

Contribution à la connaissance de la Characée *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, 1824, dans le nord-est de la France

par Marc Mangeat

Marc Mangeat, 6 rue des marronniers, 25360 Champlive
Courriel : marcmengeat@yahoo.fr

Résumé – Cet article propose de décrire les conditions écologiques dans lesquelles a été inventoriée *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, espèce de la famille des Characées, dans les Vosges. Cette découverte constitue la première observation de l'espèce dans le Nord-Est de la France (Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Lorraine et Alsace). *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh est une espèce cosmopolite qui se distingue des autres Nitelles par un double verticille de rameaux. Son statut de conservation est jugé défavorable dans plusieurs pays du Nord de l'Europe. Cet article fut l'occasion d'établir une actualisation de sa présence en France. L'espèce a été inventoriée en 2013 sur la commune de Jeanménil, commune située dans la vallée de la Mortagne, entre la Vôge et le Massif Vosgien. La population est présente dans des plans d'eau issus du réaménagement de gravières à pH basique, sur substrats sablonneux, limoneux, vaseux et même caillouteux. L'espèce forme des herbiers vivaces, continus et denses de surface importante. Ces herbiers paucispécifiques forment l'association du *Nitelletum hyalinae* Corill. 1949. L'espèce est également en mélange avec des communautés des *Potametea* et des *Phragmito-Magnocaricetae*. Les herbiers sont en concurrence avec les colonies d'Elodées. La présence de l'espèce sur le site est probablement due à la zoochorie. La pérennité de *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh sur cette station semble assurée à court terme. Sa conservation est toutefois dépendante de la qualité de l'eau et du processus naturel d'eutrophisation des bassins.

Mots-clés : *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, Vosges, Characées, écologie, *Nitelletum hyalinae* Corill. 1949.

Introduction

N*itella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, 1824 a été découverte dans les Vosges en 2013 au cours du suivi écologique post exploitation (programme ROSELIÈRE¹) de plans d'eau réaménagés sur la commune de Jeanménil (88). Ce suivi est réalisé par le bureau d'études Sciences Environnement (dont je suis salarié)

1. ROSELIÈRE : programme national de suivi écologique post exploitation des carrières et gravières initié par l'Association des Naturalistes du Val de Loing et du massif de Fontainebleau.

pour le compte de la Société GSM Italcimenti.

La station de *Nitella* avait été observée par S. Dumont (enseignant-chercheur à l'Université de Strasbourg) en 2012 lors d'une plongée subaquatique dans un des plans d'eau (L. Kirsch, com. pers., 2014), mais le rang spécifique n'avait pas été déterminé. *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, 1824 était pour le moment inconnu des Vosges et de manière générale du Grand Est de la France (BAILLY &

SCHAEFER, 2010). CORILLION cite en 1946 des mentions d'Alsace qu'il juge douteuses. Plus récemment, BAILLY & SCHAEFER (*ibid.*) mentionnent la présence de cette espèce dans la vallée du Rhin mais côté allemand.

Nitella hyalina (De Candolle) C. Agardh, 1824 fait partie de la tribu des Nitelleae qui est incluse à la famille des Characeae, elle même incluse dans l'ordre des Charales et dans la classe des Charophyceae (ou Charophytes). Les Characées ont une place à part dans la phylogénie.

Le rattachement du phylum des Charophytes aux Embryophytes est encore discuté à l'heure actuelle.

Les Characées forment des peuplements pauci à mono spécifiques rassemblés sous la classe des *Charetea* F. Fukarek 1961 qui prennent la forme d'herbiers benthiques plus ou moins permanents et à caractère généralement plus ou moins pionnier des eaux claires, calmes, douces à saumâtres, acides à basiques et généralement oligotrophes à mésoeutrophes.

Dans la typologie Corine Biotope, ces groupements sont répertoriés sous l'appellation « Tapis immergés de Characées » avec pour code 22.441 ou 22.442. Dans la typologie européenne EUNIS, les communautés à Characées sont regroupées sous le code C1.14 et l'intitulé « Charophyte submerged carpets in oligotrophic waterbodies ». Ces communautés sont intégrées à l'annexe I de la Directive Européenne Habitats- Faune- Flore 92/43/CEE sous le terme « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara spp.* » et sous le code 3140.

Deux espèces de Characées jouissent d'une protection réglementaire :

- *Tolypella salina* R. Corillon, 1960 est protégée sur l'ensemble du territoire français depuis le 23 mai 2013;
- *Lamprothamnium papulosum* (K. Wallroth) J. Groves, 1916 est protégée en région Aquitaine depuis 2002 (FELZINES & LAMBERT, 2012).

Aucune liste rouge nationale n'a encore été réalisée sur les Characées. Une liste rouge régionale de quatre espèces a été proposée dans les Pays de la Loire par GUERLESQUIN *et al.* en 1999 (LE BAIL, LAMBERT & MAGNANON, 2012).

Les communautés à Characées sont connues pour être sensibles aux pollutions, particulièrement à l'azote et au phosphore (AUDERSET JOYE, 1992; BORNETTE & ARENS, 2002; BOISSEZON, 2008). Ils représentent à ce titre des espèces indicatrices de la qualité des plans d'eau. Deux espèces sont par exemple prises en compte dans l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière et le suivi des herbiers de Characées est un des critères de suivi de la qualité des eaux du Lac Léman².

Les Characées sont également connues pour être liées aux substrats sédimentaires qui sont peu recouverts par les phanérogames.

Ainsi, les Characées semblent privilégier les fonds sableux peu soumis à la compétition (lacs ou étangs profonds). Elles s'installent également dans des habitats dont la masse d'eau est régulièrement rajeunie et renouvelée naturellement (inondation issue de la dynamique fluviale, ornières). Enfin, elles s'établissent dans des habitats plus ou moins récemment créés par les activités humaines (gravières, étangs de pêche). L'aptitude des espèces à se maintenir dans des habitats peu perturbés est très différente. BORNETTE & ARENS (2002) qui ont mené une étude sur les vallées de l'Ain, du Doubs, du Rhône, du Rhin et de la Saône indiquent que *Chara globularis* est un taxon qui a uniquement été inventorié dans des bras-morts peu soumis aux inondations alors que *Chara vulgaris* a pu se maintenir dans des habitats régulièrement et intensivement perturbés par des crues.

La nomenclature des plantes vasculaires citée dans l'article suit la BDNFF version 5.0. La nomenclature des Charophytes suit l'Algaebase mondiale de M. D. Guiry. La typo-

2. www.cipel.org

logie phytosociologique suit celle du Synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (FERREZ *et al.*, 2011).

Sauf mention contraire, toutes les photos ont été prises par l'auteur sur le site de Jeanménil.

Description de l'espèce

Nitella hyalina (De Candolle) C. Agardh, 1824 est une espèce de taille variable : de quelques centimètres à plus de cinquante centimètres (obs. pers., photo 1).

Comme toutes les espèces du genre *Nitella*, *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, 1824 est acotiquée et ne possède ni acicules ni stipulodes. Les axes primaires et secondaires sont grêles : de 0,25 à 0,7 mm de diamètre (CIRUJANO *et al.*, 2007; BAILLY & SCHAEFER, 2010) mais relativement solides à l'état frais. La plante est translucide et prend une teinte vert citron à l'air libre. La distance des entrenœuds n'est pas régulière. Sur une même plante, cette distance varie de cinq à cinquante millimètres. Les entrenœuds supérieurs sont plus courts (photo 2).

Sa particularité parmi le genre *Nitella* est de présenter des verticilles composés de deux séries de rameaux, une série intérieure de rameaux principaux et une série extérieure de rameaux accessoires environ deux fois plus courte (photo 3). Les rameaux principaux sont deux à trois fois ramifiés. Les rameaux accessoires peuvent être simples ou ramifiés, deux, très rarement trois fois. Généralement tous les verticilles contiennent à la fois des rameaux secondaires ramifiés et des rameaux secondaires simples.



Photo 1 : cladome de *Nitella hyalina*



Photo 2 : axes de *Nitella hyalina* formé de nœuds et d'entrenœuds

Photo 3 : double verticille de rameaux présents à chaque nœud



Photo 4 : dactyles à cellule terminale coniques aigües

Photo 5 : incrustations calcaires

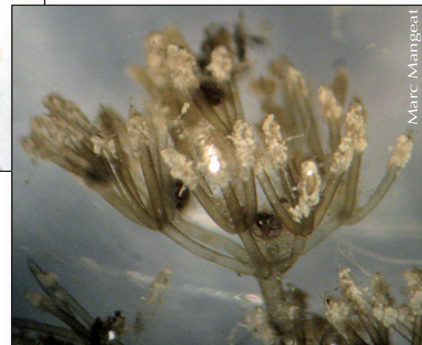


Tableau 1 : liste des pays où l'espèce est, ou était connue et statut de conservation actuel de l'espèce dans ces pays.

Pays	Statut Liste Rouge	Secteur de présence connue	Réf. bibliographique
Suisse	Éteint	Anciennement connu au lac Léman, lac de Constance, lac de Zurich et lac de Neuchâtel (dernière mention 1922)	AUDERSET JOYE & SCHWARZER, 2012
Angleterre et Irlande	Éteint	Connu entre 1898 et 1914 à Loe Pool, Helston (pointe Sud-ouest de l'Angleterre)	BRYANT <i>et al.</i> , 2002 MOORE, 1986
Finlande	De potentiellement menacé est passé à vulnérable	Golf de Finlande	RASSI <i>et al.</i> , 2010.
Allemagne	En danger critique d'extinction	Vallée du Rhin à hauteur de Kelh et N.O. de la Basse Saxe	BECKER, 2010
Italie	?	Lombardie, Sicile, Vénétie et Latium	BAZZICHELLI & ABDELAHAD, 2009.
Espagne et Portugal	?	Moitié sud, quart nord-est de l'Espagne et sud du Portugal	CIRUJANO. <i>et al.</i> , 2007.
Croatie	En danger critique d'extinction	Côte adriatique	CSIKY <i>et al.</i> , 2014
Grèce	?	Crète : lac de Kournas	KOUMPLI-SOAVANTZI, 1997 LANGANGEN, 2012
Hollande	Vulnérable	Population stable ; 11 stations connues (province d'Amsterdam, d'Utrecht, de Frise et d'Overijssel)	http://www.verspreidingsatlas.nl/
Russie	?	Golf de Finlande	RASSI <i>et al.</i> , 2010.
Belgique	Absent	Absent	Compère, 1992 cité dans BAZZICHELLI & ABDELAHAD, 2009.
Roumanie	?	1 localisation	CĂRĂUS, 2012

Sur un échantillon de quarante verticilles issus de plusieurs thalles prélevés à Jeanménil, le nombre de rameaux principaux oscille entre cinq à huit (moyenne et médiane de sept pour un écart-type de 0,82). Le nombre de rameaux inférieurs sur ce même échantillon oscille entre cinq et dix-neuf (moyenne de 13,25 pour un écart-type de 3,34). Hormis sur un verticille, les rameaux inférieurs étaient toujours plus nombreux que les supérieurs. En moyenne le nombre de rameaux inférieurs est égal à 1,89 fois le nombre de rameaux supérieurs. La différence de distribution entre le nombre de rameaux principaux et le nombre de rameaux accessoires est statistiquement significative³.

Les rameaux inférieurs sont positionnés à la base et au-dessous des insertions des rameaux principaux. Ces derniers mesurent de

3. Les deux échantillons ne suivent pas une distribution normale même après transformation et les variances ne sont pas égales. Utilisation du test non paramétrique de Mann et Whitney : p value obs. <0.0001, inférieur à $\alpha=0.05$; une différence de position existe entre les deux échantillons.

2,5 à environ dix millimètres de longueur.

Les rayons terminaux sont formés de dactyles bicellulaires à cellule terminale conique aiguë effilée (photo 4). Le nombre de dactyles observés sur trente et un rayons terminaux varie de deux à six, pour une médiane de cinq et une moyenne de 4,87.

Des incrustations calcaires ont été inventoriées sur les sommets des dactyles des spécimens récoltés (photo 5). Un autre type d'incrustation, sous forme de manchons disposés de manière régulière sur les axes, est détaillé par CORILLION en 1946 mais n'a pas été observé.

Par ailleurs, *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh, 1824 présente des verticilles très mucilagineux qui forment des amas globuleux. Ceci donne un aspect de chaquet à la plante sous l'eau (photo 6). Ce mucilage se traduit par une viscosité très prononcée des verticilles. Cette particularité fait que sur le terrain, les rameaux formés par les

amas d'axes et de rameaux cassés et sénescents pourraient être pris à première vue pour un voile de bactéries ou des colonies d'Elodées (photo 7). Ce mucilage permettrait à la plante de mieux résister à la dessiccation lors d'une exondation (CORILLION, 1946).

L'espèce est monoïque c'est à dire qu'elle porte des oogones et des anthéridies sur le même verticille. Les deux séries de rameaux ont été inventoriées avec des gamétanges sur les spécimens récoltés. Les gamétanges sont insérés au nœud des rayons. Les oogones sont solitaires et mesurent de 0,5 à 0,35 mm de longueur pour 0,4 mm de largeur; leur cortex est composé de neuf à dix cellules spirales. Les anthéridies sont solitaires et mesurent environ 0,4 mm de diamètre. L'oospore est à sept à neuf crêtes légèrement proéminentes d'environ 0,35 mm de longueur pour 0,3 mm de largeur et 0,2 mm d'épaisseur (CORILLION, 1957; BAILLY & SCHAEFER, 2010).

Nitella hyalina (De Candolle) C. Agardh, 1824 est une espèce polyploïde. Corillion, en 1969, résume sept études génétiques réalisées aux USA, Suisse, France, Nouvelle Calédonie et en Inde. Le nombre de chromosomes identifiés est clairement différent et quatre lignées semblent exister à travers le globe : douze, quatorze, seize et dix-huit (en France) chromosomes. Par ailleurs, en 1988, en Inde, une étude génétique a pour résultat vingt et un chromosomes (BHATNAGAR S.K., 1988). Cette forte diversité génétique pourrait expliquer la répartition cosmopolite de l'espèce.

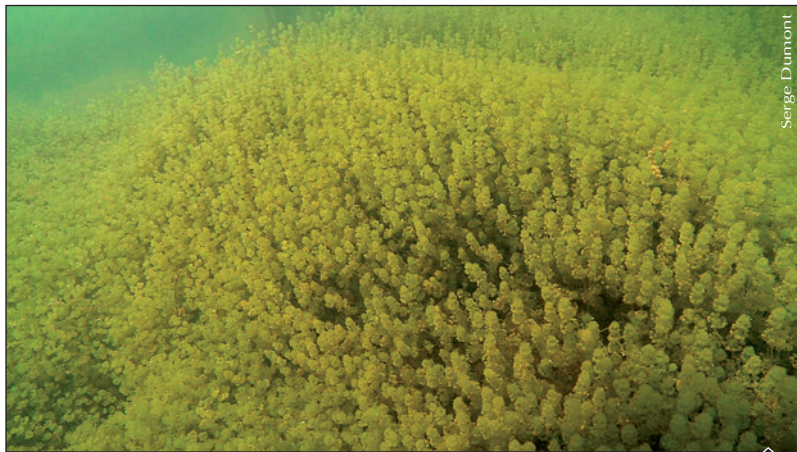
**Aire de répartition :
zoom à l'échelle
européenne et
métropolitaine**

Nitella hyalina (De Candolle) C. Agardh, 1824, est une espèce cosmopolite connue en Europe, Afrique, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Asie (Inde, Iran, Chine, Japon), Australie et Afrique du Sud (GUIRY, 2014).

Le tableau I présente les distributions connues en Europe géographique ainsi que le statut de vulnérabilité associé à l'espèce par pays ou zone géographique lorsqu'il est connu.

Partout en Europe du Nord, l'espèce est rare et a même potentiellement disparue de certains pays. L'espèce semble plus courante dans le sud de l'Europe et notamment en Espagne et en Italie.

À l'échelle de la France, plusieurs actualisations d'inventaires régionaux de Characées sont en cours ou ont eu lieu ces dernières années en France. Ils s'appuient sur des inventaires réalisés à la fin du XIX^e et début



Serge Dumont

Photo 6 : herbier benthique de *Nitella hyalina* in situ



Marc Mangeat

Photo 7 : amas de thalles de *Nitella hyalina* observé à la surface de l'eau sur le site en aout 2014

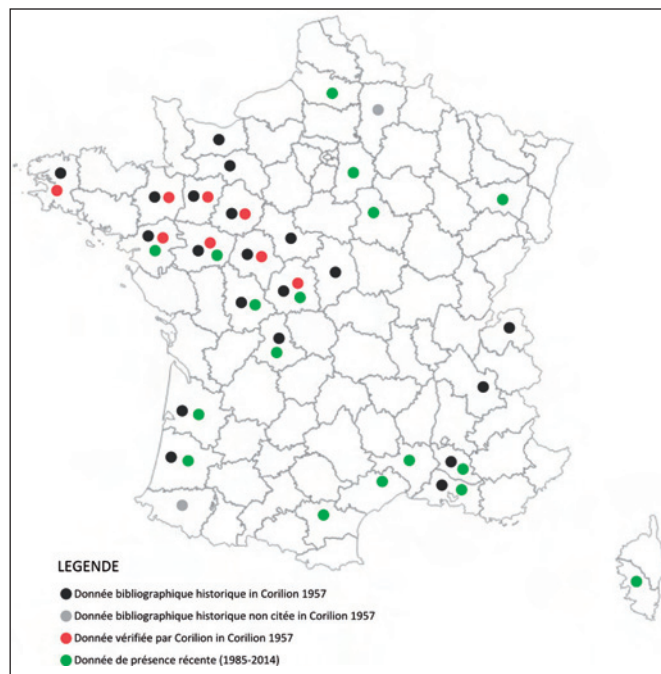


Figure 1 : cartographie des départements ayant fait l'objet de mentions de présence de *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh depuis le début du XIX^e siècle à aujourd'hui.

du XX^e siècle et sur les nombreuses données collectées par R. Corillion au milieu du XX^e siècle.

CORILLION (1957) indiquait la présence de l'espèce dans vingt départements français dont huit sur lesquels il a pu vérifier la présence sur au moins une localité.

En plus de ces données :

- la présence dans l'Aisne, à Vic-sur-Aisne précisément, est indiquée par Cozette en 1904 (*in* WATTERLOT & PREY, 2013) ;
- BLANCHET (1891) indique la présence de l'espèce dans l'étang de Brindos à Anglet dans le département des Pyrénées Atlantiques (C. Bergès, com. pers., 2014).

Les données issues des récents inventaires (CITOLEUX *et al.*, 2007 ; BAILLY & SCHAEFER, 2010 ; LE BAIL *et al.*, 2012 ; SELIER & LAMBERT, 2012 ; NICOLAS, 2013 ; WATTERLOT & PREY, 2013) et les données collectées auprès des CBN et des personnes ressources dans le cadre de cet article permettent d'établir la présence actuelle de l'espèce dans dix-sept départements.

L'espèce est essentiellement présente dans le Centre (Étangs de la Brenne), l'Ouest (Pays de la Loire et Loire-Atlantique) et dans le Sud (en Camargue et en Crau) de la France. L'espèce apparaît également assez commune dans les gravières de Seine et Marne (T. Fernez, com. pers. 2014).

Les données récoltées lors de la recherche bibliographique sont présentées ci-dessous. Les dates d'inventaires des stations de *Nitella hyalina* sont comprises entre 1985 et 2014 :

- **Aquitaine** : (P. Lafon CBNSA, com. pers., 2014). Gironde : Lit-et-Mixe et Aureilhan (données de 2013). Landes : Teste de Buch

(donnée de 2013), Hourtin et Biscarosse (données de 2014)

- **Bourgogne** : (O. Bardet CBNBP, com. pers., 2014). Yonne : St Julien du Sault (donnée de 2010)

– **Centre** : (P. Plat, com. pers., 2014 ; CORILLION, 1969 ; OTTO BRUC, 2001 ; CBN Bassin Parisien). Indre : au moins cinq stations identifiées depuis 1985 dans les étangs de la Brenne (Saint-Gemme, Lingé, Vendouvres et Mezières-en-Brenne) ; au moins quinze stations ont été inventoriées entre 1935 et 1969

- **Corse du Sud** : une donnée de présence est indiquée dans FELZINES & LAMBERT, 2012. Elle a été identifiée par J. Lambinon dans la basse Vallée de la Solenzara en 1989.

– **Île de France** : (T. Fernez, com. pers., 2014). Seine et Marne : sur les communes de Grez-sur-Loing, La Genevraye et Episy dans les gravières de la Vallée du Loing ; sur les communes de Jaulnes, Gouaix et Melz-sur-Seine dans les gravières de la Vallée de la Bassée

- **Languedoc Roussillon** : (J.B. Mouronval et N. Borel, comm. pers., 2014) présence dans le Gard, l'Hérault et l'Aude (données de 2013)

– **Limousin** : Haute Vienne : stations d'Azat-le-Ris (deux étangs) dont celle du Grand Étang du Rischauveron revue par L. Chabrol du CBNMC en 2008 et par P. Plat en 2014.

- **Lorraine** : Vosges, gravières de Jeanménil (donnée de 2013)

– **Pays de la Loire** : (J. Le Bail, com. pers., 2014), plusieurs stations ont été inventoriées depuis CORILLION (1975). Maine et Loire : étang de Malaguet à Chaumont d'Anjou ; Loire-Atlantique : Teillé en 2009 et Herbignac en 2014

- **Picardie** : (A. Watterlot, com. pers., 2014). Somme : découverte en septembre 2014 sur des banquettes d'une ancienne gravière sur la commune de Contre.

– **Poitou Charentes** : (P. Plat, com. pers., 2014 ; SELIER Y. & LAMBERT E., 2012). Vienne : deux communes de l'est du département (Journet et Saint-Leomer) pour trois étangs concernés par la présence de *Nitella hyalina*. Les stations ont respectivement été inventoriées en 1989, 2003 et 2012.

- **Provence Alpes Côte d'Azur** : (J.B. Mouronval et N. Borel, com. pers., 2014). Présence en Bouches du Rhône et Vaucluse (données de 2013).

Les données de *Nitella hyalina* ne concernent qu'un faible nombre de sites par départements. Le nombre de stations exactes n'est pas facile à appréhender étant donné les différences de type de localisation (étang ou commune) issues de cette recherche bibliographique. Au vu des résultats, il est possible d'émettre le nombre d'environ cinquante stations inventoriées en France depuis les données de Corillion (1975).

La connaissance de la répartition nationale de l'espèce a fortement progressé depuis ses inventaires. Au total, l'espèce est connue dans huit nouveaux départements.

Toutefois, les mentions dans onze départements n'ont pas été vérifiées ou retrouvées depuis les travaux de R. Corillion. Plusieurs stations actualisées ces derniers temps (Lac d'Hourtin dans les Landes, Étang de Malaguet et quelques étangs de la Brenne) montrent que l'espèce peut se maintenir pendant plusieurs dizaines d'années dans un étang ce qui peut laisser penser que certaines des stations anciennement connues pourraient tou-

jours être présentes aujourd'hui. L'évolution des paysages et l'intensification des pratiques agricoles au cours du siècle dernier ont cependant pu entraîner l'eutrophisation de certains plans d'eau et donc la disparition de l'espèce.

Dans l'hypothèse que les stations non réactualisées inventoriées de la fin du XIX^e au milieu des années 1950, soient toujours présentes à l'heure actuelle, le nombre de sites de présence de *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh s'élèverait à environ quatre-vingt en France métropolitaine.

La découverte de l'espèce dans les Vosges étend au nord-est la répartition actuelle connue de l'espèce. Cette nouvelle localité permet d'émettre l'hypothèse que l'espèce a pu coloniser d'autres vallées dans le Nord-Est.

Description du site vosgien de découverte de l'espèce

Le site s'intègre dans la Vallée de la Mortagne ; entre Rambervillers en aval et Autrey en amont. L'entité géographique correspond à la région dite des Collines sous vosgiennes ouest qui délimite la transition entre la Vôge et le Massif Vosgien. Les conditions climatiques sont donc soumises aux influences montagnardes et planitiales.

Plus précisément, les plans d'eau sont situés sur le territoire communal de Jeanménil au lieu dit La Roye des Drapeaux à une altitude d'environ 305 mètres.

Le lit moyen de la Mortagne est constitué d'alluvions modernes peu argileuses sur quatre à cinq mètres voir dix mètres de profondeur. Les premiers dénivelés ouest et est de

la plaine sont constitués d'alluvions anciennes composées d'argiles, de graviers et de sables. Les calcaires dolomitiques constituent le sous-sol de la Forêt de Padoux et Rambervillers situées à l'ouest du site. Les grès vosgiens sont situés à l'est de la Vallée de la Mortagne, au niveau de la forêt domaniale de Rambervillers.

L'étude de la végétation dans le cadre d'une étude d'impact a permis d'inventorier une partie des habitats présents dans la vallée. Des prairies de fauche de la vallée ont été déterminées comme appartenant à l'*Alchemillo vulgaris* – *Arrhenatherenion elatioris* Sougnez et Limbourg 1963. Des prairies pâturées relevant du *Luzulo campestris* – *Cynosuretum cristati* B. Foucault 1981, du *Junco acutiflori* – *Cynosuretum cristati* Sougnez 1957 et du *Lolio perennis* – *Cynosuretum cristati* Tüxen 1937 ont été inventoriées. Sur les zones paratourbeuses se développent des moliniaies du *Junco conglomerati* – *Molinienion caeruleae* (Westhoff) B. Foucault et Géhu 1980 et des boisements alluviaux du *Filipendulo ulmariae* – *Alnetum glutinoseae* H. Passarge et Hoffman 1968 voire du *Prunopadi* – *Fraxinetum excelsioris* Oberd. 1953. Les boisements du *Molinio caeruleae* – *Quercetum roboris* (Tüxen) Scamoni et H. Passarge 1959 correspondent aux boisements du lit majeur souvent morcelés par des plantations de résineux.

Les plans d'eau sont issus d'une remise en état d'une exploitation du sable sédimentaire de la Mortagne. Ils sont situés dans le lit moyen de cette dernière. Ils ont été a priori réaménagés à partir de 2008. L'étang le plus à l'est n'est éloigné que de 360 mètres des premières habitations du village de Jeanménil. La zone est utilisée pour la pêche et

comme site de promenade. Mis à part des débroussaillages d'entretien pour les chemins autour des plans d'eau, le site n'est soumis à aucune gestion. Le site est fortement envahi par les Solidages américains et la Balsamine géante.

Les étangs sont bordés de boisements qui appartiennent au *Filipendulo ulmariae* – *Alnetum glutinosae* (Lemée) H. Passarge et Hoffmann 1968. Les saulaies pionnières entourant directement les plans d'eau mesurent de un à cinq mètres de hauteur et sont dominés par *Alnus glutinosa*.

Les formations ouvertes situées entre les différents plans d'eau et qui ont été altérées par les décapages s'apparentent à des prairies humides du *Junco inflexi* – *Menthetum longifoliae* W. Lohmeyer 1953. L'exploitation des granulats a conduit à la formation de banquettes sablo-graveleuses sur lesquelles des communautés de vivaces rases des bordures de plans d'eau s'installent (association du *Ranunculo flammulae* – *Juncetum bulbosi* Oberd. 1957).

Les plans d'eau ont des surfaces comprises entre 1,2 et trois hectares. Les contours des étangs ont été taillés dans la masse mais des aménagements ont été réalisés pour rendre les berges sinueuses et diversifier les conditions écologiques. Les pentes des berges sont hétérogènes. Elles sont par endroit abruptes (de l'ordre de deux pour un) alors que sur certaines berges, elles sont très douces, de l'ordre de un pour six. Des zones de hauts fonds ont également été réalisées. Les berges en pente douce et les zones d'atterrissement des queues d'étangs accueillent des communautés de grandes laïches du *Caricetum gracilis* Almqvist 1929 et du *Caricetum vesicariae* Chouard 1924. Les communautés paucispécifiques de grands

hélrophytes du *Phragmitetum australis* (Gams) Schmale 1939, du *Typhetum latifoliae* Nowinski 1930 et du *Sparganietum erecti* Roll 1938 et de petits hélrophytes comme le *Leersietum oryzoides* (Eggler) H. Passarge 1957 et le *Glycerietum fluitantis* Eggler 1933 sont également fréquentes.

La profondeur des plans d'eau diffère, si un étang semble avoir une profondeur maximale de trois mètres sur toute sa surface, d'autres plans d'eau sont plus profonds.

Écologie

Nitella hyalina (DC.) C. Agardh a été inventoriée dans cinq plans d'eau et dans une dépression en eau créée par l'exploitation actuelle. Plusieurs petits étangs situés à proximité de la gravière ont été prospectés mais *Nitella hyalina* n'y a pas été trouvée.

La population a été inventoriée en 2012 (par S. Dumont), 2013 et 2014. C'est une espèce pérenne sur le site, elle a été observée en février 2013 et décembre 2014. Elle apparaît donc résistante au gel comme *Chara globularis*.

L'espèce est vraisemblablement apparue dans les huit dernières années sur le site étant donné que les plans d'eau ont été réaménagés assez récemment.

La surface totale estimée des herbiers de *Nitella hyalina* sur le site est d'au minimum deux hectares. L'espèce forme en effet des herbiers benthiques sur la quasi-totalité de deux étangs. Elle est par ailleurs présente sur les berges et les pentes de trois autres étangs.

Le substrat des étangs où se trouve *Nitella hyalina* est sablonneux, limoneux à vaseux et par endroit caillouteux.

L'eau est très claire et très transparente en hiver. En été, des voiles de bactéries et de matières en suspension sont visibles le long des berges mais l'eau du centre des étangs reste claire.

Les niveaux d'eau des étangs sont en lien avec les mouvements verticaux de la nappe alluviale de la Mortagne. Une partie des plans d'eau semble également soumise aux crues de cette rivière. Dans le cadre de l'exploitation des sédiments de la Vallée de la Mortagne, un système de déversoirs successifs a été mis en place d'amont en aval sur le chapelet de plans d'eau. Les phénomènes d'inondation sont donc atténués par ce dispositif.

Nitella hyalina (DC.) C. Ag. forme principalement des herbiers denses très serrés de dix à cinquante centimètres de haut (peut être même un peu plus) sur les berges plates, les hauts fonds et les pentes de certains étangs (photo 8). Il est impossible dans ce cas de distinguer la base des individus. La plongée effectuée par S. Dumont en 2012 a permis de constater la présence de l'espèce jusqu'au moins quatre mètres de profondeur dans un étang. La turbidité importante plus en profondeur semble être un facteur limitant à la colonisation de l'espèce.

Les verticilles supérieurs sont parfois flottants (photo 9). L'espèce forme alors un radeau à la surface de l'eau. Il a été observé sur le site que certains odonates (*Anax imperator* Leach, 1815 et *Enallagma cyathigerum* Charpentier, 1840 par exemple) utilisent ces radeaux comme habitat de ponte. La présence des herbiers de Characées est également favorable (MERLET & HOUARD, 2012) à la Leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis* Charpentier, 1840), espèce très rare dans les Vosges (J. Dabry, CSL,

com. pers., 2014) et inventoriée sur le site en 2014 (obs. pers.).

Dans d'autres situations, l'espèce forme des petites colonies composées de petits individus espacés (certains de deux centimètres, photo 10). Cette forme apparaît a priori lors d'une phase de colonisation des grèves peu profondes (cinq à dix centimètres). Celle-ci a en effet été observée sur un plan d'eau dont le fond n'était pas recouvert par l'espèce.

Des individus de *Nitella hyalina* ont été inventoriés sur des berges exondées fin août 2014 (photo 11). Ces mêmes gazons ont été retrouvés en décembre 2014. L'espèce semble donc résistante à une exondation saisonnière. Cette observation peut être mise en relation avec la présence de *Nitella hyalina* depuis de nombreuses années dans des étangs qui sont mis en assec périodiquement (dans la Brenne notamment).

L'espèce compte ses plus gros peuplements sur des berges en pente très douce et sur les hauts fonds.

GSM effectue une fois par an des analyses d'eau des étangs dans le cadre du suivi de leur exploitation. Ces mesures sont effectuées dans l'épilimnion, en mai ou juin. À ce suivi, s'ajoute un prélèvement que j'ai effectué en surface fin août 2014.

Les potentiels hydrogènes (pH) mesurés sur les cinq étangs entre 2009 et 2014 s'étalent de 7,85 à 9,2. En 2014, les pH mesurés sur trois étangs sont de 8,4, 8,7 et 8,8. Ces valeurs indiquent une eau neutre à fortement alcaline. Ces valeurs sont plus élevées que les valeurs enregistrées pour les stations de l'ouest de la France. Elles se rapprochent, mais restent supérieurs aux valeurs trouvées en Brenne (CORILLION, 1957).

Concernant les températures des étangs, les mesures effectuées entre 2009 et 2014 aux mois de mai sur les cinq étangs affichent une température minimale de 13°C et une maximale de 22.5°C. En hiver, les étangs gèlent en partie (obs. pers.). La température de l'eau en été sur les berges les plus hautes et les plus éclairées doit très probablement dépasser les 22.5°C

Les valeurs d'oxygène dissous varient de 7 à 10,5 mg/l ce qui signifie une bonne à très bonne qualité d'oxygénation de l'eau.

Les valeurs de conductivité électrique oscillent de 504 à 152 µS/cm au cours des cinq années du suivi. Une baisse générale de la conductivité est observée sur ce laps de temps. En 2014, sur trois plans d'eau, les valeurs mesurées sont de 152, 158 et 172 µS/cm. Les eaux des étangs sont donc faiblement à moyennement minéralisées.

17 mg/l de calcium ont été mesurés dans un étang. Cette valeur apparaît comme faible à moyenne et loin des valeurs qu'exigent certaines espèces du genre *Chara* (CORILLION, 1975).

Phytosociologie

Six relevés phytosociologiques ont été réalisés, un par étang et un relevé sur une fosse créée par l'extraction.

Ces relevés ont été réalisés par quadrat. La stratification verticale des végétations aquatiques et d'hélophytes a été prise en compte. La surface des quadrats est faible. Cela est dû à la forte homogénéité des communautés. Augmenter la surface n'aurait pas apporté plus d'informations.

Nitella hyalina (DC.) C. Ag. se retrouve dans des communautés



Photo 8 : herbier benthique de *Nitella hyalina*



Photo 9 : herbiers immergés et émergés

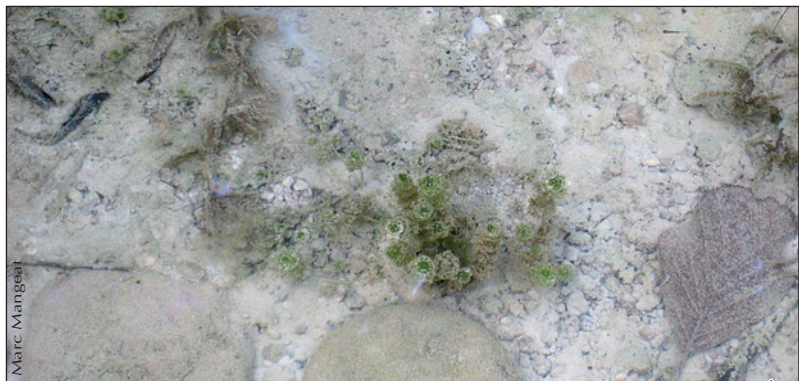


Photo 10 : individus de *Nitella hyalina* ne mesurant que quelques centimètres sur des berges plates et peu profondes



Photo 11 : herbiers présents sur les berges exondées

paucispécifiques. Elle caractérise l'association du *Nitelletum hyalinae* Corill. 1949 qui est intégrée à l'alliance des *Nitellion flexilis* W. Krause qui représente les communautés atlantiques à subatlantiques des eaux moyennement acides à neutres, de faible conductivité.

En eau profonde et à quelques mètres de la berge, *Nitella hyalina* forme un herbier dense et continue parsemé de quelques trouées où se développent les Characées *Chara globularis* et *Nitellopsis obtusa*⁴ et les hydrophytes *Myriophyllum spicatum* et *Najas marina* (relevé 3). Sur le site, c'est le faciès majoritaire du *Nitelletum hyalinae* Corill. 1949.

Le long des berges, le *Nitelletum hyalinae* entre en contact avec les groupements de pleustophytes, d'hydrophytes et d'hélophytes (relevés 2, 5 et 6).

Les communautés aquatiques répertoriées en complexe avec le *Nitelletum hyalinae* sur le site de Jeanménil sont :

- le *Lemno minoris* – *Spirodeletum polyrhizae* W. Koch 1954,
- l'*Elodeetum canadensis* Pignatti 1953,
- le *Myriophylletum spicati* Soó 1927,
- le *Najadetum marinae* Oberd. ex F. Fukarek 1961,
- le *Potametum natantis* Soó 1927,
- le *Potametum berchtoldii* (H. Passarge) Schaminée et al. 1995,
- le *Potametum crispi* Soó 1927,
- le *Sparganietum erecti* Roll 1938,

4. La détermination de *Nitellopsis obtusa* reste à confirmer (noté cf. dans le tableau phytosociologique). Les caractères des individus sont compatibles avec *Nitellopsis obtusa* : cortication, acicules et stipulodes absentes, rameaux peu nombreux par verticilles et longs; cellules bractées par 2, solitaires ou absentes. Cependant aucune bulbille typique en forme d'étoiles n'a été trouvée sur les spécimens récoltés.

- le *Leersietum oryzoides* (Eggler) H. Passarge 1957,
- le *Glycerietum fluitantis* Eggler 1933,
- le *Typhetum latifoliae* Nowinski 1930,
- le *Phragmitetum australis* (Gams) Schmale 1939.

Sur la majorité des berges, *Nitella hyalina* est dominante et est seulement accompagnée de quelques individus d'hélophytes. Sur ces berges, elle semble donc avoir gagné la compétition contre les hélophytes qui auraient bien pu s'y développer. Est-ce parce que sa reproduction fertile et ses capacités de colonisation sont supérieures ? On peut également émettre l'hypothèse que les herbiers de *Nitella hyalina* agissent comme des obstacles à la germination des graines des petits hélophytes comme *Sparganium erectum*, *Lycopus europaeus* et *Alisma plantago-lanceolata* en ne permettant pas ou peu aux graines de parvenir au fond ou en faisant obstacle à leur croissance.

Le relevé 4 montre une situation différente. Ce relevé a été effectué dans une ornière créée par l'extraction de granulats. Elle mesure quelques mètres de largeur sur une vingtaine de mètres de longueur pour une hauteur d'eau de trente centimètres en moyenne. Cette dépression semble avoir été à la fois colonisée par les Characées (*Chara vulgaris*, *Nitellopsis obtusa* et *Nitella hyalina*) et les petits hélophytes dont *Alisma plantago-lanceolata* particulièrement. Si les Plantains d'eau semblaient envahir la dépression en cercles concentriques à partir d'un point central, la répartition de *Nitella hyalina* était beaucoup plus vaste et s'étendait déjà jusqu'aux marges de cette pièce d'eau.

Chara vulgaris et *Chara globularis* sont des Characées relativement

courantes dans le nord-est et de manière générale en France (BAILLY & SCHAEFER, 2010). Ce sont les espèces les plus fréquentes dans le tableau synthétique des *Charetea* au niveau européen (FELZINES & LAMBERT, 2012). BECKER (2010) et CSIKY *et al.* (2014) inventorient également *Chara globularis* en compagnie de *Nitella hyalina*, respectivement en Allemagne et en Croatie. *Chara braunii* C.C. Gmel, taxon qui a été régulièrement inventorié en compagnie de *Nitella hyalina* par CORILLION (1957) n'a pas été noté sur le site.

Nitella hyalina ne forme pas d'herbiers denses continus lorsque les hélophytes sont bien développés, et particulièrement en bordure de roselières ou de typhaies. Elle forme alors des touffes espacées et réparties dans les zones les plus ensoleillées.

Les herbiers de *Nitella hyalina* ne se développent pas ou peu sous les colonies d'Elodée du Canada (relevé 1). Cette dernière obscurcit quasi-totalement le fond du plan d'eau si bien que *Nitella hyalina* qui est héliophile comme la plupart des Characées ne peut pas se développer. La croissance et l'extension de l'*Elodeetum canadensis* Pignatti 1953 semblent donc être une menace pour le *Nitelletum hyalinae*. Il pourrait en être de même avec les communautés de pleustophytes qui peuvent former un voile opaque à la surface de l'eau. Le *Lemno minoris* – *Spirodeletum polyrhizae* W. Koch 1954 n'est pas très développé sur les plans d'eau. Il se compose de quelques agglomérations localisées de *Lemna minor* et de *Spirodela polyrhiza*. L'*Elodeetum canadensis* qui est peu exigeant vis-à-vis des conditions trophiques pourrait continuer à se développer.



Figure 2 : carte de localisation des relevés phytosociologiques sur le site

Tableau II : coordonnées géographiques en WGS 84 des relevés phytosociologiques phytosociologiques

Numéro du relevé	X	Y
1	6.67012	48.32496
2	6.671786	48.323571
3	6.67421	48.32395
4	6.67493	48.32254
5	6.670547	48.322073
6	6.672154	48.31983

Les relevés indiquent que *Nitella hyalina* est présente dans un milieu mésotrophe à Jeanménil. Une partie des groupements végétaux inventoriée peut également se développer en milieu eutrophe.

Ce constat diverge d'autres sites en France et Allemagne où l'espèce est inventoriée dans des étangs oligotrophes à proximité de *Littorella uniflora* (L.) Asch., 1864 (L. Chabrol, com. pers., 2014; CORILLION, 1975; BECKER, 2010). La présence importante de vases sur les berges semble être un facteur rédhibitoire pour *Littorella uniflora* mais pas pour *Nitella hyalina*. *Nitella hyalina* semble donc être une espèce oligotrophile à mésotrophile.

Tableau III : tableau des relevés phytosociologiques

Numéro du relevé phytosociologique	1	2	3	4	5	6
Surface du relevé (en m ²)	5	5	4	4	5	5
Recouvrement hyrf (en %)	2	0	0	0	0	2
Recouvrement hyrs (en %)	90	30	5	5	5	15
Recouvrement hylf (en %)	0	2	0	0	0	0
Recouvrement hélrophytes (en %)	2	5	0	20	5	5
Recouvrement Characées (en %)	5	70	90	85	30	35
Profondeur moyenne au niveau du relevé (en m)	0,3	1	0,9	0,25	0,16	0,4
Richesse spécifique du relevé	10	15	5	10	8	12
Espèces des Charetea (k)						
<i>Nitella hyalina</i> (DC.) Ag.	+	4	4	3	3	3
<i>Chara globularis</i> J.L.Thuiller	+	+	+			
cf. <i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) Groves			1	1		
<i>Chara vulgaris</i> L.				2		
Hydrophytes fixes à feuilles flottantes (hyrf)						
Espèces des Potametea pectinati						
<i>Potamogeton natans</i> L.	+					+
Hydrophytes fixes à feuilles immergées (hyrs)						
Espèces des Potametea pectinati						
<i>Najas marina</i> L.	+	2	+		+	1
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	1	+		1	+	1
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2	1	1	+	+	1
<i>Potamogeton crispus</i> L.		+				
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	4			1	+	+
Hydrophytes libres à feuilles flottantes (hylf)						
Espèces des Lemnetea minoris						
<i>Lemna minor</i> L.		+				
Hélrophytes						
Espèces des Phragmito australis – Magnocaricetea elatae						
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+		2	+	
<i>Typha latifolia</i> L.		+				+
<i>Lythrum salicaria</i> L.				+		+
<i>Mentha aquatica</i> L.		+				+
<i>Sparganium erectum</i> L.	+					+
<i>Lycopus europaeus</i> L.		+				
<i>Lysimachia nummularia</i> L.		+				
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		+				
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.						+
Espèces des Glycerio fluitantis – Nasturtietea officinalis						
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.		+				
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.				+		
Autres espèces						
<i>Bidens frondosa</i> L.		+				
<i>Juncus effusus</i> L.	+				+	
<i>Salix caprea</i> L.					+	
<i>Salix cinerea</i> L.						+
<i>Ranunculus repens</i> L.				+		

Origine des herbiers de *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh à Jeanménil

L'apparition de *Nitella hyalina* dans les plans d'eau de Jeanménil peut avoir trois origines.

La première, la plus probable, est que son apparition est liée aux passages d'oiseaux aquatiques en période de migration et/ou au cours de déplacements saisonniers et particulièrement de Canards brou-

teurs. Les oospores produites par les Characées sont en effet assez solides pour résister aux substances digestives des tractus intestinaux des oiseaux. Les Vosges sont situées dans le couloir est de la migration des oiseaux en France. Il est donc très probable qu'une partie des migrateurs aquatiques fassent halte sur les points d'eau de Jeanménil. BOISSEZON (2008) indique par exemple que des suivis ont permis de corrélér significativement le retour de plusieurs espèces

d'oiseaux d'eaux au retour d'espèces de Characées dans un lac des Pays-Bas. Les Characées constituent la base de l'alimentation de la Nette rousse, espèce régulièrement contactée en Meurthe et Moselle et dans les Vosges⁵. Il serait ainsi intéressant de prospecter le Lac de Pierre Percée, situé à 23 kilomètres au nord-est de Jeanménil.

L'autre mode de dispersion des Characées est l'hydrochorie. Lors d'inondations, les stocks d'oospores sont entraînés par le courant et se retrouvent ensuite déposés sur d'autres sites où les conditions de germination sont potentiellement présentes. La colonisation de bras morts par les Characées à la suite d'une forte inondation est documentée par BORNETTE & ARENS (2002). Cette hypothèse nécessiterait la présence de populations de *Nitella hyalina* en amont sur la Mortagne. Plusieurs étangs sont présents sur les communes de Rouges-Eaux, Domfaing... Ces derniers n'ont pas été prospectés.

Enfin, des sédiments provenant d'une autre gravière et qui contenaient des oospores auraient pu être importés sur le site de Jeanménil dans le cadre de l'exploitation de sédiments. Cette pratique est toutefois très rare étant donné les coûts que cela engendre. Si cette hypothèse de mode de dispersion n'est pas à écarter dans une même vallée où les gravières sont proches et exploitées par la même société, le site de Jeanménil est trop éloigné des autres gravières, essentiellement présentes en vallée de la Meurthe, pour que cette hypothèse soit plausible.

Devenir de la station de *Nitella hyalina* (DC.)

C. Agardh à Jeanménil

La population ne semble pas en danger à court terme sur le site car les surfaces colonisées sont importantes et *Nitella hyalina* montre vraisemblablement des aptitudes à coloniser des eaux légèrement turbides et quasi eutrophes. Comme *Chara globularis*, elle semble se maintenir dans des habitats peu soumis aux perturbations naturelles.

Il semble que les paramètres du biotope importants pour l'espèce soient les pentes douces ou les hauts fonds, une exondation estivale ou en tout cas un marnage et une absence de concurrence par les héliophytes et les hydrophytes. L'espèce exige également une absence de concentrations importantes de phosphates et de nitrates. Enfin, la luminosité semble être un facteur important.

Ainsi, au vu de cette rapide analyse, plusieurs facteurs pourraient menacer la population à moyen et long terme :

- les herbiers d'Élodées ; ils sont bien implantés sur deux étangs et pourraient coloniser les autres plans d'eau ;
- la croissance de la ripisylve ; elle entraînera un ombrage plus important des berges ce qui pourrait gêner *Nitella hyalina* ;
- le développement des grands héliophytes ; cela augmentera la turbidité et diminuera la luminosité ;
- une pollution accidentelle ou diffuse en amont ;
- l'eutrophisation naturelle du plan d'eau : l'évolution naturelle de l'état trophique des plans d'eau est difficile à évaluer. L'eutrophisation est un processus naturel qui touche

la quasi-totalité des plans d'eau. Toutefois, ce processus est long. De plus, il est possible que des inondations et/ou des montées de la nappe phréatique viennent rajeunir l'écosystème.

Conclusion

La découverte de *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh dans les Vosges présente l'intérêt d'étendre au nord-est de la France la répartition de l'espèce. Les populations inventoriées sont globalement similaires aux descriptions faites par Corillion en 1957. *Nitella hyalina* est vivace sur le site. Elle n'apparaît pas comme exclusivement pionnière. Les étangs ne sont pas soumis à d'importantes inondations annuelles et la population est présente depuis au moins trois ans. L'espèce peut toutefois coloniser des milieux très rapidement.

L'espèce forme des herbiers continus et denses de surface importante (plus de deux hectares) ce qui semble être rarement le cas dans les stations connues en France. Les spécimens inventoriés mesurent de 1 à cinquante centimètres de hauteur ce qui est également peu courant d'après les informations échangées au cours de l'étude de la répartition de l'espèce en France.

L'association du *Nitelletum hyalinae* Corill. 1949 identifié sur le site se différencie des groupements de l'ouest de la France par l'absence de *Chara braunii* et par la présence d'au moins deux espèces des *Charetalia hispidae* Krausch ex W. Krause 1997.

Bien que le contexte géologique voisin soit essentiellement de nature acide, la population est présente dans des étangs à pH nettement basique, sur substrats sablonneux,

5. <http://www.faune-lorraine.org>

limoneux, vaseux et même caillouteux. L'espèce est plutôt inventoriée à des pH faiblement acides à faiblement basiques dans l'ouest de la France.

L'état trophique des plans d'eau est globalement mésotrophe. *Nitella hyalina* ne se révèle donc pas être une espèce strictement oligotrophe. Elle s'est bien développée au contact de communautés mésotrophes et elle résiste même à une certaine turbidité sur les berges à faible profondeur.

Nitella hyalina (DC.) C. Agardh est connue dans des lacs naturels (Lacs d'Hourtin, Lac de Grand lieu, Étang de Biscarosse et anciennement dans le Lac Léman) qui doivent correspondre à son habitat naturel type. Cet article montre que les anciennes gravières semblent pouvoir être des habitats de substitution favorables pour l'espèce. Une partie importante des données de présence en France est également située dans des gravières, notamment en région méditerranéenne et dans le Bassin Parisien.

Une attention particulière devrait donc être prise lors des études d'impacts réalisées dans le cadre des projets de renouvellement de gravières ou encore lors des remises en état dans lesquelles la création de hauts fonds sablonneux devrait être préconisée.

La connaissance de la répartition des espèces de Characées en France s'est développée depuis une dizaine d'années. Il n'en reste pas moins que les espèces sont très souvent localisées à quelques stations par départements. Ce constat pourrait permettre de faire émerger des listes rouges régionales ou d'inclure les Characées dans les espèces déterminantes des ZNIEFF.

Les relations qu'entretiennent les Characées avec les facteurs biotiques

et abiotiques semblent complexes. Il apparaît ainsi que leur conservation doit s'appuyer sur un réseau d'habitats aquatiques favorables. Pour cela, il faudrait veiller à préserver la dynamique fluviale naturelle au sein des bassins versants et de manière générale à la bonne qualité biologique des eaux.

Remerciements : je tiens tout d'abord à remercier Gilles Bailly (CBN Franche-Comté) pour la vérification de la détermination de *Nitella hyalina* et pour son aide pour la détermination des autres Characées. Je remercie également Louis Kirsch (société GSM) pour m'avoir transmis les données du suivi physico-chimique réalisé sur les plans d'eau de Jeanménil. Je remercie Serge Dumont pour l'envoi des photos subaquatiques du peuplement à *Nitella hyalina*. J'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont donné des informations ou relayé ma demande sur la distribution de l'espèce en France : Thomas Bousquet (CBN Brest - antenne Normandie), Jean Le Bail (CBN Brest - antenne Pays de la Loire), Laurent Chabrol (CBN Massif Central - antenne Limousin), Alain Delage (CBN Corse), Nicolas Borel (cabinet d'études naturalistes NB Consultant situé dans le Vaucluse), Christophe Bergès (CBN Pyrénées et Midi-Pyrénées), Jean-Baptiste Mouronval (ONCFS Arles), Henri Michaud (CBN Méditerranéen), Julien Ventroux (CREN Poitou-Charentes), Yann Sellier (RNN du Pinail), Pierre Plat (botaniste, spécialiste des Characées), Élisabeth Lambert (UCO Angers), Émilie Weber (CBN Bassin Parisien), Olivier Bardet (CBN Bassin Parisien), Thierry Fernez (CBN Bassin Parisien), Aymeric

Watterlot (CBN Bassin Parisien) et Thomas Legland (CBN Alpin). Je remercie enfin ma compagne Cécile et mes parents pour la relecture de l'article.

Bibliographie

- AUDERSET JOYE D., 1992. *Contribution à l'écologie des Characées de Suisse*. Thèse de Doctorat : Univ. Genève, n° Sc. 2580, 285 p.
- AUDERSET JOYE D. & SCHWARZER A., 2012 : *Liste rouge Characées. Espèces menacées en Suisse, état 2010*. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique de l'Université de Genève. *L'environnement pratique* n° 1213, 72 p.
- BAZZICHELLI G. & ABDELAHAD N., 2009. *Alghe d'acqua dolce d'Italia. Flora analitica delle Caroficee*. Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Direzione per la protezione della natura, Sapienza Università di Roma. Roma, 89 p.
- BECKER R., 2010. Bemerkenswerte Characeen-Funde in Nordwest-Deutschland. *Abh. Naturwiss. Veriens Bremen*, **46** (3) : 409-418
- BHATNAGAR S. K., 1988. *Nitella hyalina* f. *hyalina* (DC.) AG., R.D.W. : a new chromosome count and its cytoaxonomy. *Current Science*, **57** (6) : 343-344.
- BLANCHET H. Dr., 1891. *Catalogue des plantes vasculaires du Sud-Ouest de la France comprenant le département des Landes et celui des Basses-Pyrénées*. Imp. Lassère, Bayonne, 1 vol., 172 p.
- BOISSEZON A., 2008. *Préférences écologiques de quelques espèces de Charophytes*. Mémoire n°161 du Master en Sciences Naturelles de l'Environnement. LEBA Université de Genève, 116 p.
- BORNETTE G. & ARENS M-F., 2002. Charophyte communities in cut-off river channels, the role of connectivity. *Aquatic Botany*, **73** : 149-162.

- BRYANT J.A., STEWART N.F. & STACE C.A., 2002. A checklist of Characeae of the British Isles. *Watsonia*, **24** : 203-208.
- CĂRĂUS I., 2012. *Algae of Romania. A distributional checklist of actual algae*. Stud.Cerc.Biol., Univ.Bacău; 2002, 7 : 1-809; version 2.3 – third revision.
- CIRUJANO S. et al., 2007. *Flora ibérica. Algas continentales. Carófitos (Characeae)*. Real Jardín Botánico, Madrid. 133 p.
- CORILLION R., 1947. *Nitella hyalina* (DC.) Agardh. Notes sur la biologie et sa distribution géographique. *Bulletin de la Mayenne-Sciences*, année 1946 : 73-86.
- CORILLION R., 1957. Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. *Bulletin de la société scientifique de Bretagne*, **32** (h. s. n°1), 500 p.
- CORILLION R. & GUERLESQUIN M., 1969. Les Charophycées de la Brenne. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **116** : 81-102.
- CORILLION R., 1975. *Flore des Charophytes (Characées) du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Tome IV. Jouve éditeurs, In ABBAYES H. (des) et al. Flore et végétation du Massif Armoricaïn, 215 p.
- CSIKY J., PURGER D. & BLAZENCIC J., 2014. New occurrences and distribution of *Nitella hyalina* (DC.) Agardh (Characeae) and the first report on *Nitelletum hyalinae* Corillion 1957, in Croatia. *Arch. Biol. Sci*, Belgrade, **66** (1) : 203-208.
- FELZINES J.C. & LAMBERT E., 2012. Contribution au prodrome des végétations de France : les *Charetea fragilis* F. Fukarek 1961. *J. Bot. Soc. Bot. France*, **59** : 133-188.
- FERREZ Y., BAILLY G., BEAUFILS T., COLLAUD R., CAILLET M., FERNEZ T., GILLET F., GUYONNEAU J., HENNEQUIN C., ROYER J.-M., SCHMITT A., VERGON-TRIVAUDEY M.-J., VADAM J.-C. & VUILLEMENOT M., 2011. Synopsis des groupements végétaux de Franche Comté. *Nouvelles Archives de la Flore Jurassienne et du Nord-Est de la France*, n° spécial 1, 286 p.
- GUIRY W. in GUIRY M.D. & GUIRY G.M., 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 14 October 2014.
- JULVE PH., 1998. *Baseflor*. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 02/11/14.
- KOUMPLI-SOVANTZI L., 1997. The charophyte flora of Greece, I. *Fl. Medit.*, **7**: 173-179.
- LANGANGEN A., 2012. Charophytes (Charales) from Crète (Greece) collected in 2010. *Fl. Medit.*, **22**: 25-32.
- LE BAIL J., LAMBERT E. & MAGNANON S., 2012. Pour un inventaire actualisé des Characées de l'ouest de la France. *Erica*, **12** : 75-90.
- MERLET F. & HOUARD X., 2012. *Synthèse bibliographique sur les traits de vie de la Leucorrhine à large queue (Leucorrhinia caudalis (Charpentier, 1840)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques*. Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris, 9 p.
- MOORE, J. A., 1986. *Charophytes of Great Britain and Ireland*. BSBI Handbook 5. Botanical Society of the British Isles, London.
- NICOLAS S., 2013. *Caractérisation des herbiers à Characées (3140) en Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Auvergne, 21 p.
- OTTO-BRUC C., 2001. *Végétation des étangs de la Brenne (Indre). Influence des pratiques piscicoles à l'échelle des communautés végétales et sur une espèce d'intérêt européen : Caldesia parnassifolia (L.) Parl.* Thèse. Muséum National d'Histoire Naturelle, 432 p.
- RASSI P., HYVÄRINEN E., JUSLÉN A. & MANNERKOSKI I. (eds.), 2010. *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010, The 2010 Red List of Finnish Species*. Ministry of the Environment and Finnish Environment Institute, 685 p.
- SELLIER Y. & LAMBERT E., 2012. *Initiation à l'étude des Characées. Exemple appliqué à la Réserve Naturelle du Pinail*. Réserve Naturelle du Pinail, GEREPI et Université Catholique d'Angers. 69 p.
- SOULAT-RIBETTE J., 1892. *Famille des Characées, description et analyse des espèces et des genres observés dans les départements de la Haute-Vienne, de la Corrèze, de la Creuse, de la Charente et de la Dordogne*. Imprimerie Ducourtieux, 40 p.
- WATTERLOT A. & PREY T., 2013. *Première liste des Characées de Picardie*. CBN de Bailleul, 5 p.

