

Université Libre de Bruxelles

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire

Faculté des Sciences

Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Évaluation des risques liés à l'introduction d'espèces exotiques dans le cadre de
la transition énergétique en Belgique : cas des biocarburants et des cultures
bioénergétiques.

Mémoire de Fin d'Etudes présenté par

Guglielmone Zarauz, Alicia

En vue de l'obtention du grade académique de

Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Finalité et type du Master :

Finalité Gestion de l'Environnement M-ENVIG

Année Académique : 2023-2024

Directrice : Sonia Vanderhoeven

Remerciements

Je tiens à remercier ma directrice de mémoire, Sonia Vanderhoeven, de m'avoir offert l'opportunité d'apprendre à ses côtés, pour son soutien constant tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour son encadrement attentif. Sa disponibilité et son énergie positive ont été précieuses alors que je plongeais dans l'étude de la lutte contre les espèces invasives en Belgique.

Je suis reconnaissante envers les nombreux participants et participantes qui ont accepté de partager leur expertise lors des entretiens sur la bioénergie et les espèces invasives.

Je souhaite remercier Arnaud Jacob et l'équipe du NSSIAS, qui m'ont offert l'opportunité de réaliser un stage au sein du Secrétariat Scientifique National des Espèces Exotiques Envahissantes, une expérience enrichissante entouré de personnes véritablement inspirantes.

Je suis reconnaissante envers tous les encadrants du Master Gestion de l'environnement pour m'avoir enrichi de connaissances sur la transition socio-environnementale et pour m'avoir encouragé à développer un esprit transdisciplinaire qui m'a été précieux dans la réalisation de mon mémoire.

Un grand merci à mes parents pour avoir rendu possible mes études à Bruxelles et pour leur soutien constant.

Je tiens également à remercier chaleureusement mes acolytes de master Julie, Lou, Alix, Josephine et bien d'autres qui ont été une présence unique pendant cette année académique et qui m'ont encouragé dans la réalisation de mon mémoire.

Une mention spéciale à Thaïs, qui a été une compagnie précieuse lors de mon parcours universitaire à Montpellier et qui a contribué à plusieurs relectures de mon mémoire.

Enfin, un immense merci à tous mes proches, ma famille et mes amis, pour leur soutien et leur présence tout au long de cette aventure.

Résumé

L'impératif d'une transition énergétique durable et respectueuse de l'environnement pour répondre aux défis du changement climatique est indéniable. L'intégration des énergies renouvelables vise à remodeler le paysage énergétique en incorporant les cultures énergétiques et les biocarburants, exploitant ainsi leur biomasse pour produire de l'énergie. Cependant, cette approche soulève la question cruciale des invasions biologiques, désormais reconnues comme l'une des cinq principales menaces pesant sur l'environnement naturel. En Belgique, plusieurs espèces exotiques sont envisagées pour leur potentiel en tant que cultures bioénergétiques ou biocarburants, mais sans évaluation préalable des risques d'invasion dans l'écosystème naturel. Or, la prévention est le moyen le plus efficace d'agir pour limiter les dégâts dans la lutte contre les espèces exotiques envahissantes. Dans ce cadre, nous avons conduit des entretiens avec des acteurs du secteur de la bioénergie et des experts des espèces invasives en Belgique, ainsi qu'effectué une revue de la littérature afin d'établir une liste des espèces exotiques envisagées pour la culture bioénergétique. Parmi les onze espèces répertoriées, deux étaient déjà classées dans la liste de régulation belge et deux autres étaient moins susceptibles de devenir envahissantes en raison des conditions climatiques locales. Pour les sept espèces restantes, nous avons effectué une analyse de risque approfondie avec Harmonia⁺. Deux espèces ont été identifiées comme présentant un risque élevé, quatre comme présentant un risque modéré et une comme présentant un risque faible d'invasion. Il est recommandé de placer les espèces présentant un risque élevé et modéré dans la liste d'alerte pour la Belgique.

Nous recommandons vivement la réglementation au niveau national des espèces exotiques répertoriées sur notre liste d'alerte, ainsi que la transmission de cette liste à la Commission Européenne. Ceci afin de mettre en place des mesures de prévention et de gestion de ces espèces à la fois en Belgique et à l'échelle européenne. En outre, nous préconisons la mise en place d'un cadre de discussion et de coopération entre les acteurs du secteur de la bioénergie, agriculteurs et institutions publiques ainsi que le développement d'actions éducatives visant à sensibiliser l'ensemble des parties prenantes. L'objectif est d'assurer une mise en œuvre plus efficace des réglementations et l'adoption de bonnes pratiques pour une gestion durable des espèces invasives.

Mots-clés:

Espèces invasives – bioénergie – biomasse - biocarburant – transition énergétique – espèces exotiques
- cultures bioénergétiques – prévention – analyses de risques - Belgique – potentiel invasif

Table de contenu

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Remerciements..... | |
| Résumé..... | |
| 1. Introduction | 1 |
| 1.1 Cadre de la transition énergétique en Belgique | 1 |
| 1.2 Les biocarburants et les cultures énergétiques..... | 2 |
| 1.3 La problématique des invasions biologiques | 3 |
| 1.4 La notion de risque..... | 5 |
| 1.5 Objectifs du travail..... | 6 |
| 2. Méthodologie..... | 7 |
| 2.1. Identification des espèces exotiques envahissantes | 7 |
| 2.1.1. La revue de la littérature | 7 |
| 2.1.2. Entretiens qualitatifs dans le secteur de la bioénergie et biocarburants..... | 7 |
| 2.2 La sélection des espèces..... | 11 |
| 2.3 Evaluation de risque..... | 12 |
| 2.4 Création d'un outil de communication : fiches d'identité des espèces candidates pour la bioénergie à potentiel invasif | 17 |
| 3. Résultats..... | 17 |
| 3.1. Les espèces exotiques envisagées dans la littérature scientifique et dans les entretiens pour les cultures bioénergétiques et biocarburants | 17 |
| 3.2 Les résultats des analyses de risques | 21 |
| 3.3 Outil de communication : fiches d'identité..... | 25 |
| 4. Discussion..... | 33 |
| 4.1 Les résultats obtenus | 33 |
| 4.2 Les niveaux de confiance | 35 |
| 4.3 Les voies d'introduction et de dispersion..... | 36 |
| 4.4 Les espèces invasives et le changement climatique | 36 |
| 4.5 Les analyses de risques | 37 |
| 4.6 Le secteur de la bioénergie et les espèces invasives | 38 |
| 4.7 Le principe de précaution..... | 39 |
| 4.8 L'équilibre société et environnement | 39 |
| 4.9 Campagnes de communication..... | 41 |
| 5. Conclusion et recommandations..... | 42 |
| 6. Références | 45 |
| 7. Annexes | 55 |

Liste des figures

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Étapes du processus d'invasion biologique selon Canning-Clode, 2015 | 4 |
| Figure 2 : Méthode d'évaluation du degré de confiance accordé aux réponses données dans le cadre du protocole Harmonia ⁺ (Branquart, 2007)..... | 13 |
| Figure 3 : Classification des résultats des analyses de risque sur Harmonia ⁺ et leur classification dans la liste, suggérée par D'Hondt et al (unpub)..... | 14 |
| Figure 4: Exemples de questions du protocole d'analyse du risque environnemental Harmonia ⁺ et principales informations à collecter par rapport aux plantes identifiées comme potentiellement envahissantes dans le secteur des cultures bioénergétiques | 16 |
| Figure 5 : Système de liste adopté par le BFIS (Belgian forum on invasive species) pour identifier les espèces exotiques constituant une menace pour la biodiversité indigène (Branquart, 2007) | 18 |
| Figure 6 : <i>Paulownia tomentosa</i> (Photo : Morton Arboretum, Missouri Botanical Garden) | 25 |
| Figure 7 : <i>Ricinus communis</i> (Photo : Jan De Laet) | 26 |
| Figure 8 : <i>Panicum virgatum</i> (Photo : OnlinePlantGuide.com) | 26 |
| Figure 9 : <i>Camelina sativa</i> (Photo : Eric Lhoe) | 27 |
| Figure 10 : <i>Phyllostachys nigra</i> (Photo : OnlinePlantGuide.com)..... | 28 |
| Figure 11 : <i>Robinia pseudoacacia</i> (Photo : Joseph DiTomaso, Cal-IPC)..... | 28 |
| Figure 12 : <i>Arundo donax</i> (Photo : Joseph DiTomaso, Cal-IPC)..... | 29 |
| Figure 13 : <i>Rhododendron knotweed</i> (Photo : SmartKnotWeed.co.uk)..... | 30 |
| Figure 14 : <i>Silphium perfoliatum</i> (Photo : H. Tinguy, ipnnc.org)..... | 31 |
| Figure 15 : <i>Miscanthus sinensis</i> (Photo : Leslie J. Mehrhoff, invasive.org)..... | 31 |
| Figure 16 : <i>Miscanthus x giganteus</i> (Photo : assessment of non-native plants in Florida's natural areas) | 32 |

Liste des tableaux

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Questions préparées pour les entretiens qualitatifs aux différents acteurs interviewés du secteur de la bioénergie..... | 8 |
| Tableau 2 : Espèces candidates envisagées pour leur potentiel bioénergétique ou biocarburant. Résultats dans des climats similaires à celui de la Belgique, à l'échelle mondiale et en Belgique, et le niveau de risque issues de la revue de la littérature. | 20 |
| Tableau 3 : Liste du risque invasif des espèces envisagées comme culture bioénergétique/biocarburant et leurs scores d'introduction (INTRO), établissement (ETAB), dispersion (DISP), impact environnemental (IMP.ENV), et les niveaux de confiance (NC). Potentiel invasif au changement climatique (CC)..... | 21 |

1. Introduction

1.1 Cadre de la transition énergétique en Belgique

La Belgique se trouve actuellement à la croisée des chemins en matière de politique énergétique, engagée dans une transition capitale vers un avenir énergétique plus durable et respectueux de l'environnement (Prise acte Conseil des ministres, 2018). Cette évolution majeure s'inscrit dans un cadre plus large de transition énergétique, un processus qui vise à réformer profondément le paysage énergétique belge. Le but de cette transition étant de diversifier son mix énergétique, diminuer la dépendance aux énergies fossiles, et augmenter l'utilisation d'énergies renouvelables (REPowerEU, 2022, 2022). Dans le contexte mondial de lutte contre le changement climatique, la Belgique s'engage à réaliser les objectifs définis par l'Union Européenne, qui vise à positionner le continent européen en tant que leader de la neutralité climatique d'ici 2050 en éliminant les émissions nettes de gaz à effet de serre (Règlement (UE) 2021/1119, 2021). L'objectif spécifique de la Belgique est de réduire ses émissions de gaz à effet de serre d'au moins 35% d'ici 2030 (par rapport à 2005) dans les secteurs non couverts par le Système d'Échange de Quotas d'Émissions de l'UE. Cette cible s'aligne sur le Règlement 2018/842 du 30 mai 2018, qui établit des réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les États membres de 2021 à 2030 (Règlement (UE) 2018/842, 2018).

En 2019, le secteur de la production d'énergie était responsable de 77,1% des émissions de gaz à effet de serre dans l'UE-28, les transports représentant un tiers de ces émissions. Afin d'atteindre la neutralité climatique, il est impératif d'intervenir au niveau du secteur le plus émetteur de gaz à effet de serre dans l'UE-28 : le secteur énergétique (*europarl.europa.eu*, 2022).

Pour concrétiser cet engagement dans la politique énergétique, la Belgique collabore et élabore des Plans Nationaux en matière d'Énergie et de Climat (PNEC). Pour la période 2021-2030, le PNEC constitue une feuille de route détaillée pour la transition vers un système énergétique durable, fiable et économiquement viable (PNEC, 2023). Ces plans stratégiques reposent sur une approche holistique, alignée sur une perspective de transition cohérente avec les objectifs à long terme, conformément aux dispositions de l'Accord de Paris de 2015. À l'échelle européenne, un consensus a été atteint pour atteindre un objectif global de l'UE d'au moins 32% d'énergie renouvelable d'ici 2030 (*europarl.europa.eu*).

Pour la Belgique, le taux des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie était de 12,44% en 2021, un taux qui demeure inférieur à la limite minimale imposée de 13%, conformément aux dispositions de la directive européenne. En réponse à cette obligation européenne, le PNEC 2021-

2030 de la Belgique fixe un objectif à 17,5% d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2030 (*SPF Economie*, s. d.). Les obligations dans le domaine de la transition énergétique se basent sur des objectifs chiffrés qui permettent aux Etats membres de se fixer des contraintes pour mener des politiques en accord avec les engagements internationaux.

1.2 Les biocarburants et les cultures énergétiques

Dans le cadre de la transition énergétique en Belgique, l'intégration des énergies renouvelables représente une option prometteuse et innovante visant à diversifier le mix énergétique et à réduire la dépendance aux combustibles fossiles. Pour cela, les cultures énergétiques et les biocarburants sont une innovation énergétique clé pour atteindre les objectifs européens (DIRECTIVE (UE) 2018/ 2001, 2018). Une culture énergétique est définie comme une culture qui vise à produire de la biomasse qui sera principalement valorisée en énergie (*Cultures dédiées en biométhanisation*, s.d.). Les biocarburants, quant à eux, sont des carburants de substitution obtenus à partir de biomasse (matière primaire d'origine végétale, animale, ou issue de déchets). Ils sont destinés à être utilisés dans les transports, principalement sous forme d'additifs ou de compléments aux carburants fossiles (*Tout savoir sur les biocarburants*, s.d.). Tous les deux offrent un potentiel significatif pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et contribuer à l'objectif global de neutralité climatique (European Court of Auditors, 2023). La Belgique, consciente des défis liés aux émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports, s'est engagée à exploiter le potentiel des biocarburants (PNEC, 2023). Les biocarburants et les cultures bioénergétiques présentent plusieurs avantages comme la sécurité d'approvisionnement qu'elles offrent, un rendement élevé avec une densité énergétique élevée et un grand intérêt écologique (*Cultures dédiées en biométhanisation*, 2019).

En réponse aux obligations européennes, le Plan National Énergie-Climat de la Belgique pour la période 2021-2030 fixe des objectifs ambitieux en matière d'utilisation de biocarburants, notamment une augmentation substantielle de leur part dans le mix énergétique (PNEC, 2023). L'arrêté royal demande l'augmentation du mélange obligatoire de biocarburants durables à 8,5 %, entré en vigueur le 1er janvier 2020. D'ici 2030, un objectif de 12,2% est défini (PNEC, 2023). La recherche et l'innovation scientifique dans le domaine des biocarburants correspondent à ses objectifs, lesquels sont essentiels dans le contexte de la transition énergétique en Belgique. Pour ce qui est des cultures bioénergétiques, en mars 2022, la Commission Européenne a dévoilé un objectif ambitieux : produire 35 milliards de mètres cubes (bcm) de biométhane en Europe d'ici 2030, dans le cadre du plan REPowerEU. Cette augmentation de la production de biométhane vise à réduire la dépendance de l'Union européenne aux importations de gaz naturel et à accélérer significativement la réalisation des objectifs climatiques (REPowerEU, 2022, 2022).

1.3 La problématique des invasions biologiques

Dans le sillage des efforts déployés pour réduire l'empreinte carbone grâce à l'intégration des biocarburants et cultures bioénergétiques, émerge une problématique qui mérite une attention particulière dans le cadre de la transition énergétique en Belgique : celle des invasions biologiques. Alors que les biocarburants et la bioénergie se présentent comme une alternative prometteuse, les risques liés à l'introduction de nouvelles espèces végétales, cultivées spécifiquement pour la production de biocarburants et bioénergie, soulèvent des préoccupations dans la communauté scientifique.

La définition d'une invasion biologique, donnée par l'IPBES (2023), est : « Un processus impliquant le transport d'une espèce indigène en dehors de son aire de distribution naturelle, intentionnellement ou non, par les activités humaines vers de nouvelles régions où elle peut s'établir, se propager et finalement avoir un impact négatif sur la nature, les contributions de la nature à l'homme et la bonne qualité de vie ». Les invasions biologiques résultent des échanges intercontinentaux liés aux activités humaines, l'homme occupe un rôle incontestable en tant que vecteur d'espèces, leur permettant de franchir des barrières qui leur étaient autrefois naturellement totalement imperméables (Pascal et al., 2010). L'activité humaine a considérablement intensifié ce phénomène, devenant un vecteur majeur d'introduction d'espèces dans des régions où elles ne sont pas indigènes (Sala et al., 2000). La mondialisation a facilité la propagation d'espèces exotiques envahissantes avec l'augmentation du commerce international sur de nouvelles routes, marchés et produits (Meyerson & Mooney, 2007).

Les invasions biologiques peuvent découler soit d'une introduction accidentelle, soit d'une introduction délibérée, mais toujours du fait des activités humaines, d'une aire d'origine vers une nouvelle aire, transformant ainsi l'espèce en une *espèce exotique* (Sala et al., 2000). Suite à son introduction, l'espèce exotique peut s'établir dans la nouvelle aire si les conditions le permettent ou après une adaptation aux conditions locales. L'espèce étant capable de se reproduire, on parle d'*espèce naturalisée* (Figure 1). Certaines espèces vont se disperser largement en causant des dommages de différents types pour l'environnement, la santé publique, la santé animale, les infrastructures ou les productions agricoles, on parle d'*espèce invasive* (Canning-Clode, 2015). Actuellement, les invasions biologiques sont considérées comme l'une des causes majeures du déclin de la biodiversité et l'une des menaces principales pour les services écosystémiques (COP15, 2022).

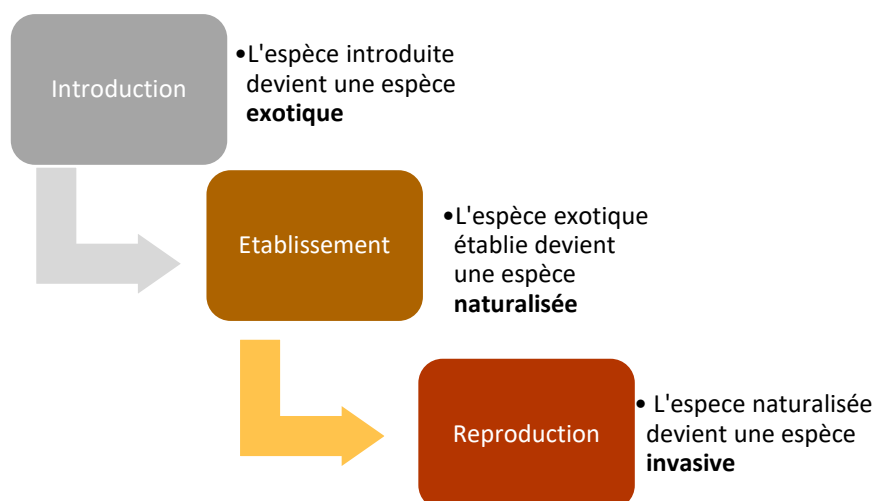


Figure 1 : Étapes du processus d'invasion biologique selon Canning-Clode, 2015

Pour répondre à cette problématique, plusieurs initiatives mondiales, nationales et régionales ont été mises en place pour limiter l'introduction, assurer la surveillance et lutter contre les espèces exotiques envahissantes (EEE). Les institutions internationales ont développé des règlements et des stratégies ayant pour objectif de réduire les impacts des espèces exotiques envahissantes sur la biodiversité. La Conférence des Parties à Montréal en 2022 (COP15) a conclu un accord historique sur la biodiversité. En effet, cela a abouti à l'adoption du Cadre mondial pour la biodiversité (CMB) Kunming-Montréal le dernier jour des négociations. Plus spécifiquement, la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique a fixé l'objectif de réduire d'au moins 50% l'introduction d'espèces exotiques envahissantes d'ici à 2030 (COP15, 2022).

En 2014, l'Union Européenne a publié le règlement (UE) No 1143/2014 du parlement européen et du conseil du 22 octobre 2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes. Cette initiative permet des actions coordonnées à travers l'Europe pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes. Ce règlement exige notamment que les États membres identifient les voies d'introduction et de propagation d'EEE préoccupantes pour l'UE et élaborent des plans d'action pour s'attaquer à ces voies prioritaires. La production de cultures énergétiques y-compris les biocarburants constitue une voie d'introduction bien connue d'espèces exotiques en Europe (Harrower et al., 2017).

En Belgique, la mise en place d'un Secrétariat Scientifique National des Espèces Exotiques Envahissantes (NSSIAS) a permis aux autorités compétentes de coordonner l'expertise technique nécessaire à la mise en œuvre du règlement européen dans le territoire. Le NSSIAS remplit de nombreuses missions à l'interface science-politique, y-compris l'identification des voies d'introduction dont nous venons de parler.

On décrit typiquement six principales voies d'introduction pour les espèces exotiques envahissantes (EEE) (Harrower et al., 2017); Gosse et al., 2018) : 1) la libération dans la nature, 2) l'échappement des conditions de captivité ou de milieu de culture, 3) le transport par contamination, 4) le transport de type passager clandestin, 5) les corridors, et 6) les introductions non assistées. Pour ces principales voies, différentes sous-catégories sont identifiées (Arianoutsou et al., 2021). Dans le cadre des cultures bioénergétiques et des biocarburants, la voie d'introduction est la sous-catégorie "voie agricole" qui relève de la grande catégorie " échappement des conditions de captivité ou de milieu de culture ", car les organismes ont été initialement importés ou transportés dans un "cadre captif" (un champ de culture) dans le but précis de les maintenir, et dont ils se sont échappés.

Le règlement "Union Concern" de 2018 est associé à une liste d'espèces de préoccupation pour l'Union Européenne et donc d'espèces soumises à des restrictions concernant leur détention, leur importation, leur vente, leur élevage, leur culture et leur libération dans l'environnement. Cette liste est évolutive et fait l'objet d'ajouts périodiques. Sur cette liste, certaines espèces sont identifiées comme introduites par la voie « échappement de confinement » car elles ont été introduites par la voie agricole. Il s'agit de *Pueraria lobata* et *Asclepias syriaca* (Gosse et al., 2018). Dans le cas des cultures bioénergétiques, la voie d'introduction la plus probable serait «échappement de confinement» car les espèces seraient introduites dans le cadre d'une culture mais pourraient s'échapper dans l'environnement naturel.

1.4 La notion de risque

L'évaluation du risque associé aux invasions biologiques constitue un domaine de recherche important dans le contexte de la préservation de la biodiversité et de la gestion des écosystèmes. Comprendre la notion de risque associé aux espèces exotiques envahissantes implique d'évaluer les probabilités d'introduction et d'établissement d'espèces, ainsi que leurs impacts potentiels sur les écosystèmes receveurs (Kolar & Lodge, 2001). Les risques associés aux invasions biologiques englobent des menaces pour la biodiversité, des altérations des cycles écologiques ou encore des impacts économiques et sanitaires, parmi d'autres conséquences néfastes (Mack, et al., 2000; Pimentel et al., 2001). En Belgique, pour identifier des espèces potentiellement invasives, des outils d'analyse de risques ont été développés. Harmonia⁺ est un schéma récemment développé pour l'évaluation des risques des espèces exotiques potentiellement invasives. Il découle d'une révision du protocole ISEIA (protocole d'analyse des impacts), intégrant désormais toutes les étapes de l'invasion et différents types d'impacts (D'Hondt et al, 2015).

Les analyses de risques constituent des outils essentiels pour orienter les prises de décision et régir les listes européennes. En effet, une méthodologie spécifique et standardisée permet l'inclusion d'une espèce dans la liste de préoccupation européenne «Union Concern». En Belgique, le NSSIAS, conforme au règlement européen n° 1143/2014, identifie les voies prioritaires d'introduction non intentionnelle. Dans cette optique, une méthodologie de priorisation a été mise au point en prenant en compte l'impact des espèces et la fréquence d'introduction par le biais de ces voies. L'identification des voies prioritaires permet l'élaboration de plans d'action visant à contrer l'introduction et la propagation des EEE.

1.5 Objectifs du travail

Le présent travail constitue une première évaluation du risque associé à l'introduction d'espèces exotiques à des fins bioénergétiques ou comme biocarburant pour le territoire belge.

Pour ce faire, nous nous sommes fixé trois objectifs :

Objectif 1 : Identifier des espèces exotiques envahissantes envisagées dans le territoire belge pour des cultures bioénergétiques et la production de biocarburants.

La liste sera basée sur une revue de la littérature d'une part et sur des interviews menées avec des acteurs du secteur de la bioénergie et des biocarburants ainsi que des experts des plantes exotiques envahissantes en Belgique.

Objectif 2 : Caractériser et quantifier le risque associé aux cultures bioénergétiques

Une sélection d'espèces sera faite à partir de la liste préliminaire sur des critères spécifiques pour mener des analyses de risques en utilisant le protocole Harmonia⁺.

Objectif 3 : Création d'outil de communication avec des fiches d'identité d'espèces candidates envisagées pour les cultures bioénergétiques et biocarburants.

A partir des informations de la revue de la littérature et des analyses de risques, des fiches d'identité seront préparées. Le but est de créer un outil de communication vulgarisé pouvant être diffusé dans le secteur de la bioénergie et des biocarburants, auprès des agriculteurs et des institutions publiques.

Les résultats de ce mémoire contribueront à une prise de décision éclairée concernant le développement de la production des cultures bioénergétiques en Belgique.

2. Méthodologie

2.1. Identification des espèces exotiques envahissantes

Pour dresser une liste des espèces exotiques envisagées comme cultures bioénergétiques ou pour des biocarburants, deux approches complémentaires ont été utilisées : une revue de la littérature et des entretiens avec des acteurs du secteur de la bioénergie et des biocarburants ainsi que des experts des plantes exotiques invasives en Belgique.

2.1.1. La revue de la littérature

Pour commencer, une étude approfondie de la littérature a été entreprise afin d'identifier les espèces exotiques potentiellement envahissantes envisagées pour la culture bioénergétique et/ou la production de biocarburants. L'objectif de cette revue de la littérature était de couvrir les publications scientifiques menées sur la problématique dans des pays transfrontaliers et à l'échelle mondiale. La méthode de recherche s'est concentrée sur l'utilisation de mots-clés afin de rassembler une gamme étendue de résultats. Les mots-clés ont été : « invasive species », « alien plants », « biofuel », « bioenergy », « weeds », « bioenergy crops », « invasive potential », « biogas », « biomass », « energy crops », « renewable energy », « perennial energy crop ». Ces documents ont été récoltés sur le moteur de recherche des bibliothèques de l'ULB, 'Cibleplus' et sur le moteur de recherche 'Google scholar'.

La revue de la littérature a impliqué des recherches spécifiques sur les espèces exotiques et leur relation avec la bioénergie. De nombreuses revues scientifiques abordent ce sujet, expliquant l'histoire des espèces exotiques en lien avec la bioénergie et la recherche sur la valorisation de ces espèces pour la production d'énergie. Des articles scientifiques ont été identifiés, notamment sur les essais agronomiques portant sur des espèces exotiques envisagées comme cultures énergétiques à l'échelle mondiale. Les espèces exotiques envisagées comme cultures et comme des options applicables sur le territoire belge pour la production d'énergie ont été ensuite répertoriées.

2.1.2. Entretiens qualitatifs dans le secteur de la bioénergie et biocarburants

Afin de solliciter un large éventail de personnes possédant des connaissances sur les espèces exotiques envisagées pour la culture dans ce domaine, diverses organisations ont été identifiées pour organiser ces entretiens qualitatifs. Les organisations ont été identifiées par type de structure. Tout d'abord, les autorités fédérales compétentes en la matière ont été contactées, puis des entreprises tels que des raffineries belges, des structures de recherche sur le territoire belge, des ASBL et finalement

des experts en espèces exotiques envahissantes au niveau régional. Elles ont été identifiées sur le moteur de recherche « Google » en contactant les différentes personnes par les mails généraux sur leur site web.

Dans la mise en contact avec les interviewés via les mails généraux, les questions d'analyse de risque d'espèces invasives n'ont pas été abordées de prime abord pour ne pas induire de blocage. Les participants et participantes ont été abordés avec le sujet des espèces exotiques envisagées comme cultures bioénergétiques sans mentionner les invasions biologiques. Les entretiens ont débuté par une brève présentation de ma part du sujet de l'étude en lien avec la transition énergétique, de la méthodologie utilisée et de quelques résultats de la revue de la littérature. Ensuite, les participants ont été invités à partager leurs connaissances sur les espèces envisagées pour les cultures bioénergétiques et/ou les biocarburants dans leur domaine d'expertise. Ces entretiens ont été interactifs, permettant des échanges dynamiques basés sur les informations fournies. Les entretiens ont duré de 30 minutes à une heure. La structure théorique des entretiens et les questions principales envisagées sont présentées au tableau 1.

| | |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introduction | Quelle est votre rôle dans la transition énergétique dans le domaine de la bioénergie ? |
| | Quelles sont les espèces végétales exotiques dont vous avez entendu parler dans votre domaine pour des cultures bioénergétiques ? |
| Développement | Avez-vous participé à des projets concernant des espèces exotiques dans votre domaine ? |
| | Actuellement, avez-vous la connaissance de l'existence de cultures bioénergétiques en Belgique avec des espèces exotiques ? |
| | Avez-vous entendu parler des invasions biologiques dans votre domaine ? |
| Conclusion | Connaissez-vous des acteurs qui ont des connaissances sur l'utilisation d'espèces exotiques dans les cultures bioénergétiques ? |
| | Pensez-vous que l'utilisation d'espèces exotiques dans les cultures bioénergétiques est une option adéquate dans le cadre de la transition énergétique ? |

Tableau 1 : Questions préparées pour les entretiens qualitatifs aux différents acteurs interviewés du secteur de la bioénergie.

L'objectif principal de ces entretiens était d'établir un éventail des principaux acteurs de différentes disciplines impliquées dans le secteur.

Les structures qui ont accepté à participer aux entretiens qualitatifs sont :

Des sociétés dans le domaine de la bioénergie :

- *Biowanze*, représentée par Etienne Pierre, se concentre spécifiquement sur l'éthanol renouvelable produit de manière durable en Belgique.
- Benoit Verbruggen, Vice-président des ressources humaines d'*AlcoGroup*, est l'un des plus grands producteurs et distributeurs d'éthanol carburant en Europe. À l'échelle mondiale, ils fournissent de l'éthanol à diverses industries, allant des cosmétiques aux produits pharmaceutiques, en passant par la biochimie, l'alimentation et les boissons.
- Jérôme Breton est un administrateur délégué de *Biométhane du Bois d'Arnelle*, la première unité de biométhanisation nouvelle intégralement conçue pour la production et l'injection de biométhane (gaz vert et renouvelable) produit à base d'intrants agricoles et agroalimentaires en Belgique.
- Valentine Moreau est chargée de projet Direction des Equipements, Participations et Energie chez *IDETA*, Agence de Développement Territorial à Wallonie qui a participé à des projets d'accompagnement pour l'implantation de la Silphie chez des agriculteurs.

Une structure administrative fédérale :

- Le *Service Public Fédéral, Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement* représenté par Yvo Cluyts. Expert en changement climatique au sein des autorités fédérales belges, il est responsable de la coordination de la base de données des entreprises avec un dossier technique pour les biocarburants sur le territoire belge.

Des associations fédérales :

- Hendrick Lemahieu est le secrétaire général de *l'Association Belge du Bioéthanol*, qui représente les producteurs belges de bioéthanol vis-à-vis des autorités publiques, des autres associations et du public. Il est un expert en lobbying, en affaires publiques et en développement durable. Il se spécialise également dans les biocarburants de nouvelle génération.
- Raf Verdonck est un spécialiste en biocarburant qui travaille pour la « *Belgian Biodiesel Board* », fondée en 2006, et représente les producteurs belges de biodiesel. Son objectif est de défendre leurs intérêts et de promouvoir l'utilisation du biodiesel, conformément aux politiques de développement durable.

Des associations sans but lucratif (ASBL) :

- Thibaut Declerck est chargé de projet en production agricole et biométhanisation chez *Valbiom*, une ASBL qui accompagne les entreprises vers des solutions durables en économie biosourcée. Leur expertise en matériaux biosourcés et bioénergies oriente l'économie wallonne vers des solutions renouvelables et locales. En tant qu'animateurs territoriaux de la transition, ils offrent des services d'appui et de consultation. Il a été spécifiquement responsable de la conduite des essais agronomiques sur la Silphie sur le territoire wallon.
- Aurélien Bardellin travaille également dans l'ASBL *Valbiom*, où il est chargé de projet en biométhanisation et durabilité. Il accompagne les entreprises vers des solutions durables en économie biosourcée. Dans le cas de la bioénergie, il a participé à des projets avec l'espèce *Miscanthus*.
- Julien Piqueray travaille pour l'ASBL *Natagriwal*, qui informe, conseille et encadre les agriculteurs, forestiers et propriétaires publics ou privés sur les programmes agroenvironnementaux. Plus spécifiquement, en 2023, il a participé à l'étude des effets de la Silphie sur la biodiversité dans des essais agronomiques dans le territoire wallon.

Des experts en espèces exotiques envahissantes :

- Bram D'Hondt est un chercheur en écologie au sein de l'équipe de Gestion de la Faune Sauvage et des Espèces Invasives à l'Institut voor Natuur-en Bosonderzoek (INBO-Flandre). Il travaille à l'interface entre la recherche sur les espèces invasives, la politique et la gestion. Les principaux intérêts de recherche de Bram sont l'évaluation des risques, l'écologie et la surveillance des plantes et des animaux invasifs.
- Etienne Branquart, appartenant à la Cellule interdépartementale Espèces invasives (CiEi) du Service Public de Wallonie, Département d'Études du milieu Naturel et Agricole, est chargé de coordonner les actions visant à limiter les dommages causés par les espèces invasives en Wallonie.

Les structures qui ont été contactées et qui n'ont pas répondu, ou ont marqué un refus sont les suivantes

:

- La société de *Total Energies*, secteur « nouvelles énergies »
- Johan Robbens au “Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food” (ILVO) conseillé par Bram D'hondt.
- David Carpinteiro, représentant de l'association European Renewable Ethanol (ePURE), responsable de l'industrie européenne de l'éthanol renouvelable, représentant les intérêts des

membres auprès des institutions de l'Union Européenne, des parties prenantes de l'industrie, des médias et du grand public, conseillé par Hendrick Lemahieu.

- Gilles Mansens, ingénieur industriel en agronomie et environnement à l'UCLouvain conseillé par Julien Piqueray.
- Wim Soetart, chercheur à l'Université de Gand en ingénierie chimique et biochimique, qui dirige le Centre d'expertise en biotechnologie industrielle et biocatalyse à Gand conseillé par Raf Verdonck.
- Didier Stilmant, ingénieur agronome dans le département durabilité, systèmes et prospectives au Centre de Recherche Agronomique de Wallonie (CRA-W) à Gembloux conseillé par Etienne Branquart.

Ces interviews ont permis d'enrichir la liste des espèces identifiées lors de la revue de la littérature scientifique.

2.2 La sélection des espèces

Après avoir identifié les espèces candidates pour des cultures bioénergétiques grâce à la revue de la littérature et aux entretiens, une étape de sélection a été entreprise pour sélectionner les espèces pour lesquelles la mise en place d'une analyse de risque était nécessaire.

Une série de critères a été identifiée pour sélectionner les espèces pour l'analyse de risque. Tout d'abord, la présence éventuelle de l'espèce sur le territoire belge. Pour ce faire, nous nous sommes référés à la base de données du projet TRIAS (Vanderhoeven et al., 2017) qui centralise les occurrences des espèces sur le territoire belge. Leur présence dans la base de données indique une suspicion de capacité d'établissement dans les conditions climatiques belges (Vanderhoeven et al., 2017). Ensuite, nous avons exclu des espèces qui étaient déjà très largement connues comme envahissantes en Belgique et pour lesquelles des analyses de risques avaient déjà été effectuées dans d'autres contextes. Pour cette étape, des ressources du secrétariat scientifique national des espèces exotiques envahissantes (NSSIAS) et de la plateforme belge pour la biodiversité ont été utilisées (*Belgian National Scientific Secretariat on Invasive Alien Species*, s.d).

2.3 Evaluation de risque

Pour réaliser l'évaluation de risque, le protocole d'évaluation choisi est le protocole Harmonia⁺. Ce protocole développé par la Belgique a une portée internationale car il a été identifié comme répondant aux exigences de la Commission Européenne pour lister des espèces sur la liste de préoccupation « Union Concern » européenne présentée en introduction (D'Hondt et al., 2015).

Harmonia⁺ est un protocole d'analyse de risque. Historiquement, il fait suite au protocole ISEIA, un protocole d'évaluation des impacts des espèces, et intègre désormais toutes les étapes de l'invasion et différents types d'impacts (*Invasive Alien Species in Belgium*, s. d.). L'évaluation se compose de 41 questions dont 36 questions principales permettant de générer un score, regroupées en modules représentant les différentes étapes de l'invasion. Enfin, des champs de texte sont inclus avec chaque question principale pour permettre à l'évaluateur de clarifier la réponse fournie et de mentionner les sources utilisées.

Les huit modules permettent de couvrir les différents stades d'invasion ainsi que les impacts environnementaux, socio-économiques et les impacts dans un climat futur. Les trois premiers modules permettent de qualifier les étapes d'introduction, établissement et dispersion. Les cinq modules suivants permettent ainsi de qualifier les différents impacts : environnementaux, impacts qui touchent les plantes, impacts qui touchent les animaux, impacts qui touchent les humains et autres impacts. Un sous-module permet d'évaluer les impacts sur les services. Le dernier module permet de reconsidérer les sept premiers modules au regard du changement climatique à venir.

Dans le cadre de ce mémoire, seuls les quatre premiers modules relatifs au contexte, introduction, établissement, dispersion et impacts environnementaux ainsi que le dernier module relatif aux quatre premiers modules mais dans le cadre du changement climatique ont été analysés. L'analyse produit des scores de 0 à 1, où 1 représente un risque invasif élevé. Les scores sont calculés pour chaque module, puis agrégés au niveau des groupes de modules et, enfin, au global. Chaque module obtient un score en moyennant les scores de ses questions, tandis que les scores d'exposition sont combinés en utilisant la moyenne géométrique. Des exemples des questions sont présentés dans la figure 2.

Chaque réponse est étayée autant que possible par des informations scientifiques issues de la littérature, évitant les preuves non sourcées, et hypothétiques. Lorsque ces preuves ne sont pas disponibles, l'utilisateur peut fournir un avis d'expert, mais le niveau de certitude associé à la réponse est bien entendu très faible. Pour assurer la robustesse des réponses, le protocole Harmonia⁺ propose d'évaluer le niveau de confiance associé à chaque réponse à l'aide de deux dimensions : « la preuve et l'accord » (Figure 2). La dimension « preuve » prend en compte le type, la quantité et la cohérence des

références, tandis que l'accord évalue la concordance entre les différentes sources. En fonction de l'évaluation de ces deux dimensions par l'évaluateur, le niveau de confiance est estimé comme faible, moyen ou élevé. Harmonia+ calcule ensuite ce niveau de confiance sous la forme d'un score, établi de manière similaire au score de risque pour chaque module.

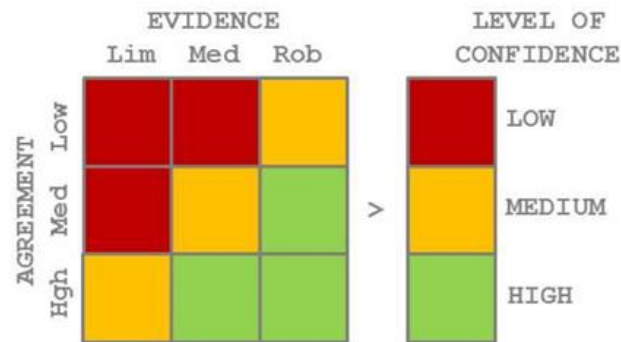


Figure 2 : Méthode d'évaluation du degré de confiance accordé aux réponses données dans le cadre du protocole Harmonia+ (Branquart, 2007)

Les niveaux sont classés comme suit : Lim pour limité, Med pour moyen et Rob pour robuste.

Après avoir réalisé les analyses de risques nécessaires, les différentes espèces ont été rangées en fonction des seuils établis par D'Hondt et ses collaborateurs (D'Hondt et al., non publié). Selon cette classification, une espèce dont le score de risque dépasse 0,316 est répertoriée dans la liste d'alerte, indiquant un niveau de risque environnemental élevé. Si le score de risque se situe entre 0,173 et 0,316, l'espèce est placée dans la liste d'alerte avec un risque environnemental modéré. Enfin, toute espèce dont le score de risque est inférieur à 0,173 est considérée comme présentant un faible risque environnemental.

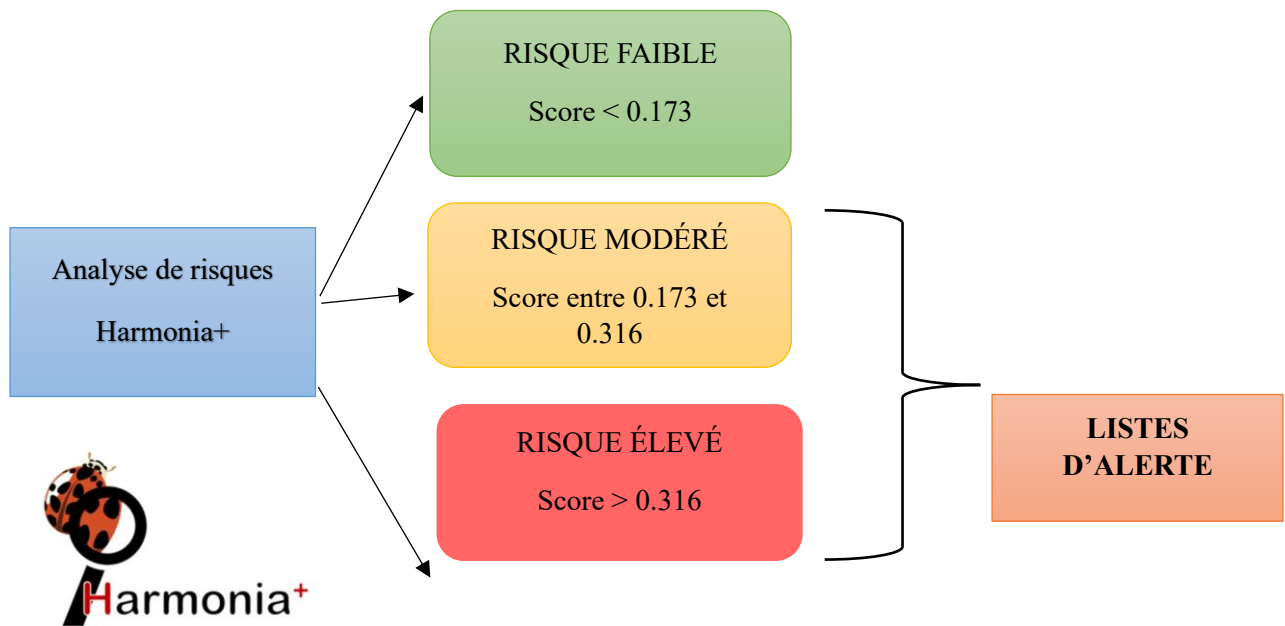


Figure 3 : Classification des résultats des analyses de risque sur Harmonia⁺ et leur classification dans la liste, suggérée par D'Hondt et al (unpub).

Pour inclure une espèce dans la liste européenne, les évaluations de risques sont soumises à un examen par des pairs et à l'expertise de plusieurs spécialistes du domaine. Un consortium étendu est mobilisé avant de prendre la décision d'interdire l'utilisation d'une espèce. De plus, une analyse des impacts socio-économiques est systématiquement réalisée (D'Hondt et al., 2015). Cependant, dans le cadre de ce mémoire, l'examen par les pairs ne peut pas être effectué et devra être mené ultérieurement.

Introduction

Il s'agit de la probabilité que la plante soit introduite en Belgique en provenance des pays voisins.

Question 1 : Probabilité que l'organisme soit introduit en Belgique de manière naturelle

Probabilité que l'organisme puisse traverser les frontières pour s'introduire spontanément sur le territoire belge. La réponse dépend de la distribution actuelle de la plante au sein des pays frontaliers.

Question 2 : Probabilité que l'organisme soit introduit en Belgique par l'homme de manière involontaire

Les espèces qui présentent des propagules de petite taille, ailées ou ingérées par des animaux répondent à cette question. Il est évalué selon la probabilité d'introduction dans une décennie.

Question 3 : Probabilité que l'organisme soit introduit en Belgique par l'homme de manière volontaire

La réponse est élevée pour cette question, quand les plantes sélectionnées dans l'étude ont été envisagées en Belgique.

Etablissement

Il s'agit de la capacité des plantes à se maintenir et à se reproduire en milieu naturel en Belgique

Question 4 : La Belgique fournit-elle un climat optimal pour l'établissement de l'organisme ?

Le climat est considéré comme optimal pour les espèces non gélives. Il est considéré comme sub-optimal pour les espèces peu gélives pouvant s'établir dans les climats tempérés chauds. Il est considéré comme non-optimal pour les plantes très sensibles au gel.

Question 5 : La Belgique fournit-elle un habitat optimal pour l'établissement de l'organisme ?

Au regard de la grande diversité de milieux naturels disponibles en Belgique et de la forte amplitude écologique de la plupart des plantes exotiques étudiées, un score élevé est attendu pour cette question dans la plupart des cas.

Dispersion

Il s'agit de la capacité des plantes à se disperser dans l'environnement et à fonder de nouvelles populations

Question 6 : Capacité de dispersion de l'organisme au sein de la Belgique par voie naturelle

Celle-ci est considérée comme faible (distance < 500 m/an) pour les plantes stériles produisant des propagules de taille importante, évaluée à moyenne pour les espèces produisant des graines ou d'autres propagules qui se dispersent facilement < distance < 5 km/an). Elle est considérée comme élevée (> 5 km/an) pour les espèces activement dispersées par les oiseaux.

Question 7 : Fréquence de dispersion de l'organisme au sein de la Belgique par l'action de l'homme

Comme pour la question 3, la réponse à cette question est élevée, quand les plantes sélectionnées dans font l'objet d'un possible usage en bioénergie par l'homme en Belgique

Impacts environnementaux

Concerne la capacité des plantes à causer des préjudices aux espèces indigènes et aux écosystèmes en Belgique

Question 8 : L'organisme impacte-t-il les espèces indigènes au travers de la prédation ou du parasitisme ?
Non Applicable

Question 9 : L'organisme impacte-t-il les espèces indigènes par la compétition ?

Un score élevé est attribué lorsque l'espèce forme des populations mono-spécifiques étendues et persistantes dans les milieux naturels. Une valeur moindre est attribuée lorsque ce type d'impact est seulement documenté pour des conditions climatiques plus chaudes, étant donné qu'en hiver en Belgique cette espèce ne sera pas concernée.

Question 10 : L'organisme impacte-t-il les espèces indigènes par l'hybridation ?

Un score élevé est attribué lorsque des cas d'hybridation avec des espèces indigènes sont avérés dans la littérature scientifique et que les hybrides produits sont fertiles.

Question 11 : L'organisme impacte-t-il les espèces indigènes par la transmission de pathogènes ou parasites ?

Un score faible est attribué à cette question à l'exception des rares cas où cette transmission est documentée.

Question 12 : L'organisme impacte-t-il l'intégrité de l'écosystème, en affectant ses propriétés abiotiques ?

Les preuves touchant les caractéristiques physiques, chimiques et structurelles des écosystèmes et un score élevé est attribué lorsque ces effets sont considérés comme peu réversibles.

Question 13 : L'organisme impacte-t-il l'intégrité de l'écosystème, en affectant ses propriétés biotiques ?

Informations souvent déficientes pour cette question, dépend fortement de la recherche scientifique publiée.

Figure 4: Exemples de questions du protocole d'analyse du risque environnemental Harmonia⁺ et principales informations à collecter par rapport aux plantes identifiées comme potentiellement envahissantes dans le secteur des cultures bioénergétiques

2.4 Création d'un outil de communication : fiches d'identité des espèces candidates pour la bioénergie à potentiel invasif

Les informations récoltées sur chacune des espèces lors de la revue de la littérature, interviews et des analyses de risques seront utilisées pour créer un outil de communication. Cet outil a pour objectif de synthétiser les informations afin de vulgariser les caractéristiques ainsi que le score d'invasion de ses espèces pour le secteur de la bioénergie, les agriculteurs et les institutions publiques.

Pour la création des fiches d'identité, une synthétisation des informations récoltées a été réalisée pour créer des points à aborder uniformément pour chacune d'elles et garder ainsi les informations essentielles. Chaque information est donc étayée par un article scientifique ou des données des analyses de risques par Harmonia⁺. Une photo a été récoltée pour vulgariser l'identité de l'espèce. Les informations vulgarisées dans les fiches d'identité sont : identité, présence en Belgique, reproduction, préférences climatiques, impacts environnementaux et score de l'analyse de risque Harmonia⁺ ou autre analyse à l'échelle mondiale.

3. Résultats

3.1. Les espèces exotiques envisagées dans la littérature scientifique et dans les entretiens pour les cultures bioénergétiques et biocarburants

Le tableau 2 présente la liste des espèces répertoriées à la suite des entretiens et à la revue de la littérature. Quatre types d'informations sont présentés. Tout d'abord, si l'espèce a été répertoriée par suite des entretiens ou de la revue de la littérature ou les deux. Ensuite, nous avons examiné si des analyses de risques avaient déjà été réalisées dans d'autres pays, quel que soit leur climat. Enfin, nous avons recherché des informations sur la réalisation éventuelle d'une analyse de risques sur le territoire belge quel que soit le contexte.

Onze espèces ont été répertoriées au total dans la revue de la littérature et les entretiens. Six ont été citées dans les entretiens. La totalité des espèces ont fait l'objet d'analyse de risques à l'échelle mondiale dans une variété de types d'environnements. Deux espèces ont déjà été analysées par le protocole ISEIA en Belgique avec un résultat concluant invasif. Le protocole ISEIA permet de classer les espèces dans l'une des trois catégories de risque suivantes : la catégorie A (liste noire) regroupe les espèces présentant un risque environnemental élevé, la catégorie B (liste de surveillance) regroupe les espèces présentant un risque environnemental modéré sur la base des connaissances actuelles, la

catégorie C regroupe les autres espèces non indigènes qui ne représentent pas de menace pour la biodiversité et les écosystèmes indigènes (faible risque environnemental) (Branquart, 2009).

Rhododendron ponticum est classée dans « la liste noire » niveau A2 c'est-à-dire qu'elle présente un impact environnemental élevé et une répartition restreinte (Branquart et al., 2011). *Robinia pseudoacacia* est classée dans la « liste de surveillance » niveau B3 c'est-à-dire un impact environnemental modéré et est largement répandue (Branquart et al., 2015).

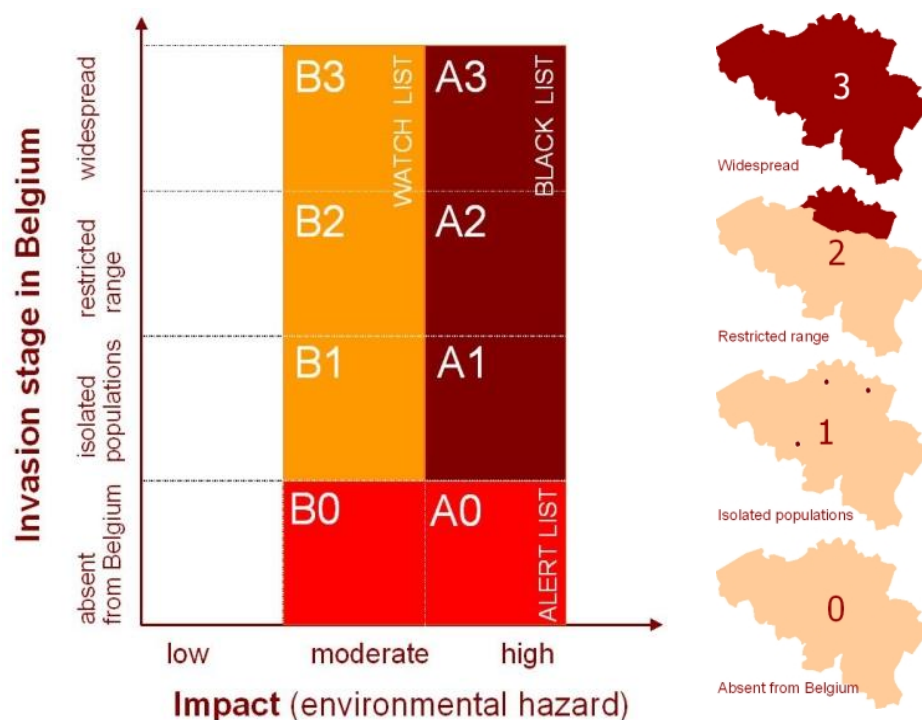


Figure 5 : Système de liste adopté par le BFIS (Belgian forum on invasive species) pour identifier les espèces exotiques constituant une menace pour la biodiversité indigène (Branquart, 2007)

Phyllostachys nigra et *Arundo donax* n'ont pas été analysés sur Harmonia⁺ selon les critères de sélection établis dans la méthodologie du mémoire, c'est-à-dire la présence dans le territoire belge et la compatibilité climatique. De nos jours, seulement deux observations de *Phyllostachys nigra* ont été rapportées en Belgique ; cette espèce se reproduit principalement dans les climats chauds, ce qui rend sa probabilité d'établissement en Belgique faible. Quant à *Arundo donax*, elle ne semble pas tolérer les environnements continentaux où des gelées régulières se produisent (Ambrose & Rundel, 2007), ce qui limite également sa capacité d'établissement.

Pour l'étape suivante d'analyse de risques, *Rhododendron ponticum*, *Robinia pseudoacacia*, *Phyllostachys nigra* et *Arundo donax* n'ont donc pas été sélectionnées pour être analysées sur Harmonia⁺.

| ESPÈCES | REVUE DE LA LITTÉRATURE | ENTRETIENS | ANALYSE DE RISQUE A L'ECHELLE MONDIALE | ANALYSE DE RISQUE EN BELGIQUE |
|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>PAULOWNIA TOMENTOSA</i> | Domínguez et al., 2017 | Renseigné par Bram D'Hondt | USA, Hawaii 2005 (Global invasive species database, 2024) : score 9 (susceptible de causer des dommages écologiques ou économiques) Australie (Global invasive species database, 2024) : score 7 (rejeter la plante pour l'importation) | |
| <i>RICINUS COMMUNIS</i> | ANDREAZZA et al., 2013 | | USA, Florida 2019 (Florida Exotic Pest Plant Council, 2019) : catégorie 1 EEE a augmenté en abondance mais pas encore altéré les communautés végétales. | |
| <i>CAMELINA SATIVA</i> | Neupane et al., 2022 | | Davis, 2010 « ... ne représente pas une menace d'invasion significative pour les prairies non perturbées et perturbées par l'activité humaine, adjacentes aux champs cultivés ou aux routes. » | |
| <i>PHYLLOSTACHYS NIGRA</i> | Crespo et al., 2013 | Renseigné par Bram D'Hondt | Hawaii, USA (Lieurance, 2018) : Risque élevé | |
| <i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i> | Böhm et al., 2013 | Renseigné par Valbiom | Vítková et al. 2017 : « Un débat public a abouti à l'exclusion du <i>Robinia</i> de la première Liste de l'Union (Union Concern) | ISEIA (Branquart et al., 2015) : Score B3 : Watch List (impact environnemental modéré et largement répandue) |

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>ARUNDO DONAX</i> | Mann et al., 2013 | | Score : haut potentiel invasif (California Invasive Plant Council Cal-IPC) (Ditomaso et al., 2013) |
| <i>RHODODENDRON PONTICUM</i> | Hennequin et al., 2021 | | En Allemagne (Nehring et al., 2013) : liste de surveillance, plante évaluée comme invasive, mais la propagation actuelle est encore limitée. ISEIA (Branquart et al., 2011) : Score A2 : Black List (impact environnemental élevé et répartition restreinte) |
| <i>SILPHIUM PERFOLIATUM</i> | Ende et al., 2021 | Renseigné par Thibaut De Clerk, Julien Piqueray et Valentine Moreau | Pays-Bas (Matthews et al., 2015) : Score C1 : espèce non indigène avec des populations isolées, représente un faible risque écologique et n'est pas classée dans la liste de réglementation. |
| <i>MISCANTHUS SINENSIS</i> | Glowacka et al., 2012 | Renseigné par Etienne Pierre | Pays-Bas (Matthews et al., 2015) : Score C3 espèce non indigène largement répandue avec un faible risque écologique et n'est pas classée dans le système de liste de réglementation |
| <i>MISCANTHUS X GIGANTEUS</i> | Tavakoli-Hashjini et al. 2020 | Renseigné par Etienne Pierre, Valentine Moreau et Aurélien Bardellin | USA (Barney & DiTomaso, 2008) : faible potentiel invasif car incapacité à produire des graines fertiles |
| <i>PANICUM VIRGATUM</i> | Panicum Virgatum : As an Alternative Energy Crop in Europe, s. d. | | Pays-Bas (Matthews et al., 2015) : Score C1 : espèce non indigène avec des populations isolées, représente un faible risque écologique et n'est pas classée dans le système de liste réglementée. |

Tableau 2 : Espèces candidates envisagées pour leur potentiel bioénergétique ou biocarburant. Résultats dans des climats similaires à celui de la Belgique, à l'échelle mondiale et en Belgique, et le niveau de risque issues de la revue de la littérature.

3.2 Les résultats des analyses de risques

L'intégralité des analyses de risques est incluse dans les annexes en raison de contraintes d'espace. Nous recommandons fortement la lecture des scores et des argumentaires pour une compréhension approfondie des résultats des analyses de risques. La décision de rédiger en anglais vise à faciliter leur réutilisation. Une synthèse des scores pour chaque étape ainsi que les niveaux de confiance sont présentés dans le tableau 3, attribuant des scores de risque environnemental variant de 0.200 à 0.400 et des scores de risque global entre 0.161 et 0.382.

| Espèces | Module Invasion | | | | | | Module Impact | | Risque global | | CC | |
|-------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|---------------|--------|-------|------|
| | INTRO | | ETAB | | DISP | | IMP. ENV | | Score | NC | Score | NC |
| | Score | NC | Score | NC | Score | NC | Score | NC | | | | |
| <i>Silphium perfoliatum</i> | 0.667 | 1.000 | 0.750 | 1.000 | 0.750 | 0.500 | 0.400 | 0.400 | 0.288 | 0.725 | + | 0.25 |
| <i>Miscanthus sinensis</i> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.875 | 1.000 | 0.400 | 0.500 | 0.382 | 0.875 | + | 0.75 |
| <i>Miscanthus x giganteus</i> | 0.883 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.625 | 0.750 | 0.200 | 0.500 | 0.161 | 0.8125 | + | 0.75 |
| <i>Pawlonia tomentosa</i> | 0.833 | 0.667 | 0.750 | 1.000 | 0.375 | 0.500 | 0.550 | 0.400 | 0.339 | 0.7233 | + | 0.25 |
| <i>Ricinus communis</i> | 1.000 | 1.000 | 0.750 | 1.000 | 0.250 | 0.750 | 0.500 | 0.500 | 0.286 | 0.8125 | + | 0.25 |
| <i>Panicum virgatum</i> | 0.667 | 0.667 | 1.000 | 1.000 | 0.750 | 0.250 | 0.350 | 0.500 | 0.298 | 0.6042 | + | 0.25 |
| <i>Camelina sativa</i> | 0.500 | 0.333 | 1.000 | 1.000 | 0.500 | 0.250 | 0.400 | 0.700 | 0.252 | 0.5707 | + | 0.5 |

Tableau 3 : Liste du risque invasif des espèces envisagées comme culture bioénergétique/biocarburant et leurs scores d'introduction (INTRO), établissement (ETAB), dispersion (DISP), impact environnemental (IMP.ENV), et les niveaux de confiance (NC).
Potentiel invasif au changement climatique (CC)

Légende : + (augmente), - (diminue), = (pas de changement), ? (Inconnu)

Sept espèces ont été analysées sur Harmonia⁺. Une seule espèce, *Miscanthus x giganteus*, a un score inférieur à 0,173 et est dès lors considérée comme présentant un faible risque d'invasion en Belgique selon le classement D'Hondt et al. pas encore publié.

La liste d'alerte comprend 6 espèces :

- 2 espèces ont un score supérieur à 0,316 : *Paulownia tomentosa* et *Miscanthus sinensis*. Elles sont dès lors considérées comme présentant un risque environnemental élevé (Liste d'alerte avec risque élevé),
- 4 espèces ont un score supérieur à 0,173 et inférieur à 0,316 : *Silphium perfoliatum*, *Ricinus communis*, *Panicum virgatum* et *Camelina sativa*. Elles sont dès lors considérées comme présentant un risque environnemental modéré (Liste d'alerte avec risque modéré).

Capacité d'introduction

Les scores sur la capacité d'introduction des différentes espèces représentent les espèces ayant le plus grand risque d'être introduites sur le territoire belge de manière naturelle ou anthropique. Généralement, elles sont celles qui sont déjà envisagées dans des articles de recherche ou qui ont été citées lors des entretiens. Par exemple avec un score de 1, *Miscanthus sinensis* et *Miscanthus x giganteus* ont été citées par plusieurs acteurs du secteur comme déjà utilisées en bioénergétique. La *Silphium perfoliatum* a déjà fait l'objet d'essais agronomiques sur le territoire belge. Les espèces ayant une forte capacité d'introduction par voie naturelle via des graines ailées ou une forte propagation par propagules ont aussi été évaluées avec un score élevé comme *Paulownia tomentosa*, et *Ricinus communis* (score > 0.800).

Capacité d'établissement

Pour déterminer les scores sur les capacités d'établissement des espèces sur le territoire belge c'est-à-dire sur le climat et habitat belge, des articles sur les capacités d'adaptation, préférences climatiques et son amplitude écologique ont été recherchés. Par exemple, *Panicum virgatum*, *Camelina sativa* et les deux espèces de *Miscanthus*, portant un score de 1, sont capables de s'établir dans un grand éventail de températures et pourraient survivre au gel ainsi qu'à de longues périodes de précipitations. Ainsi, les espèces avec un score inférieur (0.750), comme *Ricinus communis* et *Paulownia tomentosa* se développent davantage dans des climats chauds et *Silphium perfoliatum* préfère une température moyenne annuelle supérieure à celle de Belgique (20 degrés moyenne annuelle).

Capacité de dispersion

A propos de l'évaluation des capacités de dispersion, *Miscanthus sinensis* ainsi que *Silphium perfoliatum* et *Miscanthus x giganteus* ont les scores les plus élevés (0.875, 0.750, 0.625 respectivement). La raison principale de ces scores élevés est que ce sont des espèces envisagées ou qui ont été dans le passé envisagées comme culture bioénergétique par le secteur belge. Des études ont identifié les machines agricoles comme vecteur potentiel, ce qui signifie que la fréquence de transport et de dispersion pourrait être élevée si cette espèce est transportée des champs cultivés à la raffinerie et produit des organes végétatifs (fragments de rhizomes) facilement reproductibles. Les scores moyens déterminés par la capacité de dispersion se justifient par le fait qu'elles soient capables de se disperser naturellement par les graines ailées retrouvées loin des cultures mais n'ont pas encore été envisagées sur le territoire belge ce qui implique donc une faible capacité de déterminer la fréquence de dispersion par des actions humaines. Cette justification est applicable pour *Pawlonia tomentosa* (0.375), *Camelina sativa* (0.500) et *Panicum virgatum* (0.500). *Ricinus communis* a obtenu un score de 0.250 déterminé par le manque d'articles scientifiques qui parlent sur des caractéristiques botaniques de dispersion de cette espèce.

Impact environnemental

En ce qui concerne l'impact environnemental, *Pawlonia tomentosa* (0.550) et *Ricinus communis* (0.500) ont les scores les plus élevés. *Pawlonia tomentosa* a un grand potentiel invasif après une grande perturbation (feu, inondation...), étant considérée comme une plante pionnière. De plus, ses racines produisent des composés chimiques qui entravent la croissance des plantes voisines. *Silphium perfoliatum*, *Miscanthus sinensis*, *Panicum virgatum* et *Camelina sativa* ont toutes les quatre un score de 0.400 car elles ont les caractéristiques qui décrivent généralement une plante compétitive telles qu'un cycle de vie rapide, une production de graines prolifique, une tolérance aux sols pauvres et une grande amplitude écologique. Pour *Ricinus communis*, la raison pour laquelle elle a un score élevé est qu'elle est productrice de graines toxiques, et forme des bosquets denses empêchant les espèces végétales natives de se développer.

Changement climatique

Les résultats du module sur le changement climatique soulignent une convergence des résultats. Avec l'augmentation prévue des températures et de la fréquence des catastrophes naturelles, toutes les espèces analysées auront un impact environnemental accru sur l'habitat naturel. Les espèces étudiées présentent des caractéristiques de reproduction favorables aux températures élevées, ce qui les prédisposent à s'adapter plus aisément à ces conditions futures et à s'établir plus solidement. Par exemple, l'espèce pionnière *Paulownia tomentosa* pourrait connaître une expansion plus importante à la suite de perturbations telles que des catastrophes naturelles. Certains travaux

suggèrent même l'utilisation d'espèces génétiquement modifiées, telles que *Camelina sativa*, pour améliorer les performances agronomiques. Cette tendance à recourir à des organismes génétiquement modifiés pourrait s'amplifier à l'avenir pour favoriser leur survie dans des conditions de température extrême ou dans des environnements perturbés, ce qui pourrait mettre en péril la survie des espèces indigènes. De plus, on observe une augmentation de la plantation et de la considération des espèces à des fins bioénergétiques en Europe, notamment pour se conformer aux réglementations européennes qui encouragent la culture de ce type de plante ce qui renforce également leur capacité d'introduction dans de nouveaux environnements.

Niveaux de confiance

En ce qui concerne les niveaux de confiance, le module d'invasion comporte un niveau de confiance supérieur au module d'impact environnemental. Les espèces obtiennent donc un résultat par étape et un niveau de confiance supérieur pour le module d'invasion. Des résultats entre 0.250 et 1 sont observés pour la totalité des étapes d'introduction, d'établissement et de dispersion. Au contraire, pour le module d'impact, les résultats varient entre 0.350 et 0.500, la variation des scores étant plus petite. En ce qui concerne le niveau de confiance des impacts, les résultats du module d'impact varient entre 0.400 et 0.700. Puis, pour le module changement climatique, la majorité des espèces ont un niveau de confiance bas, égal à 0.25, et seulement deux espèces ont été étudiées dans le cadre du changement climatique.

3.3 Outil de communication : fiches d'identité

Afin de conscientiser le secteur de la bioénergie et les institutions publiques, nous avons développé des fiches d'information pour chacune des espèces. Le but est de synthétiser les caractéristiques des espèces pour vulgariser leurs renseignements et leur impact.

Paulownia tomentosa « l'arbre impérial »

- **Identité :** *Paulownia tomentosa*. Arbre à fleurs
- **Zone d'origine :** Chine (Pasiiecznik, 2022)
- **Présence en Belgique :** 1315 observations (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction :** production abondante de graines dispersées par le vent et par l'eau (Southeast Exotic Pest Plant Council Invasive Plant Manual, 2003) (jusqu'à 20 millions de graines par an à partir d'un seul arbre). Petites, légères et ailées, le vent semble être le principal moyen de dispersion (Pasiiecznik, 2022).
- **Préférences climatiques :** une gamme variée d'environnements tempérés semi-humides ou semi-arides (Kuppinger et al., 2010)
- **Impacts environnementaux :** peut coloniser des falaises rocheuses et des zones riveraines érodées où il peut entrer en compétition avec des plantes rares dans de tels habitats marginaux (Remaley, 2005 ; Kuppinger et al., 2010). Ainsi, il envahit de manière agressive surtout après une perturbation à grande échelle et sévère (Carpenter et al., 1983).
- **Score analyse de risque :** 0.339, risque élevé selon Bram D'Hondt et al. non publié



Figure 6 : *Paulownia tomentosa* (Photo : Morton Arboretum, Missouri Botanical Garden)

Ricinus communis « Ricin commun »

- **Identité :** *Ricinus communis*. Plante herbacée.
- **Zone d'origine :** Afrique (longtemps cultivé ou trouvé à l'état sauvage dans les tropiques et climat tempéré chaud)
- **Présence en Belgique :** 27 observations (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction :** Production abondante de graines, dispersées de manière explosive lorsque les fruits sont mûrs, facilitant leur introduction et leur propagation (Rojas-Sandoval & Acevedo-Rodríguez, 2022).
- **Préférences climatiques :** Ne tolère pas le gel et, dans les régions tempérées, les populations sont souvent de courte durée et poussent comme des espèces annuelles. Tolérante au stress hydrique en raison de son système racinaire profond, mais sensible aux excès d'eau et à l'humidité (Salihu et al., 2014).
- **Impacts environnementaux :** plasticité phénotypique (s'adapte à différents habitats) (Neha et al., 2014). Envahit les prairies, les communautés riveraines, les terres perturbées et agricoles, ainsi que les bords de route et les terrains vagues en Afrique du Sud (Henderson, 2007). Les populations établies forment rapidement des fourrés denses qui éclipsent la végétation indigène, ayant un impact environnemental significatif (Pyšek, 2004).
- **Score analyse de risque :** 0.286, risque modéré selon D'Hondt et al. non publié



Figure 7 : *Ricinus communis* (Photo : [Jan De Laet](#))

Panicum virgatum « Panic érigé »

- **Identité :** *Panicum virgatum*. Plante herbacée.
- **Zone d'origine :** Amérique du Nord
- **Présence en Belgique :** 23 observations (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction :** production abondante de graines dispersées par le vent et par l'eau (Southeast Exotic Pest Plant Council Invasive Plant, 2003) jusqu'à 20 millions de graines par an à partir d'un seul arbre). Petites, légères et ailées, le vent semble être le principal moyen de dispersion (Pasicznik, 2022).



Figure 8 : *Panicum virgatum* (Photo : [OnlinePlantGuide.com](#))

- **Préférences climatiques** : Divers climats et températures, préférant les environnements humides et bénéficiant d'une meilleure survie des semis dans les sols à forte rétention d'eau (Evers & Parsons, 2003).
- **Impacts environnementaux** : photosynthèse de type C4, la polyploïdie, la translocation présénescence des nutriments, les densités de plante élevées et la reproduction végétative (Flint et al., 2021)
- **Score analyse de risque** : **0.298, risque modéré** selon Bram D'Hondt et al. non publié

Camelina sativa «La Caméline»

- **Identité** : *Camelina sativa*. Plante herbacée.
- **Zone d'origine** : Sud-est et Est de l'Europe à l'Extrême-Orient russe
- **Présence en Belgique** : 233 occurrences (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction** : Reproduction sexuée, les graines sont petites et peuvent être dispersées par le vent et l'eau
- **Préférences climatiques** : Biome tempéré tout en tolérant la sécheresse (CABI, 2019a). Les plantules de caméline peuvent survivre à des températures aussi basses que -2°C, ce qui démontre une tolérance exceptionnelle au gel (Angelini et al., 2020; Robinson, 1987).
- **Impacts environnementaux** : Cycle de vie rapide, production de graines prolifique, tolérance aux sols pauvres (CABI, 2019a); Davis, 2010). Nombreuses espèces de *Camelina* sont génétiquement modifiées dans le but de devenir plus efficaces pour la production de biodiesel. Le pollen de *C. sativa* peut entraîner la dissémination de traits génétiquement modifiés, suscitant des inquiétudes écologiques, notamment pour les variétés résistantes aux herbicides et tolérantes à la sécheresse (Zhang et al., 2021). La caméline présente un potentiel allélopathique en libérant des composés chimiques qui inhibent la croissance des mauvaises herbes, avec des effets variables sur les communautés microbiennes du sol et des conséquences néfastes sur les microorganismes non ciblés (Angelini et al., 2020).
- **Score analyse de risque** : **0.252, risque modéré** selon Bram D'Hondt et al. non publié



Figure 9 : *Camelina sativa* (Photo : Eric Lhoe)

Phyllostachys nigra « Le bambou noir »

- **Identité :** *Phyllostachys nigra*. Espèce de bambou.
- **Zone d'origine :** Chine (*Phyllostachys Nigra* (Lodd. Ex Lindl.) Munro | *Plants of the World Online* | Kew Science, s. d.)
- **Présence en Belgique :** Actuellement, deux observations ont été répertoriées en Belgique (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction :** Végétative. Se propage rapidement grâce à ses rhizomes, formant des peuplements monotypiques dans les habitats forestiers, les prairies et le long des zones humides (Pagad, 2016).
- **Préférences climatiques :** Prospère dans les biomes tempérés.
- **Impacts environnementaux :** Haute capacité de dispersion, les déchets de jardinage abandonnés contribuent à son expansion. Capacité à former des peuplements denses qui excluent toute autre végétation (*Phyllostachys Nigra* (Lodd. Ex Lindl.) Munro | *Plants of the World Online* | Kew Science, s. d.).
- **Potentiel invasif :** Pays-Bas « risque modéré » (Matthews et al., 2015) 7 sur un maximum de 12. Classée dans la liste C du système de classification du forum belge des espèces invasives (BFIS).



Figure 10 : *Phyllostachys nigra* (Photo : [OnlinePlantGuide.com](https://www.onlineplantguide.com))

Robinia pseudoacacia « Robinier faux-acacia »

- **Identité :** *Robinia pseudoacacia*. Arbre à fleurs.
- **Zone d'origine :** Amérique du Nord (*Robinia Pseudoacacia* L. | *Plants of the World Online* | Kew Science, s. d.)
- **Présence en Belgique :** 19826 observations (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction :** Sexuée et végétative (par graines, par drageonnage et par rejets de racines (CABI, 2019c)
- **Préférences climatiques :** Adaptable aux conditions environnementales extrêmes telles que la sécheresse, les polluants atmosphériques et les fortes intensités lumineuses



Figure 11 : *Robinia pseudoacacia* (Photo : Joseph DiTomaso, Cal-IPC)

(Hanover & Mebrahtu, 1991). Il demande beaucoup de lumière, est résistant au gel et à la sécheresse, profondément enraciné et résistant au vent.

- **Impacts environnementaux** : Se propage facilement, c'est un colonisateur agressif. Dans son aire d'origine, le *R. pseudoacacia* est une espèce pionnière, dominant dans les premiers stades de la succession mais étant ensuite remplacé par d'autres espèces car il est intolérant à l'ombre (CABI, 2019c). Le *R. pseudoacacia* s'est établi à l'état sauvage sur une grande variété de sites perturbés tels que les anciens champs ou autres zones défrichées.
- **Potentiel invasif** : Belgique, ISEIA (Branquart et al., 2015) : Score B3, liste de surveillance (impact environnemental modéré et largement répandue).

Arundo donax « Canne de Provence »

- **Identité** : *Arundo Donax*. Plante herbacée.
- **Zone d'origine** : Ouest et centre de l'Asie à l'Asie orientale tempérée (*Arundo Donax* L. | *Plants of the World Online* | *Kew Science*, s. d.)
- **Présence en Belgique** : 8 observations (*Waarnemingen.be*, s. d.).
- **Reproduction** : Végétative à partir de fragments de rhizomes transportés par l'eau (Ambrose & Rundel, 2007).
- **Préférences climatiques** : Cette espèce est extrêmement tolérante à différents climats et peut survivre et croître dans presque toutes les conditions environnementales. Cependant, elle ne semble pas tolérer les environnements continentaux où des gelées régulières se produisent (Ambrose & Rundel, 2007).
- **Impacts environnementaux** : *Arundo donax* est une espèce agressive qui se propage rapidement, dépassant les espèces indigènes et altérant les habitats des rivières et des ruisseaux en formant d'importants peuplements. Cela peut entraîner une détérioration de la qualité de l'habitat pour la faune aquatique en réduisant l'ombre et en augmentant la température de l'eau (Bell, 1997).
- **Score** : Californie ; ajout à la liste des mauvaises herbes nuisibles du CDFA (California Department of Food and Agriculture), ce qui pourrait entraîner des ordonnances à l'échelle de l'État interdisant la vente ou le transfert d'*Arundo donax* (*Giant Reed* | *Center for Invasive Species Research*, s. d.)



Figure 12 : *Arundo donax* (Photo : Joseph DiTomaso, Cal-IPC)

Rhododendron ponticum « Rhododendron pontique »

- **Identité :** *Rhododendron ponticum*. Arbuste
- **Zone d'origine :** Europe de l'Est
(*Rhododendron Ponticum L. | Plants of the World Online | Kew Science, s. d.*)
- **Présence en Belgique :** 5000 occurrences
(*Waarnemingen.be, s. d.*).
- **Reproduction :** Sexuée et végétative (graines et bouturage). Dispersion naturelle (vent) et les graines peuvent parcourir jusqu'à 1000 mètres, bien que cela soit considérablement réduit à 10 mètres dans les zones boisées (Shaw, 1984).
- **Préférences climatiques :** Biome tempéré (powo.science.kew.org). Habitats différents, bien adapté à une large gamme de températures et pousse mieux dans des conditions humides, étant intolérant à la sécheresse (CABI, 2019b).
- **Impacts environnementaux :** Forme des peuplements avec une canopée dense qui empêche d'autres plantes de pousser (Harris et al. 2011). Produit des substances qui nuisent à la croissance d'autres plantes et est peu mangé par les animaux. Son feuillage se décompose lentement et affecte les écosystèmes en perturbant la chaîne alimentaire.
- **Potentiel invasif :** Belgique, ISEIA (Branquart et al. 2011) répertorié dans la « liste noire » avec un risque environnemental élevé car elle est largement répandue mais dans un cadre géographique restreint.



Figure 13 : *Rhododendron knotweed* (Photo : SmartKnotWeed.co.uk)

Silphium perfoliatum « La Silphie perfoliée »

- **Identité :** *Silphium perfoliatum*. Plante herbacée.
- **Zone d'origine :** Amérique du Nord (*Silphium Perfoliatum* L. | *Plants of the World Online* | *Kew Science*, s. d.)
- **Présence en Belgique :** 80 occurrences (waarneming.be).
- **Reproduction :** Elle se propage naturellement par graines et morceaux de rhizomes.
- **Préférences climatiques :** Adaptée à divers climats européens, sa croissance optimale se situe autour de 20°C avec un ensoleillement maximal (Nehring et al., 2013). Résistante au froid jusqu'à -30°C.
- **Impacts environnementaux :** Forte compétitivité de dispersion grâce à ses caractéristiques de reproduction. Cette compétitivité peut avoir un impact sur l'intégrité des écosystèmes en couvrant excessivement le sol (Ende et al., 2021), bien que la plante soit considérée comme bénéfique pour la biodiversité, attirant fortement les insectes avec ses fleurs à longue période de floraison (Gansberger et al., 2015).
- **Score : 0.288, Risque modéré** selon Bram D'Hondt et al. non publié



Figure 14 : *Silphium perfoliatum* (Photo : [H. Tinguy, ipnnc.org](#))

Miscanthus sinensis « Herbe à éléphant »

- **Identité :** *Miscanthus sinensis*. Plante herbacée
- **Zone d'origine :** Asie du Sud-Est et Afrique
- **Présence en Belgique :** 276 occurrences (waarneming.be).
- **Reproduction :** Large production de graines (Quinn et al. 2010). L'espèce peut s'échapper de la culture par la dispersion de propagules végétatives, telles que les rhizomes).
- **Préférences climatiques :** L'espèce tolère les climats froids, avec un froid hivernal aussi bas que -26°C (Nielsen, 1987). Les géotypes de *M. sinensis* tolèrent un certain nombre de conditions stressantes, notamment les sols peu fertiles, les températures froides, les métaux lourds, les pH bas et les brûlures fréquentes (Stewart et al., 2009).



Figure 15 : *Miscanthus sinensis* (Photo : [Leslie J. Mehrhoff, invasive.org](#))

- **Impacts environnementaux** : Photosynthèse C4, une accumulation considérable de biomasse et la capacité de croître dans des conditions de faible luminosité et de sols pauvres, qui lui permettent de devenir un envahisseur réussi ainsi qu'un bon compétiteur (Greef & Deuter, 1993) ; McIsaac et al., 2010). En Nouvelle-Galles du Sud, Australie, cette espèce forme des fourrés denses, entravant la croissance des autres plantes. Elle envahit rapidement les zones perturbées ou ouvertes et peut coloniser de vastes étendues forestières après un incendie, éliminant ainsi les espèces indigènes (Harley, 2007).
- **Potentiel invasif** : Belgique, ISEIA (Branquart et al. 2011). « Liste noire » avec un risque environnemental élevé car elle est largement répandue mais dans un cadre géographique restreint.

Miscanthus x giganteus « Miscanthus géante »

- **Identité** : *Miscanthus x giganteus*, hybride triploïde naturel entre *Miscanthus sinensis* et *Miscanthus sacchariflorus*. (Stewart et al., 2009). Plante herbacée.
- **Zone d'origine** : Asie du Sud-Est et Afrique (Stewart et al., 2009)
- **Caractéristiques bioénergétiques** :
- **Présence en Belgique** : 113 occurrences (waarneming.be).
- **Reproduction** : Epillets stériles en raison de son génome triploïde ; cependant, un compte rendu anecdote de production de graines fertiles a été rapporté (Stewart et al., 2009). Une étude en serre réalisée en Illinois et criblant plus de 7 millions d'épillets n'a pas donné de plantule, soutenant l'hypothèse de la stérilité sexuelle (Matlaga et Davis 2012). Sa dispersion est donc très faible. Cependant, des observations en Allemagne ont été rapportées de l'établissement de *M. x giganteus* à partir de déchets de jardin dans la nature, ce qui suggère que l'établissement des rhizomes est une voie de recrutement disponible dans cette région (Brennenstuhl, 2008).
- **Préférences climatiques** : *Miscanthus* est largement distribué dans différents types de sols dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées. *Miscanthus* présente une tolérance remarquable à la sécheresse, à la chaleur, au froid, au sel et aux alcalins, et une large résistance à diverses maladies et insectes (Chung & Kim, 2012).
- **Impacts environnementaux** : Bien qu'il puisse être capable d'une productivité élevée sur des sols marginaux, *M. x giganteus* a obtenu des scores d'évaluation des risques faibles



Figure 16 : *Miscanthus x giganteus* (Photo : [assessment of non-native plants in Florida's natural areas](#))

(non invasifs) pour les États-Unis, principalement en raison de son incapacité à produire des graines fertiles (Barney & DiTomaso, 2008).

- **Potentiel invasif** : USA (Barney & DiTomaso, 2008) : faible potentiel invasif (incapacité à produire des graines fertiles).

4. Discussion

4.1 Les résultats obtenus

Dans un premier temps, ce mémoire a pour objectif initial d'identifier les espèces exotiques envisagées pour la culture bioénergétique et la production de biocarburants en Belgique, en se basant sur une revue de la littérature et des entretiens avec des acteurs du secteur. L'analyse approfondie d'une multitude d'articles à l'échelle mondiale portant sur les espèces exotiques dans le domaine de la bioénergie a permis d'établir une liste de 11 espèces potentiellement cultivables en Belgique, en fonction de leurs caractéristiques botaniques.

Les entretiens réalisés dans le secteur de la bioénergie ont fourni des informations essentielles. Par exemple, l'utilisation de *Miscanthus sinensis* et de *Miscanthus x giganteus* par les raffineries belges confirme le recours à des espèces exotiques pour la bioénergie. De même, des essais agronomiques menés sur *Silphium perfoliatum* sur des terres belges ont validé la présence de ces pratiques.

Les articles scientifiques publiés par des pays européens ont également enrichi la liste des espèces. Par exemple, des études ont été menées sur *Paulownia tomentosa* en Espagne et au Portugal (Dominguez et al., 2017), sur *Panicum virgatum* en France (Ferchaud et al., 2015), et sur *Camelina sativa* en Italie, en Pologne, en Autriche et en Allemagne (Ghidoli et al., 2023); Angelini et al., 2020; Sydor et al., 2022; Stasnik et al., 2022; Groeneveld, 2014). Bien que *Ricinus communis* n'ait pas encore été envisagé en Europe, sa présence en Belgique et son étude en Amérique du Nord, en Asie et en Amérique du Sud soulignent son potentiel pour la bioénergie (Andreazza et al., 2013).

Dans l'une des interviews, le bambou noir (*Phyllostachys nigra*) a été mentionné comme une espèce candidate, mais sa faible probabilité d'établissement en Belgique en raison de ses préférences pour des conditions climatiques chaudes a justifié son exclusion des analyses de risques. De même, les espèces *Robinia pseudoacacia* et *Rhododendron ponticum*, envisagées comme cultures bioénergétiques en Allemagne et aux Pays-Bas (Hennequin et al., 2021 ; Crespo et al., 2023), ont été exclues car elles ont déjà été évaluées par ISEIA en 2015 et 2011 respectivement. Bien qu'*Arundo*

donax soit envisagé comme culture bioénergétique aux États-Unis, son intolérance au gel l'empêche de s'établir en Belgique, l'espèce n'a donc pas été incluse dans cette étude (Mann et al., 2013).

Une fois la liste établie, après avoir sélectionné les espèces ayant la plus forte probabilité d'être utilisées dans le territoire belge pour la bioénergie, une analyse de risques approfondie a été réalisée pour les sept espèces restantes. *Miscanthus sinensis* et *Paulownia tomentosa* sont les deux espèces présentant un score supérieur à 0,300, ce qui indique un risque élevé d'impact selon Bram D'Hondt (D'Hondt et al. non publié). Elles seraient donc classées dans la liste d'alerte avec risque élevé. *Silphium perfoliatum*, *Ricinus communis*, *Panicum virgatum* et *Camelina sativa* ont un score supérieur à 0,173 et inférieur à 0,316. Elles sont dès lors considérées comme présentant un risque environnemental modéré (liste d'alerte avec risque modéré). En revanche *Miscanthus x giganteus* est l'espèce avec le score global le plus bas avec un score de 0,161 qui l'inclut dans la liste avec risque faible.

Les résultats obtenus devraient permettre d'identifier les espèces qui pourraient être introduites sur le territoire belge sans risque d'impact ou d'invasion. Cependant, cette conclusion ne fait pas office de vérité générale, et doit être nuancée en tenant compte de certaines limites. En effet, les scores globaux, calculés à partir de moyennes arithmétiques, ne reflètent pas fidèlement le potentiel invasif et l'impact réel de chaque espèce. Il serait plus pertinent de se baser sur les scores individuels de chaque étape de l'analyse. Par exemple, parmi les espèces examinées, *Silphium perfoliatum*, *Miscanthus sinensis* et *Miscanthus x giganteus* sont les plus susceptibles de s'introduire sur le territoire belge. En ce qui concerne les capacités d'établissement, on constate que toutes les espèces sélectionnées pour l'analyse présentent des scores élevés en raison de leur grande plasticité écologique et de leur capacité à s'adapter à différents environnements. Pour la dispersion, *Silphium perfoliatum*, *Miscanthus sinensis* et *Panicum virgatum* sont les espèces les plus susceptibles de se propager sur le territoire belge. De plus, certaines espèces, telle que *Ricinus communis*, bien que présentant un score global modéré, a un impact environnemental considérable. Cela met en lumière une lacune dans le système actuel de classement des espèces, qui ne tient pas compte de chacune des informations pertinentes à chaque stade de l'invasion et permet l'utilisation d'espèces présentant des impacts élevés dans des étapes spécifiques.

Le risque d'invasion pour les espèces analysées est donc bien réel. Bien que ces espèces soient sélectionnées pour leur potentiel dans la production de biocarburants et de bioénergie en raison de caractéristiques telles que la reproduction végétative, le cycle de vie rapide et la faible présence de compétiteurs et prédateur. Ces mêmes caractéristiques les rendent également potentiellement

invasives et dangereuses pour les écosystèmes non ciblés en cas d'échappement de la culture (Barney & DiTomaso, 2008).

4.2 Les niveaux de confiance

Lors des analyses de risques, le niveau de confiance revêt une importance capitale. À chaque étape du protocole, ce niveau de confiance est évalué en fonction de la pertinence des réponses, étayées par des données provenant d'articles scientifiques. Cependant, il est fréquent de constater des niveaux de confiance faibles dans certaines analyses, principalement en raison du manque de données bibliographiques détaillant les caractéristiques botaniques nécessaires pour évaluer les probabilités d'introduction, d'établissement, de dispersion des espèces et leur impact environnemental. Par exemple, les espèces *Camelina sativa* et *Panicum virgatum* présentent des niveaux de confiance particulièrement bas. Le manque d'articles décrivant les aspects compétitifs ou les impacts sur les écosystèmes, tant au niveau abiotique que biotique, ne permet pas de tirer des conclusions pertinentes pour répondre à certaines questions du protocole. Une observation révélatrice se dégage lorsqu'on compare les niveaux de confiance attribués à chaque étape du protocole : les questions portant sur les impacts présentent systématiquement des niveaux de confiance plus faibles que sur le module invasion. En effet, les recherches scientifiques abordant spécifiquement les caractéristiques des impacts potentiels sont rares.

Par ailleurs, nous avons observé que les articles de recherche appliquée d'ingénierie agronome, axés sur des sujets tels que l'efficacité énergétique du bois, l'optimisation des processus de conversion de la biomasse en énergie, du pouvoir germinatif des graines et l'optimisation des procédés industriels, sont beaucoup plus nombreux que les études fondamentales sur les espèces elles-mêmes. Cette tendance met en lumière un déséquilibre dans la recherche contemporaine, qui semble accorder plus d'importance à la maximisation de la production énergétique qu'à l'évaluation des impacts environnementaux potentiels.

Ainsi, il est impératif de favoriser la production d'articles préliminaires confirmant l'absence de risque d'invasion avant de se concentrer sur l'efficacité des procédés énergétiques. Cette approche permettrait d'équilibrer les priorités de recherche et d'assurer une prise de décision plus éclairée et responsable dans le domaine de la bioénergie.

4.3 Les voies d'introduction et de dispersion

Afin de contrer les invasions biologiques, il est impératif de contrôler les voies d'introduction. Dans le contexte des cultures bioénergétiques et des biocarburants, cette voie d'introduction se matérialise par l'échappement des conditions de captivité ou de milieu de culture, classé dans la sous-catégorie "voie agricole" de la CDB. Les espèces végétales sont habituellement cultivées dans des champs isolés et peuvent, par divers moyens de dispersion tels que les graines ou les rhizomes, se retrouver naturellement dans l'environnement.

Cependant, une importante voie de dispersion a été identifiée dans la littérature dans le contexte des cultures bioénergétiques : lors du transport des cultures vers les raffineries. Après la récolte, les cultures sont acheminées par des machines agricoles ou des camions et peuvent s'échapper dans la nature pour y proliférer par la suite. Cette voie a été étudiée par Ende et al. en 2022 en Allemagne, qui ont confirmé le rôle des machines agricoles comme vecteur de dispersion d'espèces. Cette voie de dispersion a été intégrée dans l'évaluation des risques de ce mémoire, car elle accroît le risque de dispersion pour chaque espèce se reproduisant de manière végétative et sexuée.

Le contrôle des voies d'introduction et de dispersion constitue ainsi une étape primordiale dans la prévention des invasions biologiques. En restreignant les opportunités d'évasion des espèces cultivées dans l'environnement naturel, nous sommes en mesure de réduire les risques pour la biodiversité indigène et les écosystèmes. Cette approche proactive est essentielle pour assurer la durabilité des pratiques agricoles et préserver l'intégrité des écosystèmes face aux menaces des espèces invasives.

4.4 Les espèces invasives et le changement climatique

Le protocole Harmonia⁺ s'est doté d'un module spécifique sur le changement climatique afin d'explorer en profondeur les différentes phases de l'introduction, de l'établissement, de la dispersion et de l'impact des espèces, à la lumière de l'augmentation des températures et de la fréquence des catastrophes climatiques (Branquart, 2007). Dans ce contexte de réchauffement climatique, toutes les espèces analysées démontrent une augmentation significative de leur incidence sur les écosystèmes naturels. Plusieurs travaux scientifiques ont mis en évidence une corrélation directe entre le changement climatique et l'accroissement des invasions biologiques, ces deux phénomènes s'influençant mutuellement de manière synergique (Mainka & Howard, 2010 ; Beaury et al., 2020). Les spécialistes des invasions biologiques sont particulièrement préoccupés par les modifications des aires de répartition des espèces exotiques induites par le changement climatique. Il est pertinent

de souligner que les espèces examinées proviennent principalement de régions au climat plus chaud que celui de la Belgique. Avec le réchauffement climatique actuel, les espèces exotiques thermophiles semblent démontrer une meilleure capacité d'adaptation et de survie que les espèces indigènes. Cette constatation soulève des questions cruciales quant à la compétitivité des espèces natives dans un environnement en constante évolution. L'adaptabilité différenciée entre les espèces indigènes et exotiques dans le contexte du changement climatique suscite ainsi des préoccupations quant à la conservation de la biodiversité et à la préservation des écosystèmes locaux.

Cependant, il convient de noter que les niveaux de confiance associés au module sur le changement climatique demeurent faibles et manquent de justification scientifique suffisante pour garantir une certitude absolue. Cette situation découle en partie du manque de données et de recherches approfondies dans ce domaine spécifique dans un contexte de changement climatique. En effet, le nombre limité d'articles publiés sur le sujet reflète une lacune dans la compréhension actuelle des effets du changement climatique sur les impacts qu'ont les espèces exotiques sur les écosystèmes indigènes. Ce déficit de connaissances souligne l'importance d'intensifier les efforts de recherche et de collecte de données pour mieux évaluer et comprendre les impacts du changement climatique sur la biodiversité.

4.5 Les analyses de risques

Les analyses de risques sont essentielles dans la lutte contre les invasions biologiques. Cependant, elles ont été critiquées sur plusieurs points, notamment la dépendance à l'histoire de l'invasion ailleurs et parce que leurs analyses de risque ne tiennent pas compte des variations spécifiques à chaque espèce dans les facteurs de risques. Ces limites des analyses de risques sont particulièrement pertinentes pour les cultures candidates de biomasse, qui ont généralement de courtes histoires d'introduction en dehors de leurs aires natives et peuvent contenir des génotypes uniques et des variétés cultivées en raison des efforts d'amélioration des plantes (Flint et al., 2021). En réponse, certains auteurs ont préconisé des approches hiérarchisées ou imbriquées pour l'évaluation du risque d'invasion dans les cultures de biomasse, dans lesquelles les résultats préliminaires des analyses de risques seraient modifiés par des tests empiriques, entre autres mesures (Davis et al., 2010). De manière générale, les évaluations de risques effectuées sur les cultures potentielles de biomasse non indigènes ont généralement abouti à la conclusion que leur potentiel invasif est élevé. Ce constat entraîne des recommandations en faveur de l'utilisation d'espèces indigènes plutôt que d'espèces introduites, sous l'argument que le caractère indigène réduit le risque d'invasion (Flint et al., 2021). Cependant, les espèces natives peuvent aussi devenir envahissantes si elles se croisent avec d'autres génotypes, donnant naissance à de nouveaux cultivars, ou si leur

environnement change considérablement (Ellstrand & Schierenbeck, 2006). Les analyses de risques doivent être accompagnées de tests empiriques sur le terrain avec une approche holistique. Il est impératif que les institutions publiques légifèrent pour mettre en place des obligations en matière d'évaluation des risques avant l'introduction ou la propagation d'espèces dans de nouveaux environnements. Ces obligations devraient inclure des protocoles standardisés pour évaluer les risques, ainsi que des mesures de prévention et de contrôle pour limiter les impacts des espèces invasives.

Dans le cadre de ce mémoire, les analyses de risques ont été réalisées de manière individuelle et n'ont pas fait l'objet d'une révision par des pairs. Par conséquent, il est important de souligner que les résultats ne peuvent pas être considérés comme définitifs. En effet, pour garantir la validité et la fiabilité des conclusions, une révision par des experts du domaine des espèces invasives serait nécessaire. Néanmoins, il convient de noter que malgré cette limite, Harmonia⁺ demeure un outil efficace pour évaluer le risque d'invasion d'une espèce avant toute étude sur le terrain. Il permet ainsi d'établir une base de référence en se basant sur les connaissances actuelles disponibles dans la littérature scientifique, ce qui facilite l'élaboration d'une stratégie adaptée à la gestion des espèces invasives sur un territoire et contexte donnés.

4.6 Le secteur de la bioénergie et les espèces invasives

Le secteur de la bioénergie représente un domaine clé dans la transition vers des sources d'énergie plus durables. Au cours des entretiens menés, il est apparu clairement que les acteurs de ce secteur sont conscients des défis posés par les espèces invasives dans le contexte des cultures bioénergétiques. La plupart des personnes interrogées partagent des réflexions similaires quant à l'utilisation des espèces invasives en Belgique, soulignant que ce sujet est relativement nouveau et n'a pas encore été pleinement exploré sur le territoire belge.

Traditionnellement, les cultures bioénergétiques telles que le maïs, le colza et la betterave sont privilégiées en raison de leur efficacité énergétique supérieure et de la connaissance accrue des pratiques culturales associées. Cependant, des initiatives émergentes ont montré un intérêt croissant pour l'introduction de nouvelles cultures, telles que *Miscanthus sinensis* et *Silphium perfoliatum*, dans le paysage agricole belge.

Par exemple, le directeur commercial de *Biowanze* a confirmé l'utilisation de la *Miscanthus* pour la production d'énergie destinée au fonctionnement de la raffinerie. De même, IDETA et Valbiom ont soutenu des agriculteurs dans des projets visant à utiliser *Silphium perfoliatum*, une

culture prometteuse en termes de potentiel énergétique et de durabilité environnementale. Plus spécifiquement, chez Natagriwal, une étude de faisabilité a été menée en mars 2023 sous l'égide du CIPF (Centre Indépendant de Promotion Fourragère) pour évaluer l'implantation de *Silphium perfoliatum* en Wallonie. Les premiers essais de cette étude ont permis d'acquérir une meilleure compréhension de cette nouvelle culture dans la région. Les résultats obtenus, tant sur le plan environnemental qu'agronomique, ont suscité un vif intérêt parmi les agriculteurs, les apiculteurs et les environnementalistes, comme en témoignent les demandes croissantes d'informations sur le sujet.

4.7 Le principe de précaution

La problématique des invasions biologiques dans le domaine de la bioénergie est indubitablement liée au principe de précaution, tel que défini dans l'article 191 du traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne (TFUE). Le principe stipule que lorsqu'il existe une incertitude scientifique sur les risques d'une activité ou d'une technologie pouvant causer des dommages graves ou irréversibles à l'environnement ou à la santé humaine, des mesures préventives doivent être prises pour éviter ces dommages, même si la preuve complète de ces risques n'est pas encore établie.

Dans le cadre de cette étude, l'évaluation scientifique objective se matérialise à travers l'analyse de risque effectuée par Harmonia⁺. Les risques potentiellement dangereux se réfèrent aux impacts environnementaux des espèces exotiques sur la biodiversité indigène. Ainsi, l'utilisation d'espèces exotiques pour la bioénergie doit impérativement s'inscrire dans ce principe. En évaluant les risques d'invasion et en obtenant des scores révélant un risque même minime, il est crucial de reconnaître la présence de cette probabilité d'invasion. Négliger cette probabilité, aussi faible soit-elle, serait imprudent et contraire au principe de précaution. Par conséquent, une approche diligente et réfléchie s'impose lors de la prise de décisions concernant l'utilisation d'espèces exotiques dans le domaine de la bioénergie. En intégrant le principe de précaution dans nos décisions, nous nous engageons vers une utilisation plus responsable et durable des ressources naturelles, en veillant à protéger la biodiversité et à prévenir les conséquences néfastes des invasions biologiques.

4.8 L'équilibre société et environnement

La réduction de l'utilisation des énergies fossiles constitue l'objectif central des politiques énergétiques actuelles. Le recours accru aux énergies renouvelables représente l'une des solutions les plus efficaces pour réduire l'empreinte carbone de nos systèmes énergétiques. Cependant, il est essentiel de reconnaître que cette transition vers des sources d'énergie plus durables, souvent

désignées comme « vertes », n'est pas exempte de défis et de réflexions critiques. L'introduction d'espèces exotiques à des fins énergétiques peut déclencher des processus d'invasions biologiques, menaçant ainsi la stabilité des écosystèmes et la biodiversité locale. Ces conséquences potentielles doivent être soigneusement prises en compte dans le cadre d'une transition énergétique.

Les enjeux sociétaux associés à la demande croissante en énergie sont indéniables, et il est impératif de répondre à ces besoins de manière durable. Cependant, il est tout aussi crucial d'adopter une approche équilibrée qui tienne compte des risques environnementaux liés à l'expansion des énergies renouvelables. Trouver un équilibre entre la nécessité de réduire les émissions de carbone et les préoccupations environnementales liées aux invasions biologiques est donc essentiel pour garantir une transition énergétique véritablement durable. Cela nécessite une analyse approfondie des compromis et des solutions potentielles, ainsi qu'une collaboration étroite entre les décideurs, les scientifiques et les parties prenantes de la société.

Dans ce contexte, des recommandations stratégiques de gestion sont nécessaires pour orienter les politiques énergétiques vers des solutions plus durables et résilientes. Tout d'abord, il est essentiel d'investir dans la recherche et le développement de technologies énergétiques alternatives qui minimisent les risques d'invasions biologiques. Cela pourrait inclure des techniques de culture innovantes, telles que l'agroforesterie ou l'agroécologie, qui favorisent la biodiversité tout en produisant des biocarburants. Dans le cadre des analyses de risques liées aux espèces invasives, il est impératif de promouvoir le développement de la recherche fondamentale sur les caractéristiques botaniques des plantes ainsi que sur leur potentiel invasif et leurs impacts éventuels. Comprendre en profondeur le mode de reproduction et le contexte écologique des espèces est essentiel pour évaluer et minimiser les risques d'invasions.

Pour élaborer des législations fondées sur des preuves solides, « evidence-based policies », il est nécessaire de disposer de recherches approfondies capables de justifier la prohibition de l'utilisation d'une espèce donnée. Cela implique de mener des études exhaustives qui examinent non seulement les effets directs de l'introduction d'une espèce dans un nouvel environnement, mais également ses interactions avec les espèces indigènes, son potentiel de propagation et les conséquences à long terme sur l'écosystème. En investissant dans la recherche scientifique et en encourageant la collaboration transdisciplinaire entre les chercheurs, les agriculteurs, les acteurs du secteur de la bioénergie, et les décideurs politiques, il est possible de renforcer les bases de connaissances nécessaires pour élaborer des politiques de gestion des espèces invasives fondées sur des preuves solides.

De plus, il est indispensable de mettre en place des mesures de gestion efficaces pour contrôler la propagation des espèces invasives et réduire leurs impacts sur les écosystèmes. Cela nécessite la mise en œuvre de projets de gestion stratégique. En premier lieu, il convient d'instaurer des mesures rigoureuses de contrôle pour prévenir l'introduction d'espèces exotiques et ainsi limiter les risques d'invasion. Ensuite, il est crucial de développer des programmes de surveillance et de contrôle visant à éradiquer les populations établies, ainsi que des actions de restauration pour réhabiliter les habitats affectés.

Selon Burt et al. (2007), le coût de chaque étape de gestion des invasions biologiques augmente en fonction du stade d'invasion de l'espèce. La prévention s'avère ainsi être l'approche la plus efficace et économiquement rentable, tandis que le contrôle représente l'option la plus coûteuse. Il est donc impératif de privilégier une approche préventive fondée sur le principe de précaution afin de minimiser les coûts associés à la gestion des invasions biologiques.

Enfin, une approche intégrée et collaborative est essentielle pour relever ces défis complexes. Les gouvernements, les institutions, les industries et la société civile doivent travailler ensemble pour élaborer des politiques et des stratégies qui favorisent une transition énergétique durable tout en préservant la biodiversité et les écosystèmes naturels. En adoptant une approche précautionneuse, proactive et concertée, il est possible de répondre aux besoins énergétiques de la société tout en minimisant les impacts néfastes des invasions biologiques.

4.9 Campagnes de communication

Les résultats de ce mémoire éclairent la prise de décision concernant les espèces exotiques dans le milieu de la bioénergie en Belgique. Les fiches d'identité réalisées pourraient être utilisées comme outil de communication pour informer et conscientiser dans des campagnes de sensibilisation et de conscientisation auprès des acteurs du secteur de la bioénergie. Ces campagnes permettent tout d'abord de mettre en évidence les risques associés aux espèces invasives ainsi que de promouvoir des pratiques agricoles et industrielles plus responsables. Les acteurs de la bioénergie, qu'il s'agisse des agriculteurs, des producteurs de biocarburants ou des décideurs politiques, doivent être informés des conséquences potentielles de leurs actions sur l'environnement et être encouragés à adopter des mesures de prévention et de gestion des invasions biologiques. Un code de conduite tel que celui réalisé pour le projet LIFE+ AlterIAS financé par la Commission Européenne pour les espèces exotiques rivulaires envahissantes vendues dans les magasins d'horticulture pourrait être développé mais dans le contexte des cultures bioénergétiques. Un plan d'action complet devrait être élaboré,

comprenant des mesures telles que la formation sur l'identification des espèces invasives et la mise en place de systèmes de surveillance et de détection précoce.

En favorisant une approche participative basée sur une sensibilisation au préalable qui mobilise l'ensemble des acteurs du secteur de la bioénergie et qui met en place des politiques et des programmes appropriés, il est possible de réduire de manière significative les risques d'invasions biologiques et de promouvoir une utilisation plus durable des ressources naturelles dans le domaine de la bioénergie.

5. Conclusion et recommandations

L'étude présentée dans ce mémoire avait pour objectif principal d'identifier et d'évaluer les espèces exotiques envisagées pour la culture bioénergétique et la production de biocarburants en Belgique. Cette initiative n'a jamais été réalisée en Belgique et est une approche de prévention qui cherche à déterminer quelles espèces exotiques pourraient être utilisées dans le territoire belge sans causer une invasion biologique. Basée sur une revue de la littérature et des entretiens avec des acteurs du secteur, cette recherche a permis d'établir une liste de onze espèces potentiellement cultivables en Belgique en fonction de leurs caractéristiques botaniques. Parmi ces espèces, une analyse approfondie des risques a été réalisée pour sept d'entre elles et sélectionnées par leur compatibilité climatique et l'absence d'analyses de risque sur le territoire belge. Cette analyse a permis de classer leur risque environnemental en trois catégories : risque élevé, risque modéré et risque faible.

Les résultats obtenus révèlent que certaines espèces, comme *Miscanthus sinensis* et *Paulownia tomentosa*, présentent un risque élevé d'impact environnemental, tandis que d'autres, comme *Miscanthus x giganteus*, montrent un risque faible. *Silphium perfoliatum*, *Ricinus communis*, *Panicum virgatum* et *Camelina sativa* présentent un risque modéré. Ces résultats sont significatifs pour orienter les décisions concernant l'utilisation de ces espèces dans les projets de bioénergie en Belgique. Cependant, il est crucial de noter que les scores globaux utilisés pour ces évaluations ne reflètent pas toujours fidèlement le potentiel invasif et l'impact réel de chaque espèce. Par exemple, *Silphium perfoliatum*, bien que classée avec un risque modéré, a montré une capacité élevée d'introduction et de dispersion, soulevant des préoccupations quant à son usage.

L'une des principales limitations de cette étude réside dans les niveaux de confiance associés aux analyses de risques. En effet, le manque de données détaillées sur certaines espèces, notamment *Camelina sativa* et *Panicum virgatum*, a conduit à des niveaux de confiance faibles dans les évaluations. Cette lacune souligne la nécessité de mener davantage de recherches fondamentales sur

les caractéristiques botaniques et écologiques des espèces exotiques envisagées pour la bioénergie. De plus, la tendance actuelle de la recherche à privilégier l'efficacité énergétique et les processus de conversion de la biomasse, au détriment de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels, doit être rééquilibrée.

L'application du principe de précaution est essentielle dans le cadre de l'introduction d'espèces exotiques pour la bioénergie. Ce principe stipule que des mesures préventives doivent être prises en présence d'une incertitude scientifique sur les risques pour l'environnement ou la santé humaine. Dans ce contexte, les résultats de l'analyse de risques, même s'ils indiquent un risque minime, doivent être pris au sérieux pour éviter des conséquences écologiques irréversibles. Cette approche précautionneuse est d'autant plus nécessaire face aux défis posés par le changement climatique, qui peut exacerber le potentiel invasif des espèces exotiques.

Contrôler les voies d'introduction et de dispersion des espèces exotiques est crucial pour prévenir les invasions biologiques. Les résultats de plusieurs études ont mis en lumière le rôle significatif des machines agricoles et des camions de transport dans la dispersion des espèces cultivées pour la bioénergie. Des mesures strictes de gestion doivent être mises en place pour minimiser ces risques, incluant des protocoles de nettoyage des équipements agricoles et des stratégies de confinement des cultures.

Pour assurer une transition énergétique durable, il est impératif de trouver un équilibre entre les besoins en énergie renouvelable et la préservation de la biodiversité. Les recommandations stratégiques incluent l'investissement dans des technologies énergétiques alternatives moins susceptibles de provoquer des invasions biologiques. De plus, des politiques fondées sur des preuves solides, issues de recherches approfondies sur les risques d'invasion, sont nécessaires. Cela implique de développer des protocoles standardisés pour l'évaluation des risques, des mesures de prévention, et des programmes de surveillance et de contrôle des espèces invasives.

Il serait également judicieux de questionner nos modes de consommation d'énergie et de développer une approche de sobriété énergétique visant à réduire notre utilisation d'énergie. Cette démarche s'inscrit dans une perspective de long terme, cherchant non seulement à répondre aux défis actuels, mais aussi à préparer un avenir plus résilient et durable. En repensant notre rapport à l'énergie, nous privilégions des comportements plus économes et responsables.

En fin de compte, la gestion des espèces exotiques pour la bioénergie doit s'inscrire dans une vision holistique et durable, où les bénéfices énergétiques et économiques sont équilibrés par une

responsabilité environnementale accrue. La prise de conscience et l'éducation des acteurs du secteur, alliées à des politiques rigoureuses et à une recherche scientifique soutenue, formeront le socle d'une transition énergétique réussie et respectueuse de notre patrimoine naturel.

L'avenir de la bioénergie en Belgique et ailleurs dépendra de notre capacité collective à naviguer ces défis avec intelligence et prévoyance, assurant ainsi un avenir énergétique qui soit non seulement durable, mais aussi harmonieux avec les écosystèmes environnants. Des recherches poussées sur les propriétés des espèces indigènes et leurs potentialités énergétiques pourraient offrir des alternatives viables aux espèces exotiques, réduisant ainsi les risques d'invasion.

En conclusion, ce mémoire est une première sur le territoire belge dans le cadre des analyses de risques et a contribué à une meilleure compréhension des risques associés à l'introduction d'espèces exotiques pour la bioénergie en Belgique. Nous recommandons d'instaurer une réglementation nationale pour les espèces exotiques de notre liste d'alerte, et de transmettre cette liste à la Commission Européenne. Cela permettra de mettre en place des mesures de prévention et de gestion de ces espèces en Belgique et en Europe. Les résultats obtenus offrent une base solide pour orienter les politiques et les pratiques dans ce domaine, tout en soulignant l'importance de la recherche fondamentale et de l'application du principe de précaution. Nous suggérons également de créer un cadre de discussion et de coopération entre les acteurs du secteur de la bioénergie, les agriculteurs et les institutions publiques, ainsi que de développer des actions éducatives pour sensibiliser toutes les parties concernées. Une approche intégrée et collaborative, impliquant tous les acteurs concernés, est essentielle pour garantir une transition énergétique respectueuse de l'environnement et durable à long terme.

6. Références

- Ambrose, R. F. & Rundel, P. W. (2007). Influence of Nutrient Loading on the Invasion of an Alien Plant Species, Giant Reed (*Arundo donax*), in Southern California Riparian Ecosystems. UC Berkeley: University of California Water Resources Center. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/3qt3s5c4>
- ANDREAZZA, R., BORTOLON, L., PIENIZ, S., & CAMARGO, F. A. O. (2013). Use of High-Yielding Bioenergy Plant Castor Bean (*Ricinus communis* L.) as a Potential Phytoremediator for Copper-Contaminated Soils. *Pedosphere*, 23(5), 651-661. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(13\)60057-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(13)60057-0)
- Angelini, L. G., Abou Chehade, L., Foschi, L., & Tavarini, S. (2020). Performance and Potentiality of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) Genotypes in Response to Sowing Date under Mediterranean Environment. *Agronomy*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10121929>
- Arianoutsou, M., Bazos, I., Christopoulou, A., Kokkoris, Y., Zikos, A., Zervou, S., Delipetrou, P., Cardoso, A. C., Deriu, I., Gervasini, E., & Tsiamis, K. (2021). Alien plants of Europe: introduction pathways, gateways and time trends. *PeerJ*, 9, e11270. <https://doi.org/10.7717/peerj.11270>
- Barney, DiTomaso (2008) Nonnative species and bioenergy: are we cultivating the next invader? *Bioscience*, 58, 64–70
- Beaury, E. M., Fusco, E. J., Jackson, M. R., Laginhas, B. B., Morelli, T. L., Allen, J. M., Pasquarella, V. J., & Bradley, B. A. (2020). Incorporating climate change into invasive species management: Insights from managers. *Biological Invasions*, 22(2), 233-252. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02087-6>
- Belgian National Scientific Secretariat on Invasive Alien Species : EU IAS Regulation. Consulté le 5 novembre 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.iasregulation.be/3/1>
- Bell, G. (1997). *Ecology and management of Arundo donax, and approaches to riparian habitat restoration in southern California*. (p. 103-113).
- Black bamboo - *Phyllostachys nigra*. Waarnemingen.be Consulté le 08/04/2024. Disponible à l'adresse : <https://waarnemingen.be/species/135639/>
- Böhm, C., Quinkenstein, A., & Freese, D. (2013). Yield prediction of young black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations for woody biomass production using allometric relations. *Annals of Forest Research*, 54. <https://doi.org/10.15287/afr.2011.91>

- Branquart Etienne (Ed.), 2007. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium.
- Branquart Etienne (Ed.), 2009 Alert, black and watch lists of invasive species in Belgium. Harmonia version 1.2, Belgian Forum on Invasive species, consulté le 12/04/2024. Disponible sur : <https://ias.biodiversity.be/definitions#list>
- Branquart Etienne, Vanderhoeven Sonia, Van Landuyt Wouter, Van Rossum Fabienne, Verloove Filip, (2015). Harmonia database: Robinia pseudoacacia. Harmonia version 1.2, Belgian Forum on Invasive Species, Consulté le 12/04/2024, disponible sur : <https://ias.biodiversity.be/species/show/15>
- Branquart Etienne, Vanderhoeven Sonia, Van Landuyt Wouter, Van Rossum Fabienne, Verloove Filip (2011). Harmonia database: Rhododendron ponticum. Harmonia version 1.2, Belgian Forum on Invasive Species, Consulté le 12/04/2024, disponible sur <https://ias.biodiversity.be/species/show/91>
- Brennenstuhl, G. (2008). Zur Einbürgerung von Vinca- und Miscanthus-Taxa – Beobachtungen im Gebiet um Salzwedel. *Mitteilungen zur floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt*, 13. <https://doi.org/10.21248/mfk.180>
- Burt, J. W., Muir, A. A., Piovia-Scott, J., Veblen, K. E., Chang, A. L., Grossman, J. D., & Weiskel, H. W. (2007). Preventing horticultural introductions of invasive plants: Potential efficacy of voluntary initiatives. *Biological Invasions*, 9(8), 909-923. <https://doi.org/10.1007/s10530-0079090-4>
- CABI. (2019a). *Camelina sativa*. *CABI Compendium*, CABI Compendium, 112916. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.112916>
- CABI. (2019b). *Rhododendron ponticum* (rhododendron). *CABI Compendium*, CABI Compendium, 47272. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.47272>
- CABI. (2019c). *Robinia pseudoacacia* (black locust). *CABI Compendium*, CABI Compendium, 47698. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.47698>
- Canning-Clode, J. (Éd.). (2015). *Vectors, Ecological Impacts, Management and Predictions*. De Gruyter Open Poland. <https://doi.org/doi:10.1515/9783110438666>
- Carpenter, S. B., M. J. Immel, & Smith, N. D. (1983). Effect of Photoperiod on the Growth and Photosynthetic Capacity of Paulownia Seedlings. *Castanea*, 48(1), 13–18. <http://www.jstor.org/stable/4033278>
- Chinese silver grass - *Miscanthus sinensis*. Waarnemingen.be. Consulté le 09/04/2024. Disponible à l'adresse : <https://waarnemingen.be/species/20479/>
- Chung & Kim. (2012). Miscanthus as a potential bioenergy crop in East Asia. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 15(2), 65–77. <https://doi.org/10.1007/s12892-012-0023-0>

- COP15. (2022). *CONFÉRENCE DES PARTIES À LA CONVENTION SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE (CBD)—Quinzième reunion Montréal (Canada),.*
- Crespo, E., Graus, M., Gilman, J. B., Lerner, B. M., Fall, R., Harren, F. J. M., & Warneke, C. (2013). Volatile organic compound emissions from elephant grass and bamboo cultivars used as potential bioethanol crop. *Atmospheric environment (1994)*, *65*, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.10.009>
- Cultures dédiées en biométhanisation : Que faut-il savoir ? - Partie 1 | Valbiom - Valorisation de la biomasse.* (s. d.). Consulté 19 mai 2024, à l'adresse <https://www.valbiom.be/actualites/analyse-cultures-dediees-en-biomethanisation-que-faut-il-savoir-partie-1>
- Davis, A.S., Cousens, R.D., Hill, J., Mack, R.N., Simberloff, D. and Raghu, S. (2010), Screening bioenergy feedstock crops to mitigate invasion risk. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *8*: 533-539. <https://doi.org/10.1890/090030>
- Davis (2010). The invasion potential and competitive ability of *Camelina sativa* (L.) Crantz (camelina) in rangeland ecosystems.
- Deah Lieurance, Aimee Cooper, Austin L. Young, Doria R. Gordon, S. Luke Flory (2018). Running bamboo species pose a greater invasion risk than clumping bamboo species in the continental United States. *Journal for Nature Conservation*, Volume 43, Pages 39-45, ISSN 1617-1381, <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.02.012>.
- D'Hondt, Bram ; Vanderhoeven, Sonia; Roelandt, Sophie ; Mayer, François ; Versteirt, Veerle; Adriaens, Tim ; Ducheyne, Els; Saint-Martin, Gilles ; Grégoire, Jean-Claude; Taureau, Iris ; Quoilin, Sophie; Cigare, Julien ; Heughebaert, André; Branquart, Étienne (2015). Harmonia⁺ et Pandora⁺ : outils de dépistage des risques liés aux plantes, aux animaux et à leurs agents pathogènes potentiellement envahissants. *Invasions biologiques*, *17*(6), 1869-1883. DOI :10.1007/s10530-015-0843-1
- DIRECTIVE (UE) 2018/ 2001. (2018). *DIRECTIVE (UE) 2018/ 2001 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL - du 11 décembre 2018—Relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.*
- Ditomaso, J. M., Kyser, G. B., Oneto, S. R., Wilson, R. G., Orloff, S. B., Anderson, L. W. J., Wright, S. D., Roncoroni, J. A., Miller, T. L., Prather, T. S., Ransom, C. V., Beck, K. G., Duncan, C. A., Wilson, K. A., & Mann, J. J. (2013). *Weed control in natural areas in the Western United States.* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:130660685>
- Domínguez, E., Romání, A., Domingues, L., & Garrote, G. (2017). Evaluation of strategies for second generation bioethanol production from fast growing biomass Paulownia within a biorefinery scheme. *Applied Energy*, *187*, 777-789. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.114>

- Dong, H.; Van Buijtenen, J. P. (1994). A Paulownia Seed Source Trial in East Texas and its Implications to Species Introduction. *Southern Journal of Applied Forestry*, 18(2), 65–67. doi:10.1093/sjaf/18.2.65
- Ellstrand, N., & Schierenbeck, K. (2006). Ellstrand NC, Schierenbeck KA. Hybridization as a stimulus for the evolution of invasiveness in plants ? *Euphytica* 148 : 35-46. *Euphytica*, 148, 35-46. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-5939-3>
- Ende, Knöllinger, Keil, Fiedler and Lauerer (2021). Possibly Invasive New Bioenergy Crop *Silphium perfoliatum*: Growth and Reproduction Are Promoted in Moist Soil. *Agriculture* 11, no. 1: 24. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010024>
- europarl.europa.eu. (2022, avril 5). *Le changement climatique en Europe : Faits et chiffres*. Thèmes | Parlement européen. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20180703STO07123/le-changement-climatique-en-europe-faits-et-chiffres>
- European Court of Auditors. (s. d.). *Rapport spécial 29/2023 : Aide de l'UE en faveur des biocarburants durables dans les transports – Une trajectoire imprécise*.
- Evers, G.W. and Parsons, M.J. (2003), Soil Type and Moisture Level Influence on Alamo Switchgrass Emergence and Seedling Growth. *Crop Sci.*, 43: 288-294. <https://doi.org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2135/cropsci2003.0288>
- Ferchaud, F., Vitte, G., Bornet, F., Strullu, L., & Mary, B. (2015). Soil water uptake and root distribution of different perennial and annual bioenergy crops. *Plant and Soil*, 388(1), 307-322. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2335-y>
- Flint, S. A., Shaw, R. G., & Jordan, N. R. (2021). Effects of Selection Regime on Invasive Characteristics in an Emerging Biomass Crop, Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Sustainability*, 13(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/su13095045>
- Florida Exotic Pest Plant Council (2010). List of Invasive Plant Species. Florida Exotic Pest Plant Council.
- Foxglove-tree - *Paulownia tomentosa*, Consulté le 09/04/2024. Waarnemingen.be. Disponible à l'adresse : <https://waarnemingen.be/species/9162/>
- Gansberger, M., Montgomery, L. F. R., & Liebhard, P. (2015). Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production : A review. *Industrial Crops and Products*, 63, 362-372. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.047>
- Ghidoli, M., Pesenti, M., Colombo, F., Nocito, F. F., Pilu, R., & Araniti, F. (2023). *Camelina sativa* (L.) Crantz as a Promising Cover Crop Species with Allelopathic Potential. *Agronomy*, 13(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082187>

- Giant reed - *Arundo donax*. Waarnemingen.be. Consulté le 09/04/2024. Disponible à l'adresse : <https://waarnemingen.be/species/123779/>
- Global Invasive Species Database (2024) Species profile: Paulownia tomentosa. Downloaded from <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=440> on 08-05-2024.
- Glowacka, K., Kaczmarek, Z., & Jeżowski, S. (2012). Androgenesis in the Bioenergy Plant *Miscanthus sinensis*: From Calli Induction to Plant Regeneration. *Crop science*, 52(6), 2659-2673. <https://doi.org/10.2135/cropsci2011.12.0685>
- Gosse, Dido & Reniers, Jane & Adriaens, Tim & Vanderhoeven, Sonia & D'hondt, Bram & Branquart, Etienne. (2018). PATHWAYS OF UNINTENTIONAL INTRODUCTION AND SPREAD OF IAS OF UNION CONCERN IN BELGIUM REPORT 1. IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION 2018. 10.13140/RG.2.2.21465.54883.
- Greef, J. M., & Deuter, M. (1993). *Syntaxonomy of Miscanthus x giganteus Greef et Deu.* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:83046009>
- Groeneveld and Klein (2014), Pollination of two oil-producing plant species: Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) and pennycress (*Thlaspi arvense* L.) double-cropping in Germany. *GCB Bioenergy*, 6: 242-251. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12122>
- Hanover, J. W., & Mebrahtu, T. (1991). *Robinia pseudoacacia : Temperate legume tree with worldwide potential.* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:83380729>
- Harley (2007). Weeds of of Blue Mountains Bushlands: Garden plants going wild. New South Wales, Australia: Blue Mountains Bush Care. <http://www.weedsbluemountains.org.au>
- HARROWER, SCALERA, PAGAD, SCHÖNROGGE et ROY,. (2017). *Guidance for interpretation of CBD Categories on Introduction Pathways. Technical Note Prepared By IUCN For The European Commission.* <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/519129/1/N519129CR.pdf>
- Harris, Standford, Edwards, Travis & Park. (2011). Integrating demographic data and a mechanistic dispersal model to predict invasion spread of *Rhododendron ponticum* in different habitats. *Ecological Informatics* 6: 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.03.004>
- Henderson L. (2007). Invasive, naturalized and casual alien plants in southern Africa: a summary based on the Southern African Plant Invaders Atlas (SAPIA). *Bothalia*, 37(2):215-248.
- Hennequin, L. M., Polizzi, K., Fennell, P. S., & Hallett, J. P. (2021). Rhododendron and Japanese Knotweed: invasive species as innovative crops for second generation biofuels for the ionoSolv process. *RSC advances*, 11(3), 18395-1843. <https://doi.org/10.1039/d1ra01943k>
- Invasive Alien Species in Belgium: Rhododendron ponticum. Consulté en ligne le 08/04/2024. Disponible à l'adresse : <https://ias.biodiversity.be/species/show/91>
- Invasive Alien Species in Belgium.* (s. d.). Consulté 19 mai 2024, à l'adresse <https://ias.biodiversity.be/>

- IPBES (2023). Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Roy, H. E., Pauchard, A., Stoett, P., and Renard Truong, T. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430682>
- Jakubowski, Marcin (2022). Cultivation Potential and Uses of Paulownia Wood: A Review *Forests* 13, no. 5: 668. <https://doi.org/10.3390/f13050668>
- Kolar, C. S., & Lodge, D. M. (2001). Progress in invasion biology : Predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(4), 199-204. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02101-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02101-2)
- Kuppinger, Dane Mitchell (2008). Post-fire vegetation dynamics and the invasion of *Paulownia tomentosa* in the southern Appalachians. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill. 210 p. Dissertation. [72298].
- Mack, Simberloff, Lonsdale, Evans, Clout and Bazzaz (2000). *Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control. Ecological Applications*, 10(3), 689–710. doi:10.2307/2641039
- MAINKA and HOWARD (2010), Climate change and invasive species: double jeopardy. *Integrative Zoology*, 5: 102-111. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2010.00193.x>
- Mann, J. J., Kyser, G. B., Barney, J. N., & DiTomaso, J. M., 2013. Assessment of Aboveground and Belowground Vegetative Fragments as Propagules in the Bioenergy Crops *Arundo donax* and *Miscanthus × giganteus*. *Bioenergy research*, 6(2), 688-698. <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9286-z>
- Marie Ende, L., Knöllinger, K., Keil, M., Fiedler, A. J., & Lauerer, M. (2021). Possibly invasive new bioenergy crop *Silphium perfoliatum*: Growth and reproduction are promoted in moist soil. *Agriculture (Basel)*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010024>
- Matlaga et Davis (2013), Minimizing invasive potential of *Miscanthus × giganteus* grown for bioenergy: identifying demographic thresholds for population growth and spread. *J Appl Ecol*, 50: 479-487. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12057>
- Matthews, J.; Beringen, R.; Huijbregts, M.A.J.; van der Mheen, H.J.; Odé, B.; Trindade, L.; van Valkenburg, J.L.C.H.; van der Velde, G.; R.S.E.W. (2015). Horizon Scanning and Environmental Risk Analyses of Non-Native Biomass Crops in the Netherlands; Department of Environmental Science, Institute for Water and Wetland Research, Radboud University Nijmegen: Nijmegen, The Netherlands.
- McIsaac, G.F., David, M.B. and Mitchell, C.A. (2010), *Miscanthus* and Switchgrass Production in Central Illinois: Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. *J. Environ. Qual.*, 39: 1790-1799. <https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2134/jeq2009.0497>

- Meyerson, L. A., & Mooney, H. A. (2007). Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(4), 199-208. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[199:IASIAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.0.CO;2)
- Michaela Vítková, Jana Müllerová, Jiří Sádlo, Jan Pergl, Petr Pyšek (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, Volume 384, Pages 287-302, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057>.
- Neha, Pardha-Saradhi, Sharma, (2014). Can adaptive modulation of traits to urban environments facilitate *Ricinus communis* L. invasiveness? *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(11):7941-7948. <http://rd.springer.com/journal/10661>
- Nehring, S., Kowarik, I., Lippe, M., Lauterbach, D., Seitz, B., Isermann, M., & Etling, K. (2013). Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. I. Einführung, Auswertung und Schlussfolgerungen. In *BfN-Skripten* (Vol. 352, p. 9-28).
- Neupane, D.; Lohaus, R.H.; Solomon, J.K.Q.; Cushman, J.C. (2022). Realizing the Potential of *Camelina sativa* as a Bioenergy Crop for a Changing Global Climate. *Plants* 2022, 11, 772. <https://doi.org/10.3390/plants11060772>
- Pagad, S. (2016). *Bamboos and Invasiveness- Identifying which Bamboo species pose a risk to the natural environment and what can be done to reduce this risk.*
- PASCAL, Herve, & Simberloff, (2010). Invasions biologiques et préservation de la biodiversité. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 29, 367-403. <https://doi.org/10.20506/rst.29.2.1985>
- Pasiecznik (2022). *Paulownia tomentosa* (paulownia). CABI Digital Library. Consulté le 07/05/2024. Disponible à l'adresse : <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.39100>
- Phyllostachys nigra* (Lodd. Ex Lindl.) Munro | *Plants of the World Online* | *Kew Science*. (s. d.). *Plants of the World Online*. Consulté 20 mai 2024, à l'adresse <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:416031-1>
- Shaw (1984). Rhododendron ponticum- Ecological reasons for the success of an alien species in Britain and features that may assist in its control. *Aspects of Applied Biology*, 5:231-239.
- Stasnik, Großkinsky, Jonak (2022). Physiological and phenotypic characterization of diverse *Camelina sativa* lines in response to waterlogging, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volume 183, Pages 120-127, ISSN 0981-9428, <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.05.007>.

- Stewart, Toma, Fernandez, Nishiwaki, Yamada, Bollero (2009) The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Global Change Biology Bioenergy*, 1, 126–153.
<https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2009.01010.x>
- Sydor, Kurasiak-Popowska, Stuper-Szablewska and Rogoziński (2022). *Camelina sativa*. Status quo and future perspectives, *Industrial Crops and Products*, Volume 187, Part B, 2022, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115531>
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O’Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T., & Tsomondo, T. (2001). Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84(1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/s0167-8809\(00\)00178-x](https://doi.org/10.1016/s0167-8809(00)00178-x)
- Prise acte Conseil des ministres. (2018). *Projet de Contribution fédérale au Plan National intégré Énergie Climat (PFEC) 2021-2030*.
- Projet de mise à jour du Plan National Energie et Climat belge 2021-2030 (PNEC 2023). Version du comité de concertation du 22 novembre 2023.
- Pyšek, P. (2004). The most complete global overview of invasive species in natural areas. *Diversity and Distributions*, 10(5-6), 505-506. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00128.x>
- QUINN, ALLEN and STEWART (2010). Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *GCB Bioenergy*, 2: 310-320.
<https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2010.01062.x>
- Règlement (UE) 2018/842. Le parlement européen et le conseil de l’Union Européenne 156 OJ L (2018). Règlement du 30 mai 2018 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les États membres de 2021 à 2030 contribuant à l’action pour le climat afin de respecter les engagements pris dans le cadre de l’accord de Paris et modifiant le règlement (UE) no 525/2013. Journal officiel du 19 juin 2018.
- Règlement (UE) 2021/1119 du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 2021 établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique et modifiant les règlements (CE) no 401/2009 et (UE) 2018/1999 («loi européenne sur le climat»), 243 OJ L (2021).
<http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/fra>
- Remaley T (2005). Princess Tree: *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Sieb. & Zucc. ex Steud. Washington DC, USA: Bureau of Land Management, Plant Conservation Alliance.
<http://www.nps.gov/plants/alien/fact/pato1.html>

- REPowerEU, 2022. (2022, mai 18). *REPowerEU*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
- Rhododendron - *Rhododendron ponticum*. Waarnemingen.be. Consulté le 09/04/2024 Disponible à l'adresse : <https://waarnemingen.be/species/7312/>
- Robinson, R. G. (1987). *Camelina : A Useful Research Crop and a Potential Oilseed Crop*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127624723>
- Robinia pseudoacacia L.* | *Plants of the World Online* | *Kew Science*. (s. d.). Plants of the World Online. Consulté 20 mai 2024, à l'adresse <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30034699-2>
- ROJAS-SANDOVAL, ACEVEDO-RODRÍGUEZ, (2022). *Ricinus communis* (castor bean). CABI Digital Library. Consulté le 09/04/2024. Disponible à l'adresse : <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.47618#REF-DDB-150689>
- Sala, O. E., Chapin FS 3rd, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E, Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R, Lodge DM, Mooney HA, Oesterheld M, Poff NL, Sykes MT, Walker BH, Walker M, Wall DH. (2000). *Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100* 287(5459), 1770–1774. *Doi:10.1126/science.287.5459.1770* doi:10.1126/science.287.5459.1770
- Salihu, Bolaji & Gana, A.K. & Apuyor, Benson. (2014). Castor oil plant (*Ricinus communis L.*): Botany, ecology and uses. *Int J Sci Res*. 3. 1333-1341
- Smith, L.L., Allen, D.J., Barney, J. (2015). The thin green line: sustainable bioenergy feedstocks or invaders in waiting. *NeoBiota* 25, 47–71. <https://doi.org/10.3897/neobiota.25.8613>
- Southeast Exotic Pest Plant Council Invasive Plant Manual (SE-EPPC). 2003. Princess Tree. *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Sieb. & Zucc. ex Steud. *Invasive Plants of the Eastern SPF Economie*. (s. d.). *Part des sources d'énergie renouvelables (SER) dans la consommation finale d'énergie*. SPF Economie. Consulté 19 mai 2024, à l'adresse <https://economie.fgov.be/fr/part-des-sources-denergie>
- Stewart, Toma , Fernandez, Nishiwaki, Yamada, Bollero (2009) The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Global Change Biology Bioenergy*, 1, 126–153. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2009.01010.x>
- Switchgrass - *Panicum virgatum*. Waarnemingen.be. Consulté le 08/04/2024. Disponible à l'adresse : <https://waarnemingen.be/species/150023/>
- Tavakoli-Hashjini, E., Piorr, A., Müller, K., & Vicente-Vicente, J. L. (2020). Potential bioenergy production from *Miscanthus x giganteus* in brandenburg: Producing bioenergy and fostering

- other ecosystem services while ensuring food self-sufficiency in the Berlin-Brandenburg region. *Sustainability* (Basel, Switzerland), 12(18). <https://doi.org/10.3390/su12187731>
- Tout savoir sur les biocarburants*. (s. d.). Ministère de l’Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. Consulté 19 mai 2024, à l’adresse <https://agriculture.gouv.fr/tout-savoir-sur-les-biocarburants>
- U.S. Department of Agriculture (2020). Summary Report: 2017 National Resources Inventory, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, and Center for Survey Statistics and Methodology, Iowa State University, Ames, Iowa. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/nra/nri/results>
- VANDERHOEVEN, ADRIAENS, DESMET, STRUBBE, BACKELJAU, BARBIER, BROSENS, CIGAR, COUPREMANNE, DE TROCH, EGGERMONT, HEUGHEBAERT, HOSTENS, HUYBRECHTS, JACQUEMART, LENS, MONTY, PAQUET, PRÉVOT, ROBERTSON, TERMONIA, VAN DE KERCHOVE, VAN HOEY, VAN SCHAEYBROECK, VERCAIYE, VERLEYE, WELBY, GROOM, (2017). Tracking Invasive Alien Species (TriAS): Building a data-driven framework to inform policy. *Research Ideas And Outcomes*. Vol. 3. DOI 10.3897/rio.3.e13414.
- Version consolidée du traité sur le fonctionnement de l’Union européenne. TROISIÈME PARTIE - LES POLITIQUES ET ACTIONS INTERNES DE L’UNION#TITRE XX - ENVIRONNEMENT. Article 191 (ex-article 174 TCE), 202 OJ C (2016). http://data.europa.eu/eli/treaty/tfeu_2016/art_191/oj/fra
- Waarnemingen.be*. (s. d.). *Waarnemingen.be*. Consulté 19 mai 2024, à l’adresse <https://waarnemingen.be/>
- Zhang, C.-J., Kim, D.-S., Jiang, C., Mahoney, J., Liu, B., Wang, Y., Gao, Y., Zhang, Y., Sun, S., Fan, J., Zhang, H., & Yan, X. (2021). Hourly pollen dispersal of *Camelina sativa* (L.) Crantz under different weather conditions and mitigation of wind-blown pollen dispersal using maize barrier. *Industrial Crops and Products*, 162, 113318. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113318>

7. Annexes



Assessment

context

a01. Provide the name(s) of the assessors: Alicia Guglielmono

a02. Provide the name of the organism under assessment: *Camelina sativa* L. (false flax)

a03. Define the area under assessment: Belgium

a04. The Organism is: alien to, and present within The Area, but not established in the wild

Comments: *Camelina sativa* is an annual or biennial plant that grows primarily in the temperate biome, native to SE. & E. Europe to Russian Far East (thekew.org). According to GBIF.org, there are currently in Belgium 233 occurrences more specifically in the GRIS list (Global, registered, invasive species of Belgium) which leads to confirm that this species is present within the area (gbif.org) Bibliography: *Camelina sativa* (L.) Crantz (gbif.org) thekew.org

a05. This assessment is considering potential impacts within the following domains: the environmental domain

Introduction

a06. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by natural means is:

Comments: Some occurrences near the Belgian border have been observed in Netherlands and France. (GBIF.org; Waarneming.nl). *Camelina sativa* is a drought tolerant annual herbaceous oil-seed species that exhibits perfect sexual reproduction (Davis P.B, 2010). Although *C. sativa* does not reproduce vegetatively, nor is it a perennial plant, some of its attributes (e.g., rapid life cycle, prolific seed production, tolerance to poor soils) could be considered invasive (cabidigitallibrary.org). The species reproduces through sexual reproduction and seeds are small and can move with wind and water. Some articles explain the utilisation of agricultural barriers to prevent the escape of pollen in nature because many species of camelina are genetically modified for the purpose of becoming more efficient for oil and furthermore biodiesel (Chuan-Jie Zhang et al. 2020). Furthermore, primarily self-pollinating *C. sativa* when measured at a small scale produced a relatively small pollen cloud and only small amounts of pollen can be transported by the wind over a short distance. Directional wind did not affect *C. sativa* pollen dispersal (Zang et al, 2021). Some observations close to the Belgian border have been observed which means that there's a medium risk of this species to be introduced by movement of seeds. Bibliographie : Davis, P.B. (2010). The invasion potential and competitive ability of *Camelina sativa* (L.) Crantz (*camelina*) in rangeland ecosystems. Chuan-Jie Zhang, Do-Soon Kim, Changji Jiang, Jonathan Mahoney, Bingliang Liu, Yawen Wang, Yang Gao, Youxin Zhang, Shengnan Sun, Jibiao Fan, Haixi Zhang, Xuebing Yan. 2021. Hourly pollen dispersal of *Camelina sativa* (L.) Crantz under different weather conditions and mitigation of wind-blown pollen dispersal using maize barrier. *Industrial Crops and Products*, Volume 162. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113318>. Fatemeh Hosseini Sanehkooi, Hemmatollah Pirdashti, Esmaeil Bakhshandeh, 2022. Effect of environmental factors on *Camelina sativa* seed germination and emergence. *Acta Physiologiae Plantarum* (2023) 45:4 <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03487-3> *Camelina sativa* | CABI Compendium (cabidigitallibrary.org) Chuan-Jie Zhang, Jonathan Mahoney, Do-Soon Kim, Shengnan Sun, Lu Gan, Jibiao Fan, Xuebing Yan, 2020. Pollen longevity, flowering phenology, and seedbank persistence of *Camelina sativa* (L.) Crantz and congeneric species. *Industrial Crops and Products*. Volume 156, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112872>

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

a07. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by unintentional human actions is:

Comments: Not much information has been published about unintentional introduction by humans. The unintentional introduction of *Camelina sativa* could happen a few times per decade. This species is considered in many European countries as an oilseed crop for biofuel so it could be introduced in nature by an escape from confinement (Neupane et al, 2022; Mohammed et al, 2017). This type of pathway is considered usual with agricultural weeds (Rizitello, 2016). The species can be spread by falling in nature due to transport from culture to a refinery. Some studies provide evidence that spring planting of *C. sativa*'s seeds germinate immediately given permissive conditions from early spring to late fall. This increases the potential risk of gene flow generated by *C. sativa* volunteers due to seed dispersal (Berti et al. 2016). Bibliography: Chuan-Jie Zhang, Jonathan Mahoney, Do-Soon Kim, Shengnan Sun, Lu Gan, Jibiao Fan, Xuebing Yan, 2020. Pollen longevity, flowering phenology, and seedbank persistence of *Camelina sativa* (L.) Crantz and congeneric species. *Industrial Crops and Products*. Volume 156, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112872> Chuan-Jie Zhang, Carol Auer, 2019. Overwintering assessment of camelina (*Camelina sativa*) cultivars and congeneric species in the northeastern US. *Industrial Crops and Products*, Volume 139, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111532> Neupane, D.; Lohaus, R.H.; Solomon, J.K.Q.; Cushman, J.C. Realizing the Potential of *Camelina sativa* as a Bioenergy Crop for a Changing Global Climate. *Plants* 2022, 11, 772. <https://doi.org/10.3390/plants11060772> MOHAMMED, Yesuf Assen, CHEN, Chengci, LAMB, P. F. y AFSHAR, Reza Keshavarz, 2017. Agronomic Evaluation of *Camelina* (*Camelina sativa* L. Crantz) Cultivars for Biodiesel Feedstock. *BioEnergy*. Vol. 10, n° 3, pp. 792-799. DOI 10.1007/s12155-017-9840-9. Marisol Berti, Russ Gesch, Christina Eynck, James Anderson, Steven Cermak, 2016. *Camelina* uses, genetics, genomics, production, and management, *Industrial Crops and Products*, Volume 94, Pages 690-710, ISSN 0926-6690. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.034>. Rizitello C. Richard, 2016. Ecological Risks and Benefits from the Novel Crop *Camelina sativa* (L.) Crantz *Camelina*. University of Connecticut Graduate School Master's theses.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: low CValue: 0

a08. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by intentional human actions is:

Comments: *Camelina sativa* has been considered as an energy crop in many European countries and other countries of the world, this plant has been submitted to agronomic essays (Neupane et al, 2022; Mohammed et al, 2017). More specifically, it has been searched for biofuel production and further efficiency genomes of the species for oilseed for biodiesel (Vollman and Eynck, 2015). Not yet considered in Belgium but could probably happen soon. Bibliography: Neupane, D.; Lohaus, R.H.; Solomon, J.K.Q.; Cushman, J.C. Realizing the Potential of *Camelina sativa* as a Bioenergy Crop for a Changing Global Climate. *Plants* 2022, 11, 772. <https://doi.org/10.3390/plants11060772> Johan Vollman and Christina Eynck, 2015. *Camelina* as a sustainable oilseed crop: contributions of plant breeding and genetic engineering. *Biotechnology Journal* 2015, 10, 525-535. DOI 10.110/biot.201400200 MOHAMMED, Yesuf Assen, CHEN, Chengci, LAMB, P. F. y AFSHAR, Reza Keshavarz, 2017. Agronomic Evaluation of *Camelina* (*Camelina sativa* L. Crantz) Cultivars for Biodiesel Feedstock. *BioEnergy*. Vol. 10, n° 3, pp. 792-799. DOI 10.1007/s12155-017-9840-9.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

establishment

a09. The Area provides ... climate for establishment of The Organism.

Comments: Camelina is tolerant to cold, and drought compared with other oil seed crops and showed good potential as rotational crop in the Northern Great Plains (NGP) of the USA (Weiss et al. 2023). Camelina is well adapted to the temperate dryland climates. (McVay & Khan; 2011 & Gugel & Falk, 2006). Camelina seedlings can survive low temperature to the extent of -2°C that can cause significant damage to other oilseed crops (Robinson, 1987). Spring-type camelina plants which means are seeded during springtime are extremely frost tolerant in the seedling and rosette stage (Angelini et al., 1997). After imbibition, *C. sativa* seed germinates rapidly, but does not have dormancy in a soil seedbank. It has also been found that she survives the winter as vegetative plants (Zhang and Auer, 2019). All these findings allow to conclude that Belgian's climate is optimal for the establishment of *Camelina sativa*. Bibliography: McVay K, Khan Q (2011) Camelina yield response to different plant populations under dryland conditions. *Agron J* 103(4): 1265–1269. doi:10.2134/agronj2011.0057 Gugel R, Falk K (2006) Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. *Can J Plant Sci* 86(4):1047– 1058. doi:10.4141/P04-081 Ross M. Weiss, Federica Zanetti, Barbara Alberghini, Debra Puttick, Megan A. Vankosky, Andrea Monti, Christina Eynck, 2023. Bioclimatic analysis of potential worldwide production of spring-type camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) seeded in the spring. *GCB Energy DOI* : 10.1111/gcbb.13126 Robinson R (1987) Camelina: a useful research crop and a potential oilseed crop. Minnesota Agricultural Experiment Station Davis Browning Philip, 2010. The invasion potential and competitive ability of *Camelina sativa* L. Crantz (camelina) in rangeland ecosystems. Master's thesis of science in Land Resources and Environmental Sciences. Angelini LG, Abou Chehade L, Foschi L, Tavarini S. Performance and Potentiality of *Camelina* (*Camelina sativa* L. Crantz) Genotypes in Response to Sowing Date under Mediterranean Environment. *Agronomy*. 2020; 10(12):1929. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121929> Chuan-Jie Zhang, Carol Auer, 2019. Overwintering assessment of camelina (*Camelina sativa*) cultivars and congeneric species in the northeastern US. *Industrial Crops and Products*, Volume 139, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111532>

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a10. The Area provides ... habitat for establishment of The Organism.

Comments: Some studies have found that rainfall and high temperatures after seeding can lead to poor germination, crop development, and competition with weeds. In years with favourable conditions for germination and growth, camelina produced a good seed yield without weed management. However, this competitive ability was reduced under hot, dry conditions with poor camelina seed germination and seedling development (Rizzitello, 2016). Field experiments showed that low precipitation and high temperatures in the early part of the growing season negatively impact seed germination and crop establishment (Rizzitello, 2016). *Camelina sativa* is well-adapted to a wide range of environmental conditions, including marginal lands with low fertility and limited water availability (Zanetti et al. 2021). A study in Austria suggest that *Camelina* exhibits plasticity in response to environmental changes, which contributes to its adaptability to varying habitats (Stasnik et al. 2022). All these information can confirm that Belgian habitat is optimal for the establishment of *Camelina sativa* in the wild. Bibliography: Rizzitello C. Richard, 2016. Ecological Risks and Benefits from the Novel Crop *Camelina sativa* (L.) Crantz *Camelina*. University of Connecticut Graduate School Master's theses. Zanetti, F., Alberghini, B., Marjanovič Jeromela, A. et al. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 41, 2 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00663-y> Peter Stasnik, Dominik K. Großkinsky, Claudia Jonak, 2022. Physiological and phenotypic characterization of diverse *Camelina sativa* lines in response to waterlogging, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volume 183, Pages 120-127, ISSN 0981-9428, <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.05.007>.

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

spread

a11. The Organism's capacity to disperse within The Area by natural means is:

Comments: Not much information has been published about a big dispersion capacity of this species because it doesn't reproduce vegetatively. According to Rizzitello, there is no clear evidence that insect pollinators disperse camelina pollen over time or space. We determined that *C. sativa* will emerge in all situations; however, survival and reproduction was limited to mechanically disturbed plots. A study suggests that *C. sativa* populations are likely to be relegated to severely disturbed sites devoid of other vegetation, e.g. railroads, roadsides, gravel pits, etc (Davis, 2010). Also, some experiments confirmed that a diverse group of insect taxa visit the flowers of camelina. However, it's not known if the insects visit to consume the nectar and pollen produced by camelina or if they contribute to pollination or gene flow (Rizzitello, 2016). Bibliography: Rizzitello C. Richard, 2016. Ecological Risks and Benefits from the Novel Crop *Camelina sativa* (L.) Crantz Camelina. University of Connecticut Graduate School Master's theses. Davis Browning Philip, 2010. The invasion potential and competitive ability of *Camelina sativa* L. Crantz (*camelina*) in rangeland ecosystems. Master's thesis of science in Land Resources and Environmental Sciences.

Weight: 1

Answer: medium

AValue: 0.5

Confidence: low

CValue: 0

a12. The Organism's frequency of dispersal within The Area by human actions is:

Comments: Not much information has been found about the frequency of dispersal in the literature. Farmers may inadvertently spread seeds during planting, harvesting, and transportation of crops but not any scientific literature has been found but these are just speculations.

Weight: 1

Answer: medium

AValue: 0.5

Confidence: medium

CValue: 0.5

environmental im.

a13. The Organism has a(n) ... effect on native species, through predation, parasitism or herbivory:

Weight: n/a Answer: inapplicable AValue: n/a Confidence: unanswered CValue: unanswered

a14. The Organism has a (...) effect on native species, through competition:

Comments: There are not studies about the competition ability of *C. sativa* and most fundamental articles of the species claim future studies to focus on the competitive ability of camelina in agricultural fields. If camelina is not highly competitive with agricultural weeds, then there is a smaller chance of becoming a weed in natural or disturbed areas. One exception to this scenario would be if an herbicide resistance trait was introduced to the camelina genome. In that case, herbicide resistance camelina would be competitive under selection pressure with herbicides (Rizzitello, 2016). Scientists do not agree if this species is high or low competitive. Some articles state that *C. sativa* is widely claimed as being a highly competitive plant in agronomic situations and it is tolerant of poor soils and water-limiting conditions (Putnam et al. 1993) Bibliography: Rizzitello C. Richard, 2016. Ecological Risks and Benefits from the Novel Crop Camelina sativa (L.) Crantz Camelina. University of Connecticut Graduate School Master's theses. Putnam D, Budin J, Field L, Breene W (1993) Camelina: a promising low-input oilseed. In: Janick J, Simon J (eds) New crops. Wiley, New York, pp 314–322

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a15. The Organism has a(n) (...) effect on native species, through interbreeding:

Comments: Many articles have been found in literature about the gene flow of *C. sativa* with other plants of the same genus (Berti et al, 2016). According to the flora of Belgium, there are not genus Camelina native to Belgium. Which means there's a low of effect on native species through interbreeding. This is because gene transfer between species, between crops and closely related weeds, can create novel weedy races with enhanced competitive ability, thus increasing invasion potential (Jacob, 2014). If in fact genetic modification occurs such that *C. sativa* will possess herbicide tolerance or increased competitive ability (via taller or more highly branched plants), hybridization with other possible invasive species may be of concern (Rizzitello, 2016). *C. sativa* pollen leading to the escape and subsequent spread of GE traits and thus raise great ecological concerns especially for *C. sativa* engineered with genes that confer traits that improve reproduction and survival (herbicide resistance, drought tolerance) (McVay et al 2011). Bibliography: Marisol Berti, Russ Gesch, Christina Eynck, James Anderson, Steven Cermak, 2016. Camelina uses, genetics, genomics, production, and management, Industrial Crops and Products, Volume 94, Pages 690-710, ISSN 0926-6690. Barney, Jacob. (2014). Bioenergy and Invasive Plants: Quantifying and Mitigating Future Risks. Invasive Plant Science and Management. 7. 199-209. 10.1614/IPSM-D-13-00060.1. Rizzitello C. Richard, 2016. Ecological Risks and Benefits from the Novel Crop Camelina sativa (L.) Crantz Camelina. University of Connecticut Graduate School Master's theses. McVay K, Khan Q (2011) Camelina yield response to different plant populations under dryland conditions. Agron J 103(4): 1265–1269. doi:10.2134/agronj2011.0057

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: medium CValue: 0.5

a16. The Organism has a (...) effect on native species, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Comments: Camelina sativa is considered highly resistant to Alternaria black spot and blackleg of crucifers, diseases that affect oilseed and vegetable Brassica crops (Seguin-Swartz et al, 2010). There is not evidence about the effect of this insects in native species. Bibliography: Séguin-Swartz, G. & Gugel, R.K. & Strelkov, Stephen & Olivier, Chrystel & Li, J.L. & Klein-Gebbinck, H. & Borhan, Hossein & Caldwell, C. & Falk, K.C. (2010). Diseases of Camelina sativa (false flax). Canadian Journal of Plant Pathology. 31. 375-386. 10.1080/07060660909507612.

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: medium CValue: 0.5

a17. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its abiotic properties.

Comments: The effect of camelina in ecosystem integrity has not been studied in advantage. Overall, studies claim Camelina as a good species for natural environments. A study found that Camelina exhibits allelopathic potential by releasing chemical compounds that inhibit weed growth. Those chemical compounds can have varying effects on soil microbial communities and have a detrimental effect on non-target microorganisms. Bibliography: Ghidoli M, Pesenti M, Colombo F, Nocito FF, Pilu R, Araniti F. Camelina sativa (L.) Crantz as a Promising Cover Crop Species with Allelopathic Potential. Agronomy. 2023; 13(8):2187. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082187>

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

a18. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its biotic properties.

Comments: Research results showed that camelina has better water use efficiency in temperate dryland areas compared to late seeded crops which means it could compete with less water-efficient native species (Sanekhoori, 2023). *C. sativa* pollen leading to the escape and subsequent spread of GE traits and thus raise great ecological concerns especially for *C. sativa* engineered with genes that confer traits that improve reproduction and survival (herbicide resistance, drought tolerance). This information is highly important because it means that Camelina genetically modified could overcome species in natural environments because its qualities of survival. Production of these types of species may still have major consequences for native and managed pollinating insects. These may include positive and negative effects resulting from mass flowering to alterations of landscapes. Mass-flowering crops can support important pollinator groups (Westphal et al., 2003, 2009, Dickötter et al 2019) but can conversely threaten the reproductive success of native plant species flowering at the same time by drawing

away pollinators (Holzschuch et al. 2011) Bibliography: Hosseini Sanehkooi, F., Pirdashti, H. & Bakhshandeh, E. Effect of environmental factors on *Camelina sativa* seed germination and emergence. *Acta Physiol Plant* 45, 4 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03487-3> McVay K, Khan Q (2011) *Camelina* yield response to different plant populations under dryland conditions. *Agron J* 103(4): 1265–1269. doi:10.2134/agronj2011.0057 Groeneveld, J.H. and Klein, A.-M. (2014), Pollination of two oil-producing plant species: *Camelina* (*Camelina sativa* L. Crantz) and pennycress (*Thlaspi arvense* L.) double-cropping in Germany. *GCB Bioenergy*, 6: 242-251. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12122>

Weight: 1

Answer: medium

AValue: 0.5

Confidence: high

CValue: 1

plant im.

a19. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through herbivory or parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a20. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through competition.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a21. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by interbreeding with related organisms or with the target itself.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a22. The Organism has a (...) effect on plant targets, by affecting the cultivation system's integrity.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a23. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

animal im.

a24. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, through predation or parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a25. The Organism has a (...) effect on individual animal health or animal production, by having properties that are hazardous upon contact.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a26. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

human im.

a27. The Organism has a(n) (...) effect on human health, through parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a28. The Organism has a (...) effect on human health, by having properties that are hazardous upon contact.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a29. The Organism has a(n) (...) effect on the health of human targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

other im.

a30. The Organism has a (...) effect on causing damage to infrastructure.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

services

a31. The Organism has a (...) effect on provisioning services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a32. The Organism has a (...) effect on regulation and maintenance services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a33. The Organism has a (...) effect on cultural services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

climate

a34. INTRODUCTION - Due to climate change, the risk for The Organism to overcome geographical barriers and -if applicable- subsequent barriers of captivity or cultivation will (...).

Comments: Results from the analyses predicted that spring-seeded camelina production will exhibit yield shifts at the continental scale as temperature and precipitation deviate from current conditions. A robust assessment of climate change impacts on camelina production in current growing regions and modelling the changes to determine optimal geographical ranges is a key component of planning and developing climate change adaptation strategies for this novel and promising crop in a variety of agro ecosystems (Sydor et al, 2022). The model developed here can be extended for the purposes of climate change analyses and can serve as a basis for the development of models for camelina in other production scenarios, such as spring-type camelina seeded in the fall or winter-type camelina (Ross et al. 2023). Bibliographie : Ross M. Weiss, Federica Zanetti, Barbara Alberghini, Debra Puttick, Megan A. Vankosky, Andrea Monti, Christina Eynck, 2023. Bioclimatic analysis of potential worldwide production of spring-type camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) seeded in the spring. GCB Energy DOI : 10.1111/gcbb.13126 Maciej Sydor, Danuta Kurasiak-Popowska, Kinga Stuper-Szablewska, Tomasz Rogoziński, 2022. *Camelina sativa*. Status quo and future perspectives, Industrial Crops and Products, Volume 187, Part B, 2022, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115531>

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: medium CValue: 0.5

- Due to climate change, the

a35. ESTABLISHMENT barriers will (...).

in the literature

likelihood for The Organism to overcome survival & reproduction

Comments: Not any information about this question

Weight: None Answer: not change AValue: 0.5 Confidence: low CValue: 0

a36. SPREAD - Due to climate change, the risk of The Organism to overcome dispersal barriers & (new) environmental barriers within The Area will (...).

Comments: *Camelina sativa* might be more planted for bioenergy in the Belgian territory which means she will be spread and be more present in nature areas for escaping from cultivation.

Answer: decrease

Weight: None moderately AValue: 0.25 Confidence: medium CValue: 0.5

a37. IMPACTS: ENVIRONMENTAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on wild animals and plants, habitats and ecosystems will (...).

Comments: *Camelina sativa* will be more present in the Belgian territory well-adapted to rising temperatures, the impact of organisms on natural habitats and ecosystems will increase to some extent. There is a risk that extensive cultivation could disrupt natural habitats near agricultural areas.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a38. IMPACTS: PLANT TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on cultivated plants (e.g. crops, pastures, horticultural stock) will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a39. IMPACTS: ANIMAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on domesticated animals (e.g. production animals, companion animals) will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a40. IMPACTS: HUMAN TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on humans will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a41. IMPACTS: OTHER TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on targets not considered in previous modules will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

Summary

| Module | Score | Aggregation method | Weight | Confidence |
|--------------------------------|----------------|----------------------|--------|------------|
| introduction score | 0.5 | arithmetic | 1 | 0.333 |
| establishment score | 1.0 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| spread score | 0.5 | arithmetic | 1 | 0.25 |
| environmental im. score 0.4 | 0.7 | arithmetic | 1 | |
| plant im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| animal im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| human im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| other im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| invasion impact | 0.630 0.400 | geometric maximum | | |
| overall risk score | 0.252 | | | |

Assessment

context

a01. Provide the name(s) of the assessors: Alicia Guglielmono

a02. Provide the name of the organism under assessment: *Miscanthus sinensis* Anderss. (As.)

a03. Define the area under assessment: Belgium

a04. The Organism is: alien to, and present within The Area, but not established in the wild

Comments: In the Netherlands, there are currently 159 observations (Waarneming.nl), and in Belgium 276 occurrences have been reported (Waarnemingen.be). Also, Filip Verloove shared in manualofthealienplantsofbelgium.org, that this species was first recorded in Belgium in 1982 (myspecies.info). Bibliography: *Miscanthus sinensis* - Waarnemingen.be *Miscanthus sinensis* - Waarneming.nl *Miscanthus sinensis* | Manual of the Alien Plants of Belgium (myspecies.info)

a05. This assessment is considering potential impacts within the following domains: the environmental domain

introduction

a06. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by natural means is:

Comments: The likelihood of introducing *M. sinensis* into the wild of a given area through natural means is high. Originating from southeast Asia and Africa, *M. sinensis* is a warm-season grass with a wide distribution (cabidigitallibrary.org). While its presence is becoming noticeable in the Netherlands and France, occurrences have also been noted in Belgian territory (gbif.org). The species reproduces through viable seeds, which are dispersed via herbivory and wind (Meyer, 2003). Its ability to produce viable seeds makes it easily and economically sown using conventional farm equipment (Christian et al., 2005). Furthermore, ornamental varieties of *M. sinensis* across the United States exhibit a broad geographic range for seed production, suggesting potential for invasive populations to establish through seed dispersal from ornamental plantings (Meyer & Tchida, 1999). Additionally, the species can escape cultivation through the dispersal of vegetative propagules, such as rhizomes (Nielsen, 1987). This method, coupled with the fragmentation and movement of rhizomes, can lead to large-scale invasions of genetically identical clones (Quinn et al. 2010). In suitable habitats and climates, accidental spread beyond gardens can occur through discarded rhizomes in garden waste or contaminated soil. The seeds of *M. sinensis* are well-adapted for wind dispersal, aided by a ring of hairs below the spikelet. They may also be carried by streams where the plants grow along watercourse banks or transported in soil via various vehicle types (Harley, 2007). Bibliography: *Miscanthus sinensis* (eulalia) | CABI Compendium (cabidigitallibrary.org) *Miscanthus sinensis* Andersson in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-05-06. Christian DG, Yates NE, Riche AB (2005) Establishing *Miscanthus sinensis* from seed using conventional sowing methods. *Industrial Crops and Products*, 21, 109–111 Harley, 2007. *Weeds of Blue Mountains Bushlands: Garden plants going wild*. New South Wales, Australia: Blue Mountains Bush Care. <http://www.weedsbluemountains.org.au> Meyer MH (2003) *Miscanthus: Ornamental and Invasive Grass: a Sabbatical in the Parks Project Report*. University of Minnesota, St Paul, MN Nielsen PN, 1987. Vegetative propagation of *Miscanthus sinensis* cultivar "Giganteus". *Tidsskrift for Planteavl*, 91(4):361-368. Meyer MH, Tchida CL (1999) *Miscanthus* Anderss. produces viable seed in four USDA hardiness zones. *Journal of Environmental Horticulture*, 17, 137–140. High QUINN, L.D., ALLEN, D.J. and STEWART, J.R. (2010), Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *GCB Bioenergy*, 2: 310-320. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2010.01062.x>

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a07. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by unintentional human actions is:

Comments: As a garden escape it has become naturalized from rhizome fragments in discarded garden waste and subsequent seeding in the Mid-Atlantic States and New England, USA, and New South Wales, Australia (cabidigitallibrary.org). According to Filip Verloove, most of *Miscanthus sinensis* occurrences are a rather rare garden throw-out, occasionally found naturalized on dumps or as a relic of cultivation (myspecies.info). This species is also being considered for bioenergy in some European countries and North America (Quinn et al, 2010), which means that the transport from the crop to the refinery could have the consequence of fallen rhizomes, which can be inadvertently transported via garden waste or contaminated soil. Bibliography: *Miscanthus sinensis* (eulalia) | CABI Compendium (cabidigitallibrary.org) *Miscanthus sinensis* | Manual of the Alien Plants of Belgium (myspecies.info) High QUINN, L.D., ALLEN, D.J. and STEWART, J.R. (2010), Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *GCB Bioenergy*, 2: 310-320. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2010.01062.x>

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a08. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by intentional human actions is:

Comments: Many new ornamental cultivars are sold in the nursery trade (jardinspourvous.be). Also, some ONG and Belgian refineries already tried some agronomic essays in the Belgian territory and still considered *Miscanthus sinensis* for their use. (Personal observation). Bibliography: *Miscanthus* achats avantageux sur JardinPourvous.be

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

establishment

a09. The Area provides ... climate for establishment of The Organism.

Comments: The species tolerates cold climates, with winter cold as low as -26°C, and in the USA will survive as far south as the Florida panhandle but does not grow so well in such humid climates. Overall, selections of *M. sinensis* from northern latitudes appear to tolerate cold climates to a greater degree than *M. x giganteus* (Jorgensen, 1997; Clifton-Brown et al., 2001; Farrell et al., 2006). *M. sinensis* may also be better adapted to drought stress than current varieties of *M. giganteus* (Clifton-Brown & Lewandowski, 2000; Clifton-Brown et al., 2002). Bibliography: Clifton-Brown JC, Lewandowski I, Bangerth F, Jones MB (2002) Comparative responses to water stress in stay-green, rapid and slow senescing genotypes of the biomass crop, *Miscanthus*. *New Phytologist*, 154, 335–345 Morisawa T, 1999. Weed notes: *Miscanthus sinensis*. Fact sheet of The Nature Conservancy, Wildland Weeds Management and Reserch, University of California, Davis. <http://tncweeds.ucdavis.edu/moredocs/missin01.pdf> Farrell AD, Clifton-Brown JC, Lewandowski I, Jones MB (2006) Genotypic variation in cold tolerance influences the yield of *Miscanthus*. *Annals of Applied Biology*, 149, 337–345

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a10. The Area provides ... habitat for establishment of The Organism.

Comments: *Miscanthus sinensis* as a pioneer species in its native range, colonizing and eventually dominating heavily disturbed volcanic sites (Tsuyuzaki & Hase, 2005) and clear-cuts (Ohtsuka et al., 1993), especially where management (e.g. burning) prevents transition to forest (Stewart et al., 2009) Genotypes of *M. sinensis* tolerate a number of stressful conditions, including low-fertility soils, cold temperatures, heavy metals, low pH, and frequent burning (Stewart et al., 2009). In addition, it has been shown to tolerate shade in the United States (Meyer, 2003; Horton et al., 2010). It is intolerant of shade although it will persist in sparsely forested areas and small openings. In many natural areas, this grass is prevalent on abandoned home sites where it was used as an ornamental. It has been documented invading light textured soils that are low in nutrients such as roadsides, along railways, power-lines, shores of reservoirs, and in forests and old fields following fires. The plant is extremely flammable and upon catching fire, burning fragments cause difficulty in fire control (cabidigitallibrary.org). These attributes suggest that an evaluation of the invasive potential of *M. sinensis* is warranted before development of new varieties of *Miscanthus* for biofuel production. Bibliography: Meyer MH, Tchida CL (1999) *Miscanthus Anderss.* produces viable seed in four USDA hardiness zones. *Journal of Environmental Horticulture*, 17, 137–140. Tsuyuzaki S, Hase A (2005) Plant community dynamics on the Volcano Mount Koma, northern Japan, after the 1996 eruption. *Folia Geobotanica*, 40, 319–330. Stewart JR, Toma Y, Fernandez FG, Nishiwaki A, Yamada T, Bollero G (2009) The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Global Change Biology Bioenergy*, 1, 126–153. Horton JL, Fortner R, Goklany M (2010) Photosynthetic characteristics of the C4 invasive exotic grass *Miscanthus sinensis* Andersson growing along gradients of light intensity in the southeastern USA. *Castanea*, 75, 52–66. Meyer MH (2003) *Miscanthus: Ornamental and Invasive Grass: a Sabbatical in the Parks Project Report*. University of Minnesota, St Paul, MN *Miscanthus sinensis (eulalia) | CABI Compendium (cabidigitallibrary.org)*

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

spread

a11. The Organism's capacity to disperse within The Area by natural means is:

Comments: *M. sinensis* produces many seeds, 6500-140.000 seeds/m² and high levels of propagule pressure might be expected annually, particularly at field edges (Quinn et al. 2011). Invasion theory suggests that those with long-distance dispersal have the potential to spread faster, therefore *Miscanthus* spp, could pose greater invasio risk because the seed is adapted for long distance wind dispersal (Quinn et al. 2011). While there is not much published information on vegetative spread in *M. sinensis*, it may be less aggressive than *M. x giganteus* in these regards, due to its cespitose habit and shorter rhizomes (Greef & Deuter, 1993) Comments: Greef JM, Deuter M (1993) Syntaxonomy of *Miscanthus giganteus*. *Angewandte Botanik*, 67, 87–90.

Weight: 1 Answer: high AValue: 0.75 Confidence: high CValue: 1

a12. The Organism's frequency of dispersal within The Area by human actions is:

Comments: The Organism's frequency of dispersal is high because the species is considered in Belgium as a bioenergy crop and therefore dispersal between the crop and refinery is expected. Several sources have expressed concern that this and other potential bioenergy crops could escape production to become invasive species (Buddenhagen, 2009; Raghu, 2006).

Bibliography: Buddenhagen CE, Chimera C, Clifford P (2009) Assessing biofuel crop invasiveness: a case study. Plos One 4: Article no. e5261 Raghu S, Anderson RC, Daehler CC, Davis AS, Wiedenmann RN, Simberloff D, Mack RN (2006) Adding biofuels to the invasive species fire? Science, 313, 1742–1742.

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

environmental im.

a13. The Organism has a(n) ... effect on native species, through predation, parasitism or herbivory:

Weight: n/a Answer: inapplicable AValue: n/a Confidence: unanswered CValue: unanswered

a14. The Organism has a (...) effect on native species, through competition:

Comments: A study showed that miscanthus is a stable competitor and remained the same size despite competition with an aggressive grass in a confined environment (Switchgrass). The study concludes that given the results, it is predicted that Miscanthus would compete and live beside aggressive native plants in a field sitting or native ecosystem (Mclsaac et al. 2010). Miscanthus sinensis has been cited in several US states as being invasive and disturbing native habitats and is considered a significant threat in some areas (cabidigitallibrary.org). M. sinensis has several traits including C4 considerable biomass accumulation, and the ability to grow in low light and poor soils, that permit it to become a successful invader (Greef et al. 1997). It rapidly colonizes disturbed or open areas, and can invade large areas of bushland after fire, outcompeting all native species (Harley, 2007). Bibliography: Mclsaac, G.F., David, M.B. and Mitchell, C.A. (2010), Miscanthus and Switchgrass Production in Central Illinois: Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. J. Environ. Qual., 39: 1790-1799. <https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2134/jeq2009.0497> Miscanthus sinensis (eulalia) | CABI Compendium (cabidigitallibrary.org) Greef JM, Deuter M (1993) Syntaxonomy of Miscanthus giganteus. Angewandte Botanik, 67, 87–90. Harley, 2007. Weeds of Blue Mountains Bushlands: Garden plants going wild. New South Wales, Australia: Blue Mountains Bush Care. <http://www.weedsbluemountains.org.au>

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a15. The Organism has a(n) (...) effect on native species, through interbreeding:

Comments: There are not congeneric native species in Belgium. Cultivated species can also escape in more subtle ways. Gene flow (i.e. pollen transfer) between domesticated species, including crops and ornamentals, and wild relatives can result in hybrids of variable invasiveness (Gressel, 2005; Kowarik, 2005). Moreover, it appears that spontaneous natural hybridization between domesticated species and wild relatives is the rule, not the exception, for most important crop species (Ellstrand, 2003). As we have shown, fertile Miscanthus populations are already present in the United States. The potential outcome of hybridization between cultivated Miscanthus and wild populations cannot be predicted, but steps can be taken to prevent the potential for gene flow (Quinn et al 2010). Bibliography: Gressel J, Al-Ahmad H (2005) Molecular containment and mitigation of genes within crops - prevention of gene establishment in volunteer offspring and feral strains. In: Crop Fertility and Volunteerism (ed. J Gressel), CRC Press, Boca Raton, FL. Kowarik I (2005) Urban ornamentals escaped from cultivation. In: Crop Fertility and Volunteerism (ed. J Gressel), CRC Press, Boca Raton, FL. Ellstrand NC (2003) Dangerous Liaisons: When Cultivated Plants Mate with their Wild Relatives. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. High QUINN, L.D., ALLEN, D.J. and STEWART, J.R. (2010), Invasiveness potential of Miscanthus sinensis: implications for bioenergy production in the United States. GCB Bioenergy, 2: 310-320. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2010.01062.x>

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: medium CValue: 0.5

a16. The Organism has a (...) effect on native species, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Comments: Most information sources about growing the species as an ornamental emphasize that it remains relatively free of pests and diseases (cabidigitallibrary.org). Bibliography: Miscanthus sinensis (eulalia) | CABI Compendium (cabidigitallibrary.org)

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: low CValue: 0

a17. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its abiotic properties.

Comments: M. sinensis is a high biomass producer and as such can increase the risk of fire in areas that it has invaded. In Japan semi-natural grasslands dominated by the species are maintained by regular burning and where this practice ceases it tends to decline to be replaced by other species (Kamada, 1994). Miscanthus significantly reduced soil moisture throughout much of the growing season compared with maize-soybean and Switchgrass the study reported an evapotranspiration could cause an annual reduction in surface water flows of approximately 32% (Mclsaac et al. 2010). Bibliography: Mclsaac, G.F., David, M.B. and Mitchell, C.A. (2010), Miscanthus and Switchgrass Production in Central Illinois: Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. J. Environ. Qual., 39: 1790-1799. <https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2134/jeq2009.0497> Kamada M, 1994. Process of the establishment and maintenance of Sasa grassland in Tsurugi Mountains in Tokushima Prefecture, Shikoku, Japan. Bulletin of Tokushima Prefecture Museum, 4:97-113.

a18. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its biotic properties.

Comments: There do not appear to have been any specific studies of the impact of *M. sinensis* on invaded habitats. In the Blue Mountains of New South Wales, Australia the species creates dense thickets and forms extensive infestations that prevent the growth and germination of other plants. It rapidly colonizes disturbed or open areas, and can invade large areas of bushland after fire, outcompeting all native species (Harley, 2007). Bibliography: Harley, 2007. Weeds of Blue Mountains Bushlands: Garden plants going wild. New South Wales, Australia: Blue Mountains Bush Care. <http://www.weedsbluemountains.org.au>

plant im.

a19. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through herbivory or parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a20. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through competition.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a21. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by interbreeding with related organisms or with the target itself.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a22. The Organism has a (...) effect on plant targets, by affecting the cultivation system's integrity.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a23. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

animal im.

a24. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, through predation or parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a25. The Organism has a (...) effect on individual animal health or animal production, by having properties that are hazardous upon contact.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a26. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

human im.

a27. The Organism has a(n) (...) effect on human health, through parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a28. The Organism has a (...) effect on human health, by having properties that are hazardous upon contact.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a29. The Organism has a(n) (...) effect on the health of human targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

other im.

a30. The Organism has a (...) effect on causing damage to infrastructure.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

services

a31. The Organism has a (...) effect on provisioning services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a32. The Organism has a (...) effect on regulation and maintenance services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a33. The Organism has a (...) effect on cultural services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

climate

a34. INTRODUCTION - Due to climate change, the risk for The Organism to overcome geographical barriers and -if applicable- subsequent barriers of captivity or cultivation will (...).

Comments: The more European legislation proposes laws for including bioenergy crops in the energetic mix, the more crops of *Miscanthus sinensis* will be used in Belgium. Therefore, with climate change and the need of stop using fossil fuels, barriers of cultivation will be overcome by *M. sinensis* as more hectares will be present in Belgium.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a35. ESTABLISHMENT - Due to climate change, the likelihood for The Organism to overcome survival & reproduction barriers will (...).

Comments: With climate change, temperatures will rise, and longer hotter seasons will appear, which might increase the capacity of the species to establish in the Belgian area. According to CABI compendium, the species prefers Cs (warm temperate climate with dry summer, between 10 and 0 degrees). Cw (warm temperate climate with dry winter) with warm temperate climate with dry winter. This type of climates is not yet present in Belgium but with climate change it might change and improve the capacity of establishment.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a36. SPREAD - Due to climate change, the risk of The Organism to overcome dispersal barriers & (new) environmental barriers within The Area will (...).

Comments: *Miscanthus* reproduces better at higher temperatures, which means that if average temperature goes up in Belgium during the next decades, *Miscanthus sinensis* will reproduce more (cabidigitalibrary.org)

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: high CValue: 1

a37. IMPACTS: ENVIRONMENTAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on wild animals and plants, habitats and ecosystems will (...).

Comments: Rising global temperatures could potentially amplify the impact of organisms on natural habitats and ecosystems to some extent. Should certain species overcome barriers and experience enhanced reproduction in warmer temperatures, there is a risk that extensive cultivation of crop plants could disrupt natural habitats in close proximity to agricultural areas.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: high CValue: 1

a38. IMPACTS: PLANT TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on cultivated plants (e.g. crops, pastures, horticultural stock) will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a39. IMPACTS: ANIMAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on domesticated animals (e.g. production animals, companion animals) will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a40. IMPACTS: HUMAN TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on humans will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a41. IMPACTS: OTHER TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on targets not considered in previous modules will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

Summary

| Module | Score | Aggregation method | Weight | Confidence |
|--------------------------------|-------|--------------------|--------|------------|
| introduction score | 1.0 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| establishment score | 1.0 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| spread score | 0.875 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| environmental im. score 0.4 | 1 | arithmetic | 0.5 | |
| plant im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| animal im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| human im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| other im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| invasion | 0.956 | geometric | | |
| impact | 0.400 | maximum | | |
| overall risk score | 0.382 | | | |

Assessment

context

a01. Provide the name(s) of the assessors: Alicia Guglielmone

a02. Provide the name of the organism under assessment: *Miscanthus x giganteus*

a03. Define the area under assessment: belgium

a04. The Organism is: alien to, and present within The Area, but not established in the wild

Comments: In the Netherlands, there are currently 11 observations (Waarneming.nl), and in Belgium there are 113 observations of *Miscanthus spec.* but has not been identified to the level of species (*x giganteus*) (Waarnemingen.be). This species probably is present within the area, but it's complicated to identify. Bibliography: *Miscanthus x giganteus* (*M. sacchariflorus* x *M. sinensis*) - Waarneming.nl *Miscanthus spec.* - Waarnemingen.be

a05. This assessment is considering potential impacts within the following domains: the environmental domain

introduction

a06. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by natural means is:

Comments: The probability of *Miscanthus x giganteus* being introduced into Belgium's wild by natural means is assessed as medium. A study simulated specifically the lateral spread of *M x giganteus* but did not account for the dispersal of rhizome fragments. Sterile *M x giganteus* typically spreads slowly, approximately between 0 and 0.09 meters per year. However, this rate might not apply if rhizomes are dispersed over long distances. Conversely, populations of fertile *M x giganteus* can rapidly expand due to even low rates of seed viability, seedling survival, and seed germination (Matlaga and Davis, 2013). The study conducted by Venturi et al. (1998) highlights that *Miscanthus x giganteus* and its current varieties must be established from rooted plantlets from tissue culture or as rhizome fragments. Sterile *M. x giganteus* have been designed where 'motherfields' are a source of clonal material, and biomass production fields are planted with rhizome fragments rooted plantlets using specialized machinery (Jorgensen, 2011). Additionally, Brosse et al. (2012) describe it as a perennial rhizomatous C4 grass. The marked differences in invasive potential between sterile and fertile cultivars of *M. giganteus* should be acknowledged.

Therefore, it is recommended to consider them separately in management and policy decisions. Feral populations of sterile *M. giganteus* would need frequent and severe disturbance to pose a significant invasion risk, suggesting that they should be cultivated away from riparian areas prone to streambank scouring. In contrast, cultivars bearing fertile seed may be very difficult, if not impossible, to contain (Bonin et al. 2017). Extensive herbivory of transplanted *M. x giganteus* seedlings has been noted previously (Barney et al. 2012) Bibliography: Brosse, N., Dufour, A., Meng, X., Sun, Q., & Ragauskas, A. J. (2012).

Miscanthus: A fast-growing crop for biofuels and chemicals production. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6(5), 580–598. <https://doi.org/10.1002/bbb.1353> Venturi P, Huisman W, Molenaar J (1998) Mechanization and costs of primary production chains for *Miscanthus x giganteus* in the Netherlands. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 69, 209–215. Matlaga,

D.P. and Davis, A.S. (2013), Minimizing invasive potential of *Miscanthus x giganteus* grown for bioenergy: identifying demographic thresholds for population growth and spread. *J Appl Ecol*, 50: 479-487. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12057> Bonin, C.L., Mutegi, E., Snow, A.A. et al. Improved Feedstock Option or Invasive Risk? Comparing Establishment and Productivity of Fertile *Miscanthus x giganteus* to *Miscanthus sinensis*. *Bioenerg. Res.* 10, 317–328 (2017).

<https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.1007/s12155-016-9808-1> Jorgensen, U. (2011) Benefits versus risks of growing biofuel crops: the case of *Miscanthus*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3, 24–30. Barney, Jacob & Mann, J. & Kyser, Guy & DiTomaso, Joseph. (2012). Assessing habitat susceptibility and resistance to invasion by the bioenergy crops switchgrass and *Miscanthus x giganteus* in California. *Biomass and Bioenergy*. 40. 143–154. [10.1016/j.biombioe.2012.02.013](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.02.013).

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a07. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by unintentional human actions is:

Comments: Observations in Germany have been reported of establishment of *M. x giganteus* from garden rubbish in the wild, which (Brennenstuhl 2008) suggest that rhizome establishment is available recruitment pathway in this region. Also, Jorgensen reported in 2010, *M. x giganteus* as an escape from cultivation. Bibliography: Jorgensen U. Benefits versus risks of growing biofuel crops: the case of. *Miscanthus Curr Op Environ Sustain* 2010;3(1e2): 1e7 ESCAPE FROM CULTIVATION Brennenstuhl, G. (2008) Zur einbuk ■Regung von Vinca- und *Miscanthus*-Taxa - Beobachtungen im Gebiet um Salzwedel.

Mitteilungen zur Floris-tischen Kartierung in Sachsen-Anhalt, 13, 77–84

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a08. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by intentional human actions is:

Comments: *Miscanthus x giganteus* is very likely to be introduced in Belgium for biofuel as it has several outstanding properties such as high photosynthesis efficiency, high nutrient and water use efficiency, and wide adaptability to various climates and soil types (Heaton et al. 2004; Clifton-Brown et al, 2016). It has already been considered in Belgium and there are currently around 100 hectares planted for personal use (personal observation in the field). It has been widely considered for bioenergy in the European Union and United States (Lewandowski et al, 2003). Bibliography: Heaton EA, Clifton-Brown J, Voigt TB, Jones MB, Long SP. *Miscanthus* for renewable energy generation: European Union experience and projections for Illinois. *Mitig Adapt Strat Glob Change* 2004;9:433e51. Lewandowski I, Scurlock JMO, Lindvall E, Chistou M. The development and current status of perennial

rhizomatous grasses as energy crops in the us and europe. Biomass Bioenerg 2003;25(4):335e61. Clifton-Brown, J., Hastings, A., Mos, M., McCalmont, J. P., Ashman, C., Awtycarroll, D., & Flavell, R. (2016). Progress in upscaling Miscanthus biomass production for the European bioeconomy with seed-based hybrids. Global Change Biology Bioenergy, 9(1), 6–17. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12357>

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

establishment

a09. The Area provides ... climate for establishment of The Organism.

Comments: Due to its outstanding ecological adaptability, *Miscanthus* is widely distributed in various soil types in tropical, subtropical, and temperate regions. *Miscanthus* exhibits prominent tolerance to drought, heat, cold, salt and alkali stresses, and broad resistance to a variety of diseases and insects (Chung & Kim, 2012). The photosynthetic efficiency of *Miscanthus* is high even at low temperatures (Tubieleh et al., 2016). A study concluded that US is climatically unsuitable for switchgrass and giant miscanthus due to the prolonged summer dry season. However, further analysis demonstrated that if adequate yearlong soil moisture was available (e.g., riparian areas), the western climate, especially that of the California Central Valley, is highly suitable. Bibliography: Wang C, Kong Y, Hu R, Zhou G, 2020. *Miscanthus*: A fast-growing crop for environmental remediation and biofuel production. *GCB Bioenergy*. 2020; 13: 58–69. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12761> Chung, J., & Kim, D. (2012).

Miscanthus as a potential bioenergy crop in East Asia. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 15(2), 65–77.

<https://doi.org/10.1007/s12892-012-0023-0> Tubieleh, A., Rennie, T. J., & Goss, M. J. (2016). A review on biomass production from C4 grasses: Yield and quality for end-use. *Current Opinion in Plant Biology*, 31, 172–180.

<https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.05.001>

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a10. The Area provides ... habitat for establishment of The Organism.

Comments: A study concluded that US is climatically unsuitable for switchgrass and giant miscanthus due to the prolonged summer dry season. However, further analysis demonstrated that if adequate yearlong soil moisture was available (e.g., riparian areas), the western climate, especially that of the California Central Valley, is highly suitable (Matlaga et al. 2012) Based on these model results, we identify two types of growth environments that require special attention by producers of sterile *M. X giganteus* cultivars: field margins and riparian areas. It is possible that, on the margins of biomass production fields, machinery could provide regular and severe disturbance resulting in the fragmentation of *M. X giganteus* rhizomes and creating the potential for positive population growth. For production fields abutting waterways, flooding could also drive invasive spread if flow rates are sufficient to scour and destabilize banks, leading to rhizome fragmentation or even movement of entire rhizome mat. (Smith & Barney, 2008) Matlaga, D., Schutte, B. & Davis, A. (2012) Age-dependent demographic rates of the bioenergy crop *Miscanthus x giganteus* in Illinois. *Invasive Plant Science and Management*, 5, 238–248. Smith, L. L., & Barney, J. N. (2014). The Relative Risk of Invasion: Evaluation of *Miscanthus x giganteus* Seed Establishment. *Invasive Plant Science and Management*, 7(1), 93–106. doi:10.1614/IPSM-D-13-00051.1

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

spread

a11. The Organism's capacity to disperse within The Area by natural means is:

Comments: However, these data are not available for taxa with little history of introduction into new habitats like *Miscanthus x giganteus* or those with novel genetic modifications (Raghu, 2006). While it may be capable of high productivity on marginal soils, *M. x giganteus* received low (noninvasive) WRA scores for the United States, primarily due to its inability to produce fertile seed (Barney & DiTomaso, 2008). This species indicated to only produce sterile spikelet's due to its triploid genome; however, an anecdotal account of fertile seed production has been reported (Nielsen, 1987). A greenhouse study conducted in Illinois screening over 7 million spikelets did not yield a seedling, supporting the assumption of sexual sterility (Matlaga, Schutte & Davis 2012) The Illinois clone variety of *M x giganteus* has been found to have lateral vegetative expansion rates of 0,15 m per year in unmanaged arable lands in Illinois (Matlaga, Schutte & Davis 2012). The fertile variety model displayed markedly faster rates of population spread compared with the sterile variety. These fundamental differences in potential population dynamics between sterile and fertile varieties imply that the invasive potential of these varieties, and management guidelines for safe containment, should be addressed separately (Smith & Barney, 2008). Bibliography: Raghu S, Anderson RC, Daehler CC, Davis AS, Wiedenmann RN, Simberloff D, Mack RN (2006) Adding biofuels to the invasive species fire? *Science*, 313, 1742–1742. Nielsen, P.N.(1987) Vegetative forming at elephant grass, *Miscanthus sinensis*'*Giganteus*'.*Tidsskrift for Planteavl*,91, 275–28 Matlaga, D., Schutte, B. & Davis, A. (2012) Age-dependent demographic rates of the bioenergy crop *Miscanthus x giganteus* in Illinois. *Invasive Plant Science and Management*,5, 238–248. Smith, L. L., & Barney, J. N. (2014).

The Relative Risk of Invasion: Evaluation of *Miscanthus x giganteus* Seed Establishment. *Invasive Plant Science and Management*, 7(1), 93–106. doi:10.1614/IPSM-D-13-00051.1 Barney JN, DiTomaso JM (2008) Nonnative species and bioenergy: are we cultivating the next invader? *Bioscience*, 58, 64–70

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: high CValue: 1

a12. The Organism's frequency of dispersal within The Area by human actions is:

Comments: In the Midwest United States, *Miscanthus x giganteus* has been identified as a promising candidate bioenergy crop (Heaton, Dohleman & Long 2008) and in the European Union (Lewandowski et al, 2003). The organism's dispersal frequency is elevated due to its classification as a bioenergy crop in Belgium, leading to an anticipated dispersal between crop fields and refineries. Various sources have raised concerns that this, along with other potential bioenergy crops, could result in their escape from cultivation and subsequent establishment as invasive species (Buddenhagen, 2009; Raghu, 2006). Bibliography: Lewandowski I, Scurlock JMO, Lindvall E, Chistou M. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the us and Europe. *Biomass Bioenergy* 2003;25(4):335e61. Heaton, E.A., Dohleman, F.G. & Long, S.P. (2008) Meeting US biofuel goals with less land: the potential of *Miscanthus*. *Global Change Biology*,14, 2000–2014 Buddenhagen CE, Chimera C, Clifford P (2009) Assessing biofuel crop invasiveness: a case study. *Plos One* 4: Article no. e5261 Raghu S, Anderson RC, Daehler CC, Davis AS, Wiedenmann RN, Simberloff D, Mack RN (2006) Adding biofuels to the invasive species fire? *Science*, 313, 1742–1742.

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: medium CValue: 0.5

a13. The Organism has a(n) ... effect on native species, through predation, parasitism or herbivory:

Confidence:

Weight: n/a Answer: inapplicable AValue: n/a unanswered CValue: unanswered

a14. The Organism has a (...) effect on native species, through competition:

Comments: An invasive assessment in Florida concluded *Miscanthus x giganteus* that was unlikely to become invasive in South United States because of its sterile seeds (Gordon et al, 2011) Research suggests that 'Power Cane' exhibits many traits shared by both biomass crops and invasive species: multi-year persistence, high biomass potential, and fertility. We suggest that the benefits of a seeded *M. x giganteus* should be carefully weighed against its increased invasive risk prior to deployment across the landscape. Concern about the invasive potential of this species is supported by invasive behavior of species that combine strictly clonal reproduction with aggressive spread outside their native range The invasion risk posed by *M. x giganteus* in Florida (Gordon et al. 2011) and California (Barney & Ditomaso 2008) has been deemed acceptable using Weed Risk Assessment (WRA) systems methods, primarily based on the species sterility. Bibliography: D.R. Gordon, K.J. Tancig,

D.A. Onderdonk, C.A. Gantz, 2011. Assessing the invasive potential of biofuel species proposed for Florida and the United States using the Australian Weed Risk Assessment. *Biomass and Bioenergy*, Volume 35, Issue 1, 2011, Pages 74-79, ISSN0961-9534, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.029>. Barney, J.N. & Ditomaso, J.M. (2008) Nonnative species and bioenergy: are we cultivating the next invader? *BioScience*,58,64–70

Weight: 1 Answer: low AValue: 0 Confidence: medium CValue: 0.5

a15. The Organism has a(n) (...) effect on native species, through interbreeding:

Comments: There are not congeneric native species in Belgium. *Miscanthus x giganteus* is a naturally occurring triploid hybrid between the diploid *Miscanthus sinensis* and the tetraploid *Miscanthus sacchariflorus* (Stewart et al.2009). Both parent species of *M. x giganteus* produce fertile seeds and after being introduced to the United States as ornamentals have escaped cultivation to form naturalized populations (Quinn, Allen & Stewart 2010) Bibliography: Quinn, L.D., Allen, D.J. & Stewart, J.R. (2010) Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *Global Change Biology Bioenergy*,2, 310–320 Stewart, J.R., Toma, Y., Fernandez, F.G., Nishiwaki, A., Yamada, T. & Bollero, G. (2009) The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Global Change Biology Bioenergy*,1, 126–153

Weight: 1 Answer: no / very low AValue: 0 Confidence: high CValue: 1

a16. The Organism has a (...) effect on native species, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them. Comments:

According to Mekete et al, 2011, the studied sites sampled had at least two nematode species that have been reported to reduce biomass in most monocotyledons' hosts. Genus *Helicotylenchus* was the most frequently identified nematode in the sampled individuals. High population densities of this genus can cause root damage and establish entry points for other soilborne pathogens (Yeates, 1984). The effect of these species of nematodes in native species has not been studied yet but some level of probability is present. Bibliography: Mekete, T., Reynolds, K., Lopez-Nicora, H. D., Gray, M. E., and Niblack, T. L. 2011. Plant-parasitic nematodes are potential pathogens of *Miscanthus x giganteus* and *Panicum virgatum* used for biofuels. *Plant Dis.* 95:413-418. Yeates, G. W. 1984. *Helicotylenchus pseudorobustus* (Nematoda: Tylenchida) population changes under pasture during thirty-six months. *Pedobiology* 27:221-228

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

a17. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its abiotic properties.

Comments: With well-developed roots and underground rhizomes, *Miscanthus* has the capability to absorb nitrogen and water from the deep soil (Neukirchen et al., 1999). *Miscanthus x giganteus* significantly reduced soil moisture throughout much of the growing season compared with maize-soybean and Switchgrass (Mclsaac, 2010). adds a vegetative layer, affects ground or surface water levels *Miscanthus* was cultivated on a previously undisturbed meadow, results suggested a negative effect of *Miscanthus* on soil biological properties with a lower earthworm abundance and biomass, and a worst functional and species structure in the *Miscanthus* than in the undisturbed meadow, despite a good yield Bibliography: Neukirchen, D., Himken, M., Lammel, J., Czypionkakrause, U., & Olf, H. W. (1999). Spatial and temporal distribution of the root system and root nutrient content of an established *Miscanthus* crop. *European Journal of Agronomy*, 11(3), 301–309.

[https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(99\)00031-3](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00031-3) Mclsaac, G.F., David, M.B. and Mitchell, C.A. (2010), *Miscanthus* and Switchgrass Production in Central Illinois: Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. *J. Environ. Qual.*, 39:1790-1799. <https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2134/jeq2009.0497>

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

a18. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its biotic properties.

Comments: not much information has been published about the impact of *miscanthus*. We can deduce because it's a competitive species that it can species that can out shade native species.

Weight: 1 Answer: low AValue: 0 Confidence: lowCValue: 0

plant im.

a19. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through herbivory or parasitism.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a20. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through competition.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a21. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by interbreeding with related organisms or with the targetitself.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a22. The Organism has a (...) effect on plant targets, by affecting the cultivation system's integrity.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a23. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them:

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

animal im.

a24. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, through predation orparasitism.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a25. The Organism has a (...) effect on individual animal health or animal production, by having properties that arehazardous upon contact.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a26. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

human im.

a27. The Organism has a(n) (...) effect on human health, through parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a28. The Organism has a (...) effect on human health, by having properties that are hazardous upon contact.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a29. The Organism has a(n) (...) effect on the health of human targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

other im.

a30. The Organism has a (...) effect on causing damage to infrastructure.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

services

a31. The Organism has a (...) effect on provisioning services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a32. The Organism has a (...) effect on regulation and maintenance services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a33. The Organism has a (...) effect on cultural services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

climate

a34. INTRODUCTION - Due to climate change, the risk for The Organism to overcome geographical barriers and -if applicable- subsequent barriers of captivity or cultivation will (...).

Comments: The growing interest in bioenergy crops across Europe may heighten the risk of breaching cultural captivity barriers due to climate change. With the continual expansion of agricultural land devoted to energy crops, these species will encounter greater opportunities to breach the barriers separating cultivated land from natural habitats, potentially leading to biological invasions.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a35. ESTABLISHMENT - Due to climate change, the likelihood for The Organism to overcome survival & reproduction barriers will (...).

Comments: Miscanthus reproduces the better higher temperatures, which means that if average temperature goes up in Belgium during the next decades, miscanthus sinensis will reproduce more (cabidigitalibrary.org)

Answer: decrease

Weight: None moderately AValue: 0.25 Confidence: medium CValue: 0.5

a36. SPREAD - Due to climate change, the risk of The Organism to overcome dispersal barriers & (new) environmental barriers within The Area will (...).

Comments: The dispersal capacity of Miscanthus due to climate change is initially perceived as neutral, primarily because its seeds are sterile. However, it would be more prudent to regard it as moderately increasing due to the small but noteworthy potential for rhizome dispersal. Bibliography: Matlaga, D.P. and Davis, A.S. (2013), Minimizing invasive potential of Miscanthus × giganteus grown for bioenergy: identifying demographic thresholds for population growth and spread. J Appl Ecol, 50:479-487. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12057>

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: high CValue: 1

a37. IMPACTS: ENVIRONMENTAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on wild animals and plants, habitats and ecosystems will (...).

Comments: Rising global temperatures could potentially amplify the impact of organisms on natural habitats and ecosystems to some extent. Should certain species overcome barriers and experience enhanced reproduction in warmer temperatures, there is a risk that extensive cultivation could disrupt natural habitats near agricultural areas.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a38. IMPACTS: PLANT TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on cultivated plants (e.g. crops, pastures, horticultural stock) will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a39. IMPACTS: ANIMAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on domesticated animals (e.g. production animals, companion animals) will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a40. IMPACTS: HUMAN TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on humans will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a41. IMPACTS: OTHER TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on targets not considered in previous modules will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

Summary

| Module | Score | Aggregation method | Weight | Confidence |
|------------------------|--------------|---------------------------|---------------|-------------------|
| introduction score | 0.833 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| establishment score | 1.0 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| spread score | 0.625 | arithmetic | 1 | 0.75 |
| environmental im.score | 0.2 | arithmetic | 1 | 0.5 |
| plant im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| animal im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| human im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| other im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| invasion | 0.804 | geometric | | |
| impact | 0.200 | maximum | | |
| overall risk score | 0.161 | | | |

Assessment

context

a01. Provide the name(s) of the assessors: Alicia Guglielmono

a02. Provide the name of the organism under assessment: *Panicum virgatum* L. (switchgrass)

a03. Define the area under assessment: Belgium

a04. The Organism is: alien to, and present within The Area, but not established in the wild

Comments: *Panicum virgatum* is present in Belgium according to Global Registered Invasive Species of TRIAS, there are currently 41 occurrences in the area (*Panicum virgatum* L. (gbif.org)). There are also a dozen of observations in the Netherlands that are really close to the Belgian border (*Panicum virgatum* - Waarneming.nl). Also, in *Panicum virgatum* - Waarnemingen.be 23 observations have been reported in nature informing in total approximately 100 individuals in the Belgian territory. All these information help to confirm that this species is present within the area. Bibliography: *Panicum virgatum* L. (gbif.org) *Panicum virgatum* - Waarneming.nl *Panicum virgatum* - Waarnemingen.be

a05. This assessment is considering potential impacts within the following domains: the environmental domain

introduction

a06. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by natural means is:

Comments: The probability for the Organism to be introduced into The Area's by natural means is medium because the species is hermaphroditic, largely self-incompatible, sexually, and vegetatively reproductive, and tolerant to a wide range of soil, moisture, and temperature conditions (Parrish & Fike, 2005). There is little evidence of switchgrass escape from cultivation (Kwit & Stewart, 2012) or of the formation of persistent seedbanks: Only 0.17% of experimentally sown 'Cave in Rock' switchgrass seeds were present at the end of a three-year experiment (Hager et al. 2015). No migration of cultivated switchgrass into adjacent fields was observed over a period of ten years (Mitchell & Vogel, 2016). However, a shorter-term experiment observed switchgrass escape into adjacent plots that were maintained as both low- and high-competition receiving areas (Smith et al. 2015). Bibliography: Parrish, D.J.; Fike, J.H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2005, 24, 423–459. Kwit, C.; Stewart, C.N. Gene flow matters in switchgrass (*Panicum virgatum* L.), a potential widespread biofuel feedstock. *Ecol. Appl.* 2012, 22, 3–7. Hager, H.A.; Quinn, L.D.; Barney, J.N.; Voigt, T.B.; Newman, J.A. Germination, and establishment of bioenergy grasses outside cultivation: A multi-region seed addition experiment. *Plant Ecol.* 2015, 216, 1385–1399. Mitchell, R.B.; Vogel, K.P. Grass invasion into switchgrass managed for biomass energy. *Bioenergy Res.* 2016, 9, 50–56. Smith, L.L.; Allen, D.J.; Barney, J. The thin green line: Sustainable bioenergy feedstocks or invaders in waiting. *Neobiota* 2015, 25, 47–71.

Rev. Plant Sci. 2005, 24, 423–459. Kwit, C.; Stewart, C.N. Gene flow matters in switchgrass (*Panicum virgatum* L.), a potential widespread biofuel feedstock. *Ecol. Appl.* 2012, 22, 3–7. Hager, H.A.; Quinn, L.D.; Barney, J.N.; Voigt, T.B.; Newman, J.A. Germination, and establishment of bioenergy grasses outside cultivation: A multi-region seed addition experiment. *Plant Ecol.* 2015, 216, 1385–1399. Mitchell, R.B.; Vogel, K.P. Grass invasion into switchgrass managed for biomass energy. *Bioenergy Res.* 2016, 9, 50–56. Smith, L.L.; Allen, D.J.; Barney, J. The thin green line: Sustainable bioenergy feedstocks or invaders in waiting. *Neobiota* 2015, 25, 47–71.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a07. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by unintentional human actions is: Comments: The unintentional introduction of switchgrass could happen a few times per decade. There's evidence that the switchgrass has been introduced by unintentional human actions by green garbage dump of switchgrass in nature. One article explains that it has been found a case of dump near train rails and abandoned areas (Flint et al. 2021). There is only one documented report of switchgrass escaping from cultivation in Orange County, California. (Riefner & Boyd, 2007) But no records were found by Parrish and Fike of cultivated switchgrass escaping from cultivation in Europe, Australia, or the Pacific Northwest. Bibliography: Riefner R, Boyd S (2007) New records of wetland and riparian plants in Southern California, with recommendations and additions to the national list of plant species that occur in wetlands. *J Bot Res Inst Texas* 1:719–740 Parrish, D.J.; Fike, J.H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2005, 24, 423–459. Flint, S.A.; Shaw, R.G.; Jordan, N.R. Effects of

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: low CValue: 0

a08. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by intentional human actions is: Comments: The probability of introduction by intentional human actions is medium because between the agricultural field to the refinery, seeds or rhizome can fall in nature and develop individuals' reproduction in natural environments. This species has yet not been considered in the Belgian territory for energy crops but yes in other territories near the Belgian frontier which means that could be investigated soon. (Switchgrass (*panicum virgatum* L) As an alternative energy crop in Europe | | Project | Fact sheet | FP4 | CORDIS | European Commission (europa.eu)) Bibliography : Switchgrass (*panicum virgatum* L) As an alternative energy crop in Europe | | Project | Fact sheet | FP4 | CORDIS | European Commission (europa.eu)

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

establishment

a09. The Area provides ... climate for establishment of The Organism.

Comments: Overall, studies showed that switchgrass can live in a variety of climates and temperatures. Soils with a greater water-holding capacity foster switchgrass seedling survival which means that the species prefers mostly humid environments (Evers and Parsons, 2003). There are two types of switchgrass, upland and lowland forms, the second ones are more sensitive to moisture stress than upland types. Riche and Christian (2001) proved that switchgrass is likely less susceptible to drought stress given the characteristics in rooting depth and architecture. Madakadze et al in 2003 studied that the best latitude for putative base temperature is between 36 to 45 N. For example, for northern cultivar varies from 2.8 degrees to 6.5 degrees for southernmost locations. For germination, higher temperatures are expected, 11 degrees in average. But some studies prove that the highest germination occur at 35 degrees. Radical growth has been reported to be optimal at 32 degrees (Parrish & Fike, 2005). Hope and McElroy in 1990, studied switchgrass ability to undergo senescence of its shoots toward the end of growing season and then for its perennial parts to develop a tolerance to the rapid onset of freezing temperatures and to winter temperatures in general are critical for survival. Bibliography: Parrish, D.J.; Fike, J.H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. Crit. Rev. Plant Sci. 2005, 24, 423–459. Madakadze, I.C., Stewart, K.A., Madakadze, R.M. and Smith, D.L. (2003), Base Temperatures for Seedling Growth and Their Correlation with Chilling Sensitivity for Warm-Season Grasses. Crop Sci., 43: 874-878. <https://doi.org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2135/cropsci2003.8740> Evers, G.W. and Parsons, M.J. (2003), Soil Type and Moisture Level Influence on Alamo Switchgrass Emergence and Seedling Growth. Crop Sci., 43: 288-294.

<https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.2135/cropsci2003.0288> Ferchaud, F., Vitte, G., Bornet, F. et al. Soil water uptake and root distribution of different perennial and annual bioenergy crops. Plant Soil 388, 307–322 (2015).

<https://doi-org.ezproxy.ulb.ac.be/10.1007/s11104-014-2335-y> HOPE, H. J., & McELROY, A. (1990). LOW-TEMPERATURE TOLERANCE OF SWITCHGRASS (*Panicum virgatum* L.). Canadian Journal of Plant Science, 70(4), 1091–1096. doi:10.4141/cjps90-131

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a10. The Area provides ... habitat for establishment of The Organism.

Comments: A study in Ontario, reported that drought conditions led to minimal germination in field margins but fostered high germination rates in forest understories, while subsequent excess precipitation reversed these trends. These findings underscore a critical range of soil moisture conducive to overcoming abiotic resistance to invasive bioenergy grasses, aiding in the identification of habitats at heightened risk requiring targeted monitoring efforts (Berti & Johnson, 2013). Switchgrass seeds' remarkable adaptive strategies, including phenotypic plasticity in seed size in response to environmental stress, showcased their capacity for adaptation across diverse habitats (Parrish & Fike, 2005). Soil acidity is not frequently a limiting factor in switchgrass occurrence. Seedlings are highly tolerant of acid soils and switchgrass root have been reported to grow at pH 3.7. Some studies reported that some populations are adapted to rather harsh environments (Bona & Belesky, 1992). Bibliography : Parrish, D.J.; Fike, J.H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. Crit. Rev. Plant Sci. 2005, 24, 423–459. BERTI, Marisol T. y JOHNSON, Burton L., 2013. Switchgrass establishment as affected by seeding depth and soil type. Industrial Crops And Products . Vol. 41, pp. 289-293. DOI 10.1016/j.indcrop.2012.04.023. Bona, L., & Belesky, D. P. (1992). Evaluation of switchgrass entries for acid soil tolerance. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 23(15-16), 1827–1841. doi:10.1080/00103629209368707

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

spread

a11. The Organism's capacity to disperse within The Area by natural means is:

Comments: There is only one documented report of switchgrass escaping from cultivation in Orange County, California. (Riefner & Boyd, 2007) But no records were found by Parrish and Fike of cultivated switchgrass escaping from cultivation in Europe, Australia, or the Pacific Northwest. There is little evidence of switchgrass escape from cultivation (Kwit & Stewart, 2012) or of the formation of persistent seedbanks: Only 0.17% of experimentally sown 'Cave in Rock' switchgrass seeds were present at the end of a three-year experiment (Hager et al. 2015). No migration of cultivated switchgrass into adjacent fields was observed over a period of ten years (Mitchell & Vogel, 2016). However, a shorter-term experiment observed switchgrass escape into adjacent plots that were maintained as both low- and high-competition receiving areas (Smith et al. 2015). The seed bank longevity of switchgrass has been estimated around 5 years long (Zhang et al, 2019). Some studies reported herbivory of switchgrass which could be one of the causes of dispersion. The study reported the mechanism affecting seedling establishment include seed predation and seedling herbivory. The potential for seed predation was high in Ontario in 2012 due to high meadow vole populations (*Microtus pennsylvanicus*) populations, seeds remained visible on the soil surface in the forest but not in the field margin. Additionally, seedling herbivory was observed in both forest and field margin in all years, although the major herbivores differed by habitat: slugs vs. meadow voles, respectively. Extensive herbivory of *P. virgatum* seedlings has been noted previously. Concerning seed densities produced by adult plants in production fields, 30.000- 90.000 seeds/m² for *P. virgatum* have been reported. The study explains that high levels of propagule pressure might be expected annually, particularly at field edges (Hager et al, 2015) Bibliography : H.A.Hager, L.D. Quinn, J.N. Barney, T.B. Voigt, J.A. Newman, 2015. Germination and establishment of bioenergy grasses outside cultivation: a multi-region seed addition experiment. *Plant ecology* 216:1385-1399. DOI 10.1007/s11258-015-0516-2. Zhang L, Juenger TE, Lowry DB, Behrman KD. Climatic impact, future biomass production, and local adaptation of four switchgrass cultivars. *GCB Bioenergy*. 2019; 11: 956–970. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12609> Riefner R, Boyd S (2007) New records of wetland and riparian plants in Southern California, with recommendations and additions to the national list of plant species that occur in wetlands. *J Bot Res Inst Texas* 1:719–740 Parrish, D.J.; Fike, J.H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Crit. Rev. Plant Sci*. 2005, 24, 423–459. Flint, S.A.; Shaw, R.G.; Jordan, N.R. Effects of Selection Regime on Invasive Characteristics in an Emerging BiomassCrop, Switchgrass (*Panicum virgatum* L.).*Sustainability* 2021, 13, 5045. <https://doi.org/10.3390/su13095045> Kwit, C.; Stewart,

C.N. Gene flow matters in switchgrass (*Panicum virgatum* L.), a potential widespread biofuel feedstock. *Ecol. Appl.* 2012, 22,3–7.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

a12. The Organism's frequency of dispersal within The Area by human actions is:

Comments: The dispersal frequency of the organism remains unexplored in Belgium, particularly concerning its potential application in biofuel production. However, should this species be utilized for bioenergy crops in the future, there is a risk of easy dissemination. Furthermore, during transportation from agricultural fields to refineries, certain plant components like roots or rhizomes may inadvertently scatter into natural habitats, contributing to a notable dispersal frequency, estimated at several occurrences per decade. While concrete evidence regarding the frequency of such events is lacking, it is imperative for management strategies to include rigorous checks within agricultural machinery and meticulous control measures for fallen plant fragments.

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: low CValue: 0

environmental im.

a13. The Organism has a(n) ... effect on native species, through predation, parasitism or herbivory:

Confidence:

Weight: n/a Answer: inapplicable AValue: n/a unanswered CValue: unanswered

a14. The Organism has a (...) effect on native species, through competition:

Comments: According to USDA NRCS in 2007, switchgrass is considered an aggressive plant with a wide area of adaptation and have high production potential on marginal soils. Competition studies with switchgrass have usually involved native herbaceous forbs and grasses. In this study under the condition of this study switchgrass grew larger and faster when grown with miscanthus than grown with itself (Hockenberry et al, 2010). Bibliography: Mary Hockenberry Meyer, Joe Paul, Neil O, Anderson, 2010. Competitive ability of invasive Miscanthus with aggressive switchgrass. Biological Invasions, 12: 3809-3816. DOI 10.1007/s10530-010-9773-0 U.S. Department of Agriculture. 2020. Summary Report: 2017 National Resources Inventory, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, and Center for Survey Statistics and Methodology, Iowa State University, Ames, Iowa. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/nra/nri/results>

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a15. The Organism has a(n) (...) effect on native species, through interbreeding:

Comments: There are no native species in Belgium with the same genus. No effect in native species through interbreeding. From a pollination standpoint, little is known about pollen viability (how long pollen can survive post-anthesis) and no published studies exist regarding switchgrass pollen flow distances. Recent work, places switchgrass pollen viability in the same range as those of other agronomic grasses (half life of approximately 2h under ideal conditions. No other published information is currently available on this subject. This study claims that modelling efforts should be conducted on pollen flow such as it done for other biofuel crops. The same study explains that although it may be expected that switchgrass would be incapable of crossing with close relatives in the genus Panicum, there are no published data to this effect, despite existing and

well-accepted Panicum phylogenies. The potential invasion of agronomic switchgrass into non-agronomic-field portions of the landscape matrix could occur in two primary ways. First, introgression into existing wild or feral switchgrass populations would, by definition, require pollination (typically via crop pollen) and subsequent backcrossing events. Herein, the following prerequisites must be satisfied: the pollen recipient must flower in synchrony with the donor cultivar, be in close enough proximity (currently unknown distance for switchgrass) to receive viable wind-dispersed pollen and must also share the same ploidy level (Kwit & Stewart, 2012). Bibliography: Kwit, C.; Stewart, C.N. Gene flow matters in switchgrass (*Panicum virgatum* L.), a potential widespread biofuel feedstock. Ecol. Appl. 2012, 22, 3–7.

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: low CValue: 0

a16. The Organism has a (...) effect on native species, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Comments: Nothing has been found in the literature about *Panicum virgatum* hosting pathogens or parasites.

Weight: 1 Answer: low AValue: 0.25 Confidence: low CValue: 0

a17. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its abiotic properties.

Comments: Not much information has been found of the effect on ecosystem integrity, there is one article that explains the impacts on waterflows. Although unfertilized perennial biomass crops are likely to reduce nitrate movement to streams, they will also likely influence the hydrologic cycle, which may produce benefits such as flood reduction as well as costs (intensified and prolonged low flows). Bibliography : Saumya Sarkar, Shelie A. Miller, 2014. Water quality impacts of converting

intensively-managed agricultural lands to switchgrass, Biomass and Bioenergy, Volume 68, Pages 32-43, ISSN 0961-9534, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.05.026>

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a18. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its biotic properties.

Comments: The findings of Mclsaac et al. in 2010 and other previous studies, are consistent with an assessment of modest or limited invasion risk from improved switchgrass forage cultivars, and moreover suggest that the invasive risk of these cultivars may not be greater than that of their undomesticated, commercially produced counterparts. As a precautionary approach, use of undomesticated strains, presumed to be more genetically variable than cultivars could facilitate adaptation to climate change, reduce gene-flow risks and decrease the likelihood of pest or pathogen outbreaks by increasing stand heterogeneity. While they didn't find notable between-group differences in the measured invasiveness related traits, they also did not find that cultivars were associated with a substantial yield advantage. Relative to other candidate biomass crops, switchgrass can provide substantial ecosystem services; has few known insect pests; established easily and has long-lived stands, large potential yields, and high nutrient and water-use efficiencies. Concerns regarding invasion risks arise because these valuable agronomic characteristics are shared with many invasive plant species, as are certain other switchgrass traits including C4 photosynthesis, polyploidy, pre-senescence translocation of nutrients, high plant densities, and vegetative reproduction. This study claims the urgent need in invasion risk research of switchgrass as dedicated biomass feedstock strains of switchgrass are in active development (Flint et al, 2021). Bibliography: H.A.Hager, L.D. Quinn, J.N. Barney, T.B. Voigt, J.A. Newman, 2015. Germination and establishment of bioenergy grasses outside cultivation: a multi-region seed addition experiment. *Plant ecology* 216:1385-1399. DOI 10.1007/s11258-015-0516-2. G.F. Mclsaac, M.B.David and C.A. Mitchell, 2010. *Miscanthus* and

Generated on 08

May 2024 at 12:26:20

Page 4 of 8

Switchgrass Production in Central Illionois : Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. Technical reports : vadose zone processes and chemical transport. (Mclsaac et al. 2010) Latitudinal Adaptation of Switchgrass Populations (researchgate.net) Flint, S.A.; Shaw, R.G.;Jordan, N.R. Effects of Selection Regime on Invasive Characteristics in an Emerging Biomass Crop, Switchgrass (*Panicum virgatum* L.).Sustainability 2021, 13, 5045. <https://doi.org/10.3390/su13095045> Saumya Sarkar, Shelie A. Miller, 2014. Water quality impacts of converting intensively-managed agricultural lands to switchgrass, Biomass and Bioenergy, Volume 68, Pages 32-43, ISSN 0961-9534, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.05.026> G.F. Mclsaac, M.B.David and C.A. Mitchell, 2010. Miscanthus and Switchgrass Production in Central Illionois : Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. Technical reports : vadose zone processes and chemical transport.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

plant im.

a19. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through herbivory or parasitism.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a20. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through competition.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a21. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by interbreeding with related organisms or with the targetitself.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a22. The Organism has a (...) effect on plant targets, by affecting the cultivation system's integrity.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a23. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them:

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

animal im.

a24. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, through predation orparasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a25. The Organism has a (...) effect on individual animal health or animal production, by having properties that are hazardous upon contact.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a26. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

human im.

a27. The Organism has a(n) (...) effect on human health, through parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a28. The Organism has a (...) effect on human health, by having properties that are hazardous upon contact.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a29. The Organism has a(n) (...) effect on the health of human targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

other im.

a30. The Organism has a (...) effect on causing damage to infrastructure.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

services

a31. The Organism has a (...) effect on provisioning services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a32. The Organism has a (...) effect on regulation and maintenance services.

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a33. The Organism has a (...) effect on cultural services.

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

climate

a34. INTRODUCTION - Due to climate change, the risk for The Organism to overcome geographical barriers and -ifapplicable- subsequent barriers of captivity or cultivation will (...).

Comments: The increasing interest in bioenergy crops in the European continent might increase the risk of overcoming barriers of cultural captivity due to climate change. As agricultural land of energy crops keeps increasing, the species will encounter a higher capacity of overcoming barriers of cultivation from the agricultural land to natural land and cause biological invasions.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a35. ESTABLISHMENT - Due to climate change, the likelihood for The Organism to overcome survival & reproduction barriers will (...).

Comments: The probability for the Organism to overcome survival and reproduction barriers will moderately increase because the use of undomesticated strains, presuemet to be more genetically variable than cultivars could facilitate adaptation to climate change (Mclsaac et al, 2010). As temperature arises, the use of this species could allow them to adapt to climate change and therefore reproduce more. Bibliography : G.F. Mclsaac, M.B.David and C.A. Mitchell, 2010. Miscanthus and Switchgrass Production in Central Illionois : Impacts on Hydrology and Inorganic Nitrogen Leaching. Technical reports : vadose zone processes and chemical transport.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a36. SPREAD - Due to climate change, the risk of The Organism to overcome dispersal barriers & (new) environmental barriers within The Area will (...).

Comments: With climate change, the species will reproduce much more as the use of genetic species could increase the adaptability in rising temperatures.

Answer: decrease

Weight: None moderately AValue: 0.25 Confidence: high CValue: 1

a37. IMPACTS: ENVIRONMENTAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on wild animals and plants, habitats and ecosystems will (...).

Comments: If the species easily adapts to climate change because of genetic modified individuals, the species could reproduce more than native species and therefore increase the consequences of the organism on wild animals and plants and overall habitats. The species could overcome native species and invade natural environments where there used to be native species.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a38. IMPACTS: PLANT TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on cultivated plants (e.g. crops, pastures, horticultural stock) will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a39. IMPACTS: ANIMAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on domesticated animals (e.g. production animals, companion animals) will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a40. IMPACTS: HUMAN TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on humans will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a41. IMPACTS: OTHER TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on targets not considered in previous modules will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

Summary

| Module | Score | Aggregation method | Weight | Confidence |
|------------------------|--------------|---------------------------|---------------|-------------------|
| introduction score | 0.667 | arithmetic | 1 | 0.667 |
| establishment score | 1.0 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| spread score | 0.75 | arithmetic | 1 | 0.25 |
| environmental im.score | 0.375 | arithmetic | 1 | 0.5 |
| plant im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| animal im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| human im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| other im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| invasion | 0.794 | geometric | | |
| impact | 0.375 | maximum | | |
| overall risk score | 0.298 | | | |

Assessment

context

a01. Provide the name(s) of the assessors: Alicia Guglielmono

a02. Provide the name of the organism under assessment: *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. (Princess-empress tree)

a03. Define the area under assessment: Belgium

a04. The Organism is: alien to, and present within The Area, but not established in the wild

Comments: This species is widespread in Belgium according to GBIF.org based on the “Global Register of Introduced and Invasive Species – Belgium”. 1500 occurrences have been observed in Belgium. It is complicated to say if the species is currently established in the wild or not but looking at the number of occurrences, we can speculate it is not yet established in the wild. Also, Verloove et al, found that the princess tree was first documented in Brussels in 1999, a spread resulted of an escape from cultivation. Bibliographie: *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-04-08. *Paulownia tomentosa* | Manual of the Alien Plants of Belgium (myspecies.info)

a05. This assessment is considering potential impacts within the following domains: the environmental domain

introduction

a06. The probability for The Organism to be introduced into The Area’s wild by natural means is:

Comments: *P. tomentosa* possesses a heavy production of wind-dispersed and water-dispersed seeds (SE-EPPC, 2003, as many has 20 million seeds a year from a single tree), and vigorous resprouting (Carpenter et al. 1983; Kumar et al, 1999).

However, being so small and light and winged, wind appears to be the principal means of dispersal (Cabi, 2021). Several occurrences in the Netherlands less than a kilometre from the Belgian frontier (Waarneming.nl). The princess tree has been also introduced in France but is not established, she is currently being cultivated in some of the French areas (inpn.mnhn.fr). *Paulownia tomentosa* is also well-known for escaping to from cultivation (Essl, 2007). Bibliography: - Carpenter, S. B., M. J. Immel, & Smith, N. D. (1983). Effect of Photoperiod on the Growth and Photosynthetic Capacity of *Paulownia* Seedlings.

Castanea, 48(1), 13–18. <http://www.jstor.org/stable/4033278> - *Paulownia tomentosa* - Waarneming.nl - *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., 1841 - *Paulownia tomentosa*, *Paulownia*, *Arbre d'Anna Paulowna*, *Paulownia imperial* - Présentation (mnhn.fr) - <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.39100> - Kumar P. P., Rao C. D., Rajaseger G. & Rao A. N. (1999): Seed surface architecture and random amplified polymorphic DNA profiles of *Paulownia fortunei*, *P. tomentosa* and their hybrid. – *Ann. Bot.* 83: 103–107 - Franz Essl (2007): From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa*. – *Preslia* 79: 377–389. - Southeast Exotic Pest Plant Council Invasive Plant - Southeast Exotic Pest Plant Council Invasive Plant Manual (SE-EPPC). 2003. Princess Tree. *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Sieb. & Zucc. ex Steud. Invasive Plants of the Eastern

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a07. The probability for The Organism to be introduced into The Area’s wild by unintentional human actions is: Comments: *Paulownia tomentosa*’s spread by agricultural machinery and garden waste are possible but not demonstrated. Not much information about introduction by unintentional human actions.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: low CValue: 0

a08. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by intentional human actions is: Comments: Paulownia tomentosa has an ornamental value, it can be found sold in many websites of plant nurseries in Belgium (central-jardin.be; jardins-du-monde.be). It is well sold for its showy flowers and its rapid growth (Tang et al, 1980). This species is considered as a good material for bioenergy for its high density and characteristics such as fast-growing and

short-rotation biomass and could be introduced for bioethanol production purposes (Dominguez et al, 2017, Icka et al, 2016).

Bibliography: Paulownia tomentosa Haute Tige 18 20 Motte - Central Jardin (central-jardin.be) Arbre Impérial - Paulownia

Tomentosa (jardins-du-monde.be) DOMÍNGUEZ, Elena R. Rosa, ROMANÍ, Aloia, DOMINGUES, Luc■Lia y GARROTE, Gil,2017.

Evaluation of strategies for second generation bioethanol production from fast growing biomass Paulownia within a biorefinery scheme. Applied Energy. Vol. 187, pp. 777-789. DOI 10.1016/j.apenergy.2016.11.114 ICKA, Pirro, DAMO, Robert yICKA,

Engjëllushe, 2016. Paulownia Tomentosa, a Fast Growing Timber. Annals Of «Valahia» University Of Târgovi■te.

Agriculture [en ligne]. 1 octobre 2016. Vol. 10, n° 1, pp. 14-19. DOI 10.1515/agr-2016-0003. Tang RC, Carpenter SB, WittwerRF,

Graves DH. 1980. Paulownia—a crop tree for wood products and reclamation of surface-mined land. Southern Journal ofApplied

Forestry 4:19–24. (I don't have access but quoted several times)

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

establishment

a09. The Area provides ... climate for establishment of The Organism.

Comments: *P. tomentosa* thrives in a diverse array of temperate semi-humid or semi-arid environments, spanning altitudes of up to 3000 m. It exhibits notable frost resistance, however, susceptibility to frost damage is heightened in seedlings and young trees (Zhu et al., 1986). Cold climates may impede the establishment and proliferation of the princess tree. In the United States, early and late frosts, as well as minimal winter temperatures, serve as limiting factors for its spread. Generally, *P. tomentosa* does not become invasive in regions experiencing prolonged periods of temperatures below 0°C (Dong and van Buijtenen, 1994). The species can endure maximum temperatures of 40°C but typically favours milder regions in subtropical and temperate climates, where the optimal annual temperature ranges from 24°C to 29°C, and annual rainfall hovers around 1000 mm, although it can tolerate mean annual rainfall levels ranging from 500 to 2500 mm (Cabi, 2021). These characteristics make the Belgian climate suboptimal for the species establishment because average temperature in Belgium is 15 °C but could happen in some warmer regions. Bibliography: - <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.39100> - Zhu ZH, Chao CJ, Lu XY, Xiong YG, 1986. Paulownia in China: cultivation and utilization. 1986, vi + 65 pp.; Published jointly with the Asian Network for Biological Sciences, Singapore; 9 ref. (I don't have access but quoted several times) - Dong, H.; Van Buijtenen, J. P. (1994). A Paulownia Seed Source Trial in East Texas and its Implications to Species Introduction. Southern Journal of Applied Forestry, 18(2), 65–67. doi:10.1093/sjaf/18.2.65

Weight: 1 Answer: sub-optimal AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a10. The Area provides ... habitat for establishment of The Organism.

Comments: In China, princess tree is a minor component of the deciduous mesophyt forest, growing in mesic ravines, open valleys, and disturbed areas (Webster et al, 2007). *P. tomentosa* strongly prefers micro climatically favoured sites, for example crevices in walls or the gravelled areas along railway tracks. Occurrences of *P. tomentosa* in Central Europe are almost exclusively confined to urban areas. More than 99% of all records in SW Germany and 90% of Austrian records have been made in urban areas (Essl F., 2007). The concentration of preferred habitats in urban areas probably contributes to the relative success there. However, heavy regeneration of *P. tomentosa* has been observed in xeric Pinus-dominated forests following fires. This species is well known for invading ecosystems following fire or site disturbances (Carpenter et al, 1983). Paulownia tomentosa is a pioneer species and can colonize disturbed urban habitats in the EPPO region (epo.int). It tolerates high soil acidity, drought, and low soil fertility (Melhuish et al. 1990). In North America, the species has been shown to invade more natural habitats for example forests and forest margins where there is some level of disturbance (Webster & Jenkins, 2007).

Princess tree, a very shade intolerant species requiring abundant sunlight and bare mineral soil for optimal germination and establishment (Longbrake & McCarthy 2001) Belgium's habitats such as the Ardennes provide optimal habitat for *P. tomentosa*. Bibliography: - Essl F. (2007): From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by Paulownia tomentosa. – Preslia 79: 377–389. - Webster CR, Jenkins MA, Jose S. 2007. Invasion biology and control of invasive woody plants in eastern forests. Native Plants Journal 8(2):97–106. - Carpenter, S. B., M. J. Immel, & Smith, N. D. (1983). Effect of Photoperiod on the Growth and Photosynthetic Capacity of Paulownia Seedlings. Castanea, 48(1), 13–18. <http://www.jstor.org/stable/4033278> - Paulownia tomentosa (epo.int) - Webster CR, Jenkins MA, Jose S. 2007. Invasion biology and control of invasive woody plants in eastern forests. Native Plants Journal 8(2):97–106. - Longbrake, A. Christina W., 2001. Ecology and invasive potential of Paulownia tomentosa (Scrophulariaceae) in a hardwood forest landscape. Ohio University ProQuest Dissertations Publishing, 2001. 3022997. - Melhuish, J. H., Jr.; Gentry, C. E.; Beckjord, P. R. 1990.

Paulownia tomentosa seedling growth at differing levels of pH, nitrogen, and phosphorus. Journal of Environmental Horticulture. 8(4): 205-207. [72077]

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

spread

a11. The Organism's capacity to disperse within The Area by natural means is:

Comments: Princess tree reproduces from seed and by sprouting from adventitious buds on stems and roots (Hu, Shiu-Ying, 1961). The small wings on the seeds of the princess tree maximize the capacity of the species to disperse within the area. In fact, dispersal of these small (2.25 mm) seeds has been measured at 3.5 km from the nearest mature individual (Kuppinger, unpublished data-2010). A study conducted in Austria states that Paulownia is currently classified as casual but that recent spread and escaped populations, the species might need to be classified as naturalized in urban areas of the warmest regions in Central Europe (Essl, 2007). The small, light, winged seeds of princess tree are easily transported by wind and water over considerable distances (Reza, 2017). Field observations suggest that seedlings are occasionally located more than 3 km from parent trees in mountainous regions of North Carolina and Tennessee (Kuppinger and Dane Mitchell. 2008). The vegetative regeneration is important to princess tree's persistence and spread because sprouting may allow an individual to persist after defoliation or disturbance (Reza, 2017). Bibliography: - Hu, S.Y., 1961. The economic botany of the Paulownias. *Econ. Bot.* 15,11–27. - Dane M. Kuppinger, Michael A. Jenkins, Peter S. White, 2010. Predicting the post-fire establishment and persistence of an invasive tree species across a complex landscape *Biol Invasions* (2010) 12:3473–3484, DOI

10.1007/s10530-010-9745-4. - Kuppinger, Dane Mitchell. 2008. Post-fire vegetation dynamics and the invasion of *Paulownia tomentosa* in the southern Appalachians. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill. 210 p. Dissertation. [72298] - Reza E. Owfi. 2017. "Ecophysiological study of *Paulownia tomentosa*", *International Journal of Current Research*, 9,(12), 63582-63591

Weight: 1 Answer: high AValue: 0.75 Confidence: high CValue: 1

a12. The Organism's frequency of dispersal within The Area by human actions is:

Comments: Not much information about the frequency of dispersal by human actions in the literature. Some articles talk about frequent planting greatly fosters naturalization and population expansion of alien plant species (Franz, 2001). This is mainly due to propagule pressure and their ability to overcome barriers to spread (Kowarik 2003; Lockwood et al. 2005). But this species is not yet used or considered for plantations for bioenergy in Belgium which complicates to evaluate the frequency of dispersal for this species. Bibliography: Kowarik I. (2003): Human agency in biological invasions: secondary releases foster naturalisation and population expansion of alien plant species. – *Biol. Inv.* 5: 281–300. Lockwood J. L., Cassey P. & Blackburn T. (2005): The role of propagule pressure in explaining species invasions. – *Trends Ecol. Evol.* 20: 223–228. Franz Essl (2007): From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa*. – *Preslia* 79: 377–389.

Weight: 1 Answer: low AValue: 0 Confidence: low CValue: 0

a13. The Organism has a(n) ... effect on native species, through predation, parasitism or herbivory:

Comments: *P. tomentosa* can colonize rocky cliffs and scoured riparian zones where it may compete with rare plants in such marginal habitats (Remaley, 2005; Kuppinger et al, 2010). Although the species displays very rapid growth, individuals are highly shade intolerant and compete poorly in forest understories. Although paulownia invades aggressively after large-scale and severe disturbance (Carpenter et al. 1983), the species does not aggressively invade intact mesic forests where tree-fall gaps are the dominant disturbance (Williams 1993; Kuppinger, 2008). It can invade rapidly after disturbances such as construction or floods, and its ability to resprout prolifically allows it to survive fire, cutting, and even bulldozing on building sites(Cabi.org) More competitive in post fire ecosystems: Paulownia is an invasion threat in xeric forests that require frequent fire, such as pine and oak-pine forests in the southern Appalachians (Chongpinitchai and Williams 2021). In Belgium, not many forests fire, but a note to keep that in mind that this species is considered as early successional and can be very competitive in post-fire or post-disturbance sites. The invasion pattern of the Empress tree is complex and its post-fire spreading depends on common variables, such as elevation, remaining vegetation cover and hill shade. In addition, the Empress tree is one of the world's fastest growing trees. The large number of small-winged seeds (2000 seeds per capsule) that germinate readily and its ability to survive fires through the formation of adventitious root buds give Paulownia unusual competitive power and render it a pioneer in newly disturbed areas (Hu 1959). Paulownia tomentosa seedlings can resprout at an early age, even in low light.

This ability allows the Empress tree to establish even in areas of high herbivore density (Longbrake & McCarthy 2001)

Bibliography: Remaley T, 2005. Princess Tree: Paulownia tomentosa (Thunb.) Sieb. & Zucc. ex Steud. Washington DC, USA: Bureau of Land Management, Plant Conservation Alliance. <http://www.nps.gov/plants/alien/fact/pato1.html> Carpenter, S. B., M.

J. Immel, & Smith, N. D. (1983). Effect of Photoperiod on the Growth and Photosynthetic Capacity of Paulownia Seedlings. *Castanea*, 48(1), 13–18. <http://www.jstor.org/stable/4033278> Williams C. E. (1993): Age structure and importance of naturalized Paulownia tomentosa in a central Virginian streamside forest. – *Castanea* 58: 243–249. Angela R. Chongpinitchai, Roger A. Williams, 2021. The response of the invasive princess tree (Paulownia tomentosa) to wildland fire and other disturbances in an Appalachian hardwood forest, *Global Ecology and Conservation*, Volume 29, ISSN 2351-9894, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01734> Kuppinger, Dane Mitchell. 2008. Post-fire vegetation dynamics and the invasion of Paulownia tomentosa in the southern Appalachians. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill. 210 p. Dissertation. [72298]. Hu SY (1959) A monograph of the genus Paulownia. *QJ Taiwan Museum* 12:1–54 Dane M. Kuppinger, Michael A. Jenkins, Peter S. White, 2010. Predicting the post-fire establishment and persistence of an invasive tree species across a complex landscape *Biol Invasions* (2010) 12:3473–3484, DOI 10.1007/s10530-010-9745-4. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.39100> Longbrake, A. Christina W., 2001. Ecology and invasive potential of Paulownia tomentosa (Scrophulariaceae) in a hardwood forest landscape. Ohio University ProQuest Dissertations Publishing, 2001. 3022997.

Weight: n/a Answer: inapplicable A Value: n/a Confidence: high C Value: 1

a14. The Organism has a (...) effect on native species, through competition:

Comments: *P. tomentosa* can colonize rocky cliffs and scoured riparian zones where it may compete with rare plants in such marginal habitats (Remaley, 2005; Kuppinger et al, 2010). Although the species displays very rapid growth, individuals are highly shade intolerant and compete poorly in forest understories. Although paulownia invades aggressively after large-scale and severe disturbance (Carpenter et al. 1983), the species does not aggressively invade intact mesic forests where tree-fall gaps are the dominant disturbance (Williams 1993; Kuppinger, 2008). It can invade rapidly after disturbances such as construction or floods, and its ability to resprout prolifically allows it to survive fire, cutting, and even bulldozing on building sites(Cabi.org) More competitive in post fire ecosystems: Paulownia is an invasion threat in xeric forests that require frequent fire, such as pine and oak-pine forests in the southern Appalachians (Chongpinitchai and Williams 2021). In Belgium, not many forests fire, but a note to keep that in mind that this species is considered as early successional and can be very competitive in post-fire or post-disturbance sites. The invasion pattern of the Empress tree is complex and its post-fire spreading depends on common variables, such as elevation, remaining vegetation cover and hill shade. In addition, the Empress tree is one of the world's fastest growing trees. The large number of small-winged seeds (2000 seeds per capsule) that germinate readily and its ability to survive fires through the formation of adventitious root buds give Paulownia unusual competitive power and render it a pioneer in newly disturbed areas (Hu 1959). Paulownia tomentosa seedlings can resprout at an early age, even in low light.

This ability allows the Empress tree to establish even in areas of high herbivore density (Longbrake & McCarthy 2001)

Bibliography: Remaley T, 2005. Princess Tree: *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Sieb. & Zucc. ex Steud. Washington DC, USA: Bureau of Land Management, Plant Conservation Alliance. <http://www.nps.gov/plants/alien/fact/pato1.html> Carpenter, S. B., M. J. Immel, & Smith, N. D. (1983). Effect of Photoperiod on the Growth and Photosynthetic Capacity of *Paulownia* Seedlings. *Castanea*, 48(1), 13–18. <http://www.jstor.org/stable/4033278> Williams C. E. (1993): Age structure and importance of naturalized *Paulownia tomentosa* in a central Virginian streamside forest. – *Castanea* 58: 243–249. Angela R. Chongpinitchai, Roger A. Williams, 2021. The response of the invasive princess tree (*Paulownia tomentosa*) to wildland fire and other disturbances in an Appalachian hardwood forest, *Global Ecology and Conservation*, Volume 29, ISSN 2351-9894, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01734> Kuppinger, Dane Mitchell. 2008. Post-fire vegetation dynamics and the invasion of *Paulownia tomentosa* in the southern Appalachians. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill. 210 p. Dissertation. [72298]. Hu SY (1959) A monograph of the genus *Paulownia*. *QJ Taiwan Museum* 12:1–54 Dane M. Kuppinger, Michael A. Jenkins, Peter S. White, 2010. Predicting the post-fire establishment and persistence of an invasive tree species across a complex landscape *Biol Invasions* (2010) 12:3473–3484, DOI 10.1007/s10530-010-9745-4. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.39100> Longbrake, A. Christina W., 2001. Ecology and invasive potential of *Paulownia tomentosa* (Scrophulariaceae) in a hardwood forest landscape. Ohio University ProQuest Dissertations

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

a15. The Organism has a(n) (...) effect on native species, through interbreeding:

Comments: No congeneric native species in Belgium

Weight: 1 Answer: no / very low AValue: 0 Confidence: low CValue: 0

a16. The Organism has a (...) effect on native species, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them. Comments:

The main pest found on *P. tomentosa* is *Eumeta variegata*, Yang and Li (1982) a defoliator. *E. variegata* occurs throughout the distribution range of *P. tomentosa*; it develops one generation in northern China and two generations in southern China. Seedling stock is the major source of spread source of this pest (Yang et al., 1975). Paulownia witches' broom (PWB) is a major disease found in *P. tomentosa* plantations and is caused by a phytoplasma. PWB is commonly found in seedling stocks and young trees (3-6 years old) and may greatly influence their growth. It may also occur in adult trees but has little effect on their growth. Anthracnose disease is a major disease in saplings which injures leaves, petioles and shoots, and causes early leaf drop. *P. tomentosa* also suffers damping-off disease caused by *Rhizoctinia solani* and *Fusarium* spp. (Zhu et al., 1986). Other diseases include the nematode *Meloidogyne marioni*, which infects the roots of seedlings and results in mortality, and the fungus *Sphaceloma tsugii*, which commonly damages seedling shoots and causes dieback. Both diseases have a common occurrence throughout the distribution range of *P. tomentosa*. This species could have an impact in native species in Belgium even though not demonstrated. Bibliography: Zhu ZH, Chao CJ, Lu XY, Xiong YG, 1986. Paulownia in China: cultivation and utilization. 1986, vi + 65 pp.; Published jointly with the Asian Network for Biological Sciences, Singapore; 9 ref.

Weight: 1 Answer: high AValue: 0.75 Confidence: medium CValue: 0.5

a17. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its abiotic properties.

Comments: *P. tomentosa* produces chemical compounds that can alter soil structure. Paulownia produces allelopathic chemicals, including phenolic compounds, which leach into the soil and impair the growth of nearby plants (Wysokińska and Rózga 1998; Zhao et al. 2010). This species also produces verbascoside, a compound which has antifungal and antibacterial properties (Wysokińska and Rózga 1998) and therefore may impede soil mycorrhizal fungi. Bibliography: Zhao-Hua, Z., Ching-Ju, C., Xin-Yu, L. & Yao, X. 1986: Paulownia in China. Cultivation and utilization. – Beijing. Wysokińska, H., and M.

Rózga. 1998. Establishment of transformed root cultures of Paulownia tomentosa for verbascoside production. Journal of Plant Physiology 152:78–83.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5

a18. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its biotic properties.

Comments: The species thrives in open and exposed areas, as well as in disturbed zones devoid of shade. It has the potential to outcompete slower-growing native flora. (CABI, 2017). Not much information about how it affects biotic properties. Enriched in nutrients, paulownia leaves and flowers were good fodder for pigs, chicken, sheep, cattle and rabbits and so on. Results indicated that there were no any symptom of toxicity appeared (hear.org). Bibliography:

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.39100> Paulownia tomentosa risk assessment (hear.org)

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: low CValue: 0

plant im.

a19. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through herbivory or parasitism.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a20. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through competition.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a21. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by interbreeding with related organisms or with the targetitself.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a22. The Organism has a (...) effect on plant targets, by affecting the cultivation system's integrity.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a23. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them:

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

animal im.

a24. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, through predation or parasitism.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a25. The Organism has a (...) effect on individual animal health or animal production, by having properties that are hazardous upon contact.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a26. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

human im.

a27. The Organism has a(n) (...) effect on human health, through parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a28. The Organism has a (...) effect on human health, by having properties that are hazardous upon contact.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered unanswered CValue: unanswered

a29. The Organism has a(n) (...) effect on the health of human targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Confidence:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

other im.

a30. The Organism has a (...) effect on causing damage to infrastructure.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

services

a31. The Organism has a (...) effect on provisioning services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a32. The Organism has a (...) effect on regulation and maintenance services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

a33. The Organism has a (...) effect on cultural services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

Confidence:

unanswered CValue: unanswered

climate

a34. INTRODUCTION - Due to climate change, the risk for The Organism to overcome geographical barriers and -ifapplicable- subsequent barriers of captivity or cultivation will (...).

Comments: This species is slowly starting to be considered for bioenergy crops in many countries in the European continent such as Germany and Austria. With climate change, increasing energy bioenergy crops are considered as recommended by European legislations. According to Franz, frequent planting of this species might increase the probability of introduction acrossfrontiers. Franz Essl (2007): From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa*. – *Preslia* 79: 377–389.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a35. ESTABLISHMENT - Due to climate change, the likelihood for The Organism to overcome survival & reproduction barriers will (...).

Comments: There is large uncertainty about the future behaviour of *Paulownia* in Mediterranean-climate areas (Crosti & al. 2010). One of the possible reasons is its prevalent use as an ornamental species, which makes most natural environments physically unreachable (Badalamenti, 2019). Conversely, *Paulownia* does not seem to be equipped to cope with future drought periods. Indeed, the expected rise of average temperatures due to climate change, which likely will favour its spread northward, may represent one limiting factor in ecosystems as *Paulownia* would require water during the warm season (Zhao-Hua & al.

1986). However, introduced plants may experience considerable shifts in the ecological behaviour even many years after the introduction. Bibliography: Emilio Badalamenti, 2019. Notes about the naturalization in Sicily of *Paulownia tomentosa* (Paulowniaceae) and remarks about its global spread. *Fl. Medit.* 29: 67-70 <https://doi.org/10.7320/FIMedit29.067> Crosti, R., Cascone, C. & Cipollaro, S. 2010: Use of a weed risk assessment for the Mediterranean region of Central Italy to prevent loss of functionality and biodiversity in agro-ecosystems. – *Biol. Invas.* 12: 1607-1616. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9573-6> Zhao-Hua, Z., Ching-Ju, C., Xin-Yu, L. & Yao, X. 1986: *Paulownia* in China. Cultivation and utilization. – Beijing.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: medium CValue: 0.5

a36. SPREAD - Due to climate change, the risk of The Organism to overcome dispersal barriers & (new) environmental barriers within The Area will (...).

Comments: In the future, predicted climate change might allow *P. tomentosa* to spread beyond its current distribution limits, pushing altitudinal limits upwards and making areas outside cities more accessible (Franz, 2007). Strong negative correlations between invasion success and annual mean temperature are known for many neophytes in Central Europe (Walter et al.

2005). Key limiting factors for the invasion success of *P. tomentosa* are winter minimum temperatures and early and late frosts. Bibliography: Franz Essl (2007): From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa*. – *Preslia* 79: 377–389. Walter J., Essl F., Englisch T. & Kiehn M. (2005): Neophytes in Austria: habitat preferences and ecological effects. – *Neobiota* 6: 13–25

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: high CValue: 1

a37. IMPACTS: ENVIRONMENTAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on wild animals and plants, habitats and ecosystems will (...).

Comments: Not much information about impacts and the consequences in wild animals with climate change. Raising temperatures will increase number of fires and will so on multiply the quantity of *paulownia's* introduction in post fire sites. - Kuppinger, Dane Mitchell. 2008. Post-fire vegetation dynamics and the invasion of *Paulownia tomentosa* in the southern Appalachians. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill. 210 p. Dissertation. [72298]

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: medium CValue: 0.5

a38. IMPACTS: PLANT TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on cultivated plants(e.g. crops, pastures, horticultural stock) will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a39. IMPACTS: ANIMAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on domesticated animals (e.g. production animals, companion animals) will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a40. IMPACTS: HUMAN TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on humans will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

a41. IMPACTS: OTHER TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on targets notconsidered in previous modules will (...).

Confidence:

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered

unanswered CValue: unanswered

Summary

| Module | Score | Aggregation method | Weight | Confidence |
|------------------------|--------------|---------------------------|---------------|-------------------|
| introduction score | 0.833 | arithmetic | 1 | 0.667 |
| establishment score | 0.75 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| spread score | 0.375 | arithmetic | 1 | 0.5 |
| environmental im.score | | | | |
| | 0.55 | arithmetic | 1 | 0.4 |
| plant im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| animal im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| human im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| other im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| invasion | 0.616 | geometric | | |
| impact | 0.550 | maximum | | |
| overall risk score | 0.339 | | | |

Assessment

context

a01. Provide the name(s) of the assessors: Alicia Guglielmono

a02. Provide the name of the organism under assessment: *Silphium perfoliatum* L. (the cup plant)

a03. Define the area under assessment: Belgium

a04. The Organism is: alien to, and present within The Area, but not established in the wild

Comments: *Silphium perfoliatum* is an erect herbaceous perennial plant, native to eastern and central North America (Peni et al. 2020). In GBIF.org, more specifically in the GRIS list (Global, registered, invasive species of Belgium) of TRIAS, there are 80 occurrences currently in the Belgian territory which leads to confirm that this species is present within the area. According to Verloove (manualofthealienplantsinbelgium), this species is formerly naturalized in river bottoms along river Demer near Betekom, at least between 1871 and 1890 but now gone. This habitat fully corresponds with the one in its native distribution range in United States (Peni et al., 2020). According to Verloove, *Silphium perfoliatum* is still cultivated as an ornamental in Belgium but probably only rarely so. In recent times, however, this species is sometimes sown as an energy crop, also in Belgium (Valbiom, 2024, personal observation). ■ *Silphium perfoliatum* | Manual of the Alien Plants of Belgium (myspecies.info) Bibliographie: - Peni, D.; Stolarski, M.J.; Bordiean, A.; Krzyaniak, M.; Dowski, M. *Silphium perfoliatum*—A Herbaceous Crop with Increased Interest in Recent Years for Multi-Purpose Use. *Agriculture* 2020, 10, 640. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120640> --> crossref -Desmet P, Reyserhove L, Oldoni D, Groom Q, Adriaens T, Vanderhoeven S, Pagad S (2023). Global Register of Introduced and Invasive Species - Belgium. Version 1.13. Invasive Species Specialist Group ISSG. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/xoidmd> accessed via GBIF.org on 2024-04-01. -*Silphium perfoliatum* | Manual of the Alien Plants of Belgium (myspecies.info)

a05. This assessment is considering potential impacts within the following domains: the environmental domain

introduction

a06. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by natural means is:

Comments: Some observations near the Belgian border have been observed in Netherlands and France. (GBIF.org; Waarneming.nl). *Silphium perfoliatum*, reproduces primarily through seeds but it can also spread through rhizomes (Gansberger et al., 2015). Natural propagation is possible by natural ways by seeds and pieces of rhizomes by wind or water. A study demonstrates an enormous spreading potential of the cup plant in Northern Bavaria in similar conditions as in Belgium. Scientists agree that spontaneous occurrences are likely to expand as the number of cup plant field increases (Ende & Lauerer, 2022). Also, Kowalski and Wiercinski in 2004, stated that the fruits of cup plant are equipped with two tiny wings that could enable them to fly and thus be carried over long distances. -*Silphium perfoliatum* L. in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-04-03. -Markus Gansberger, Lucy F.R. Montgomery, Peter Liebhard; 2015. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review, *Industrial Crops and Products*, Volume 63, Pages 362-372, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.047> -Ende LM, Lauerer M (2022) Spreading of the cup plant (*Silphium perfoliatum*) in northern Bavaria (Germany) from bioenergy crops. *NeoBiota* 79: 87-105. <https://doi.org/10.3897/neobiota.79.94283> -Kowalski, R., & Wiercinski, J. (2004). Evaluation of chemical composition of some *Silphium* L. species seeds as alternative foodstuff raw materials. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13, 349-354.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a07. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by unintentional human actions is:

Comments: The unintentional introduction of *Silphium perfoliatum* could happen a few times per decade. This species is present in wet environments and around rivers (Barkley 1986 cited by Gudžinskas & Taura 2020), so it could be introduced by boat but not a certainty. The species can be spread by falling in nature due to transport from culture to a refinery. A study in Northern Bavaria documented a spread of cup plants presumed agricultural machines as a vector. They concluded that losing a crop and their fruits from the trailer is possible and must be kept in mind to prevent the spread (Ende & Lauerer, 2022). Vladimirov (2021) suspected a certain dispersal potential of cup plant (from fruits or roots parts) along water currents even over longer distances. -Ende LM, Lauerer M (2022) Spreading of the cup plant (*Silphium perfoliatum*) in northern Bavaria (Germany) from bioenergy crops. *NeoBiota* 79: 87-105. <https://doi.org/10.3897/neobiota.79.94283> -BARKLEY T.M., 1986: Asteraceae. – In: Great Plains Flora Association, *Flora of the Great Plains*: 839–1021. – Lawrence. -Gudžinskas, Z. & Taura, L. 2020. New alien plant species recorded in South Lithuania. *Botanica*, 26(2): 170-183. -Vladimirov Vladimir, Contribution to the knowledge of two Compositae species in the Bulgarian flora. *PHYTOLOGIA BALCANICA* 27 (3): 313 – 319, Sofia.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a08. The probability for The Organism to be introduced into The Area's wild by intentional human actions is:

Comments: *Silphium perfoliatum* has been considered as an energy crop in the Belgian territory, this species has been submitted to agronomic essays (Valbiom, Ideta, personal observations 2023) More specifically, it has been used for biomethanisation (personal observations on the field). Also, some seeds and individuals are being sold in plant's nurseries in Belgium. (labeillenoire.be & matelma.com) Bibliography: *Silphie perfoliée* (*Silphium perfoliatum*) - L'Abeille Noire (labeillenoire.be) *Silphium perfoliatum* - plantes vivaces - Acheter des plantes en ligne | Matelma.com

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

establishment

a09. The Area provides ... climate for establishment of The Organism.

Comments: *S. perfoliatum* is well adapted to varied European climates (Neumerkel & Märtin, 1982). The best temperature for *S. perfoliatum* growth is about 20°C and full sun promotes optimal development (Stanford, 1990). Moreover, *S. perfoliatum* is a hardy plant, surviving temperatures as low as -30 °C (Gansberger et al., 2015). Longer periods with alternating temperatures provide optimum conditions for the germination of *S. perfoliatum* seeds and spring regrowth begins at a temperature of approximately 5°C or more (Gansberger et al., 2015). However, the findings of optimal germination production of 20°C by Stanford in 1990 classifies the Belgian climate as suboptimal. Bibliography: -Neumerkel W, Martin B (1982) Silphium (*Silphium perfoliatum* L.) - a new feed plant. *Archiv für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde* 26(4):261-271 - Markus Gansberger, Lucy F.R. Montgomery, Peter Liebhard; 2015. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review, *Industrial Crops and Products*, Volume 63, Pages 362-372, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.047> - Stanford, G. *Silphium perfoliatum* (cup-plant) as a new forage. In *Proceedings of the Twelfth North American Prairie Conference: Recapturing a Vanishing Heritage*, Cedar Falls, Iowa, 5–9 August 1990; pp. 33–37. I don't have access but quoted several times.

Weight: 1 Answer: sub-optimal AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a10. The Area provides ... habitat for establishment of The Organism.

Comments: *Silphium perfoliatum* has a large ecological amplitude (Stanford, 1990). This species can be found in humid and prefers moist environments, but it is also drought tolerant. (Ruf et al. 2019; Gansberger et al., 2015). This species habitat is open habitats, wet prairies, as well as riverbanks and damp meadows (Tutin et al. 1976 cited in Molnar et al. 2019). A study conducted in Northern Bavaria (Germany), their results showed that cup plants were able to invade a wide range of habitats. This type of environments can be found in a variety of sites in Belgium for example in the surroundings of the Meuse River. Bibliography: - Ruf, T.; Audu, V.; Holzhauser, K.; Emmerling, C. Bioenergy from Periodically Waterlogged Cropland in Europe: A First Assessment of the Potential of Five Perennial Energy Crops to Provide Biomass and Their Interactions with Soil. *Agronomy* 2019, 9, 374. [CrossRef] - Gansberger, M.; Montgomery, L.F.R.; Liebhard, P. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Ind. Crops Prod.* 2015, 63, 362–372. [CrossRef] - Ende LM, Lauerer M (2022) Spreading of the cup plant (*Silphium perfoliatum*) in northern Bavaria (Germany) from bioenergy crops. *NeoBiota* 79: 87-105. <https://doi.org/10.3897/neobiota.79.94283> - Tutin, T.G. 1976. *Silphium* L. – In: Tutin, T.G. & al. (eds), *Flora Europaea*. Vol. 4, p. 142. Cambridge Univ. Press, Cambridge cited in Molnár, Cs., Csathó, A.I., Molnár, Á.P. & Pifkó, D. 2019. Amendments to the alien flora of the Republic of Moldova. – *Studia Bot. Hung.*, 50(1): 225-240.

Weight: 1 Answer: optimal AValue: 1 Confidence: high CValue: 1

spread

a11. The Organism's capacity to disperse within The Area by natural means is:

Comments: *Silphium perfoliatum*, reproduces primarily through seeds but it can also spread through rhizomes. The species produces approximately 18 to 30 fruits per flower head (Gansberger et al., 2015) and produces several thousand mostly viable seeds. *S. perfoliatum* is a facultatively self- or cross pollinator (Gansberger et al. 2015). The germination capacity of *Silphium perfoliatum* seeds is high and is influenced by environmental conditions, such as light, temperature, pretreatment of seeds and pre-chilling (Peni et al., 2020). Seeds have a physiological dormancy, which can be broken by low or alternating temperatures, which mean germination under Central European climate is possible. The high productivity and high reproductive potential of cup plant could lead to invasiveness in case of spontaneous spread into sensitive habitats (Gansberger et al. 2017).

Nevertheless, the best temperature for *S. perfoliatum* growth is about 20°C for germination, (Stanford, 1990) therefore in Belgium the species is unlikely to be able to produce seed in high quantity in the due to a suboptimal climate and, therefore, poses a medium risk for dispersion potential. Moist soil conditions prompt rapid fruit development in *Silphium perfoliatum*, increasing the likelihood of ripe fruits during harvest. This, combined with prolific seed production, heightens the risk of the plant spreading beyond fields, facilitated by successful seed germination and seedling establishment (Ende et al., 2021).

Bibliography: Peni, D.; Stolarski, M.J.; Bordiean, A.; Krzyżaniak, M.; Dębowski, M. *Silphium perfoliatum*—A Herbaceous Crop with Increased Interest in Recent Years for Multi-Purpose Use. *Agriculture* 2020, 10, 640.

<https://doi.org/10.3390/agriculture10120640> Gansberger, Markus & Stüger, Hans Peter & Weinhappel, Manfred & Moder, Karl & Liebhard, Peter & von Gehren, Philipp & Mayr, Josef & Ratzenböck, Andreas. (2017). Germination characteristic of *Silphium perfoliatum* L. seeds. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. 68. 10.1515/boku-2017-0007.

Gansberger, M.; Montgomery, L.F.R.; Liebhard, P. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Ind. Crops Prod.* 2015, 63, 362–372. [CrossRef] Ende, L.M.; Knöllinger, K.; Keil, M.; Fiedler, A.J.; Lauerer, M. Possibly Invasive New Bioenergy Crop *Silphium perfoliatum*: Growth and Reproduction Are Promoted in Moist Soil. *Agriculture* 2021, 11, 24 <https://doi.org/10.3390/agriculture11010024>

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a12. The Organism's frequency of dispersal within The Area by human actions is:

Comments: Not much information has been found about the frequency of dispersal in the literature. The primary route of spread of *S. perfoliatum* is through intentional or unintentional dispersal by humans. This may happen from garden plants but also from established populations in the wild through results from improper disposal of green garden waste or of soil contaminated by fragments of rhizomes (Ende & Lauerer, 2022; Vladimirov, 2021). The same study found agricultural machines as a vector, which means that frequency might be high if this species is transported from the crop to the refinery.

Bibliography: Ende LM, Lauerer M (2022) Spreading of the cup plant (*Silphium perfoliatum*) in northern Bavaria (Germany) from bioenergy crops. *NeoBiota* 79: 87-105. <https://doi.org/10.3897/neobiota.79.94283> Gansberger, M.; Montgomery, L.F.R.; Liebhard, P. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Ind. Crops Prod.* 2015, 63, 362–372. [CrossRef] Vladimirov Vladimir, Contribution to the knowledge of two Compositae species in the Bulgarian flora. *PHYTOLOGIA BALCANICA* 27 (3): 313 – 319, Sofia.

Weight: 1 Answer: high AValue: 1 Confidence: low CValue: 0

environmental im.

a13. The Organism has a(n) ... effect on native species, through predation, parasitism or herbivory:

Weight: n/a Answer: inapplicable AValue: n/a Confidence: unanswered CValue: unanswered

a14. The Organism has a (...) effect on native species, through competition:

Comments: *S. perfoliatum* is highly competitive (Stanford, 1990). At the end of May in the northern hemisphere, *S. perfoliatum* reaches a height of 116 to 131 cm, as well as attaining complete ground coverage (Gansberger et al., 2015). The study of Ende et. Al in 2021 considered the risk that spontaneously grown and established cup plants could also become such vigorous plants and might compete with native species. Also, this species is perennial, which can live more than 15 years (Ende et al., 2021). Nevertheless, studies are lacking to assess the competitiveness of cup plant and its possible risk of suppression of native species in case of spontaneous settlements. A study in Bulgaria observed vigorous vegetative propagation and the large size give an advantage to the species and it successfully outcompetes the native herbaceous and some shrub species. (Vladimirov, 2021) Bibliography: Stanford, G. *Silphium perfoliatum* (cup-plant) as a new forage. In Proceedings of the Twelfth North American Prairie Conference: Recapturing a Vanishing Heritage, Cedar Falls, Iowa, 5–9 August 1990; pp. 33–37 I don't have access but quoted several times. Gansberger, M.; Montgomery, L.F.R.; Liebhard, P. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Ind. Crops Prod.* 2015, 63, 362–372. [CrossRef] Ende, L.M.; Knöllinger, K.; Keil, M.; Fiedler, A.J.; Lauerer, M. Possibly Invasive New Bioenergy Crop *Silphium perfoliatum*: Growth and Reproduction Are Promoted in Moist Soil. *Agriculture* 2021, 11, 24 <https://doi.org/10.3390/agriculture11010024> Vladimirov Vladimir, Contribution to the knowledge of two Compositae species in the Bulgarian flora. *PHYTOLOGIA BALCANICA* 27 (3): 313 – 319, Sofia.

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: high CValue: 1

a15. The Organism has a(n) (...) effect on native species, through interbreeding:

Comments: Nothing has been found in literature about if the species could interbreed with native species. *S. perfoliatum* has a wide genetic range and the plant are heterogeneous. (Gansberger et al., 2015). No congeneric species present in Belgium. There is no native species of the same genus in Belgium. (nouvelle Flore de la Belgique) Bibliography: Gansberger, M.; Montgomery, L.F.R.; Liebhard, P. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Ind. Crops Prod.* 2015, 63, 362–372. [CrossRef] Filip Verloove & Fabienne Van Rossum, 2024. *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines - Septième édition*

Weight: 1 Answer: no / very low AValue: 0 Confidence: low CValue: 0

a16. The Organism has a (...) effect on native species, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Comments: Nothing has been found in the literature about *S. perfoliatum* hosting pathogens or parasites.

Weight: 1 Answer: very low AValue: 0 Confidence: low CValue: 0

a17. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its abiotic properties.

Comments: At the end of May in the northern hemisphere, *S. perfoliatum* reaches a height of 116 to 131 cm, as well as attaining complete ground coverage (Gansberger et al., 2015). Which could affect ecosystem integrity by overcovering the soil. Cup plants have deep taproots that can penetrate deep into the soil, accessing moisture and nutrients that may not be available to other plants. This can lead to localized changes in soil moisture and nutrient levels, influencing the composition and distribution of other plant species in the ecosystem. *S. perfoliatum* is considered as a positive crop for soils, in soil, high proportions of microbial biomass, higher microbial diversity, and higher biological activity comparative to maize has been proven (Emmerling, 2016). Like any other agricultural land, the intensive cultivation of energy crops, even in marginal yield situations last remnants of "natural" habitats will be built over. Agricultural lands and monoculture can lead to a decline in quality of the soil, in which concerns nutrients such as carbon (MCLAUCHLAN, 2006). Gansberger, M.; Montgomery, L.F.R.; Liebhard, P. Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for

a18. The Organism has a (...) effect on ecosystem integrity, by affecting its biotic properties.

Comments: *Silphium perfoliatum* is considered a positive crop for biodiversity, in fact insects are strongly attracted to the flowers of the cup plant which have a long flowering period relatively late in the year when other floral resources have already finished blooming (Burmeister et al., 2016). *Silphium perfoliatum* can support certain hoverfly groups when it is harvested late to ensure a food resource supply through to September and when semi-natural habitats are maintained in agricultural landscapes (Mueller & Jens, 2016; Dauber et al., 2016). Bibliography: Burmeister, J.; Walter, R. Studies on the ecological effect of *Silphium perfoliatum* in Bavaria. *J. Cult. Plants* 2016, 68, 407–411. Dauber, J.; Müller, A.L.; Schittenhelm, S.; Schoo, B.; Schorn, G.; Schrader, S.; Schroetter, S. Schlussbericht zum Vorhaben: Agrarökologische Bewertung der Durchwachsenen Silphie

Weight: 1 Answer: medium AValue: 0.5 Confidence: medium CValue: 0.5
Generated on 07 April 2024 at 14:56:17 Page 6 of 9

(*Silphium perfoliatum* L.) als eine Biomassepflanze der Zukunft. 2016. Available online: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn056633.pdf (accessed on 3 April 2024) Mueller, Anna Lena; Dauber, Jens (2016). Hoverflies (Diptera: Syrphidae) benefit from a cultivation of the bioenergy crop *Silphium perfoliatum* L. (Asteraceae) depending on larval feeding type, landscape composition and crop management. *Agricultural and Forest Entomology*, (), -. doi:10.1111/afe.12175

Weight: 1

Answer: high

AValue: 1

Confidence: medium

CValue: 0.5

plant im.

a19. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through herbivory or parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a20. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, through competition.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a21. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by interbreeding with related organisms or with the target itself.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a22. The Organism has a (...) effect on plant targets, by affecting the cultivation system's integrity.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a23. The Organism has a(n) (...) effect on plant targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them:

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

animal im.

a24. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, through predation or parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a25. The Organism has a (...) effect on individual animal health or animal production, by having properties that are hazardous upon contact.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a26. The Organism has a(n) (...) effect on individual animal health or animal production, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

human im.

a27. The Organism has a(n) (...) effect on human health, through parasitism.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a28. The Organism has a (...) effect on human health, by having properties that are hazardous upon contact.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a29. The Organism has a(n) (...) effect on the health of human targets, by hosting pathogens or parasites that are harmful to them.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

other im.

a30. The Organism has a (...) effect on causing damage to infrastructure.

Weight: n/a Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

services

a31. The Organism has a (...) effect on provisioning services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a32. The Organism has a (...) effect on regulation and maintenance services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a33. The Organism has a (...) effect on cultural services.

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

climate

a34. INTRODUCTION - Due to climate change, the risk for The Organism to overcome geographical barriers and -if applicable- subsequent barriers of captivity or cultivation will (...).

Comments: There's not any scientific literature about this question. The increasing interest in the cup plant for energy crops in Belgium might increase the risk of overcoming barriers of cultural captivity due to climate change. As agricultural land of energy crops-such as the cup plant- keeps increasing, the species will encounter a higher capacity of overcoming barriers of cultivation from the agricultural land to natural land and cause biological invasions.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0
likelihood

a35. ESTABLISHMENT - Due to climate change, the barriers will (...). and longer hours of days will appear, the survival & reproduction for The Organism to overcome survival & reproduction

Comments: With climate change, temperatures will arise, capacity of the species to establish in the Belgian area.

Weight: None Answer: not change AValue: 0.5 Confidence: low CValue: 0

a36. SPREAD - Due to climate change, the risk of The Organism to overcome dispersal barriers & (new) environmental barriers within The Area will (...).

Comments: : The cup plant reproduces the better at the temperature of 20 degrees Celsius, which means that if average temperature goes up in Belgium during the next decades, *S. perfoliatum* will reproduce more (Stanford, 1990). Bibliography: Stanford, G. *Silphium perfoliatum* (cup-plant) as a new forage. In Proceedings of the Twelfth North American Prairie Conference: Recapturing a Vanishing Heritage, Cedar Falls, Iowa, 5–9 August 1990; pp. 33–37 ■ I don't have access but quoted several times.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: medium CValue: 0.5

a37. IMPACTS: ENVIRONMENTAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on wild animals and plants, habitats and ecosystems will (...).

Comments: Increasing temperatures of the globe, might moderately increase the consequences of the organism on wild habitats and ecosystems. If the species overcome barriers and reproduce more with higher temperatures, an intensive cultivation of the cup plant could alter natural habitats near the agricultural land.

Answer: increase

Weight: None moderately AValue: 0.75 Confidence: low CValue: 0

a38. IMPACTS: PLANT TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on cultivated plants (e.g. crops, pastures, horticultural stock) will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a39. IMPACTS: ANIMAL TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on domesticated animals (e.g. production animals, companion animals) will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a40. IMPACTS: HUMAN TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on humans will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

a41. IMPACTS: OTHER TARGETS - Due to climate change, the consequences of The Organism on targets not considered in previous modules will (...).

Weight: None Answer: unanswered AValue: unanswered Confidence: unanswered CValue: unanswered

Summary

| Module | Score | Aggregation method | Weight | Confidence |
|----------------------------|-------|--------------------|--------|------------|
| introduction score | 0.667 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| establishment score | 0.75 | arithmetic | 1 | 1.0 |
| spread score | 0.75 | arithmetic | 1 | 0.5 |
| environmental im. score | 0.4 | arithmetic | 1 | 0.4 |
| plant im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| animal im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| human im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| other im. score | n/a | arithmetic | 1 | n/a |
| invasion | 0.721 | geometric | | |
| impact | 0.400 | maximum | | |
| overall risk score | 0.288 | | | |