

Gestion de *Crassula helmsii* en Belgique plus difficile qu'il n'y paraît?

E. Delbart, A. Monty and G. Mahy

Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech. Unité Biodiversité et Paysage. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgium);
e-mails: emmanuel.delbart@ulg.ac.be; arnaud.monty@ulg.ac.be; g.mahy@ulg.ac.be

La crassule des étangs (*Crassula helmsii*) est une plante invasive (ou exotique envahissante) qui représente un risque environnemental pour les milieux aquatiques en Belgique et, plus globalement, en Europe. Pour contrôler cette espèce, les acteurs de terrain disposent d'une littérature *a priori* abondante, ainsi que de plusieurs bases de données relatives à sa distribution spatiale. Néanmoins, les gestionnaires peuvent vite se sentir désarmés, d'une part par le manque de clarté sur les moyens à mettre en œuvre afin d'endiguer la propagation de l'espèce et, d'autre part, par le manque d'exhaustivité des bases de données. S'ajoute à cela une insuffisance de littérature sur les vecteurs de dissémination à travers les paysages.

Introduction

La crassule des étangs (*Crassula helmsii*) est une plante aquatique amphibie, originaire de Nouvelle-Zélande et du sud de l'Australie, pouvant former des tapis denses (Fig. 1). Elle se reproduit principalement de façon végétative (la reproduction sexuée n'est pas connue en Europe) par fragmentation des tiges (Fig. 2) ou par formation de tissus spécialisés ou turions (Dawson & Warman, 1987; Leach & Dawson, 1999; EPPO Reporting Service, 2010). *Crassula helmsii* peut à la fois être émergée et progresser sur les berges (Fig. 3) mais peut aussi s'ancrer sous plusieurs mètres d'eau (Dawson & Warman, 1987). Cette espèce est largement répandue au Royaume-Uni (Dawson, 1994; Lockton, 2010), moyennement répandue aux Pays-Bas (Telmeo Databank, 2010) et représentée dans d'autres pays européens comme l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, l'Espagne, la France, l'Irlande, l'Italie, le Portugal ou encore la Tchèque (Preston *et al.*, 2002; DAISIE Database, 2010; Hussner, 2010).

L'espèce est inscrite dans la liste A2 de l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP) (liste des organismes nuisibles recommandés pour réglementation comme organismes de quarantaine et présents sur le territoire) et sur la liste A1 du Forum belge sur les espèces invasives. Cette dernière liste reprend les espèces invasives à distribution limitée en Belgique, mais présentant un haut risque environnemental (Branquart, 2009). Ainsi, en formant un couvert très dense dans l'eau, la crassule des étangs présente plusieurs impacts comme 1) une forte diminution de l'oxygène dissous, 2) la diminution des populations d'amphibiens (Langdon *et al.*, 2004), 3) l'obstruction à l'écoulement libre des eaux et donc l'augmentation des risques de crues, ou encore 4) la perte de valeur récréative du plan d'eau. De plus, la crassule des étangs utilise la photosynthèse de type CAM (Crassulacean acid metabolism). Ce type de photosynthèse permet à la plante de

résister à des mises en assec plus ou moins prolongées, par réduction de l'évapotranspiration diurne via la fermeture des stomates. Cette voie métabolique, où les échanges gazeux sont décalés dans le temps, permettrait également à la plante de concurrencer plus efficacement les plantes aquatiques indigènes (surtout émergées). La possession de CAM peut donc expliquer le caractère invasif de la plante surtout lorsque les eaux sont peu profondes (Newman & Raven, 1995; Keeley, 1998; Klavsen & Maberly, 2009).

Le présent texte pointe les difficultés que pose la mise en place d'une stratégie de lutte efficace contre *C. helmsii*. Nous aborderons notamment le manque de méthodes de gestion efficaces, ainsi que les difficultés de disposer de données d'occurrence exhaustives. Enfin, nous identifierons les manques de connaissances auxquels font face les gestionnaires et les pistes de recherches pour l'avenir.

Méthodes de lutte

La crassule des étangs est connue pour être difficile à contrôler. En effet, la forme « aquatique » de l'espèce est capable de s'ancrer profondément dans le substrat immergé, alors que la forme « terrestre » peut s'étendre loin à travers la végétation des berges : entre les racines apparentes des arbres ou entre les roseaux, par exemple. Les tests de gestion réalisés à ce jour sont relativement peu encourageants. Ainsi, les seuls scénarios de gestion permettant un contrôle, partiel ou total, combinent des travaux tenant lieu de restauration (ex. curage de la zone humique du plan d'eau, étrépage à l'aide d'une déplaqueur de gazon ou « turf cutter ») (Leach & Dawson, 2000; Clarke, 2009), l'utilisation de bâches en polythène (Dawson & Hensville, 1991; Wilton-Jones, 2005; Clarke, 2009) et/ou l'application répétée d'herbicides sur plusieurs années avec une résistance ou une réponse idiosyncratique de l'espèce aux différentes matières actives utilisées : réponse indirectement dépendante des



Fig. 1 Population dense de *Crassula helmsii* sur ancien site minier.



Fig. 2 Fragment post-hivernal.



Fig. 3 Population de *Crassula helmsii* sur berge ombragée.

différents facteurs environnementaux du milieu envahi (Spencer-Jones, 1994; Child & Spencer-Jones, 1995; Dawson, 1996; Leach & Dawson, 1999 et Leach & Dawson, 2000; Bridge,

2005; Genovesi, 2005; Gomes, 2005). D'autres tests de gestion ont également été effectués mais n'ont pas apporté le résultat escompté. Il en va ainsi de l'utilisation de l'azote liquide, du lance-flamme (Dawson & Hensville, 1991; Leach & Dawson, 1999 et Leach & Dawson, 2000) ou encore d'agents de lutte biologique comme *Ctenopharyngodon idella* (Dawson & Warman, 1987). D'autres techniques, comme le bâchage par des nattes de jute (S. Evers, comm. pers., 2011) ou l'usage de colorant inhibiteur de la photosynthèse (J. Van Valkenburg, comm. pers., 2010), sont en cours de test. Ces scénarios de gestion représentent des coûts importants et engendrent une dégradation plus ou moins élevée des milieux envahis, pour des résultats souvent mitigés. L'utilisation d'herbicides, particulièrement dommageable aux organismes aquatiques, est par ailleurs interdite dans ces milieux en Belgique par les pouvoirs publics, sauf dérogation. Les gestionnaires de milieux aquatiques envahis sont donc peu armés pour faire face localement à l'invasion... Mais qu'en est-il des sites non-envahis?

Dans un contexte de gestion si difficile, en effet, la priorité doit être mise sur la prévention. Il faut empêcher que l'espèce n'arrive dans des sites sains, ou du moins repérer très tôt l'arrivée de l'espèce. Et pour cela, il faut au moins connaître l'ensemble des sites envahis.

Répartition de *Crassula helmsii* en Belgique

En vue de définir des stratégies de lutte efficaces contre les plantes exotiques envahissantes, les gestionnaires ont recours à différentes données floristiques, issues de bases de données nationales ou régionales. En Belgique (Fig. 4), *C. helmsii* a été recensée pour la première fois en 1982 en Brabant flamand, dans le bois de Meerdaal (Margot, 1983; Verloove, 2006; Flora Databank, 2010). Entre 1982 et novembre 2009 en Flandre, 26 carrés (selon l'Institut Floristique Belgo-Luxembourgeois ou IFBL) de 1 km sur 1 km ont été répertoriés comme contenant *C. helmsii* (Flora Databank, 2010). Chacun de ces carrés comprend un ou plusieurs plans d'eau envahis. Entre novembre 2009 et novembre 2010, la même base de données a été enrichie de 8 carrés IFBL supplémentaires. En Wallonie, la centralisation des données d'occurrence, réalisée en septembre 2009 à partir de l'Atlas de la Flore et de la base de données de l'association naturaliste Natagora (Natagora Databank, 2010), comportait uniquement deux sites (3 plans d'eau) envahis. Ces sites étaient situés à moins de 7 km à vol d'oiseau l'un de l'autre. A cette date, la stratégie wallonne de lutte semblait clairement définie : elle consistait en une éradication pure et simple des populations existantes.

Néanmoins, au cours des derniers mois, de nombreux contacts avec botanistes et gestionnaires des milieux naturels ont drastiquement augmenté le nombre d'occurrences. Si cela a bien sûr permis d'améliorer la base de données, cela a également indiqué un problème de fond pour qui développe une stratégie de lutte contre une invasion émergente : la sous-représentativité des bases de données floristiques. En novembre 2010, 17 plans d'eau (12 carrés IFBL) se sont ajoutés à la liste initialement connue. La

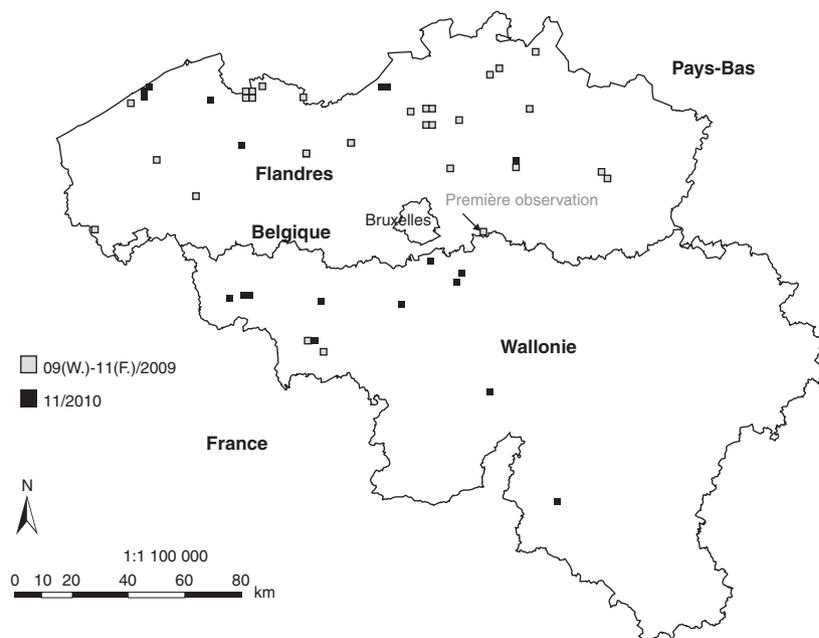


Fig. 4 Distribution de *Crassula helmsii* en Belgique (Sources prospectées : SPW_DGO3_DEMNA_DNE_OFFH_BDAtlasFloredeWallonie; Instituut voor Natuur- en bosonderzoek; AEF; PNPE et botanistes – W, Wallonie ; F, Flandres).

distance entre les deux sites les plus éloignés s'élevait alors à 140 km, pour un dénivelé de 350 m intégrant ainsi plusieurs types de climats (océanique à semi-continentale). A ce stade de centralisation, la stratégie de lutte initiale se révélait inadaptée, vu le stade déjà trop avancé de l'invasion... mais pourquoi un tel décalage entre bases de données et réalité ? A cause du nombre de bases de données et du manque de centralisation et de la difficulté de tenir à jour celles-ci. Et ce malgré le fait qu'un réseau d'observateurs aguerris soit favorable à la divulgation de leurs observations. Par exemple, si les premières observations en Wallonie ont été intégrées dans la base de données régionale (SPW-DGO3-DEMNA, 2009) à partir de 2004, des occurrences étaient en fait déjà répertoriées par une association naturaliste depuis 1993 (AEF Databank, 2010). Une explication plausible, mais partielle, du manque d'exhaustivité des bases de données est la difficulté de repérer la crassule en début d'invasion, du fait de sa relative discrétion. Cette discrétion nécessite le plus souvent l'utilisation d'un matériel adapté (ex. embarcation, cuissarde). Une autre explication pourrait résider dans la rapidité de propagation de l'espèce. Un constat identique a déjà été relaté dans un rapport antérieur pour l'Ecosse (Willby, 2008).

Filière d'introduction et vecteurs de dispersion

Si l'augmentation des observations en Belgique témoigne certainement de l'intérêt grandissant que les botanistes et gestionnaires des milieux naturels portent à l'espèce, elle témoigne également de sa propagation rapide à l'échelle des paysages. Cette rapidité est sans nul doute liée au fait que la

plante jouit de fortes capacités de dispersion, et peut former de nouveaux individus (ou clones) à partir de fragments de tige de quelques millimètres. Les vecteurs de dispersion, tels que l'aquaculture, les connections entre voies d'eau ou les migrations d'oiseaux limicoles, sont connus de la communauté scientifique mais très peu quantifiés pour l'espèce. Il a été montré dans une enquête faite en 2006 auprès de 102 horticulteurs belges, que 7% d'entre eux commercialisaient la crassule des étangs (Vanderhoeven *et al.*, 2008). On ne sait cependant pas à quelle fréquence des fragments de tige issus de l'aquaculture sont introduits dans les milieux naturels. Les études quantitatives sur l'hydrochorie reprennent le plus souvent des plantes aquatiques indigènes ainsi que des plantes aquatiques invasives comme *Elodea canadensis* (e.g. Bartley & Spence, 1987; Barrat-Segretain *et al.*, 2002; Boedeltje *et al.*, 2004; Riis *et al.*, 2009). Les études quantitatives sur la zoochorie en milieu aquatique sont peu nombreuses et ne concernent généralement que les graines (endozoochorie), et pas les fragments végétaux (Clausen *et al.*, 2002; Figuerola & Green, 2002; Green *et al.*, 2002). Seule une étude semi-quantitative a été effectuée sur les potentielles voies d'introduction, le potentiel d'invasion ainsi que les impacts au sein et sur les plans d'eau environnants que représente *C. helmsii* en Ecosse (Willby, 2008). Concernant la dissémination de l'espèce, les hypothèses, sur la base d'une matrice de probabilité, montreraient que les introductions délibérées ou accidentelles seraient prédominantes pour la dissémination de l'espèce par rapport à la zoochorie et l'hydrochorie. Il est toutefois souligné que ces deux voies de dissémination existent bel et bien et ne peuvent en aucun cas être négligées. L'approche est intéressante mais des études plus



Fig. 5 Population jeune et discrète de *Crassula helmsii* au sein d'une Caricea.

approfondies devraient être effectuées pour avaliser certaines des hypothèses émises.

Diverses activités humaines (exportation des boues de curage, gestion *stricto sensu*, pêche, etc.) peuvent représenter des opportunités de dispersion pour les plantes aquatiques invasives à reproduction végétative. Ainsi, plusieurs études (ex. sur *Alternanthera philoxeroides*, *Hydrocotyle ranunculoides*) ont montré qu'une gestion par les voies chimiques ou mécaniques pouvait augmenter drastiquement le nombre de fragments transportés entre sites (Ruiz-Avila & Klemm, 1996; Dugdale *et al.*, 2010).

Conclusions

Etant donnée la difficulté de gestion de la crassule, même en combinant plusieurs méthodes de gestion dépendantes des conditions environnementales et parfois drastiques, l'éradication de l'espèce semble difficilement atteignable en Belgique. Ceci est d'autant plus vrai lorsque les dommages collatéraux peuvent se révéler plus importants que la présence de *C. helmsii*



Fig 6 Population de *Crassula helmsii* au sein d'une Phragmitaie.



Fig. 7 *Crassula helmsii* au sein d'une Phragmitaie.

elle-même, et que d'autres plantes aquatiques invasives sont déjà présentes. Pour information, en Wallonie, le terrain a montré que la crassule des étangs pouvait cohabiter avec *Elodea* spp. (3/20 plans d'eau), *Hydrocotyle ranunculoides* (1/20 plans d'eau) ou encore *Ludwigia grandiflora* (2/20 plans d'eau). Il est donc important de prendre en considération cette information lors d'une gestion intégrée, le but de la gestion sera de gérer l'ensemble des espèces. Le terrain a également montré que gérer *C. helmsii*, même à un stade précoce de niveau d'invasion d'un plan d'eau, peut s'avérer périlleux. En effet, l'espèce peut déjà être largement disséminée sur l'ensemble du plan d'eau et est, de surcroît, difficilement décelable (Fig. 5). De plus, la crassule des étangs s'enracine rapidement aux pieds d'espèces rhizomateuses (ex. *Iris pseudacorus*, *Phragmites australis*, Figs 6 and 7) ou au niveau des souches et racines d'arbres (ex. saulaies marécageuses). Il est donc difficile de prendre une position pragmatique en termes de gestion à un tel stade d'envahissement ne sachant pas si *C. helmsii* aura un réel impact sur le milieu. Selon Willby (2008), seulement 20% des populations de *C. helmsii* en Ecosse présentaient un risque suffisamment élevé pour justifier leur gestion. Néanmoins, à l'échelle des paysages, lutter systématiquement contre tous les foyers d'invasion paraît cohérent dans une stratégie globale de contrôle de l'invasion.

Les solutions doivent également passer par des mesures préventives visant à réduire les introductions des plantes aquatiques par la filière ornementale. Les plantations volontaires de ces espèces pour l'aménagement des plans d'eau sont le point de départ de beaucoup d'invasions en milieux semi-naturels. Des efforts sont actuellement développés à travers l'Europe dans ce sens, notamment à travers la mise en place de codes de conduite en horticulture (Heywood & Brunel, 2009). En Belgique, un projet Life + « Information & Communication » (projet AlterIAS) a été initié en 2010. Ce projet vise à sensibiliser les acteurs du secteur horticole à la problématique des plantes invasives (AlterIAS, 2010). Un des principaux objectifs consiste à développer les codes de conduite pour retirer certaines espèces (terrestres et aquatiques) du commerce. Les solutions passeront

également par une meilleure connaissance de l'écologie de l'espèce, notamment en termes de vecteurs de propagation et d'impact. Ceci représente des pistes de recherche pour le monde scientifique. Pour les gestionnaires, l'identification précoce de l'invasion et la bonne diffusion de l'information jusque dans les bases de données représentent certes un surplus de travail, mais très certainement une étape nécessaire au ralentissement de l'invasion. Si certains considéreront que *C. helmsii* est déjà trop répandue pour qu'une gestion efficace puisse être entreprise, espérons que ce cas serve d'exemple pour les invasions futures. C'est notamment le cas pour d'autres plantes aquatiques invasives comme *Cabomba caroliniana* ou *Myriophyllum heterophyllum* qui sont respectivement absente de Belgique ou présente, de façon très limitée.

Enfin, le texte ci-dessus fait suite à la communication orale attestant de la présence de *C. helmsii* dans le département de l'Ain (France) ainsi que différents témoignages de chantiers de gestion effectués en France (EPPO Reporting Service, 2010). Il semble assez concevable, en évitant d'être alarmiste, que ce département, ainsi que d'autres, puissent connaître un degré d'envahissement identique à la Belgique. Ainsi, le Conservatoire Botanique National de Bailleul atteste de la progression toujours croissante de *C. helmsii* en région Nord-Pas-de-Calais. Deux sites, actuellement connus, sont distants de 20 km à vol d'oiseau de part et d'autre de la frontière franco-belge. Ces présences transfrontalières – outre la difficulté de gestion, le manque d'exhaustivité des bases de données ou encore le manque de connaissance sur les vecteurs de propagation – rendent encore plus ardue toute action coordonnée face à l'espèce.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. P. Anrys (ARCEA), M. S. Delaitte (Atlas de la Flore de Wallonie, DEMNA), M. P. Dupriez (Hortis Natura), M. J. Guyon (Contrat de rivière Dyle-Gette), Mme J. Saintenoy-Simon (Association pour l'Etude de la Floristique), SPW-DGARNE-DCENN, M. B. Toussaint (Conservatoire Botanique National de Bailleul) ainsi que les différentes personnes travaillant au sein du Parc naturel des Plaines de l'Escaut pour leur contribution à la compilation des données floristiques.

Management of *Crassula helmsii* in Belgium – more difficult than it appears?

Crassula helmsii (Australian swamp stonecrop or New Zealand Pygmyweed) is an invasive plant which represents a risk to aquatic environments in Belgium, and more globally in Europe. Land managers have access to what appears to be an abundant literature resource on this species and also several databases on its spatial distribution. However, those attempting to manage *C. helmsii* may rapidly feel disarmed, due to on the one hand a lack of clarity on the means required to curb the propagation of this species, and on the other hand by the lack of completeness of the databases. In addition, there is inadequate literature on the means of dissemination of this species through the environment.

Управление *Crassula helmsii* в Бельгии осуществить труднее, чем это кажется на первый взгляд?

Crassula helmsii (австралийская болотная трава или новозеландский сорняк пигмеев) является инвазивным растением, представляющим угрозу для водной среды в Бельгии, и более глобально, во всей Европе. Землеустроители имеют доступ к, казалось бы, богатой литературе по этому виду, а также к нескольким базам данных по его распространенности. Однако, когда пытаешься управлять *Crassula helmsii*, быстро ощущаешь свое бессилие, из-за, с одной стороны, недостаточной четкости в отношении средств, необходимых для обуздания распространения этого вида, а, с другой стороны, из-за неполноты баз данных. К тому же нет достаточной литературы по средствам распространения этого вида в окружающей среде.

Références

- AlterIAS (2010) Des alternatives aux plantes invasives [accessed on 14 January 2011], <http://www.alterias.be>.
- AEF Databank (2010) Association pour l'Etude de la Floristique [accessed on 25 November 2010], <http://www.aef-flor.be/main.php>.
- Barrat-Segretain MH, Elger A, Sagnes P & Puijalon S (2002) Comparison of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. *John Aquatic Botany* **74**, 299–313.
- Bartley MR & Spence DHN (1987) Dormancy and Propagation in Helophytes and Hydrophytes. *Archiv für Hydrobiologie, Beihefte Ergebnisse der Limnologie* **27**, 139–155.
- Boedeltje G, Bakker JP, Ten Brinke A, Van Groenendael JM & Soesbergen M (2004) Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported. *Journal of Ecology* **92**, 786–796.
- Branquart E (2009) Guidelines (version 2.6) for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. 4 pp.
- Bridge T (2005) Controlling New Zealand pygmyweed *Crassula helmsii* using hot foam, herbicide and by burying at Old Moor RSPB Reserve, South Yorkshire, England. *Conservation Evidence* **2**, 33–34.
- Child L & Spencer-Jones D (1995) Treatment of *Crassula helmsii* – a case study. In: *Plant Invasions – General Aspects and Special Problems* (Ed. Pyšek P, Prach K, Rejmánek M & Wade M), pp. 195–202, SBP Academic Publ, Amsterdam.
- Clarke S (2009) A Summary of Three Different Approaches to the Treatment of Non-Native Invasive Species *Crassula helmsii* at Protected Sites. The 41st Robson Meeting 17–18 September 2002: abstracts and proceedings, 14–17.
- Clausen P, Nolet BA, Fox AD & Klaasen M (2002) Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in Northern Europe – a sceptical review of possibilities. *Acta Oecologica* **23**, 191–203.
- DAISIE Database (2010). Delivering alien invasive species inventories for Europe. [accessed on 15 November 2010], <http://www.europe-aliens.org>.
- Dawson FH (1994) Spread of *Crassula helmsii* in Britain. In: *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants* (Ed. de Waal LC, Child LE, Wade PM & Brock JH), pp. 1–14, J. Wiley, New York.
- Dawson FH (1996) *Crassula helmsii*: attempts at elimination using herbicides. *Hydrobiologia* **340**, 241–245.

- Dawson FH & Henville P (1991) An investigation of the Control of *Crassula helmsii* by Herbicidal Chemicals (with interim guidelines on control). Final Report. Report to the Nature. 107 pp.
- Dawson FH & Warman EA (1987) *Crassula helmsii* (T.Kirk) Cockayne: is it an Aggressive Alien Aquatic in Britain? *Environmental Conservation* **42**, 247–272.
- Dugdale TM, Clements D, Hunt TD & Butler K (2010) Alligator weed produces viable stem fragments in response to herbicide treatment. Proceedings of 17th Australasian Weeds Conference, Christchurch, 321–324. <http://www.caws.org.au/awc/2010/awc201013211.pdf>.
- EPPO Reporting Service (2010) 2010/192: *Crassula helmsii* found in the Ain Department (France). <http://archives.eppo.org/EPPOReporting/2010/Rse-1010.pdf>
- Flora Databank (2010) Instituut voor Natuur- en bosonderzoek [accessed on 15 November 2010], <http://flora.inbo.be>.
- Figuerola J & Green AJ (2002) Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology* **47**, 483–494.
- Genovesi P (2005) Eradications of invasive alien species in Europe: a review. *Biological Invasions* **7**, 127–133.
- Gomes B (2005) Controlling New Zealand pygmyweed *Crassula helmsii* in field ditches and a gravel pit by herbicide spraying at Dungeness RSPB Reserve, Kent, England. *Conservation Evidence* **2**, 62.
- Green AJ, Figuerola J & Sánchez MI (2002) Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica* **23**, 177–189.
- Heywood V & Brunel S (2009) Code de conduite sur l'horticulture et les plantes exotiques envahissantes. Conseil de l'Europe, Sauvegarde de la Nature no. 155. 71 pp.
- Hussner A (2010) Aquatische Neophyten in Deutschland. [accessed on 15 November 2010], <http://www.aquaticheneophyten.de/index.html>.
- Keeley JE (1998) CAM Photosynthesis in submerged aquatic plants. *The Botanical Review* **64**, 121–175.
- Klavens SK & Maberly SC (2009) Crassulacean acid metabolism contributes significantly to the *in situ* carbon budget in a population of the invasive aquatic macrophyte *Crassula helmsii*. *Freshwater Biology* **54**, 105–118.
- Langdon SJ, Marrs RH, Hosie CA, McAllister HA, Norris KM & Potter JA (2004) *Crassula helmsii* in U.K. ponds: effects on plant biodiversity and implications for newt conservation. *Weed Technology* **18**, 1349–1352.
- Leach J & Dawson H (1999) *Crassula helmsii* in British Isles – an unwelcome invader. *British Wildlife* **10**, 234–239.
- Leach J & Dawson H (2000) Is resistance futile? The battle against *Crassula helmsii*. *Journal of Practical Ecology and Conservation* **4**, 7–17.
- Lockton AJ (2010). Species account: *Crassula helmsii*. Botanical Society of the British Isles. [accessed on 15 November 2010], <http://www.bsbi.org.uk>.
- Margot J (1983) La végétation aquatique des Springputten en forêt de Meerdael. Evolution et présences floristiques. *Naturalistes belges*, **64**, 199–221.
- Natagora Databank (2010) [accessed on 15 November 2010], <http://observations.be/index.php>.
- Newman JR & Raven JA (1995) Photosynthetic carbon assimilation by *Crassula helmsii*. *Oecologia* **101**, 494–499.
- Preston CD, Pearman DA & Dines TD (eds) (2002) *New Atlas of the British and Irish Flora*. Oxford University Press, Oxford.
- Riis T, Madsen TV & Sennels RSH (2009) Regeneration, colonisation and growth rates of allofragments in four common stream plants. *Aquatic Botany* **90**, 209–212.
- Ruiz-Avila RJ & Klemm VV (1996) Management of *Hydrocotyle ranunculoides* L.f., an aquatic invasive weed of urban waterways in Western Australia. *Hydrobiologia* **340**, 187–190.
- Spencer-Jones D (1994) Some observations on the use of herbicides for control of *Crassula helmsii*. In *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants* (Ed. de Waal LC, Child LE, Wade PM & Brock JH), pp. 15–18. John Wiley and Sons, Chichester.
- SPW-DGO3-DEMNA (2009) Atlas de la Flore de Wallonie [accessed on 12 August 2009], <http://biodiversite.wallonie.be/especes/flore/AtlasFlore/>.
- Telmeel Databank (2010) Tel mee met de nationale databank flora en fauna. [accessed on 15 November 2010], <http://www.telmeel.nl>.
- Vanderhoeven S, Nulens G, Vincke J & Mahy G (2008) PERINBEL. Public perception of invasive species in Belgium. Rapport final. Laboratoire d'Ecologie. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique). 64 pp.
- Verloove F (2006) Catalogue of neophytes in Belgium (1800–2005). National Botanic Garden of Belgium, Meise (Scripta Botanica 39): 89 pp.
- Willby N (2008) Risk assessment of the threat posed by existing populations of New Zealand Pygmyweed *Crassula helmsii* in Scotland. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.294.
- Wilton-Jones G (2005) Control of New Zealand pygmyweed *Crassula helmsii* by covering with black polythene at The Lodge RSPB Reserve, Bedfordshire, England. *Conservation Evidence* **2**, 63.