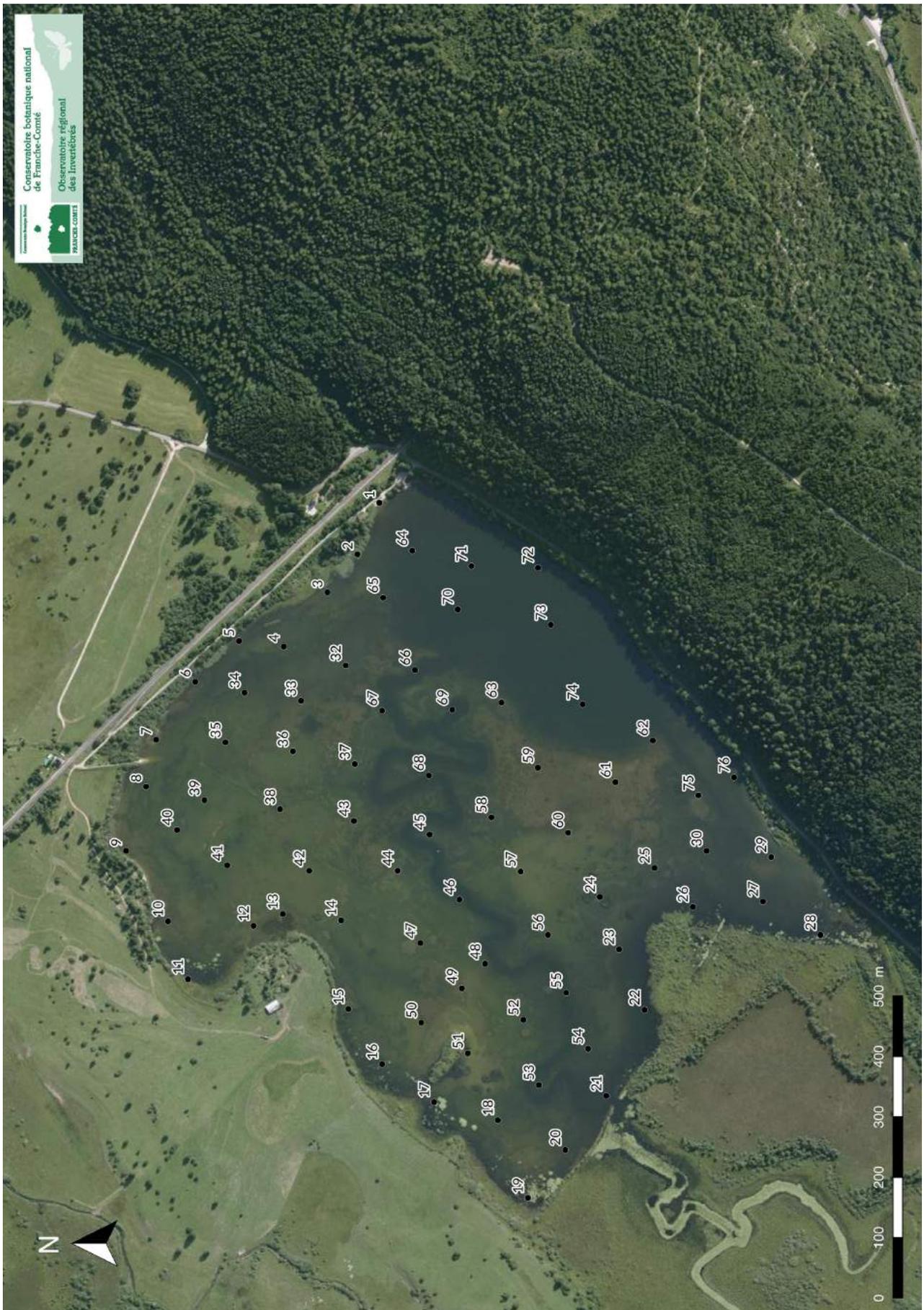
Annexe 1 : carte des habitats de charophytes du lac de l'Entonnoir.



Annexe 2 : carte des habitats d'hydrophytes du lac de l'Entonnoir.



Annexe 3 : localisation des relevés ayant servi à la cartographie des habitats du lac de l'Entonnoir.



Annexe 4 : liste des espèces végétales observées dans le lac de l'Entonnoir.

Taxon	Protection	Vulnérabilité en Franche-Comté	2018	2007
<i>Chara aspera</i>		-	✓	✓
<i>Chara contraria</i>		-	✓	✓
<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>		-	✓	✓
<i>Chara curta</i>		-	✓	
<i>Chara virgata</i>		-	✓	✓
<i>Chara globularis</i>		-	✓	✓
<i>Chara major</i>		-	✓	✓
<i>Chara strigosa</i> var. <i>longispina</i>		-	✓	✓
<i>Chara vulgaris</i>		-		✓
<i>Elodea canadensis</i>		NA		✓
<i>Hippuris vulgaris</i>		LC	✓	✓
<i>Myriophyllum spicatum</i>		LC	✓	✓
<i>Nitella mucronata</i>		-		✓
<i>Nitella syncarpa</i>		-	✓	✓
<i>Nuphar lutea</i>		LC	✓	✓
<i>Persicaria amphibia</i>		LC	✓	✓
<i>Potamogeton berchtoldii</i>		LC		✓
<i>Potamogeton crispus</i>		LC	✓	✓
<i>Potamogeton gramineus</i>	Franche-Comté	NT	✓	✓
<i>Potamogeton lucens</i>		NT	✓	✓
<i>Potamogeton pusillus</i>		DD		✓
<i>Ranunculus circinatus</i>		LC	✓	✓
<i>Ranunculus trichophyllus</i>		LC	✓	✓
<i>Schoenoplectus lacustris</i>		LC	✓	✓
<i>Zannichelia palustris</i>		LC		✓