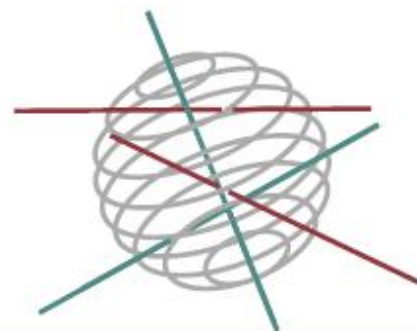


SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**IMPACT DE PLANTES EXOTIQUES FORTEMENT INVASIVES SUR
LA BIODIVERSITE: MECANISMES, FACTEURS D'AMPLIFICATION,
ET ANALYSE DES RISQUES**

ALIEN IMPACT

I. NIJS, M. VERLINDEN, P. MEERTS, N. DASSONVILLE, S. DOMKEN,
L. TRIEST, I. STIERS, G. MAHY, L. SAAD, J. LEBRUN,
A.-L. JACQUEMART, V. CAWOY



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

HEALTH AND ENVIRONMENT 

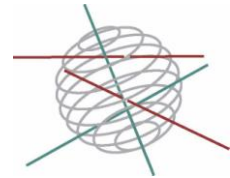
CLIMATE 

BIODIVERSITY   

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS   

TRANSVERSAL ACTIONS 

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT
(SSD)



Biodiversité



RAPPORT FINAL PHASE 1
RESUME

IMPACT DE PLANTES EXOTIQUES FORTEMENT INVASIVES SUR
LA BIODIVERSITE: MECANISMES, FACTEURS D'AMPLIFICATION, ET
ANALYSE DES RISQUES

ALIEN IMPACT

SD/BD/01A

Promoteurs

Ivan Nijs

University of Antwerp (UA)

Department of Biology, Research Group Plant and Vegetation Ecology

Universiteitsplein 1

2610 Wilrijk

+ 32 (0)3 820 22 57

ivan.nijs@ua.ac.be

Pierre Meerts

Université Libre de Bruxelles (ULB)

Ludwig Triest

Vrije Universiteit Brussel (VUB)

Grégory Mahy

Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (FUSAGx)

Anne-Laure Jacquemart

Université Catholique de Louvain (UCL)

Auteurs

Ivan Nijs & Maya Verlinden - UA

Pierre Meerts, Nicolas Dassonville & Sylvie Domken - ULB

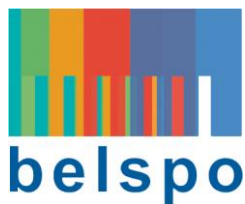
Ludwig Triest & Iris Stiers - VUB

Grégory Mahy, Layla Saad & Julie Lebrun FUSAGx

Anne-Laure Jacquemart & Valérie Cawoy UCL

Janvier 2009





Avenue Louise 231
Louizalaan 231
B-1050 Brussels
Belgium
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Aline Van der Werf
+ 32 (0)2 238 36 71

PROJECT WEBSITE:

<http://www.ua.ac.be/alienimpact>

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

I. Nijs, M. Verlinden, P. Meerts, N. Dassonville, S. Domken, L. Triest, I. Stiers, G. Mahy, L. Saad, J. Lebrun, A.-L. Jacquemart, V. Cawoy - ***Impact de plantes exotiques fortement invasives sur la biodiversité: mécanismes, facteurs d'amplification, et analyse des risques "ALIEN-IMPACT"*** Rapport Final Phase 1 Résumé - Brussels : Belgian Science Policy 2010 (Research Programme Science for a Sustainable Development : Final Report Phase 1)

Introduction et objectifs

Les informations sur les impacts des plantes exotiques envahissantes sur les écosystèmes sont rares, mais indispensables pour protéger la biodiversité et les fonctions des écosystèmes dans un monde où l'intensité des commerces, transports et autres voyages ne fait qu'augmenter. Les impacts semblent varier en fonction de l'échelle spatiale (du microsite au paysage) et de la complexité écologique considérée (individus, population, communautés, écosystèmes), et des mécanismes sous-jacents aussi bien directs qu'indirects ont été suggérés. Les informations les plus rares sont celles sur les effets subtils des plantes envahissantes qui ne peuvent pas être observés facilement (e.g. sur les autres groupes trophiques). Pourtant, il est hautement souhaitable d'obtenir une estimation complète de l'impact de ces plantes sur la biodiversité. Développer des stratégies de prévention et des solutions de gestion efficaces exigent que les impacts soient caractérisés au-delà de l'anecdotique cas d'étude (le plus souvent limité à une seule espèce). Dans quelle mesure les impacts suivent-ils un patron général quelle que soit l'espèce ou la communauté envahie ? Quels sont les facteurs environnementaux qui atténuent ou qui aggravent les impacts ?

L'objectif d'ALIEN IMPACT est de fournir une première étude intégrée des patrons et des mécanismes des impacts des plantes exotiques envahissantes en Belgique. Le projet considère plusieurs espèces de plantes hautement envahissantes (HIPS : Highly Invasive Plant Species), et combine un screening à grande échelle de l'impact des envahisseurs (pour caractériser des patrons) avec des études mécanistiques sur des sites sélectionnés pour caractériser les modes d'action. Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont considérés. Les objectifs principaux sont :

(1) Identifier les impacts des **HIPS sur la diversité des communautés de plantes natives**, en caractérisant les communautés avec les impacts les plus importants et les espèces les plus vulnérables qui pourraient servir de bio-indicateurs des impacts. Analyser s'il existe une densité critique au-delà de laquelle les impacts augmentent de manière disproportionnée et si les densités faibles peuvent déjà occasionner des impacts forts.

(2) Identifier les **mécanismes des HIPS sur les plantes indigènes**, et distinguer quantitativement les différents modes d'action :

- Les effets des HIPS sont-ils principalement gouvernés par compétition pour les ressources du sol, par compétition pour les pollinisateurs, ou par d'autres mécanismes comme la sécrétion de substances allélopathiques ?
- Les modifications des propriétés des écosystèmes provoquées par les HIPS renforcent-elles leur impact sur les plantes indigènes ?

(3) **Impacts sur les autres niveaux trophiques** : Evaluer si l'impact des HIPS sur la diversité des plantes indigènes est associé à une perte de diversité ou à des changements dans la structure des communautés à d'autres niveaux trophiques, notamment au niveau de la faune du sol (bactérovores, fongivores, détritivores, omnivores/prédateurs,...) et des macro-invertébrés dans l'eau et les sédiments. Ces changements sont-ils provoqués par des modifications des propriétés des écosystèmes ?

(4) Analyser **les facteurs qui pourraient modifier l'impact des HIPS sur les plantes indigènes** dans le futur :

- L'eutrophisation aggrave-t-elle les impacts des invasions en modifiant l'issue de la compétition entre HIPS et plantes indigènes ?
- Le changement climatique modifie-t-il l'impact des HIPS sur les espèces indigènes ?

Le partenaire 1 (UA) étudie les mécanismes directs des impacts sur les plantes indigènes terrestres via la compétition et comment le réchauffement climatique modifie celle-ci. Le partenaire 2 (ULB) étudie les mécanismes indirects des impacts sur les plantes indigènes via

les modifications du sol, les impacts sur la faune du sol et comment l'eutrophisation des sols influence l'impact (plantes terrestres). Le partenaire 3 (VUB) se concentre sur les impacts sur les communautés de plantes aquatiques et sur les autres niveaux trophiques associés, et comment l'eutrophisation de l'eau modifie l'impact. Le partenaire 4 (FUSAGx) étudie les patrons d'impact des espèces envahissantes terrestres à plus grande échelle (jusqu'au paysage) et, avec le partenaire 5 (UCL), les mécanismes indirects des impacts sur les plantes terrestres via la pollinisation. Pour intégrer ces types d'informations divergentes, une stratégie en deux étapes a été adoptée.

(1) Les partenaires travaillent sur un jeu commun d'espèces terrestres, et organisent le travail de terrain dans les mêmes sites/paysages quand cela est justifié. Pour la plupart des études, il y a une étude similaire dans le milieu aquatique qui permet une comparaison avec les envahisseurs terrestres. Les protocoles expérimentaux sont partagés quand c'est possible.

(2) Les données d'expériences différentes sont combinées dans une analyse intégrée supplémentaire.

Le rapport de la phase 1 présente les résultats pour la majorité des études mentionnées ci-dessus, avec des conclusions et recommandations préliminaires.

Effets des HIPS sur la diversité des communautés de plantes indigènes

Concernant l'impact sur la biodiversité, l'étude qui testait si la diversité des espèces était affectée par les HIPS dans les communautés terrestres, a trouvé une réduction de la richesse spécifique moyenne des végétations indigènes suite à l'invasion par trois HIPS : *Fallopia spp.*, *Impatiens glandulifera* and *Solidago gigantea*. Il n'y avait, par contre, pas de diminution de richesse spécifique de plantes associées aux invasions par *Senecio inaequidens*. L'impact augmentait avec la densité des HIPS sauf pour *I. glandulifera*. On pourrait donc poser des priorités pour le contrôle des HIPS en fonction de l'espèce. Les HIPS envahissent des habitats hétérogènes, et, contrairement aux attentes, envahissent aussi souvent des réserves naturelles (mais pas forcément les habitats vulnérables). Malgré les pertes sévères de diversité induites par la plupart des HIPS, nos résultats ne confirment pas l'hypothèse généralement admise d'homogénéisation des communautés, sauf pour *S. gigantea*.

Le volet aquatique de l'étude révèle que la présence de toutes les espèces d'HIPS étudiées (*Ludwigia grandiflora*, *Hydrocotyle ranunculoides* and *Myriophyllum aquaticum*) affecte négativement aussi bien la végétation submergée que la végétation émergente, mais le recouvrement de la végétation submergée diminue significativement avec des densités croissantes d'HIPS. La connaissance de ce phénomène peut aider à sélectionner les étangs envahis prioritaires pour le contrôle : les étangs avec cette forme de vie. Des analyses multivariées ont révélé un gradient de pollution, avec *H. ranunculoides* à des niveaux d'eutrophisation plus élevés que *L. grandiflora* et *M. aquaticum*.

Nous concluons que les HIPS peuvent sévèrement mettre en danger la diversité des espèces aussi bien dans les communautés aquatiques que terrestres, mais que des différences existent, qui peuvent être exploitées pour guider le contrôle.

Mécanismes des impacts des HIPS sur les plantes indigènes

Une étude sur les impacts indirects des HIPS via la pollinisation dans les systèmes terrestres a examiné si les HIPS affectaient le succès reproductif des plantes indigènes et si ces impacts résultent de modifications des services des pollinisateurs. Pour deux HIPS, *I. glandulifera* et *S. inaequidens*, des concurrents indigènes ont été trouvés qui partagent les mêmes habitats et les mêmes insectes visiteurs et qui ont des périodes de floraison qui se chevauchent. A partir d'une expérience en conditions contrôlées avec trois couples d'espèces (*I. glandulifera* - *E. angustifolium*, *I. glandulifera* - *A. napellus* and *S.*

inaequidens – *S. jacobaea*), il était évident que les impacts des HIPS sur les espèces indigènes via les pollinisateurs étaient spécifiques de chaque paire. Pour *S. inaequidens*-*S. jacobaea*, un léger impact négatif sur le nombre de fleurs visitées par insecte a été détecté. Ce changement dans le comportement de nourrissage de l'insecte n'avait pas d'effet sur le succès reproductif de *S. jacobaea*. Par contre, la présence d'*I. glandulifera* a influencé la guildes des pollinisateurs d'*E. angustifolium* et d'*A. napellus* en augmentant grandement la similarité proportionnelle entre envahisseur et espèce indigène. Malgré ces modifications de guildes de pollinisateurs, *I. glandulifera* n'a pas eu d'impact sur le succès reproductif d'*A. napellus* alors qu'elle a eu plutôt un effet facilitateur sur *E. angustifolium*. Les premiers résultats indiquent donc que les impacts négatifs des HIPS sur le recouvrement des espèces de plantes indigènes ne passent pas par la pollinisation.

Deux expériences examinant les mécanismes des impacts des HIPS sur les plantes indigènes terrestres via des modifications ont été entreprises. L'une d'elle a examiné le recyclage de la matière organique et de l'azote chez *F. japonica* et chez ses compétiteurs indigènes. La litière des espèces indigènes s'est décomposée quatre fois plus vite que celle de *F. japonica*, ce qui pourrait s'expliquer par les différences initiales de composition chimique. L'invasion par *F. japonica* semble aussi affecter la décomposition en modifiant les conditions micro-environnementales. Concernant la dynamique de l'azote, de l'azote inorganique tend à être immobilisé par les microorganismes pendant la décomposition. L'espèce a montré également une résorption très efficace de l'azote dans les organes souterrains. L'autre expérience a étudié l'impact de *S. gigantea* sur le phosphore. Les pools de phosphore labile étaient toujours plus élevés et le pH du sol toujours plus faible dans les placeaux envahis. Le pH du sol est un des paramètres les plus importants déterminant l'équilibre adsorption/désorption du phosphate dans les sols. La concentration en P biodisponible était toujours plus élevée dans les sols envahis, ce qui pourrait s'expliquer par le « turnover » plus élevé du phosphore dans les organes souterrains et à la mobilisation de phosphore soluble par acidification de la rhizosphère. L'augmentation du pool de phosphore dans les organes souterrains est due à l'augmentation de la biomasse et à l'augmentation de la concentration en phosphore dans les placeaux envahis. L'espèce hautement envahissante qu'est *S. gigantea* altère donc clairement le cycle du phosphore dans les écosystèmes natifs. Nous concluons que les HIPS ont un impact clair sur les sols, mais qu'ils utilisent des mécanismes différents selon les éléments. Des mesures de contrôle pourraient exploiter ces informations (e.g. le chaulage pourrait être considéré dans le cas de *S. gigantea*).

Dans une expérience sur les impacts des HIPS sur les espèces indigènes en compétition via des modifications des propriétés du sol, l'hypothèse d'un feedback positif de *F. japonica* sur son succès compétitif a été testée mais rejetée. Aucune différence significative n'a été observée entre les performances des plantes dans les sols envahis ou non envahis, ce qui suggère qu'il n'y a pas d'effet de mémoire de l'invasion passée. Toutefois, aussi bien en sol envahi qu'en sol non envahi, le compétiteur indigène *C. arvense* poussait mieux en culture pure en l'absence de charbon actif alors qu'il poussait mieux en culture mixte dans un sol amendé avec du charbon actif. Ceci indique que la supériorité de *F. japonica* est probablement en partie due à des propriétés allélopathiques.

Impacts à d'autres niveaux trophiques

En examinant les impacts à d'autres niveaux trophiques, nous avons observé que *F. japonica* influençait la faune du sol. Bien que la diversité de celle-ci ne soit pas affectée, la densité de la faune du sol a fortement décliné sous *F. japonica* : le nombre total d'individus était de 50 à 60 % plus faible dans les placeaux envahis. Cette diminution pourrait s'expliquer par l'hétérogénéité réduite de l'habitat et la plus faible diversité des ressources dans les peuplements de *F. japonica*. Des conditions microclimatiques modifiées pourraient, en partie,

expliquer le décalage dans l'assemblage faunistique. L'analyse des données concernant l'effet de *S. gigantea* sur la faune du sol sera réalisée pendant la phase 2.

Dans les systèmes aquatiques la présence de plantes exotiques et de leurs détritiques a eu un impact négatif sur la structure de la communauté des macro-invertébrés. Les étangs envahis par *L. grandiflora* ont le plus souffert en termes de perte d'abondance et de diversité de macro-invertébrés. Plus tard, l'identification du phytoplancton et zooplancton nous permettra de vérifier si les effets peuvent être généralisés aux autres niveaux trophiques dans l'eau et les sédiments.

Sur base de cette évaluation partielle, nous concluons que les effets des HIPS peuvent fortement se répercuter aux autres niveaux trophiques.

Facteurs qui pourraient modifier les impacts des HIPS sur les espèces indigènes de plantes

Les recherches sur les facteurs qui pourraient modifier les impacts des HIPS sur les plantes indigènes se concentrent sur les effets de l'eutrophisation et du réchauffement climatique sur la compétition entre espèces envahissantes et indigènes.

Les données documentant une possible augmentation ou atténuation des impacts par l'eutrophisation seront obtenues pendant la phase 2 du projet. Une expérience préparatoire pour les systèmes aquatiques a montré la supériorité compétitive de l'espèce envahissante *Lemna minuta* sur l'indigène *L. minor*. L'analyse de modèle a montré que cela était dû au taux de croissance relative plus élevé de *L. minuta*. La prochaine étape est d'évaluer si différentes concentrations en nutriments vont affecter la compétition dans ce système.

La simulation du réchauffement climatique a modifié les interactions actuelles entre espèces de plantes terrestres indigènes et envahissantes. Toutefois, la façon dont la balance entre HIPS et plantes indigènes a été altérée dépendait du couple d'espèce considéré. Sous climat actuel, dans un couple (*S. inaequidens-Plantago lanceolata*) l'HIPS dominait alors que dans l'autre couple (*S. gigantea-Epilobium hirsutum*), c'était l'espèce indigène qui dominait. Le réchauffement climatique a diminué la dominance de l'HIPS dans le premier couple mais a stimulée l'HIPS dans le second. La plupart de ces changements peuvent être attribués à l'influence du réchauffement sur la capacité d'absorption spécifique de l'azote des racines, ce qui confirme à nouveau l'importance des processus souterrains. À partir des couples d'espèces étudiés, il apparaît que la sensibilité des interactions indigènes-envahissantes face au réchauffement climatique ne reflète pas nécessairement la sensibilité intrinsèque (monoculture) des espèces. Cela pourrait impliquer que prédire le résultat soit complexe. Dans une deuxième expérience, l'influence des températures plus élevées et des changements de disponibilité de l'eau concomitants sur la compétition entre espèces indigènes et exotiques envahissantes a été examinée (analyse des résultats en cours).

Conclusions et perspectives pour la phase 2

Jusqu'à présent, nos résultats soutiennent que les HIPS font plus sur les écosystèmes que simplement supprimer des compétiteurs indigènes. Il y a de fortes indications pour une large gamme d'impacts des HIPS, aussi bien dans les systèmes terrestres qu'aquatiques, et à différentes échelles et niveaux d'organisation biologique (individus, population, communautés, écosystèmes). Un certain nombre de ces impacts sont importants. De manière surprenante, les impacts plus hauts dans la chaîne alimentaire ne sont pas nécessairement faibles, et le sol est un compartiment clé pour comprendre les impacts. Les données procurent également un soutien expérimental à l'hypothèse répandue que le changement climatique est susceptible d'influencer les invasions de plantes exotiques.

Pendant la phase deux, nous finirons l'analyse des données pour certaines des études mentionnées ci-dessus et étudierons les effets observés plus en détails. En outre, plusieurs nouvelles expériences seront entreprises. Concernant les mécanismes des impacts des HIPS sur les plantes indigènes, une expérience de terrain sera entreprise afin d'évaluer si des chevauchements de niche peuvent expliquer l'issue de la compétition entre espèce terrestres indigènes et exotiques envahissantes à petite échelle. Une expérience concernant les impacts indirects des HIPS sur les plantes indigènes par l'intermédiaire des pollinisateurs similaire à celle réalisées pour les plantes terrestres sera réalisée avec les plantes aquatiques envahissantes. Enfin, une étude pour évaluer l'effet de l'eutrophisation sur la compétition entre espèces terrestres indigènes et exotiques envahissantes va débuter.

Quand le travail expérimental sera terminé, nous ferons des analyses combinées sur les données des différents "work packages" pour identifier des patrons d'impact et les modes d'action et comparer ceux-ci à différentes échelles spatiales.