

Azolla filiculoides Lam.

Azolla fausse-filicule, Azolla fausse-fougère, Fougère d'eau, Mousse des fées
Azollaceae



1. Origine et taxonomie

L'azolla fausse-filicule est originaire des régions tempérées et subtropicales d'Amérique (Ooreka, 2016). Le nom *Azolla* vient du grec *azo*, qui signifie "être desséché" (Jardin! L'Encyclopédie, 2016). Son épithète *filiculoides* vient du latin *filic* et *oides*, signifiant "fougère" et "qui ressemble à" (Biologie Végétale de Dijon, 2016).

Dans la littérature, elle a pour synonymes principaux : *Azolla caroliniana* Willd., *Azolla majellanica* Willd., *Azolla arbuscula* Desv. ou encore *Azolla squamosa* Molina.

Cette plante était cultivée depuis des siècles et l'est toujours au sud de la Chine et au Vietnam comme engrais azoté pour le riz (Kim Pham, 1982 in Rahagarison, 2005).

Elle a été introduite en Europe au 19ème siècle dans les jardins botaniques et leurs aquariums. Elle s'en est rapidement échappée, notamment en France où elle a été signalée pour la première fois dans la nature dès 1880 à proximité de Bordeaux. Son aire de répartition actuelle s'étend à toute l'Europe où elle est aujourd'hui naturalisée (FCBN, 2012). A noter que l'espèce était toutefois native en Europe il y a longtemps, mais s'est éteinte lors des dernières glaciations (West, 1953).

Ses tiges, capillaires, mesurent 2 à 5 cm et la principale est fortement ramifiée. Elles sont horizontales et émettent de longues racines adventives. Les rameaux sont alternes et paraissent dichotomes (coupés en deux) (Tela Botanica, 2012). Les feuilles mesurent environ 1 mm, d'un vert allant au rouge brun lorsque la plante est directement exposée au soleil (Ooreka, 2016). Elles sont bordées d'une large bande membraneuse (FCBN, 2012). Chaque feuille a deux lobes, le premier flotte et contient de la chlorophylle ainsi que des cyanobactéries, dans une cavité, avec lesquelles la plante est en symbiose. Le deuxième n'est pas photosynthétique et est immergé (Rahagarison, 2005).

2. Variétés, cultivars et hybrides

Une variété est parfois décrite, *Azolla filiculoides* var. *rubra* (R. Br.) Strasb. (fig. 1), au feuillage rouge (Tropicos, 2017). Son usage en horticulture n'est cependant pas documenté.



Fig.1 : *Azolla filiculoides* var. *rubra* (Bendle, 2017).

3. Mode de reproduction et de dissémination

Reproduction sexuée

Elle se multiplie par la production de sporocarpes qui apparaissent à la fin de l'été (septembre-octobre) et les zygotes issus de la fécondation correspondent à un pied feuillé. On estime la production de sporocarpes pour une population représentant 8 kg/m² de biomasse à 380 000 microsporocarpes et 85 000 mégasporocarpes. Ceux-ci peuvent survivre à des températures de 5°C pendant 3 mois, de -10 °C pendant 18 jours. Leur germination est possible après plusieurs années passées dans l'eau ou enfouies dans des terrains boueux (Janes, 1998b).

Reproduction végétative

La plante se multiplie par fragmentation des tiges, occasionnée par des perturbations physiques. Les oiseaux, les petits mammifères, les amphibiens ou encore le bétail s'abreuvant dans les cours d'eau participent à la propagation de ces fragments, la plante ayant la faculté de s'accrocher facilement à ces animaux (FCBN, 2012).

Pour se développer, le fragment doit simplement être placé dans de l'eau à température ambiante (15 à 18°C) contenant un peu de matière organique en suspension (Ooreka, 2016).

Propagation par l'homme

Bien que la plante puisse être disséminée par les voies d'eau naturelles et les courants, sa dissémination peut être facilitée par les activités humaines (aquatiques...).

De mauvaises pratiques lors du nettoyage des aquariums, dans lesquels elle peut être utilisée, participent à sa dissémination dans le milieu naturel (FCBN, 2012).

Lorsqu'elle est cultivée, la division des tiges est préférée pour la multiplication (Ooreka, 2016).

4. Ecologie et exigences environnementales

L'espèce est présente sur tous les continents : du sud des Etats-Unis (Californie) jusqu'en Argentine, en passant entre autres par le Brésil et le Chili, en Asie, en Océanie, en Afrique et en Europe où on la retrouve des régions atlantiques et méditerranéennes jusqu'en Scandinavie (Hussner, 2010). Dans les Andes, on la rencontre jusqu'à 5 000 m d'altitude (Ooreka, 2016).

Elle privilégie les eaux chaudes, non calcaires et riches en matière organique : dans ces milieux elle peut s'étendre rapidement pour recouvrir totalement un plan d'eau.

On la trouve dans les milieux stagnants ou à faible courant comme les étangs, mares, chenaux, bras de décharge, fossés de drainage ou d'irrigation. (Ooreka, 2016).

Une dizaine de centimètres de profondeur d'eau est optimale, favorisant la nutrition minérale car les racines sont proches du sol (Van Hove *et al.*, 1983). Elle peut mourir en quelques heures si le milieu s'assèche ou si l'humidité descend trop fortement (Rahagarison, 2005).

Bien que son développement soit favorisé par des eaux eutrophiques, l'azolla fausse-filicule peut croître en milieu pauvre en azote grâce à son association symbiotique avec une cyanobactérie de la famille des Nostocaceae, *Anabaena azollae*. Elle fixe l'azote atmosphérique et le rend donc assimilable par la plante qui lui fournit en retour des composés carbonés (Rahagarison, 2005). La disponibilité du phosphore dans le milieu envahi semble avoir un effet limité sur la plante (Fernandez-Zamudio, 2010)

On la retrouve tant dans des conditions ensoleillées que ombragées (Hussner, 2010). Si elle est placée au soleil, la couleur verte de ses frondes peut tendre vers le rouge-brun (Ooreka, 2016). Cette plante ne supporte pas le gel, elle pourrait donc être considérée comme une annuelle sous nos latitudes : des résultats obtenus en laboratoire indique une résistance jusque -4 °C alors que les observations en

situation naturelle vont jusqu'à -10 voire -15 °C (Janes, 1998). Dans certaines conditions, la plante peut donc survivre à l'hiver en France métropolitaine. La tolérance au gel augmente avec le pH (FCBN, 2012). Elle apprécie la chaleur, étant tropicale, et son développement est optimal avec des températures de 25 à 30°C (Ooreka, 2016) : certains auteurs présentent toutefois des températures optimales plus basses, entre 15 et 20°C (Janes, 1998a). *Azolla filiculoides* est décrite comme sensible au sel qui peut impacter s'il est en trop forte considération la croissance de la plante (Rahagarison, 2005). Cette plante survit dans un pH allant de 3,5 à 10, mais préfère un pH acide à neutre, de 4,5 à 7 (Rahagarison, 1983).

Elle est présente dans toute la France, du Sud-Ouest jusqu'en Alsace (Fig. 2) (FCBN, 2012).

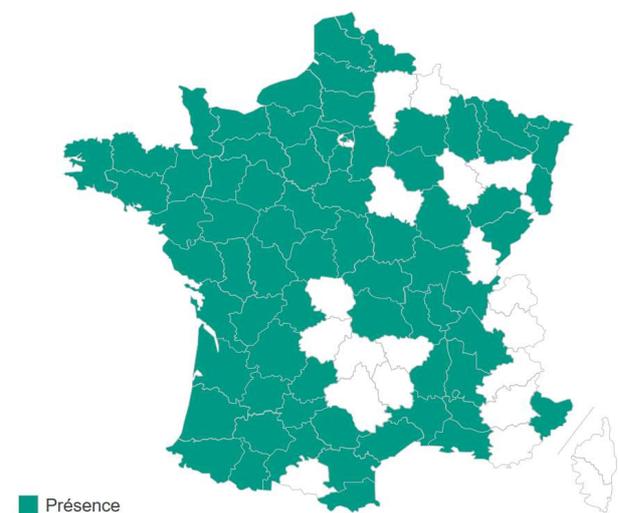


Fig.2 : Répartition d'*Azolla filiculoides* en France. (FCBN, 2012 ; MNHN, 2017 ; Tela Botanica, 2017). La carte de présence est réalisée indépendamment de la fréquence des populations et du statut invasif ou non.

5. Impacts négatifs de la plante envahissante

Impacts sur la santé humaine

Azolla filiculoides n'est pas toxique pour l'homme.

En Asie, il est souvent difficile de se débarrasser des impuretés, dues au système racinaire, qu'on trouve dans les préparations culinaires faites avec la plante (Lumpkin & Plucknett, 1982 in Rahagarison, 2005).

Impacts économiques

En France, de nombreuses pépinières de production de plantes aquatiques ont cessé depuis de nombreuses années la production d'*Azolla* en raison de son caractère envahissant. Elle est néanmoins toujours présente en tant qu'adventices dans ses entreprises, ou dans d'autres entreprises de production de végétaux, ce qui entraîne des coûts de lutte.

En Afrique du Sud, une diminution de la qualité de l'eau potable a été attribuée à la présence de cette plante. Elle peut aussi obstruer les pompes d'irrigation, ralentir le débit de l'eau dans les canaux et limiter les activités de loisir telles que la pêche, la baignade et le ski nautique (Hill & Cilliers, 1999 in FCBN, 2012).

Impacts sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes

Impacts sur les espèces autochtones

Compétition directe : La prolifération de la plante engendre la formation d'un couvert végétal sur le plan d'eau, ce qui diminue l'intensité lumineuse reçue par les plantes et les algues immergées sous-jacentes (FCBN, 2012), pénalisant ces dernières. Des analyses en laboratoires ont montré un impact significatif de couvert d'*Azolla* sur des populations submergées : l'impact sur ces populations dépend toutefois de leurs capacités à compenser les effets induits par des couverts importants (Janes, 1996). Cependant, bien que cet impact soit souvent présenté comme une évidence, il est parfois difficile de montrer de manière catégorique que la plante aquatique envahissante (*Azolla* notamment) a conduit au déclin d'espèces végétales indigènes rares parce qu'elles répondent aussi à des pressions extérieures qui se chevauchent avec le phénomène d'invasion (Farnsworth, 2004).

Au Zimbabwe, *Azolla filiculoides* est responsable de la réduction des populations de Gastéropodes, d'Odonates, d'Hémiptères, de Coléoptères, de Diptères, de têtards et de poissons dans les ruisseaux que cette espèce a envahis (Gratwicke & Marshall, 2001 in FCBN, 2012).

Elle peut aussi, de manière plus anecdotique, causer la mort du bétail qui confond cette plante avec du pâturage (Hill, 1999 in FCBN, 2012).

Transmission d'agents pathogènes : Non documenté.

Erosion de la diversité génétique : Non documenté.

Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes

Modification du milieu : La présence de la plante entraîne une eutrophisation et un envasement du milieu, ainsi qu'une augmentation de la salinité par la sédimentation de la matière organique rejetée (GIS, 1997 in FCBN, 2012).

Modification des flux de ressources : Le couvert végétal bloque la diffusion de l'oxygène de l'air dans l'eau, entraînant une altération physico-chimique du milieu. Cela cause des conditions anaérobiques qui peuvent impacter négativement la microfaune et la microflore (FCBN, 2012).

Modification de la trajectoire d'évolution de l'écosystème : Non documenté.

6. Intérêts liés à l'usage de la plante

Intérêts environnementaux

Cette plante peut être utilisée pour décontaminer des plans d'eau car elle a la capacité d'absorber certains éléments polluants, dont des métaux lourds (Ooreka, 2016).

Intérêts économiques

Cette espèce a fait l'objet de travaux pour la production de biogaz (GIS, 1997 in FCBN, 2012).

Elle peut être utilisée pour nourrir des animaux d'élevage dont les canards, les poules, les porcs et les poissons, entre autres, car elle contient 25 à 30% de protéines (F.A.O., 1978 ; Reynaud, 1984 in Rahagarison, 2005).

Étant fixatrice d'azote grâce à sa symbiose, l'*Azolla* fausse-filicule est utilisée comme engrais vert dans les rizières de nombreux pays asiatiques, permettant aussi de contrôler la prolifération des adventices, de limiter les pertes d'eau par évaporation et d'améliorer la structure du sol (Kim Pham, 1982 ; Van Hove et al., 1983, dans Rahagarison, 2005).

Intérêts social, culturel, patrimonial...

Cette plante est utilisée pour l'alimentation humaine (Lumpkin et Plucknett, 1982 in Rahagarison, 2005). Elle est traditionnellement utilisée à Madagascar comme dépurative contre les hémorroïdes (Cabanis, 1969 in FCBN, 2012) et pour faciliter l'expulsion du placenta lors de l'accouchement (Descheemaeker, 1975 in FCBN, 2012). *Azolla filiculoides* est utilisée dans certains pays pour contrôler les populations de moustiques, en entrant en compétition avec les larves de ces derniers (Lumpkin & Plucknett, 1982 in FCBN, 2012).

7. Prévention du potentiel invasif de la plante

Il s'agit de méthodes de prévention préconisées avant que la plante ne se retrouve en dehors des zones de production ou d'utilisation. La substitution par d'autres végétaux n'est pas considérée.

Méthodes de prévention connues

Des pratiques simples permettent de cultiver *Azolla filiculoides* en aquarium sans s'exposer au risque d'invasion : ne pas déposer ses déchets d'aquarium et de bassin dans la nature,

Dans le milieu naturel, il convient de vérifier et nettoyer les véhicules, bateaux et autres équipements utilisés en zone infectée avant d'en faire usage ailleurs (RAFTS, 2016).

Régulation de la plante dans les territoires voisins

Le **tableau 1** montre le statut d'*Azolla filiculoides* au sein de plusieurs initiatives ou réglementations menées dans les pays voisins.

Tab1: Statut d'*Azolla filiculoides* dans les pays voisins

	OEPP ¹ : Observation list of invasive alien plants, 2012
	HARMONIA DATABASE ² : Watch List (B2, 9/12) ALTERIAS ³ : Liste de communication
	INFOFLORA : non présente
	INVASIVE SPECIES IRELAND ⁴ : Amber list, Uncertain risk (14)
	MAGRAMA ⁵ : Catalogo Espanol de Espeies Exoticas Invasoras (Loi 42, 13/12/2007)
	Bundesamt für Naturschutz ⁶ : Liste noire
	Flora vascolare alloctona e invasiva ⁷ : naturalisé (7/21 régions), occasionnel (4/21)

¹ OEPP, 2015 ; ² HARMONIA DATABASE, 2015 ; ³ ALTERIAS, 2015 ; ⁴ INVASIVE SPECIES IRELAND, 2015 ; ⁵ MAGRAMA, 2015 ; ⁶ Nehring, 2013 ; ⁷ Celesti-Grapow, 2010

En France, plusieurs Conservatoires Botaniques Nationaux ont classé l'*Azolla filiculoides* parmi les

invasives avérées, dont ceux du Bassin Parisien (Centre) (Vahrameev, 2014) et de Méditerranée. Elle a aussi été classée comme invasive potentielle par ceux de Bretagne (Quéré, 2011 ; Dortel, 2013), de Basse Normandie, du Bassin Parisien (Champagne-Ardenne), de Bourgogne, du Midi-Pyrénées, du Sud-Atlantique (Caillon, 2012) et du Massif Central.

8. Moyens de lutte

Il existe un insecte qui peut prévenir une invasion d'*Azolla filiculoides* en contrôlant son développement en culture. Celui-ci, un charançon du nom de *Stenopelmus rufinasus*, se nourrit et se développe sur cette plante. Il est spécifique au genre *Azolla* et a prouvé son efficacité en tant qu'agent de lutte biologique dans plusieurs essais en laboratoire et sur le terrain en Afrique du Sud et au Royaume-Uni (Cabi, 2016). Après 5 ans d'essais, la plante ne représentait plus une menace, faisant de ce moyen de lutte le plus efficace connu (Hill, 1998 ; Hill & Cilliers, 1999 ; McConnachie *et al.*, 2004 ; Gassmann *et al.*, 2006 tous cités par FCBN, 2012).

Des Diptères de la famille des Chironomidae, des mollusques, des gastéropodes d'eau douce, des larves de grenouilles et quelques poissons semblent aussi se nourrir de la plante et pourraient donc être utilisés pour contrôler son développement (Fiore & Gutbrod 1985 in FCBN, 2012).

Il est possible d'agir contre une invasion en arrachant manuellement les plantes d'un plan d'eau ou grâce à un filet, mais il faut agir délicatement car toute perturbation physique de la plante peut la casser et le moindre fragment restant peut permettre à la plante de recoloniser le milieu. Cette technique n'est donc préconisée que pour des populations de faible superficie, donc pour des débuts d'invasions. Il n'existe à ce jour aucune méthode mécanisée pour lutter contre l'*Azolla filiculoides* (FCBN, 2012).

9. Conclusion et recommandations d'utilisation

Azolla filiculoides a un impact négatif fort sur les écosystèmes aquatiques, négligeable sur l'économie et nul sur la santé humaine.

Elle a en revanche quelques intérêts remarquables, qui sont écologiques et surtout économiques. Bien qu'elle ait un fort potentiel invasif, que ce soit par multiplication sexuée ou végétative, elle présente les avantages d'être gélive et contrôlable par différents moyens, dont la lutte biologique. Ces deux "avantages" n'immunisent cependant pas le territoire français contre une invasion de cette plante.

Après application du protocole d'évaluation en vue de prescrire des restrictions d'utilisation pour les acteurs de la filière de l'horticulture ornementale et du paysage :

Azolla filiculoides est inscrite sur la liste de consensus du Code de conduite professionnel relatif aux plantes exotiques envahissantes.

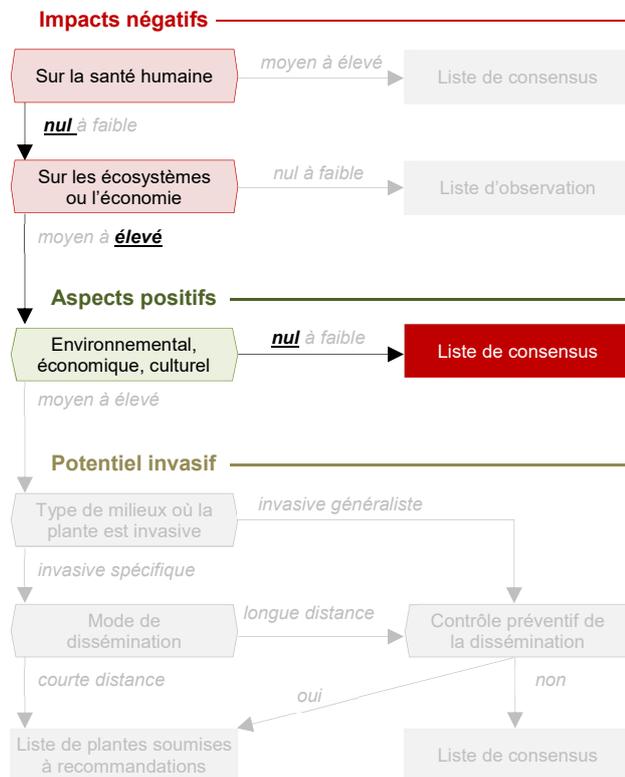


Fig. 2 : Protocole d'évaluation d'*Azolla filiculoides* en vue de prescrire des restrictions d'utilisation pour les acteurs de la filière de l'horticulture ornementale et du paysage.

10. Références bibliographiques

Alterias, 2015. Code de conduite sur les plantes invasives en Belgique. En ligne : www.alterias.be/fr [Accès le 15/11/2015]

Biologie Végétale De Dijon, 2016. *Azolla filiculoides*. Biologie Végétale, UFR Sciences de la Vie [en ligne]. [Consulté le 6 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : http://serres.u-bourgogne.fr/flore/article.php3?id_article=59.

Cabi, 2016. *Azolla* Control. Cabi [en ligne]. [Consulté le 7 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.azollacontrol.com/>.

Caillon A., 2012. CBN Sud-Atlantique : Liste des plantes exotiques envahissantes - CBNSA [en ligne].

[Consulté le 7 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : http://www.cbnsa.fr/delta/fichiers/envahissantes/pdf/liste_des_plantes_exotiques_envahissantes.pdf.

Celesti-Grapow L., Pretto F. Carli E., Blasi C. (ed.), 2010. Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma. 208 p.

Dortel F., Lacroix P., Le Bail J., Geslin J., Magnagnon S., Vallet J., 2013. Liste des plantes vasculaires invasives des Pays de la Loire. CBN de Brest. 38 p.

Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux (FCBN), 2012. Fiche *Azolla filiculoides*. FCBN [en ligne]. [Consulté le 5 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : http://www.fcbn.fr/sites/fcbn.fr/files/ressource_telechargeable/fiche_azolla_ficuloides_v2.pdf.

Farnsworth E.J., 2004. Patterns of plant invasions at sites with rare plant species throughout New England. *Rhodora* 106: 97-117.

Fernandez-Zamudio R., Garcia-Murillo P., Cirujano S., 2010. Germination characteristics and sporeling success of *Azolla filiculoides* Lamarck, an aquatic invasive fern, in a Mediterranean temporary wetland. *Aquatic Botany*, Vol. 93 (2), 89-92.

Harmonia Database, 2015. Belgian Forum on Invasive Species. En ligne : <http://ias.biodiversity.be> [Accès le 25/02/2017]

Hussner A., 2010. NOBANIS - Invasive Alien Species Fact Sheet – *Azolla filiculoides*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Accès le 25/02/2017.

Invasive species Ireland, 2015. Amber list: Recorded species En ligne : [Accès le 25/02/2017] <http://invasivespeciesireland.com/>

Janes R., 1996. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. and *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia* 340(1): 23-26.

Janes R., 1998a. Growth and survival of *Azolla filiculoides* in Britain. 1. Vegetative reproduction. *New Phytologist* 138: 367-376

Janes R., 1998b. Growth and survival of *Azolla filiculoides* in Britain. 2. Sexual reproduction. *New Phytologist* 138: 377-384

Jardin! L'encyclopédie, 2016. *Azolla caroliniana*, *Azolla* de Caroline. Nature Jardin [en ligne]. [Consulté le 6 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : http://nature.jardin.free.fr/aquatique/nmauric_azolla_caroliniana.htm.

MAGRAMA, 2015. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. En ligne : www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce_eei_flora.aspx [Accès le 25/02/2017]

Masood, Amjad, Shah, Nisar Ahmad, Zeeshan, Mohd. et Abraham, G., 2006. Differential response of antioxidant enzymes to salinity stress in two varieties of *Azolla* (*Azolla*

pinnata and *Azolla filiculoides*). Environmental and Experimental Botany. Vol. 58, n° 1–3, p. 216-222. DOI 10.1016/j.envexpbot.2005.08.002.

Nehring S., Kowarik I., Rabitsch W., Essl F., 2013. Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. 204p.

OEPP, 2015. EPPO Lists of Invasive Alien Plants. En ligne : www.eppo.int/INVASIVE_PLANTS/ias_lists.htm [Accès le 25/02/2017]

Ooreka, 2016. Fiche plante : *Azolla*. Ooreka.fr [en ligne]. [Consulté le 5 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/628/azolla>.

Quéré E., Ragot R., Geslin J., Magnanon S., 2011. CBN Brest: Liste_invasive.pdf. CBN Brest [en ligne]. [Consulté le 7 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : http://www.cbnbrest.fr/site/pdf/Liste_invasive_bzh.pdf.

Rafts, 2016. Water Fern (*Azolla filiculoides*) | Invasive Species Scotland. Invasive Species of Scotland [en ligne]. [Consulté le 7 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.invasivespeciesscotland.org.uk/water-fern-azolla-filiculoides/>.

Rahagarison, 2005. Etude bibliographique de l'Azolla ou la « ramilamina » plante fertilisatrice d'Azote (N₂). taloha.info [en ligne]. [Consulté le 6 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.taloha.info/document.php?id=117#tocto1>.

Tela Botanica, 2005. *Azolla filiculoides* Lam. Tela Botanica [en ligne]. [Consulté le 5 décembre 2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-9057-synthese>.

The Plant List, 2013. *Azolla filiculoides* Lam. The Plant List [en ligne]. [Consulté le 19 février 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/tro-26602847>.

Tropicos, 2017. Tropicos | Name - *Azolla filiculoides* Lam. Tropicos [en ligne]. [Consulté le 19 février 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www.tropicos.org/Name/26602847?tab=subordinatetaxa>.

Vahrameev P., Nobilliaux S., 2014. Liste des espèces végétales invasives de la région Centre, v.2.3. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, délégation Centre, 41p.

West, R.G., 1953. The occurrence of *Azolla* in British interglacial deposits. New Phytologist 52: 267-272

Citation

Cambron M.¹, Capriotti T.¹, Mommaerts C.¹, Villard A.¹, Manceau R.², 2017.. Val'hor - Code de conduite professionnel relatif aux plantes exotiques envahissantes en France métropolitaine : *Azolla filiculoides* Lam. En ligne : www.codeplantesenvahissantes.fr.

Contact : contact@codeplantesenvahissantes.fr

¹ Etudiants à Agrocampus Ouest Centre d'Angers (M2)

² Val'hor

Crédits photos

Page 1 : Plantnet

Page 2 : P. Bendle