



Fabienne Niebler (1), Patrice Delaumône (2), Guillaume Fried (3)

(1) Taussac, F-34600 Pézènes-les-Mines
fabpharmacien@gmail.com

(2) La Borie, 17 avenue Marcel Raynal, F-34390 Colombières-sur-Orb
delaumone.patrice@aliceadsl.fr

(3) Anses, Laboratoire de la Santé des Végétaux, Unité Entomologie et Botanique,
755 avenue du Campus Agropolis, F-34988 Montpellier-sur-Lez cedex
guillaume.fried@anses.fr

Carnets botaniques

ISSN 2727-6287 / LSDI 20027545-1

Article n° 52 - 8 mai 2021

DOI : <https://doi.org/10.34971/4XQN-WV06>

Title

Record of Wolffia globosa (Roxb.) Hartog & Plas (Araceae) in Hérault department, a new species for France

Résumé

Dans le sud de la France, autour du lac du Salagou (Hérault), l'observation de trois populations de *Wolffia globosa* (Roxb.) Hartog & Plas (Araceae), petite lentille d'origine paléotropical, constitue une première en France. Cette découverte porte à trois le nombre d'espèces de ce genre présentes en France. Nous synthétisons ici les données disponibles concernant la description de *W. globosa* et ses différences avec les espèces proches (via une clé pour les quatre espèces du genre *Wolffia* présentes en Europe), son écologie, son utilisation et ses voies d'introduction.

Abstract

In the south of France, around the Salagou lake (Hérault), the observation of three populations of *Wolffia globosa* (Roxb.) Hartog & Plas (Araceae), a small duckweed of paleotropical origin, is the first record of this species in France. This discovery brings the number of *Wolffia* present in France to three. Here we summarise the available data concerning the description of *W. globosa* and its differences with related species (via a key for the four species of the genus *Wolffia* present in Europe), its ecology, its use and its pathways of introduction.

1. Découverte d'une lentille inconnue...

Lors d'une prospection botanique autour du lac du Salagou le 04/10/2020, l'une d'entre nous (F.N.) découvre un bassin d'épuration en grande partie couvert par *Lemna gibba* L., accompagnée d'une minuscule lentille du genre *Wolffia* (photo 1). Cette découverte suscite l'intérêt de l'Association mycologique et botanique de l'Hérault et des Hauts-Cantons (AMBHHC) qui organise sa sortie hebdomadaire du 15/10/2020 pour aller observer ces lentilles. Lors de cette sortie, deux autres bassins d'épuration sont découverts avec la même association d'espèces.



Photo 1. Bassins d'épuration à *Lemna gibba* et *Wolffia globosa* (voile du *Lemnion minoris*) sur la commune de Clermont-l'Hérault, le 28/10/2020 (à gauche) et du Puech, le 17/02/2021 (à droite).

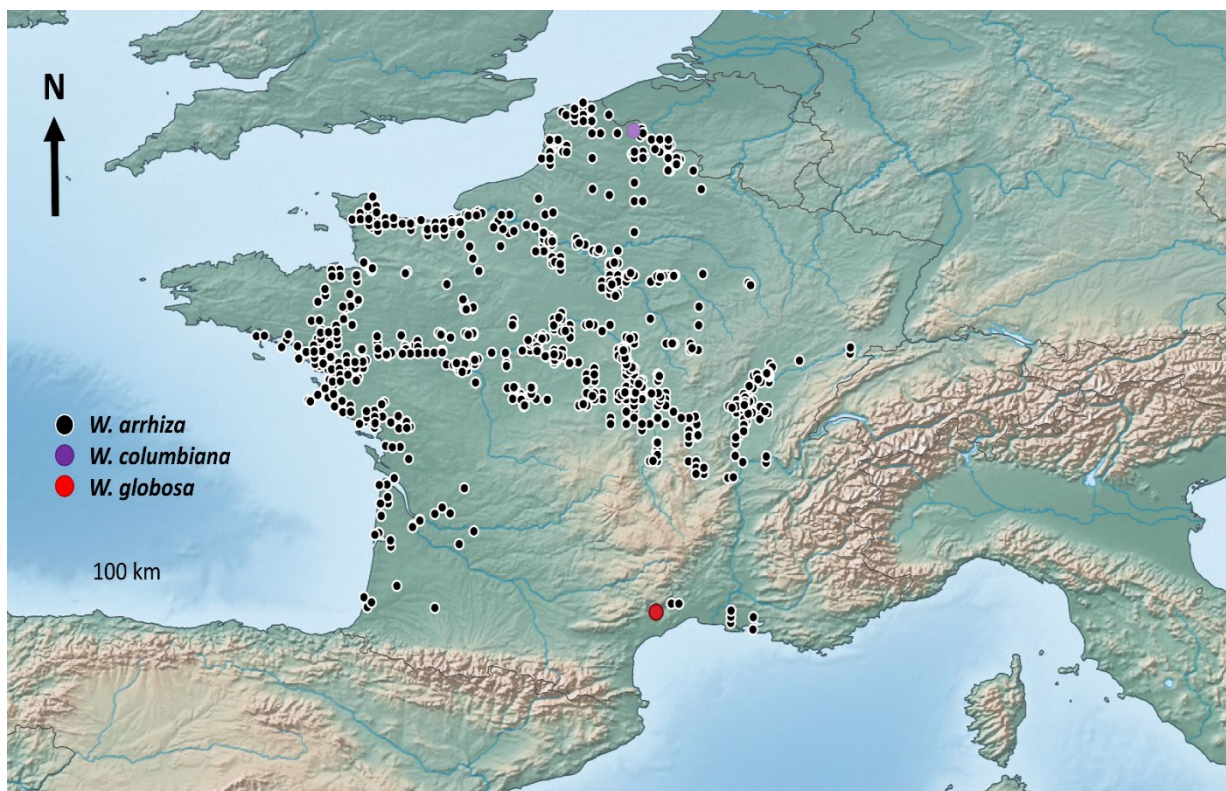
La seule espèce du genre *Wolffia* présente dans l'Hérault était à ce jour *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm. Cependant la lentille du Salagou n'avait ni la forme caractéristique de *W. arrhiza*, qui a la face supérieure aplatie, ni sa couleur vert foncé. Nous avons alors pensé à *W. columbiana* H. Karst., espèce exotique qui venait d'être découverte dans la métropole lilloise (Lecron, 2021) et dont la face supérieure verte transparente et plus ou moins arrondie correspondait bien à notre lentille. Pour confirmer cette piste, nous avons réalisé un montage au microscope. Avec au maximum 4-5(6) stomates par fronde, nous avons pu définitivement écarter *W. arrhiza* qui possède généralement 10 à 100 stomates par fronde (Flora of North America Editorial Committee, 1993 ; Armstrong, 2017). Cependant la taille de nos lentilles variait beaucoup, d'environ 0,5 à plus de 1 mm, notamment en prenant en compte l'ensemble de la lentille,

fronde mère et fronde fille accolée. En ne mesurant que le corps de la fronde mère, la taille ne dépassait cependant jamais 0,8 mm, ce qui suggérait alors plutôt l'espèce *W. globosa* (Roxb.) Hartog & Plas. Un envoi d'échantillons à Ulf Schmitz (Université de Düsseldorf), spécialiste du genre en Allemagne, permit de confirmer cette dernière hypothèse.

2. Le genre *Wolffia* en Europe et en France

Le genre *Wolffia* appartient à la famille des Lemnaceae (Bog *et al.*, 2020) parfois considérée au rang de sous-famille (Lemnoideae) incluse au sein des Araceae (Angiosperm Phylogeny Group III, 2009), position suivie ici et par *Flora Gallica* (Tison & de Foucault, 2014). Le genre est dédié à Johann Friedrich Wolff (1778-1806), un médecin, botaniste et entomologiste allemand qui a rédigé et illustré une thèse sur les Lemnaceae (Wolff, 1801). On compte au total onze espèces de *Wolffia* (Armstrong, 2017 ; Bog *et al.*, 2020). Le genre est présent presque partout dans le monde (sauf dans les régions arctiques et antarctiques) et il comprend les plus petits Spermatophytes connus au monde (Armstrong, 2017).

En France et en Europe, seul *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm. est indigène. Elle est largement répartie dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales d'Europe, d'Afrique, d'Asie occidentale et de l'est du Brésil, régions caractérisées par des hivers relativement doux et sans été excessivement chaud (Euro+Med, 2006-2020 ; Bog *et al.*, 2020). En France, elle est présente essentiellement sur la façade ouest du pays, depuis le Nord jusqu'à l'Aquitaine, ainsi que dans le bassin de la Loire, la vallée de la Saône, dans les régions d'étangs (Brenne, Bresse, Dombes) et elle devient plus localisée en région méditerranéenne, où elle n'est présente qu'en Camargue et au nord de Montpellier (carte 1).



Carte 1. Carte de distribution des trois *Wolffia* présents en France (source pour *W. arrhiza* : GBIF.org (12 February 2021, avec nos corrections) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.v2r5gm>)

Au cours de la dernière décennie, trois nouvelles espèces de *Wolffia* ont été recensées en Europe.

- *W. globosa* a été découverte en 2010 en Bulgarie (Kirjakov & Velichkova, 2013). Elle a ensuite été détectée en Allemagne, d'abord en Moyenne-Franconie (Bavière) en 2018 (Beigel, 2020), puis en 2020 dans la vallée de l'Elbe en Saxe-Anhalt (Franck *et al.*, 2020).
- Entretemps, la présence de *W. columbiana* H. Karst., espèce américaine (présente dans toute l'Amérique mais plus particulièrement fréquente dans la partie est de l'Amérique du Nord, du Canada au Mexique), a été mise à jour en Allemagne et aux Pays-Bas lors de la vérification de stations de *W. arrhiza* (Schmitz *et al.*, 2014). Elle a ensuite été découverte en Belgique (Hendrickx & Verloove, 2019) et en Italie (Ardenghi *et al.*, 2017).
- Enfin, *W. australiana* (Benth.) Hartog & Plas, originaire d'Océanie (Australie, Nouvelle-Zélande), n'a été trouvée à ce jour qu'aux Pays-Bas (Achterkamp & Soes, 2014).

La France était restée à l'écart de ces découvertes jusqu'à ce que *W. columbiana* soit signalée dans la métropole lilloise (Lecron, 2021). La découverte de *W. globosa* dans l'Hérault porte donc à trois le nombre d'espèces de *Wolffia* présentes en France (carte 1).

3. Portrait de *Wolffia globosa*

3.1. Description et identification de *W. globosa*

W. globosa appartient à la sous-section *Wolffia* (Landolt, 1986). La clé et la description qui suivent combinent les informations données par Landolt (1986), Flora of North America Editorial Committee (2013), Armstrong (2017) et Bog *et al.* (2020).

Clé d'identification des *Wolffia* présents en Europe

Pour une clé complète du genre *Wolffia*, nous renvoyons le lecteur à la publication de Bog *et al.* (2020) qui propose une clé mise à jour pour l'ensemble des Lemnaceae et des onze espèces de *Wolffia*. Vu le nombre récent de découvertes de nouvelles espèces de *Wolffia* en Europe, il n'est en effet jamais exclu que d'autres espèces soient découvertes ces prochaines années. Nous proposons ici une clé pour les quatre taxons déjà présents en Europe.

1. Fronde 1,3-2,5 fois aussi longue que large, **1,5-3,0 fois aussi profonde que large**, la plus grande largeur étant à la surface de l'eau (presque aucun bord translucide visible du haut) ; stigmaté avec cellules pigmentaires *W. australiana*
- 1'. Fronde 1,0-1,7 fois aussi longue que large, **0,75-1,5 fois aussi profonde que large**, la plus grande largeur étant sous la surface de l'eau (au moins latéralement un bord translucide visible d'en haut) ; stigmaté sans cellules pigmentaires 2
2. Fronde à surface supérieure **vert foncé, non transparente**, brillante à la surface, nettement aplatie ; apex légèrement pointu ; **stomates généralement (10)30-100** *W. arrhiza*
- 2'. Fronde à surface supérieure **verte transparente**, non brillante, plus ou moins arrondie ; apex légèrement pointu ou arrondi ; **stomates 1-10(35)** 3
3. Corps de la plante (*i.e.* fronde mère) de **0,8-1,2 mm de long et > 0,6 mm de large, presque sphérique** (1,0 à 1,3 fois aussi long que large), la plus grande partie de la surface supérieure est clairement arrondie, la zone supérieure la plus haute est plate *W. columbiana*
- 3'. Corps de la plante (*i.e.* fronde mère) de **0,4-0,8 mm de long et généralement < 0,6 mm de large, plus long que large (ovoïde-cylindrique) (1,3-1,7(2) fois aussi long que large)**, surface supérieure à peine arrondie (aplatie sur le dessus), bord translucide distinct à l'extrémité *W. globosa*



Photo 2. a) *W. globosa* en compagnie de *Lemna gibba* *in situ* ; b) *W. globosa* avec fronde mère et fronde fille bien visibles sur fond de papier millimétré.

Wolffia globosa (Roxb.) Hartog & Plas (*Blumea* 18 : 367, 1970 ; basionyme : *Lemna globosa* Roxb., *Fl. Ind.* ed. 1832, 3 : 565, 1832) possède une fronde de forme ovoïde ou ellipsoïde-cylindrique (plus longue que large), verte transparente sur toute sa surface (N.B. : certaines populations peuvent inclure des individus avec une surface dorsale d'un vert plus foncé), convexe sur la face supérieure avec la partie centrale supérieure aplatie, avec la plus grande largeur nettement sous la surface de l'eau (*i.e.* seule la partie centrale de la surface dorsale est au-dessus de l'eau). Les dimensions de la fronde (*i.e.* de la fronde mère sans la fronde fille) est 0,4-0,8(0,9) mm de long, et de 0,3-0,5 mm de large, ce qui en fait la plus petite de toutes les plantes à fleurs connues ! La fronde est 1,3-1,7(2) fois aussi longue que large et 1-1,5 fois aussi profonde que large. Le nombre de stomates varie de 8 à 25 (plus rarement jusqu'à 35 stomates), ils sont difficiles à observer, plutôt pâles et d'un vert quelque peu transparent en surface. La fronde ne possède ni veines ni cellules pigmentaires épidermiques brunes. $2n = 30, 60$.



Photo 3. a) *W. globosa* en compagnie de *Lemna gibba* in situ et b) sur une tige sèche.

3.2. Quelques aspects de la biologie et du cycle de vie de *W. globosa*

Les lentilles d'eau sont particulièrement intéressantes sur le plan de l'évolution, car ce sont les plus petits Angiospermes du monde. Les lentilles d'eau, telles que *Wolffia globosa*, ne sont pas simplement des versions miniatures d'Angiospermes plus grands ; la réduction de la taille du corps de la plante s'accompagne d'une forte modification structurelle qui résulte de l'alternance, de la simplification ou de la perte de nombreuses caractéristiques morphologiques et anatomiques (Piotrowska & Bajguz, 2012). Par conséquent, *Wolffia globosa* n'a ni feuilles ni tige, et manque même de racines ! La plante entière, appelée fronde, produit occasionnellement des fleurs et rarement des graines. La fleur, quand elle est présente, se trouve dans une cavité sur la surface dorsale et (contrairement à d'autres lentilles) n'est pas enfermée par une spathe chez *W. globosa*. En Amérique du Nord, la floraison est considérée comme un événement très rare, qui a lieu en fin de printemps et en automne. En Europe, aucune fleur n'a encore été observée sur *W. globosa* (Frank *et al.*, 2020). Comme beaucoup d'espèces de lentille d'eau, *W. globosa* se multiplie principalement par propagation végétative, par la formation de frondes filles à partir d'une poche à l'extrémité de la fronde (Gaigher & Short, 1986). La fronde nouvellement formée reste attachée à la fronde mère pendant la phase initiale de croissance et les plantes semblent donc se composer de deux frondes (visibles sur les photos 2 et 3a). La multiplication végétative est très rapide, en particulier chez certains clones de *W. globosa*, chez qui le temps de doublement peut se réaliser en seulement 29,8 heures, ce qui correspond au taux de croissance le plus rapide des espèces de *Wolffia* testées (Sree *et al.*, 2015). Pendant l'hiver, il se constitue des formes de repos (turions) qui tombent au fond des étangs en attendant le retour des conditions favorables.

3.3. Aire de répartition et réponse au climat

L'aire de répartition naturelle de *W. globosa* comprend les régions tempérées chaudes, subtropicales et tropicales de l'Asie orientale et méridionale et du sud et de l'est de l'Afrique avec des hivers doux (Bog *et al.*, 2020). Elle est très commune en Inde, au Népal, au Sri Lanka, en Chine et au Japon où elle est souvent confondue avec d'autres espèces. Elle a été introduite en Amérique du Nord (Californie, Floride) et, plus récemment, en Europe (Allemagne, Bulgarie, France).

Pour une espèce d'origine paléotropicale, on peut s'interroger sur son devenir en climat tempéré. Selon Landolt (1986), *W. globosa* a besoin d'au moins deux cents jours avec une température minimale de 10 °C. Cela est à mettre en regard des besoins de *W. arrhiza* et de *W. columbiana*, qui ne nécessitent que cent quarante jours, et des espèces de *Lemna* d'Europe centrale qui s'accommodent de cinquante jours. En ce qui concerne la résistance au froid, *W. globosa* est plus sensible que les deux autres espèces de *Wolffia* présentes en France. Selon Landolt (1994), *W. globosa* tolère +1 °C comme température moyenne la plus basse des trois mois les plus froids. Ces conditions sont largement réunies

en région méditerranéenne française. Par ailleurs, l'espèce semble avoir passé plusieurs hivers en climat continental en Allemagne, même s'il faut noter que les derniers hivers ont été relativement plus cléments (Frank *et al.*, 2020). Beigel (2020) note par exemple que des frondes de *W. globosa* avaient survécu sous une couche de glace durant un épisode de froid en janvier 2019. Nous avons de même pu continuer à observer la plante en décembre 2020 et en février 2021 après plusieurs périodes de gelée. Bien qu'en densité moins importante et sans frondes filles à cette période, de nombreuses frondes étaient toujours présentes au sein du tapis de *Lemna gibba* (photo 4).



Photo 4. Aspect du Lemnion minoris avec *Lemna gibba* et *Wolffia globosa*, en fin d'hiver (17/02/2021).

3.4. Écologie

Dans *Flora of North America* (1993), *W. globosa* est décrit comme occupant les eaux calmes, mésotrophes à eutrophes, de 0 à 600 m d'altitude. En Bulgarie, *W. globosa* a été trouvé dans un petit étang en compagnie de *Lemna gibba* et *L. minuta* Kunth. En Bavière, Beigel (2020) indique que, dans les étangs occupés par *W. globosa*, aucune végétation à feuilles flottantes n'était présente, mais uniquement d'autres espèces de lentilles d'eau : *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L. et *L. turionifera* Landolt. De même, dans la deuxième station découverte en Saxe-Anhalt, *W. globosa* a été détectée au sein d'un « tapis » dense avec *Azolla filiculoides* Lam., *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza* et *Wolffia columbiana* sur des eaux calmes (Frank *et al.*, 2020). Les populations observées autour du Salagou partagent la même écologie, avec la co-occurrence d'une seule autre lentille, *Lemna gibba*. Les populations héraultaises et celles observées par Beigel (2020), toutes situées dans des bassins d'épuration, correspondent probablement à des eaux très eutrophes. On peut donc conclure des diverses observations réalisées en Europe que *W. globosa* s'intègre aux voiles flottants des eaux méso-eutrophes à hypertrophes relevant du Lemnion minoris Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955.

3.5. Voies d'introduction

Comment une petite lentille d'eau du Sud-Est asiatique a-t-elle pu arriver en Europe ? Il est connu que les oiseaux d'eau jouent un rôle dans la dispersion des plantes aquatiques (Reynolds *et al.*, 2015). Cette dispersion se fait soit lorsque des plantes sont piégées dans le plumage ou sur les pattes des oiseaux (exozoochorie), soit lorsque les oiseaux consomment ces plantes et les expulsent dans leurs excréments (endozoochorie). Si les plantes conservent leur propriété de multiplication végétative en passant dans le tube digestif, la dispersion peut s'effectuer sur des distances bien plus importantes. Cette dernière possibilité a été démontrée pour la dispersion de *Wolffia columbiana* via des canards siffleurs et des cygnes au Brésil (Silva *et al.*, 2018). Cependant, comme le suggèrent Frank *et al.* (2020), il faut noter qu'aucune espèce européenne d'oiseaux migrateurs n'a ses quartiers d'hiver dans les régions chaudes et tempérées de l'est ou du sud de l'Asie tropicale qui constituent l'aire de répartition d'origine de l'espèce. On peut donc *a priori* exclure que la première introduction en Europe s'est réalisée via la migration des oiseaux. Cependant, il est très probable que la dispersion par les Anatidés ait permis une expansion locale ou régionale post-introduction, ce qui expliquerait la présence de *W. globosa* dans trois bassins autour du lac du Salagou, peut-être à partir d'une seule introduction initiale. Comme décrit pour *W. columbiana* (Schmitz *et al.*, 2014), *W. globosa* a aussi pu être introduit accidentellement avec l'importation de plantes aquatiques ornementales puis relâchée lors du nettoyage des aquariums. Cette hypothèse est plausible au Salagou où nous avons déjà trouvé dans un fossé, fin 2012, *Salvinia molesta* D.S. Mitch. (Salviniaceae) et *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. (Haloragaceae), deux exotiques prisées par les aquariophiles (Fried & Mandon-Dalger, 2013). Enfin, depuis plus de dix ans, *Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss (Hydrocharitaceae), autre plante majeure des aquariums, a colonisé tout le pourtour du lac du Salagou. Preuve que les introductions de ce type ne sont pas rares.

3.6. Utilisations

W. globosa fait l'objet de différentes utilisations ou projet d'utilisations qui pourraient aussi jouer un rôle dans son introduction. Dans sa zone d'origine, notamment au Laos, en Birmanie (Myanmar) et en Thaïlande, elle est appelée *Khai Nam* et constitue une culture légumière consommée sous forme de soupe, légume ou omelette. Son intérêt diététique – et donc sa culture – se répandent dans le monde, car elle contient au moins 30% de son poids sec en protéines (autant que le soja) et également de la vitamine B12 dont la carence est cause d'anémie chez les végétaliens (Sela *et al.*, 2020). Les *Wolffia* ont également des capacités d'épuration des eaux avec une bonne absorption des nitrates et l'absorption des nutriments en excès en particulier azote (N) et phosphate (PO₄). Cela aurait pu être une piste concernant son mode d'introduction dans les trois bassins d'épurations du Salagou. Toutefois, des spécialistes nous ont indiqué que ce système n'est plus utilisé dans les stations d'épuration car trop lent et coûteux en manipulations (A. Dutartre et C. Boutin, com. pers.). Enfin, il existe aussi des essais pour développer la culture de biomasse ; son taux de croissance élevé et sa forte teneur en amidon en font par exemple une excellente candidate pour la production d'éthanol (Soda *et al.*, 2015).

4. Conclusions

Durant l'automne 2020, en quelques semaines, après la découverte de *W. columbiana* dans le Nord (Lecron, 2021) puis notre propre découverte dans l'Hérault, le genre *Wolffia* en France est passé subitement d'une à trois espèces connues. Il est très probable que leur présence soit passée inaperçue avant d'être découverte récemment. Cela implique aussi que ces deux espèces seront probablement bientôt découvertes ailleurs en France. À cet égard, les bassins d'épuration et autres pièces d'eaux calmes et plutôt eutrophes sont les milieux à viser en priorité. Revisiter les stations connues de *Wolffia arrhiza* peut également être une bonne stratégie comme cela a été démontré en Allemagne (Schmitz *et al.*, 2014 ; Frank *et al.*, 2020).

Bibliographie

- Achterkamp B. & Soes M., 2014. Twee nieuwe soorten *Wolffia* voor Nederland. *Floronia*, Nieuwsbrief van het Floron district D922 (Gelderland-West en -Midden) : 21-23
- Angiosperm Phylogeny Group III, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161 : 105-121.
- Armstrong W.P. 2017. "Wayne's Word Lemnaceae online: 1 January 2017." Accessed October 30, 2020, <https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/1wayindx.htm>
- Beigel H., 2020. Die Kugelige Zwergwasserlinse *Wolffia globosa* (Roxb.) Hartog & Plas neu in Mitteleuropa. *RegnitzFlora - Mitteilungen des Vereins zur Erforschung der Flora des Regnitzgebietes* 10 : 38-50.
- Bog M., Appenroth K.J. & Sree K.S., 2020. Key to the determination of taxa of Lemnaceae: an update. *Nordic Journal of Botany* 38 (8) : 1-12.
- Euro+Med, 2006. *Euro+Med PlantBase* - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Published on the Internet <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/> [30/10/2020].
- Flora of North America Editorial Committee (eds.), 1993+. *Flora of North America North of Mexico* [Online], 21+ vols. New York and Oxford. <http://beta.floranorthamerica.org>. Accessed 30/10/2020.
- Frank D., Appenroth K.J., Bog M. & Schmitz U., 2020. Man sieht nur was man kennt – Drei Zwergwasser-linsen-Arten der Gattung *Wolffia* Schleid. in Sachsen-Anhalt nachgewiesen. *Mitteilungen zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalt* 25 : 3-17.
- Fried G. & Mandon-Dalger I., 2013. Le point sur quelques espèces invasives émergentes en France. 3^e Conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles, AFPP, Toulouse, France, 15-17 octobre 2013 : 691-700.
- Gaigher I.G. & Short R., 1986. An evaluation of duckweed (Lemnaceae) as a candidate for aquaculture in South Africa. In R.D. Walmsley & J.G. Wan As (eds), *Aquaculture 1980, Occasional Report Series 15, Ecosystems Programmes, Foundation for Research Development (CSIRO)*, Pretoria : 81-90.
- Hendrickx P. & Verloove F., 2019. *Wolffia columbiana* nu ook waargenomen in België. *Dumortiera* 114 : 8-12.
- Kirjakov I. & Velichkova K., 2013. *Wolffia globosa* (Roxburgh) Hartog et Plas (Lemnaceae): a new species in Bulgarian flora. *Journal of Biological & Scientific Opinion* 1 (X), available online through www.jbsoweb.com, doi: 10.7897/2321-6328.x
- Landolt E., 1986. The family of Lemnaceae, a monographic study, 1. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich* 71 : 1-566, www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=gbi-002%3A1986%3A71
- Landolt E., 1994. Taxonomy and ecology of the section *Wolffia* of the genus *Wolffia* (Lemnaceae). *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich* 60 : 137-151, <https://www.e-periodica.ch/digbib/voltoc?pid=gbi-002%3A1994%3A60#141> [11.11.2020]
- Lecron J.-M., 2021. *Wolffia columbiana* H. Karst. (Wolffie de Colombie), une nouvelle espèce pour la France métropolitaine. *Le Jouet du vent, Lettre d'information annuelle du Conservatoire botanique national de Bailleul* 34.

- Piotrowska A. & Bajguz A., 2012. Biology of aquatic plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae) and its practical application. *Aquatic Plants and Plant Diseases Types, Characteristics and Management* : 87-116.
- Reynolds C., Miranda N.A.F. & Cumming G.S., 2015. The role of waterbirds in the dispersal of aquatic alien and invasive species. *Diversity and Distributions* 21 : 744-754, <https://doi.org/10.1111/ddi.12334>
- Schmitz U. & Kelm H., 2017. First discovery of flowering *Wolffia arrhiza* in Central Europe. *Aquatic Botany* 143 : 33-35.
- Schmitz U., Köhler S & Hussner A., 2014. First records of American *Wolffia columbiana* in Europe; clandestine replacement of native *Wolffia arrhiza*? *BioInvasions Records* 3: 213-216.
- Sela I., Yaskolka Meir A., Brandis A., Krajalnik-Brown R., Zeibich L., Chang D., Dirks B., Tsaban G., Kaplan A., Rinott E., Zelicha H., Arinos S., Ceglarek U., Isermann B., Lapidot M., Green R., Shai I., 2020. *Wolffia globosa*; Mankai plant-based protein contains bioactive vitamin B12 and is well absorbed in humans. *Nutrients* 12 : 3067, <https://doi.org/10.3390/nu12103067>
- Silva G.G., Green A.J., Weber V., Hoffmann P., Lovas-Kiss Á., Stenert C. & Maltchik L., 2018. Whole angiosperms *Wolffia columbiana* disperse by gut passage through wildfowl in South America. *Biology Letters* 14 (12) : 20180703.
- Soda S., Ohchi T., Piradee J., Takai Y. & Ike M., 2015. Duckweed biomass as a renewable biorefinery feedstock: ethanol and succinate production from *Wolffia globosa*. *Biomass and Bioenergy* 81 : 364-368.
- Sree K.S., Sudakaran S., & Appenroth K.J., 2015. How fast can Angiosperms grow? Species and clonal diversity of growth rates in the genus *Wolffia* (Lemnaceae). *Acta Physiologiae Plantarum* 37 (10) : 1-7.
- Tison J.-M. & de Foucault B. (coords), 2014. *Flora Gallica, Flore de France*. Biotope, Mèze, xx + 1196 p.
- Wolff J.F., 1801. *Commentatio de Lemna*. Altdorfii et Norimbergae, 32 p.

Remerciements

Nous tenons à remercier Filip Verloove et Ulf Schmitz pour leur expertise dans l'identification des échantillons de *Wolffia* ainsi que Jean-Michel Lecron pour les échanges à propos de nos découvertes respectives.