

Azolle fausse-fougère (*Azolla filiculoides*)

Originnaire d'Amérique du Sud. Introduite en Europe au XIX^e siècle dans des aquariums et des jardins botaniques d'où elle s'est échappée. Première observation en France, dans les Deux-Sèvres, en 1880.

Descriptif

- Petite fougère d'environ 1-2 cm de diamètre, flottant librement à la surface de l'eau
- Petites frondes écailleuses, hydrophobes sur leur partie supérieure :
 - vertes, teintées de rouge en fin d'été
 - alternes et fortement imbriquées les unes sur les autres
 - s'étalent horizontalement sur la surface de l'eau au fur et à mesure de la croissance de la plante
- Court rhizome ramifié

Écologie et reproduction

- Habitats : eaux calmes ou stagnantes mésotrophes à eutrophes : plans d'eau, cours d'eau lents, canaux, étangs et mares, fossés
- Reproduction végétative par fragmentation
- Reproduction sexuée par production au printemps de spores résistants à la dessiccation, apparemment très peu fréquente en France
- Ne tolère pas le gel
- Espèce fugace et imprévisible dans son comportement (peut proliférer une année et disparaître l'année suivante), rendant plus difficile sa gestion
- Vit en symbiose avec une cyanobactérie fixant l'azote atmosphérique

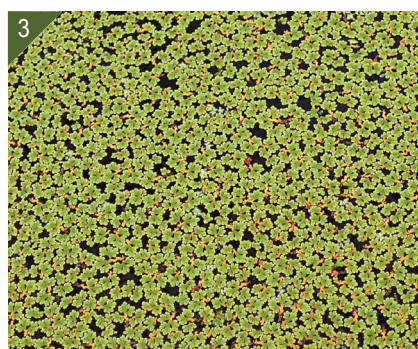
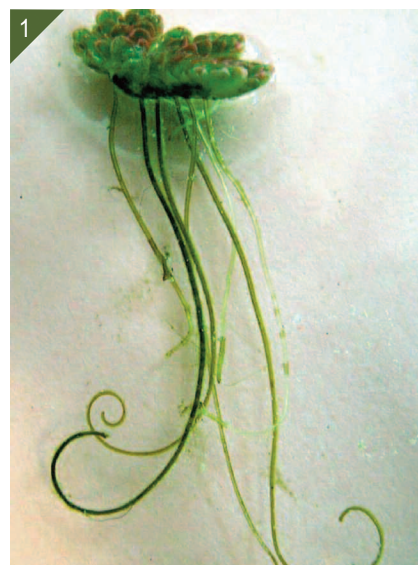
Documentation

- Hudin S. et Vahrameev P. (coord.,). 2010. Guide d'identification des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne. Fédération des conservatoires d'espaces naturels, 45 pp.
- Hauri J. et Clergeau P. 2014. Espèces invasives en Bretagne. Plantes et vertébrés continentaux. Les cahiers naturalistes de Bretagne, numéro 9. Biotop éditions, 144 pp.
- CABI. 2014. Invasive Species Compendium : *Azolla filiculoides* (Water Fern). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/8119>
- GIS Macrophytes des eaux continentales. 1997. Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. Les études de l'agence de l'eau numéro 68. 202 pp.

Rédaction : Emmanuelle Sarat, Comité français de l'UICN

Classification

Ordre	Hydropteridales
Famille	Azollaceae
Genre	<i>Azolla</i>
Espèce	<i>A. filiculoides</i> (Lam., 1783)





Azolle fausse-fougère

(Azolla filiculoides)

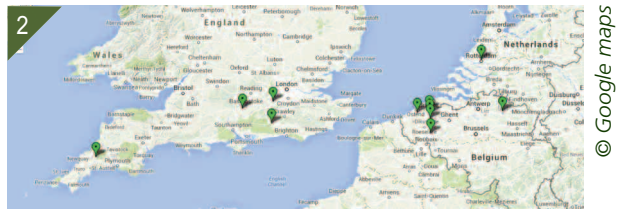
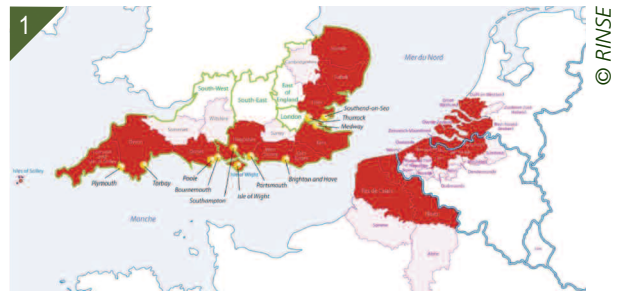
Expérimentation de contrôle biologique de l'Azolle fausse-fougère en Grande-Bretagne, Belgique et Pays-Bas

Centre for Agricultural Bioscience International – CABI

- Organisme international de recherche et de développement agricole et environnemental à but non lucratif.
- Réalise des expertises scientifiques dans les domaines de l'agriculture et de l'environnement, dans un objectif d'amélioration de la sécurité alimentaire mondiale et la protection de l'environnement à travers des projets de recherche et de développement portant sur :
 - la lutte contre les ravageurs et les maladies des cultures ;
 - le développement de méthodes de gestion des espèces exotiques envahissantes ;
 - l'amélioration de l'accès aux connaissances scientifiques agricoles et environnementales.
- 48 pays membres à l'échelle internationale, implantations dans 21 pays, siège basé au Royaume-Uni (Egham).
- Contact : Corin Pratt - c.pratt@cabi.org et Richard Shaw - r.shaw@cabi.org.

Projet RINSE

- Le projet européen RINSE (Réduire l'impact des espèces exotiques envahissantes en Europe) enquête sur les meilleures stratégies pour la gestion des espèces exotiques envahissantes à travers la région du programme des Deux mers (région comprenant la Manche et la partie méridionale de la mer du Nord).
- Ce projet vise spécifiquement à développer des outils transfrontaliers pour améliorer la hiérarchisation et le ciblage des espèces exotiques envahissantes, de sorte que les ressources puissent être orientées vers les espèces et les sites les plus préoccupants. Il s'intéresse tout particulièrement aux espèces des milieux aquatiques. De nouvelles méthodes de gestion font l'objet d'expérimentation de terrain, avec pour but final le développement de bonnes pratiques et de recommandations à destination des gestionnaires.
- Débuté en 2011 et d'une durée de trois ans, il est financé par l'Union Européenne, dans le cadre du programme Interreg IVA des Deux mers. Il regroupe neuf partenaires en France, Angleterre, Belgique et Pays-Bas.
- Son budget total est de 2,5 millions d'euros.



1. Aire d'action du programme RINSE.
2. Localisation des sites d'étude pour le projet de lutte biologique contre l'Azolle fausse-fougère.

Grande-Bretagne	Cornwall, Hampshire, West Sussex, Surrey
Belgique	Assebroek, Kuurne, Kampveld, Wingene (sites multiples), Gistel, Geel
Pays-Bas	Rotterdam
France	Pas de site d'expérimentation

Site d'intervention

■ L'expérimentation de contrôle biologique de l'Azolle fausse-fougère a été réalisée dans le cadre de ce projet, dans différentes régions côtières de Grande-Bretagne et Belgique.

Nuisances et enjeux

- Développement de tapis denses recouvrant intégralement des milieux stagnants provoquant :
 - réduction de la lumière et de l'oxygène disponible pour les autres organismes ;
 - blocage de filtres et pompes pouvant mener à des inondations ;
 - risques de noyade de bétail (les tapis d'Azolle fausse-fougère pouvant être pris pour de la terre ferme) ;
 - impact sur les activités de loisir : pêche et navigation.

Test d'une méthode de contrôle biologique

- La récolte manuelle de l'Azolle fausse fougère est possible mais complexe car la recolonisation du site se fait à partir de fragments oubliés lors de l'enlèvement. Les actions répétées de récolte ont rarement mené à des éradications sur le long terme et sont très coûteuses.
- L'utilisation d'herbicides est interdite en milieux aquatiques en France et donc non envisageable pour le contrôle de l'Azolle fausse-fougère.
- Le contrôle biologique de l'Azolle par un charançon, *Stenopelmus rufinasus*, a été étudié en 1990 en Afrique du Sud, avec des résultats jugés intéressants. Les tests et suivis réalisés alors ont montré que *Stenopelmus rufinasus* est un prédateur spécialisé de l'Azolle fausse-fougère. Il a été relâché dans ce pays en 1997.
- En Europe, *Stenopelmus rufinasus* a été introduit accidentellement en 1901 avec l'Azolle fausse-fougère. L'espèce s'y est implantée, malgré les hivers rigoureux en Europe du Nord qui freinent sa reproduction et sa dispersion (diapause hivernale).
- Il existe donc un potentiel de contrôle biologique de l'Azolle fausse-fougère par *Stenopelmus rufinasus*, spécialement lors de proliférations importantes d'Azolle sur des surfaces importantes sur les sites où le charançon n'est pas présent.
- L'objectif de cette expérimentation était :
 - d'évaluer l'impact de spécimens relâchés de *Stenopelmus rufinasus* (issus d'élevage ou prélevés ailleurs en milieu naturel puis transportés) sur des sites colonisés par l'Azolle fausse-fougère ;
 - de démontrer ce potentiel de contrôle biologique comme bonne pratique de gestion de l'Azolle fausse-fougère.

Interventions

- Dans un premier temps, des recherches ont été réalisées dans chaque région concernée pour localiser les proliférations d'Azolle fausse-fougère.
- 15 sites ont ainsi été retenus pour le programme, allant de très petits plans d'eau (1 m²) à des étangs de plusieurs hectares.
- Une description complète de chaque site a été réalisée. La surface colonisée par l'azolle a été estimée.
- Une fois ces sites identifiés, le charançon *Stenopelmus rufinasus* y a été recherché.
- Les sites présentant des populations naturelles *Stenopelmus rufinasus* ont fait l'objet de suivi de l'impact du charançon sur l'Azolle fausse-fougère.
- Des spécimens de *Stenopelmus rufinasus* ont été collectés dans chaque région puis élevés dans des conditions de confinement dans des laboratoires spécifiquement équipés en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas.
- Ces spécimens ont ensuite été relâchés, avec autorisation préalable, sur les sites où la présence d'Azolle fausse-fougère avait été observée (en Grand-Bretagne, Belgique et Pays-Bas). En France, ces introductions n'ont pas encore eu lieu (procédures administratives en cours).
- En Belgique, des adultes ont été collectés sur un site et relâchés directement sur un autre (pas d'élevage en laboratoire).
- L'évolution de la colonisation d'Azolle fausse-fougère a été suivie sur les sites sur plusieurs semaines, notamment par la prise de photographies en point fixe.



3- Enlèvement manuel d'*Azolla filiculoides* en Grande-Bretagne (Sussex).

4 et 5- Adulte de *Stenopelmus rufinasus* sur de l'Azolle fausse-fougère.



Résultats et bilan

■ Résultat des expérimentations sur site

- Les tests ont été réalisés sur une quinzaine de plans d'eau de typologie différente.
- Les résultats de ces tests sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Pays	Site	Type de site	Aire colonisée par l'Azolle (m ²)	Date de l'introduction du charançon	Mode d'introduction	Nombre d'individus relâchés	Résultats	Temps d'observation
Royaume-Uni	Cornwall	Mare	6	Juillet 2012	Élevage et introduction	50	Disparition	10 semaines
Royaume-Uni	Hampshire	Mare	240	Août 2012	Élevage et introduction	3 000	Bon contrôle	6 semaines
Royaume-Uni	West Sussex	Mare	200	Juillet 2013	Élevage et introduction	1 000	Disparition	10 semaines
Royaume-Uni	Surrey	Mare	20 000	Espèce présente naturellement en juillet 2012	Présence naturelle		Disparition	15 semaines
Belgique	Assebroek	Mare	200	Espèce présente naturellement en avril 2013	Présence naturelle		Disparition	10 semaines
Belgique	Kuurne	Mare	1 200	Espèce présente naturellement en juillet 2013	Présence naturelle		Très bon contrôle	18 semaines
Belgique	Kampveld	Mare	360	Espèce présente naturellement en septembre 2013	Présence naturelle		Disparition	8 semaines
Belgique	Wingene	Fossé	50	Espèce présente naturellement en juin 2014	Présence naturelle		Disparition (site inondé)	12 semaines
Belgique	Wingene	Mare	500	Espèce présente naturellement en juin 2014	Présence naturelle		Proche de la disparition	En cours
Belgique	Wingene	Mare	15	Espèce présente naturellement en juin 2014	Présence naturelle		En cours	En cours
Belgique	Wingene	Fossé	30	Juin 2014	Translocation d'individus	300	Disparition (site inondé)	12 semaines
Belgique	Gistel	Mare et Fossé	10 000	Espèce présente naturellement en juin 2014	Présence naturelle		En cours	En cours
Belgique	Geel	Mare	1 000	Espèce présente naturellement en juin 2014	Présence naturelle		Disparition	15 semaines
Pays-Bas	Serre de Rotterdam	Bassin	1	Depuis 2012	Élevage sur place		Disparition	Non disponible
Pays-Bas	Rotterdam	Canal	500	Septembre 2013	Élevage et introduction	300	Contrôle interrompu (retrait de l'Azolla)	6 semaines

■ Bilan

■ Le contrôle biologique de l'Azolle fausse-fougère s'est avéré efficace dans les sites traités, avec des coûts peu élevés et avec une action neutre sur l'environnement.

■ Les principales difficultés rencontrées lors de cette expérimentation ont été d'ordre réglementaire :

- identification des autorités compétentes dans chaque pays pour autoriser l'introduction d'une espèce déjà présente dans le pays ;
- définition des protocoles requis pour mettre en place les essais expérimentaux.

■ L'identification de personnes ressources et la mise en place d'un réseau autour de ce projet a également pris du temps.

■ Des difficultés ont été rencontrées pour identifier un nombre suffisant de sites où l'Azolle fausse-fougère est présente et où pouvaient avoir lieu les introductions, particulièrement aux Pays-Bas et en France : variations saisonnières, caractère éphémère et ponctuel de l'Azolle fausse-fougère ne garantissant pas de retrouver l'espèce sur les sites d'une année à l'autre.

■ L'existence de bases de données mises à jour régulièrement en Belgique et Grande-Bretagne a rendu la recherche de ces sites beaucoup plus facile et dynamique qu'en France et aux Pays-Bas.

■ En plus de facteurs abiotiques (hivers rigoureux), la présence naturelle de *Stenopelmus rufinusus* sur certains sites a provoqué la disparition de l'Azolle fausse-fougère sur certains sites avant même que les expérimentations aient pu commencer.

Perspectives

■ Des expérimentations complémentaires pourraient être réalisées dans les régions concernées, particulièrement en France et aux Pays-Bas où peu ou pas de sites expérimentaux ont pu être suivis.

■ Ces expérimentations pourraient également être réalisées à une échelle plus large que celle du programme RINSE.

■ Les méthodes d'élevage et d'introduction de *Stenopelmus rufinusus* pourront être affinées et renforcées pour permettre une production continue de l'espèce pour mieux gérer les proliférations soudaines d'Azolle fausse-fougère, comme c'est notamment le cas en Grande-Bretagne (Angleterre et Pays de Galles).

■ La mise en place d'une étude génétique sur les populations de *Stenopelmus rufinusus* serait utile pour définir les relations entre les populations de l'aire d'origine et les populations de l'aire d'introduction. Si toutes les populations européennes de l'espèce sont génétiquement identiques, il pourrait être possible de réaliser des translocations entre pays plutôt que de faire des élevages pour les introductions.

Sensibilisation et valorisation des actions

■ Information des différentes parties prenantes au projet : autorités compétentes, gestionnaires d'espaces naturels, grand public.

■ Publications, site internet, conférences, réunions, posters et présentations diverses.



6 et 7- Mare colonisée en Angleterre par *Azolla* avant (a) et après (b) introduction de *Stenopelmus rufinusus*.

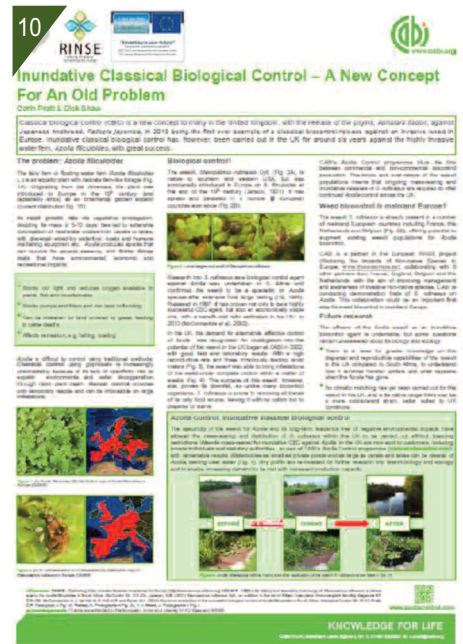
8 et 9- Plan d'eau colonisé en Belgique par *Azolla* avant (a) et après (b) introduction de *Stenopelmus rufinusus*.



Remarque

- En France, la colonisation d'Azolle fausse-fougère reste très localisée à des plans d'eau de petite dimension ou des réseaux de fossés stagnants. Ces développements ne durent généralement que quelques semaines. L'espèce fructifie rarement en France mais a une reproduction végétative très active.
- Sa dynamique est imprévisible : prolifération très importante une année, disparition complète pour réapparition quelques années plus tard sur le même site ou un peu plus loin.
- Dans l'état actuel des connaissances, il ne nous apparaît pas possible de statuer sur les causes de cette imprévisibilité des développements en métropole : conditions climatiques, croissance et déclin rapides des populations liés aux conditions physicochimique des biotopes colonisés, régulation par *Stenopelmus rufinatus* ? Toutefois, cette espèce de coléoptère semble assez répandue en métropole et pourrait donc jouer un rôle dans la fugacité de certaines proliférations.
- L'azolle fait donc parfois l'objet de mesures de gestion très ponctuelles et localisées (ramassage avec une époussette, regroupement des tapis formés à l'aide de rondins de bois puis retrait manuel).

Rédaction : Corin Pratt, CABI et Emmanuelle Sarat, Comité français de l'UICN.



10- Exemple de poster présenté lors de conférences sur le contrôle biologique de l'Azolle fausse-fougère.

© Emilie Mazzaubert

Pour en savoir plus

- Site internet du programme RINSE : www.rinse-europe.eu
- Site internet sur le contrôle de l'Azolle fausse-fougère : www.azollacontrol.com
- Site internet du CABI : www.cabi.org
- Bedel L. 1901. Description et mœurs d'un nouveau genre de Curculionidés en France. Bulletin de la société entomologique de France, 6 : 358-359.
- Hill M.P. et Cilliers C.J. 1999. *Azolla filiculoides* Lamarck (Pteridophyta : Azollaceae), its status in South Africa and control. Hydrobiologia, 415: 203-206.
- Janes R. 1998a. Growth and survival of *Azolla filiculoides* in Britain. I. Vegetative reproduction. New phytologists, 138 : 367-375.
- Janes R. 1998b. Growth and survival of *Azolla filiculoides* in Britain. II. Sexual reproduction. New phytologists, 138 : 377-384.
- Fried G. 2012. Guide des plantes invasives. Belin, 272 pp.



Retour d'expérience de gestion réalisé dans le cadre des travaux du groupe de travail Invasions biologiques en milieux aquatiques - Onema & UICN France, mai 2015, venant compléter celles compilées dans le volume 2 de l'ouvrage "espèces exotiques envahissantes en milieux aquatiques : connaissances pratiques et expériences de gestion", dans la collection comprendre pour agir de l'Onema. (<http://www.onema.fr/Especies-exotiques-envahissantes-Connaissances-pratiques>).