



RINSE

Targeting and Prioritisation for INS in the RINSE Project Area JUNE 2013

2 Mers Seas Zeeën
INTERREG IV A
FRANCE - ENGLAND - VLAANDEREN - NEDERLAND

"Investing in your future"
Crossborder cooperation programme
2007-2013 Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund)

Aanpak en Prioritering van INS in het RINSE Project Gebied

B. Gallardo, A. Zieritz en D.C. Aldridge

Juni 2013



Aanpak en Prioritering van INS in het RINSE Project Gebied

door

Belinda Gallardo, Alexandra Zieritz en David C. Aldridge



CAMBRIDGE
ENVIRONMENTAL CONSULTING

Juni 2013

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	8
1. INLEIDING	11
1.1 Benadering en doelstellingen van het onderzoek.....	13
2. METHODOLOGIE	15
2.1 Onderzoeksgebied	15
2.2 Register van NIS	16
2.2.1 Algemeen register.....	16
2.2.2 Focuslijsten	22
2.2.3 Data-ontleding	22
2.3 Horizonscan van INS	23
2.3.1 Prioritering van de Alarmlijst	28
2.3.2 Prioritering van de Zwarte Lijst	29
2.4 Vormgeving van de INS verspreiding.....	29
2.4.1 Verzameling van de aanwezigheid van soorten.....	31
2.4.2 Continentale lagen	32
2.4.3 Mariene lagen	35
2.4.4 Benadering van de vormgeving.....	37
3. RESULTATEN.....	39
3.1 Register van NIS	39
3.1.1 Algemeen register.....	39
3.1.2 Focuslijsten	41
3.2 Horizonscans van INS	46
3.2.1 De Alarmlijst van INS	46
3.2.2 De Zwarte Lijst van INS	54
3.3 Vormgeving van de NIS verspreiding.....	57
3.3.1 Vormgeving van de potentiële verspreiding van INS op de Alarmlijst.....	57
3.3.1 Vormgeving van de potentiële verspreiding van soorten op de Zwarte Lijst.....	65
4. BESPREKING.....	71
4.1 Register van Niet-Inheemse Soorten.....	71
4.1.1 Verspreiding van soorten over de landen	71
4.1.2 Verspreiding van soorten per fyta en milieutypen	73
4.1.3 Focuslijsten	74

4.1.4 Verdere commentaar betreffende de kwaliteit van beschikbare databases	74
4.2 Horizonscan van Invasieve Niet-inheemse soorten.....	75
4.2.1 De Alarmlijst van INS	75
4.2.2 De Zwarte Lijst van INS	77
4.2.3 Beperkingen van horizonscans	79
4.3 Vormgeving van Verspreiding.....	79
4.3.1 Onttrafeling van de milieu- en socio-economische drivers van biologische invasies	79
4.3.2 Identificatie van de meest zorgwekkende huidige en toekomstige indringers van RINSE	82
4.3.3 Afbakening van RINSE gebieden die het meest gevoelig zijn voor veelvoudige invasies	84
4.3.4 Modeloverwegingen	85
5. BESLUITEN	87
6. REFERENTIES	89
7. BIJLAGEN	96
DANKBETUIGINGEN	97

Lijst van Tabellen en Figuren

Tabel 1. Internet- en literatuurbronnen gebruikt voor het samenstellen van het Register en Focuslijsten in de RINSE landen en gebieden..	17
Tabel 2. Indeling en afkortingen van statutypes en verspreiding van niet-inheemse soorten in het NIS register en op de focuslijsten.....	20
Tabel 3. De 14 voornaamste web- en gedrukte bronnen per taxon gebruikt voor het samenstellen van het Register van niet-inheemse soorten in de RINSE landen.....	21
Tabel 4. Lijst van geraadpleegde bronnen van de ergste INS en gebruikte selectiecriteria	25
Tabel 5. Aan experts gegeven richtlijnen voor het scoren van INS op de Alarmlijst (lijst van de (ergste nog niet in de RINSE landen aanwezige soorten).	28
Tabel 6. Uit de Alarmlijst en de Zwarte Lijst geselecteerde soorten van INS. Total= 72 soorten (42 uit de Alarmlijst en 30 uit de Zwarte Lijst van INS).	31
Tabel 7. Alarmlijst van nog niet in de vier RINSE landen aanwezige INS met nota's betreffende taxonomische indeling, Nederlandse naam, oorsprong en risico-evaluatie.....	49
Tabel 8. Samenvatting van kenmerken van de top 12 Alarm-INS.....	52
Tabel 9. Samenvatting van kenmerken van de top 12 INS op de Zwarte Lijst.....	55
Figuur 1. Benadering van de aanpak en prioritering van Invasieve Niet-inheemse Soorten (INS) in de RINSE regio.....	13

Figuur 2. De in deze studie besproken RINSE landen omvatten Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland.	15
Figuur 3. Het RINSE studiegebied rond het Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee.	16
Figuur 4. Snapshot van het op de web gebaseerde onderzoek met als doel het prioriteren van soorten op de Zwarte Lijst. Experts in invasieve soorten werden gevraagd een maximum van 10 soorten te selecteren die volgens hen 'de ergste' zijn voor wat betreft hun effecten op het ecosysteem	29
Figuur 5. Soortendistributiemodellen (SDM) maken doorgaans gebruik van een grafische voorstelling van milieukaarten voor het kalibreren van de voorkeur van soorten	30
Figuur 6. Continentale lagen gebruikt voor de vormgeving van de potentiële verspreiding in de RINSE regio van Alarm- en Zwarte INS	34
Figuur 7. Mariene lagen in aanmerking genomen bij de vormgeving van de potentiële verspreiding van mariene INS in de RINSE regio. Ontleend aan Tyberghein et al. 2012.....	35
Figuur 8. Mariene lagen gebruikt voor de vormgeving van de potentiële verspreiding van Alarm- en Zwarte INS in de RINSE regio	36
Figuur 9. Globale Kaart van Menselijke Invloeden op Mariene Ecosystemen gebruikt bij de vormgeving van de potentiële verspreiding van INS in de RINSE regio. Verkregen op www.nceas.edu/globalmarine	37
Figuur 10. Relatieve abundantie van niet-inheemse soorten aanwezig respectievelijk in, en uitsluitend buiten de vier RINSE gebieden in de vier RINSE landen	39
Figuur 11. Clusteranalyse van similariteit van inventarissen van niet-inheemse soorten van de RINSE landen en -gebieden, respectievelijk (gebaseerd op Jaccard similariteitscoëfficiënten)	39
Figuur 12. Aantal niet-inheemse soorten per hogere taxa (dierlijke fyta en plantenafdelingen) aanwezig binnen en uitsluitend buiten de vier RINSE gebieden van de vier RINSE landen.....	40
Figuur 13. Milieutypen bewoond door niet-inheemse soorten aanwezig in RINSE landen en RINSE gebieden, respectievelijk.	41
Figuur 14. Toegangspoorten voor de introductie van niet-inheemse Angiospermae, Mollusken, Beenvissen, Anseriformen en Zoogdieren in de RINSE landen	42
Figuur 15. Redenen voor opzettelijke introductie van niet-inheemse Angiospermae, Mollusken, Beenvissen, Anseriformen en Zoogdieren in de RINSE landen.	42
Figuur 16. Proportie van fyta van de focusgroep afkomstig uit andere continenten.	43
Figuur 17. Gemiddeld jaar van eerste vermelding in het wild in één van de RINSE landen per fylum en continent van oorsprong.	44
Figuur 18. Proportie van fyta van de focusgroep behorend tot verschillende functionele (voedings-) types ...	44
Figuur 19. Aantal soorten die blijkbaar eerst Groot-Brittannië en daarna de continentale RINSE landen koloniseerden (blauw) en omgekeerd (rood) per periodes van 50 jaar	45
Figuur 20. Gemiddeld aantal jaren voor de verspreiding van het eerste tot het laatste RINSE land (= "kolonisatietempo")	45

Figuur 21. Kenmerken van de in de Alarmlijst opgenomen INS. A: Taxonomische samenstelling. B. Continent van oorsprong. C: Functionele rol van soorten	47
Figuur 22. Gemiddelde totale risicoscore door experts toegekend aan de vier voornaamste groepen Alarmsoorten. Risicoscores gaan van 0-onbekend/onbeduidend tot 5-hoogste risico van milieu- en economische invasie-impact (zie Tabel 5 voor meer informatie over risicoscores)	48
Figuur 23. Indeling van soorten in vier risicocategorieën naar hun totaal risicoscore.....	48
Figuur 24. Reactie van op het land levende Alarmplanten op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. De grafieken betreffen <i>Rubus ellipticus</i> als representatief voorbeeld.	57
Figuur 25. Voorspelde verspreiding van 10 Alarmplanten in de RINSE regio.	58
Figuur 26. Reactie van op het land levende Alarmdieren op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. De grafieken betreffen <i>Muntiacus muntjak</i> als representatief voorbeeld.	59
Figuur 27. Voorspelde verspreiding van 10 op het land levende Alarmdieren in de RINSE regio.	60
Figuur 28. Reactie van inlandse waterorganismen van de Alarmlijst op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. Grafieken voor <i>Neogobius gymnotrachelus</i> als representatief voorbeeld. ...	61
Figuur 29. Voorspelde verspreiding van 10 Alarmerende inlandse waterorganismen in de RINSE regio.....	62
Figuur 30. Reactie van waterorganismen van de Alarmlijst op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. Grafieken voor <i>Seriola fasciata</i> als representatief voorbeeld.	63
Figuur 31. Voorspelde verspreiding van 12 Alarm mariene soorten in de RINSE regio	64
Figuur 32. Warmtekaart met de cumulatieve waarschijnlijkheid van aanwezigheid van 42 in de Alarmlijst van INS opgenomen invasieve soorten.	65
Figuur 33. Voorspelde verspreiding van 7 landplanten van de Zwarte Lijst in de RINSE regio.	66
Figuur 34. Voorspelde verspreiding van 9 landdieren van de Zwarte Lijst in de RINSE regio.	68
Figuur 35. Voorspelde verspreiding van 7 inlandse watersoorten van de Zwarte lijst in de RINSE regio.	69
Figuur 36. Voorspelde verspreiding van 7 mariene organismen van de Zwarte lijst in de RINSE regio.	70
Figuur 37. Warmtekaart met de cumulatieve waarschijnlijkheid van aanwezigheid van 31 in de Zwarte Lijst van INS opgenomen invasieve soorten.....	71

DEFINITIE VAN TERMEN

Bioklimaatfactoren: uit maandelijksse temperatuur- en neerslagwaarden afgeleide variabelen die jaarlijkse trends, seizoengebondenheid en extreme milieufactoren weergeven.

Soortendistributiemodellen (SDM): statistische techniek die een verband legt tussen gegevens betreffende de verspreiding van soorten (voorkomen of abundantie op gekende plaatsen) en informatie over de milieu- en/of ruimtelijke kenmerken van deze plaatsen. Het model kan gebruikt worden voor een inzicht en/of voorspelling van de verspreiding van de soorten over een landschap (Elith & Leathwick, 2009).

Omgevingsniche: reeks van (biotische en abiotische) milieukeurmerken en bestaansmiddelen die een organisme nodig heeft om te overleven en zich voort te planten.

Invasieve niet-inheemse soorten (INS): doelt op een niet-inheemse soort die een nadelige milieu-, economische en/of ecologische invloed heeft op de habitats die het binnendringt. Deze term sluit dus niet-inheemse soorten uit die geen beduidende bedreiging vormen voor het behoud van de biodiversiteit

Niet-inheemse soorten (NIS): verwijst naar een soort die door menselijke tussenkomst geïntroduceerd werd buiten zijn huidig of historisch natuurlijk bereik. Deze term omvat soorten waarvan de voornaamste introductiewijze verband houdt met menselijke tussenkomst hoewel ze de RINSE landen zijn binnengekomen door natuurlijke verspreiding uit aangrenzende landen. De term sluit echter die soorten uit die hun gebied uitbreiden zonder rechtstreekse menselijke tussenkomst, zoals in het geval van migratie of soorten die zich verbreiden als gevolg van klimaatverandering of wijziging van habitat, zelfs indien deze veranderingen door de mens veroorzaakt werden (CBD definitie van termen, www.cbd.int/invasive/terms.shtml).

RINSE gebied: verwijst naar het studiegebied van kusten omljnd door het Twee Zeeën-Project binnen Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland.

RINSE landen: doelt op de vier landen in het Twee Zeeëengebied: Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland. In de tekst worden de RINSE landen over het algemeen 'RINSE' of 'RINSE regio' genoemd.

Twee Zeeëengebied: Geografische regio bestaande uit het Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee.

SAMENVATTING

- Het Europese project RINSE (Reducing the Impacts of Non-native Species in Europe) onderzoekt de beste strategieën voor het beheer van invasieve niet-inheemse soorten in het gebied van het Twee Zeeën-Programma (m.a.w., het gebied gevormd door het Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee).
- De specifieke doelstelling van het RINSE project is het ontwikkelen van grensoverschrijdende tools voor een betere prioritering en aanpak van invasieve niet-inheemse soorten om zodoende de beschikbare middelen te kunnen bestemmen voor de zorgwekkendste soorten en locaties.
- Als onderdeel van RINSE is het hoofddoel van dit project om de huidige status van biologische invasies in het RINSE gebied op te maken en een geprioriteerde lijst op te stellen van INS die in de toekomst een bedreiging kunnen vormen voor plaatselijke ecosystemen. Dit zal gebeuren in een reeks van drie onderling verbonden fases:
 - Register van Niet-Inheemse Soorten (NIS) in de vier RINSE landen (Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland) met informatie betreffende hun taxonomische indeling, tegenwoordige verspreiding en bewoonde omgeving.
 - Horizonscans van Invasieve Niet-Inheemse Soorten (INS). Screening van de 'ergste' indringers volgens nationale en internationale organisaties. De soorten zullen onderverdeeld worden in twee groepen, naargelang hun aanwezigheid (Zwarte Lijst) of afwezigheid (Alarmlijst) in elk van de vier RINSE landen. Deskundigen zullen geraadpleegd worden om de soorten op elke lijst te rangschikken volgens hun feitelijke of potentiële effecten op de regio.
 - Distributievormgeving van INS. Soortendistributiemodellen (SDM) zullen ontwikkeld worden voor een Representatief aantal INS op de Zwarte of Alarmlijst, gebruikmakend van een combinatie van milieu- en socio-economische predictors.

Het register van niet-inheemse soorten

- Het RINSE Register verzamelde informatie over 3.454 niet-inheemse soorten, die ongeveer 30% uitmaken van alle bekende niet-inheemse soorten (NIS) in Europa.
- Groot-Brittannië bezit het grootste aantal gemelde niet-inheemse soorten, gevolgd door Frankrijk, Nederland en, op de laatste plaats, België.
- Het grootste aantal NIS in het Register behoort tot het fyllum van de Geleedpotigen, ongeveer driemaal het aantal NIS bij Chordata en viermaal zoveel als bij Angiospermae.
- Meer dan driekwart van de in de RINSE landen gerapporteerde NIS bewonen terrestrische habitats.
- Bijna alle Anseriformen (bv., ganzen, eenden en zwanen), zoogdieren, beenvissen en bloemplanten werden opzettelijk in de RINSE landen geïntroduceerd, voornamelijk voor decoratieve doeleinden of ontspanningsactiviteiten zoals hengelsport.

Horizonscan van invasieve niet-inheemse soorten

- De meeste als 's werelds ergste indringers geïdentificeerde soorten waren reeds aanwezig in ten minste één van de RINSE landen (77%) en werden daarom op de Zwarte Lijst van INS geplaatst. De resterende 23% vormden de Alarmlijst van INS, gezien hun afwezigheid in alle RINSE gebieden.
- De top 12 Alarm INS met de hoogste risicoscores volgens de geraadpleegde experts waren een mengeling van primaire producenten: *Imperata cylindrica*, melaleuca (*Melaleuca quinquenervia*) en Kudzu (*Pueraria montana lobata*); herbivoren: essenprachtkever (*Agrilus plannipennis*), Canadese bever (*C. Canadensis*) en appelslak (*P. canaliculata*); predators: Noord-Pacifische zeester (*Asterias amurensis*), naakthalsgrondel (*Neogobius gymnotrachelus*), Amurgrondel (*Perccottus glenii*), nomadische

kwal (*Rhopilema nomadica*) en rode vuurmier (*Solenopsis invicta*); en het filtervoedende Amurschelpdier (*Potamocorbula amurensis*).

- De meeste INS op de Zwarte Lijst (56%) waren aanwezig in de vier RINSE landen, een bewijs van het hoge niveau van biologische uitwisseling tussen deze landen als gevolg van intensieve handel, transport en reizen.
- Vanuit Nederland kunnen meerdere inlandse watersoorten een bedreiging vormen voor Groot-Brittannië: Chattonella (*Chattonella verruculosa*), twee Pontokaspische vlokreeften (*Chelicorophium robustum* en *Dikerogammarus bispinosus*), Everglades moeraskreeft (*Procambarus fallax*) en marmergrondel (*Proterorhinus marmoratus*). Vanuit België kunnen een amfibie (*Bufo marinus*) en twee insecten (*Latrodectus geometricus* en *L. hasselti*) andere RINSE landen binnendringen.
- De top 12 INS van de Zwarte Lijst die RINSE experts het zorgwekkendst vinden werden gedomineerd door primaire producenten zoals watercrassula (*Crassula helmsii*), grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*), killeralg (*Caulerpa taxifolia*), viltwier (*Codium fragile*), Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*) en reuzenberenklauw (*Heracleum mantegazzianum*). Een ander type organismen op de lijst waren predators: lieveheersbeestje (*Harmonia axyridis*), Amerikaanse nerts (*Mustela vison*); herbivoren: Canadese gans (*Branta canadensis*) en grijze eekhoorn (*Sciurus carolinensis*); en de allesetende killergarnaal (*Dikerogammarus villosus*).

Distributievormgeving van invasieve niet-inheemse soorten

- Soortendistributiemodellen waren bijzonder effectief voor alle INS modellen op de Alarm- en Zwarte Lijsten en maakten een onderzoek mogelijk van de partiële invloed van milieu- en socio-economische drivers op de huidige globale verspreiding van de ergste INS.
- Het belang van permutatie van milieuv variabelen lag tussen 70 en 82% voor inlandse soorten (d.w.z. terrestrische plus zoet watersoorten), en bereikte 99% voor mariene organismen.
- Temperatuur gebonden variabelen waren de belangrijkste drivers van de verspreiding van inlandse soorten gezien hun invloed op lichaamsafmetingen, voortplanting, groei, ecologische rol en overleving van soorten, en waren ook een bepalende factor voor de context voor vestiging (bv., beschikbare habitat en levensmiddelen, pool van interactieve soorten).
- In de mariene omgeving was de **watertemperatuur** ook een primaire driver van biologische invasies, gevolgd in orde van belangrijkheid door de concentratie van nitraat en chlorofyl-a, die de beschikbaarheid van levensmiddelen weergeven en ook kunnen wijzen op menselijke verstoring (eutrofiëring).
- Meerdere INS modellen vertoonden verspreidingen die duidelijk beïnvloed waren door de nabijheid van transportroutes. Voorbeelden waren invasieve planten zoals de waterhyacint (*Eichhornia crassipes*), Kudzu (*P. montana lobata*) en Kahili gember (*Hedychium gardnerianum*).
- Insecten waren voornamelijk onderhevig aan de Human Influence Index, waaronder de tabakswittevlieg (*Bemisia tabaci*), Middellandse-zeevlieg (*Ceratitis capitata*), Argentijnse plaagmier (*Linopithema humile*) en eikenprocessierups (*Thaumetopoea processionea*).
- De nabijheid van havens werd geïdentificeerd als een belangrijke predictor voor inlandse watersoorten (bv. *Aphanius dispar*, *Clarias batrachus*, *Gammarus fasciatus*, *Dreissena r. bugensis*, *Myriophyllum heterophyllum*, *P. marmoratus*, *Anguillicola crassus*), die onopzettelijk getransporteerd worden als contaminanten of verstekelingen.
- Het zuidoosten van Engeland en noordoosten van België en Nederland (stedelijke gebieden die grenzen aan belangrijke havens zoals Londen, Portsmouth, Calais, Oostende, Zeebrugge, Rotterdam en Antwerpen) lopen het hoogste risico van veelvoudige invasies. Het risico vermindert geleidelijk naar buiten toe, d.w.z. noord- en westwaarts in Groot-Brittannië en zuid- en oostwaarts op het continent.

Aanbevelingen

- De introductieroutes afsluiten:
 - De ornamentele- en huisdierenhandel is één van de voornaamste vectoren van invasieve soorten in de RINSE regio en zou gecontroleerd kunnen worden door een strengere handhaving van bestaande wetten en coördinatie van buurlanden. Bijzondere aandacht moet besteed worden aan de internethandel die de invoer van planten en dieren heeft vergemakkelijkt.
 - Onopzettelijke introductie als bevuilers van schepen of contaminanten van goederen is de tweede belangrijkste toegangsweg voor invasie. INS preventie kan verbeterd worden door een voortdurende controle van ballastwater, schepeninspecties en invoercontroles (vooral bosbouwproducten). Maatschappelijke betrokkenheidsprogramma's zijn vereist voor een beter bewustzijn bij het algemene publiek en het promoveren van tijdige waarneming van nieuwkomers.
- Versterkte grensoverschrijdende communicatie en samenwerking in het delen, verbinden en integreren van INS databases en beheersstrategieën.
- Bijzonder zorgwekkende soorten:
 - Vier van de top Alarm INS zijn aanwezig in nabije landen zoals Duitsland en Polen: de naakthalsgrondel (*N. gymnotrachelus*), Amurgrondel (*P. glenii*), Canadese bever (*C. canadensis*) en Japans bloedgras (*I. cylindrica*).
 - Onder de Alarmplanten vertonen de elliptische braam (*Rubus ellipticus*), roze peperbol (*Schinus terebinthifolius*) en Tamarisk (*Tamarix ramossisima*) een hoog invasiepotentieel en hoge geschiktheidsscores in alle RINSE landen.
 - Voor Groot-Brittannië zijn in Nederland en België bestaande inlandse watersoorten bijzonder zorgwekkend: Chattonella (*C. verruculosai*), twee Pontokaspische vlokreeften (*C. robustum* en *D. bispinosus*), Everglades moeraskreeft (*P. fallax*), marmergroundel (*P. marmoratus*) en reuzenpad (*B. marinus*).
 - Drie van de landdieren op de Zwarte lijst gaven hoge geschiktheidsscores aan over de hele RINSE regio en werden terzelfdertijd gesignaleerd als één van de ergste in de regio aanwezige indringers: de grijze eekhoorn (*S. carolinensis*), Aziatische hoornaar (*Vespa velutina*) en eikenprocessierups (*T. procesionea*).
 - Onder de inlandse in het water levende INS met hoge geschiktheidsscores in RINSE zijn hoge risicosoorten o.a. de naakthalsgrondel (*N. gymnotrachelus*), ongelijkbladig vederkruid (*M. heterophyllum*) en quagga-mossel (*D.r. bugensis*).
- Het belang van de jaarlijkse minimumtemperatuur in onze modellen duidt erop dat door de globale opwarming van de aarde, sommige van de beoordeelde soorten zich verder noordwaarts zouden kunnen uitbreiden als gevolg van de hogere minimumwinterrecords. De interactie van klimaatwijziging en invasieve soorten moet in acht genomen worden bij het ontwikkelen van lange-termijn strategieën van milieubeheer.
- Gezien het belang van de Human Influence Index voor onze insectenmodellen moeten toekomstige studies over de potentiële verspreiding van invasieve insecten, het gebruik van deze of andere gelijkaardige indicators van intensiteit van menselijke verstoring overwegen, om hun voorspellingen te verbeteren.
- De Alarm- en Zwarte Lijsten van INS zijn geen vaste gegevens en vereisen een voortdurende aanpassing via een meer uitgebreide screening van gepubliceerde lijsten van INS gecombineerd met deskundig advies.
- Evenzo moeten distributiemodellen aangepast worden indien soorten hun verspreiding naar nieuwe gebieden uitbreiden. Bovendien zou de vormgeving van de verspreiding van een grotere groep Alarmsoorten de milieudeskundigen een vollediger beeld geven om geïnformeerde besluiten te kunnen nemen.

1. INLEIDING

De introductie en verspreiding van niet-inheemse soorten veroorzaakt op wereldschaal belangrijke ecologische en economische verliezen en is op korte tijd één van de meest alarmerende globale milieuontwikkelingen geworden. Ter illustratie van de omvang van het probleem heeft het Europese project DASIE (Delivering Alien Species Inventories in Europe, www.europe-aliens.org) bekend gemaakt dat meer dan 12.000 niet-inheemse soorten zich in Europa hebben gevestigd.

Niet alle niet-inheemse soorten worden echter invasief. Volgens de definitie van de IUCN, ook aangenomen door de Conventie van Biodiversiteit, zijn Invasieve Niet-inheemse Soorten (INS), *soorten die buiten hun natuurlijk gebied geïntroduceerd worden door directe of indirecte menselijke tussenkomst en schade veroorzaken aan de biodiversiteit of het ecosysteem* (CBD definitie van termen, www.cbd.int/invasive/terms.shtml).

Volgens de tien procentregel zijn slechts ongeveer 10% van de vastgestelde niet-inheemse soorten in staat populaties te ontwikkelen die dicht genoeg zijn om als invasief beschouwd te worden (Williamson, 1996), hoewel hogere invasietempo's elders gerapporteerd werden (bv. >50% succes van introducties van gewervelde dieren tussen Europa en Noord Amerika, Jeschke & Strayer, 2005). De tien procentregel suggereert dan ook dat het huidige aantal INS in Europa boven de 1.200 soorten ligt, met geraamde kosten van €12,5 tot 20 biljoen per jaar (FA COST Action TD1209, www.cost.eu). Bovendien zullen deze kosten, gezien de voortdurende uitbreiding van het gebied van de bestaande indringers, gepaard met de vestiging van nieuwe soorten, onvermijdelijk verder de hoogte ingaan (Gallardo & Aldridge, 2012). INS zijn dan ook een groeiende zorg voor milieubeheerders en belanghebbenden, niet alleen omwille van hun diverse effecten op de biodiversiteits- en ecosysteemdiensten, maar ook gezien de ermee gepaard gaande verdelgingskosten, die een doeltreffend beheersbeleid vereisen (Oreska & Aldridge, 2011).

Horizonscan van toekomstige introducties van soorten levert netto economische en ecologische voordelen op (Keller *et al.*, 2007; Springborn *et al.*, 2011). Daardoor is er een grotere interesse ontstaan in het ontwikkelen van tools voor risicoschatting om een zaakkundige regeling van potentieel schadelijke soorten mogelijk te maken vóór zij geïntroduceerd worden (Gordon *et al.*, 2012). Idealiter impliceert een horizonscan van invasieve soorten een systematische evaluatie van de waarschijnlijkheid en gevolgen van de introductie, vestiging, verspreiding en impact van een INS door gebruikmaking van de beste beschikbare informatie en vaak na raadpleging van experts (CBD definition of terms, www.cbd.int/invasive/terms.shtml). Een horizonscan is onmisbaar voor een grotere doeltreffendheid van voorzorgsmaatregelen de introductie van de zorgwekkendste soorten tegen te houden en om inspanningen te concentreren op de controle van reeds aanwezige soorten.

De introductie van een niet-inheemse soort betekent echter niet noodzakelijk dat die soort zich zal vestigen.

Via ontspannings- en commerciële activiteiten geïntroduceerde propagulen zijn onderworpen aan de milieucondities van het systeem dat zij binnendringen, onder andere het plaatselijk klimaat, aanwending van de

grond, chemische samenstelling en stroming van het water, substraat- en vegetatietype. Hoe groter de gelijkheid tussen de bestaande distributie van de soort en het binnen te dringen habitat, des te groter de kans op een geslaagde invasie. Het is dan ook aan te nemen dat de waarschijnlijkheid van een invasie twee oorzaken heeft: factoren die verband houden met propagulendruk (bv. Menselijke activiteiten zoals transport, handel en toerisme) en geschiktheid van het milieu (bv. Klimaat, geomorfologie, vegetatie), die allebei in de risico-evaluaties onderzocht moeten worden (Gallardo & Aldridge, 2013a).

Soortendistributiemodellen (SDM) verschaffen een statistisch instrument voor het vinden van gebieden op continentale of regionale schaal die het meest gelijk zijn op het huidige verspreidingsgebied van een invasieve soort en dus het meest vatbaar zijn voor een geslaagde kolonisatie in het geval van introductie (Guisan & Thuiller, 2005). Wanneer toegepast op een combinatie van veelvoudige potentiële indringers kunnen SDM bijzonder effectief zijn voor een zakelijke prioritering van beperkte middelen en het richten van opvolgings-, beheers- en controlebeslissingen (Gallardo & Aldridge, 2012).

Het Interregionaal Twee Zeeën-programma is een door de Europese Commissie gefinancierd initiatief voor het bevorderen van grensoverschrijdende samenwerking tussen de kustregio's van vier landen – Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland — gevormd door het Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee (meer info op www.interreg4a-2mers.eu). De Twee Zeeënregio heeft een lange geschiedenis van handel en verkeer en bevat belangrijke commerciële havens zoals Southampton, Felixstowe, Le Havre, Antwerpen en Rotterdam. De keerzijde van deze medaille is dat deze intense activiteiten over de nationale grenzen heen geleid heeft tot de introductie van een groot aantal exotische dieren, planten, en andere soorten in dit gebied, zowel uit andere Europese regio's als uit verder afgelegen landen.

De uitgebreide documentatie van dergelijke niet-inheemse soorten in dit gebied is gedeeltelijk opgenomen in vrij toegankelijke nationale online databases. De Great Britain Invasive Non-Native Species Secretariat (GBNISS) database (www.nonnativespecies.org), bijvoorbeeld, bevat meer dan 3.000 soorten. Daartegenover somt het Nederlands Biodiversiteitsregister (www.nederlandsesoorten.nl) 925 INS op, terwijl het Belgische informatiesysteem Harmonia (ias.biodiversity.be) er slechts 101 INS opgeeft. In Frankrijk bestaan geen gelijkaardige initiatieven.

Dergelijke extreme verschillen in aantekeningen tussen buurlanden illustreert het opvallende gebrek aan internationale samenwerking op dit gebied, dat de ontwikkeling en tenuitvoerlegging van houdbare grensoverschrijdende beheerspraktijken voor INS belet. Het is dan ook van essentieel belang de grensoverschrijdende communicatie en samenwerking te versterken door het delen, verbinden en integreren van INS databases. Samenwerking zou ervoor zorgen dat de in één land opgedane kennis van INS dient als vakelijke ondersteuning van beheers- en controle-opties voor INS in andere landen en alarm rijst voor soorten die zich wellicht van het ene naar het andere land kunnen verspreiden en aldus preventieve actieplannen teweegbrengen.

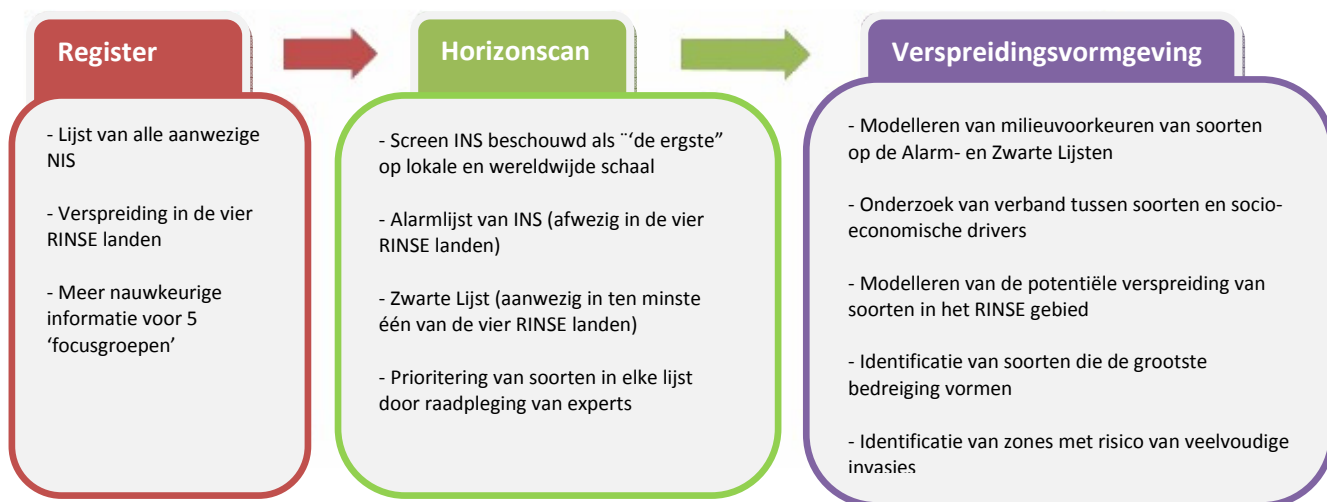
Er zijn voorbeelden van internationale samenwerking die de preventie van INS verspreiding beduidend verbeterd heeft. Zo zijn er onder meer de Inter-American Invasive Species Network (IABIN-13N, <http://i3n.iabin.net/>),

voor de waarneming en behandeling van INS op het Amerikaans continent, en het Trilateral Committee for Wildlife and Ecosystem Conservation and Management (www.trilat.org), dat de gemeenschappelijke milieu-uitdagingen van Canada, de Verenigde Staten en Mexico aanpakt. In het Twee Zeeën-programma zijn totnogtoe echter weinig inspanningen verricht op dit gebied.

Om dit probleem te helpen oplossen onderzoekt het Europese project RINSE (Reducing the Impacts of Non-native Species in Europe) de beste strategieën om INS aan te pakken in het gehele gebied van het Twee Zeeën-programma. Het project richt zich specifiek op het ontwikkelen van grensoverschrijdende tools voor een betere prioritering en aanpak van INS, om de beschikbare middelen te gebruiken voor de meest zorgwekkende soorten en plaatsen.

1.1 Benadering en doelstellingen van het onderzoek

Het hoofddoel van dit project is het te boek stellen van de huidige staat van biologische invasies in het Twee Zeeën-gebied en het opstellen van een geprioriteerde lijst van INS die in de toekomst een bedreiging kunnen vormen voor de lokale ecosystemen. Dit zal gebeuren in een reeks van drie onderling verbonden fases, beginnend met een register van alle tegenwoordig bekende niet-inheemse soorten (NIS) in de regio, gevolgd door een horizonscan van bijzonder zorgwekkende niet-inheemse soorten (INS) en ten slotte de vormgeving van een aantal hoog-risico INS. (Figuur 1).



Figuur 1. Benadering van de aanpak en prioritering van Invasieve Niet-inheemse Soorten (INS) in de RINSE regio.

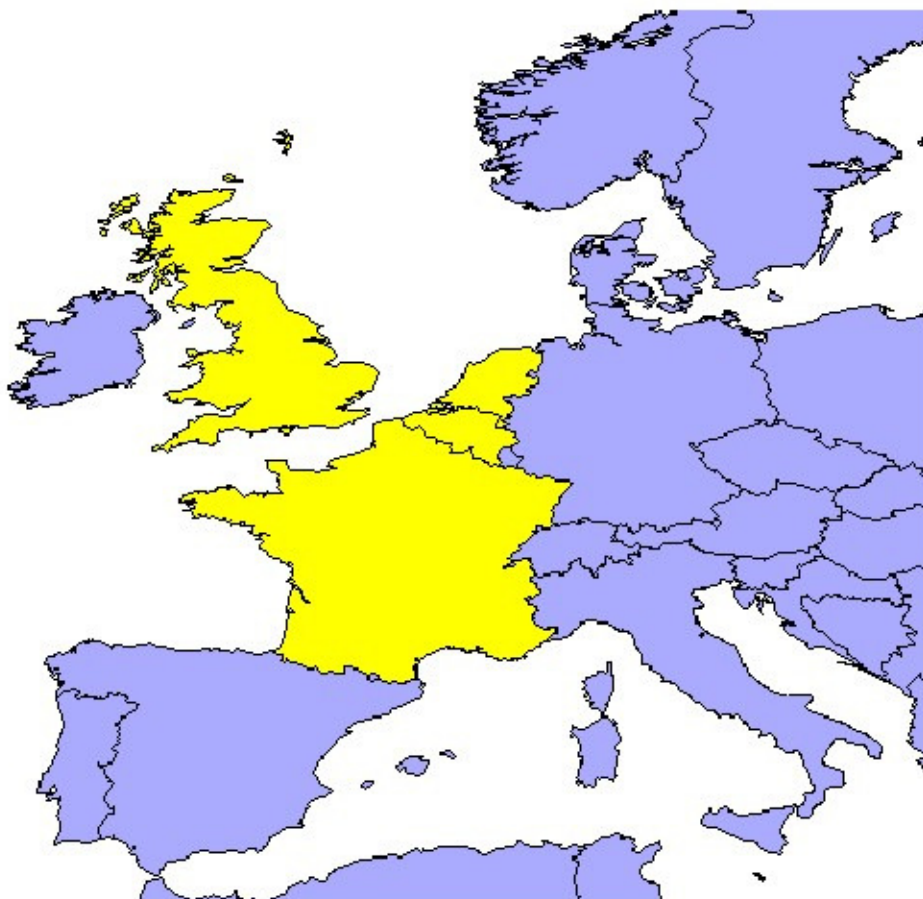
Het project is zó opgesteld dat elke fase zich baseert op de resultaten van de voorafgaande, en aldus een geïntegreerd overzicht biedt van bestaande en toekomstige biologische invasies in het gebied. De voornaamste doelstellingen van elke fase kunnen als volgt opgesomd worden:

- I. **NIS Register.** Vooreerst stelden wij een database samen van NIS aanwezig in de vier RINSE landen (Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland) met informatie betreffende hun taxonomische indeling, tegenwoordige verspreiding en bewoonde omgeving. Daarna maakten wij een samenvatting van informatie over de verspreiding van RINSE NIS per fyllum en omgeving, en analyseerden de gelijkenis van de NIS samenstelling tussen regio's. Meer gedetailleerde informatie werd verzameld over een aantal 'focusgroepen', teneinde na te gaan of er een patroon bestaat in i) vectoren en toegangspoorten van introductie (bv. opzettelijke, onopzettelijke, vrijlating), ii) redenen voor doelbewuste introducties (bv. aquicultuur, hengelsport), iii) continenten van oorsprong, iv) moment van introducties, v) functionele rollen van geïntroduceerde soorten (bv. primaire producent, predator, parasiet), en vi) richting en snelheid van kolonisatie van RINSE landen. Het Register biedt een algemeen referentiepunt voor zowel wetenschappers als vaklui die werken aan NIS in deze belangrijke regio, en als een tool om de betrouwbaarheid en volledigheid van andere databases waaraan gegevens voor dit Register ontleend werden.
- II. **INS Horizonscan.** We screenen INS die als 'de ergste' beschouwd worden voor wat betreft hun ecologische effecten op lokale tot globale schaal. De soorten werden onderverdeeld in twee groepen naargelang hun aanwezigheid (Zwarte Lijst) of afwezigheid (Alarmlijst) in elk van de vier RINSE landen. Expertadvies werd gebruikt om de soorten in elke lijst te rangschikken volgens hun feitelijke of potentiële effecten in de regio. Deze horizonscan geeft een snelle, eenvoudige, uitvoerige en gemakkelijk te begrijpen benadering voor het prioriteren van soorten op basis van de bedreiging die zij vormen voor de RINSE milieutypen.
- III. **INS Distributiemodellen.** We ontwikkelden Soortendistributiemodellen (SDM) voor een representatief Aantal INS op de Zwarte en Alarmlijsten. Distributievormgeving is complementair aan een horizonscan van INS op de Alarm- en Zwarte Lijsten INS in de RINSE regio en was bedoeld om i) INS te identificeren waarvoor de milieukenmerken van de RINSE regio het best geschikt waren, ii) de milieufactoren te identificeren die de huidige globale distributie van de in de Alarm- en Zwarte Lijsten opgenomen INS beter verklaren, en iii) het vastleggen van de regio's die blootgesteld zijn aan veelvuldige invasies, waar controle en beheer geconcentreerd moeten worden teneinde een eventuele ineenstorting door invasies te vermijden.

2. METHODOLOGIE

2.1 Onderzoeksgebied

Het Twee Zeeëng gebied omvat vier landen, gelegen in de Kanaalzone en het zuidelijk deel van de Noordzee: Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland. In onderhavig verslag verwijzen we naar deze gebieden als de 'vier RINSE landen' (Figuur 2).



Figuur 2. De in deze studie besproken RINSE landen omvatten Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland.

Binnen het Twee Zeeëng gebied concentreert het RINSE project zich op de kustregio's van de vier RINSE landen.

De zones binnen elk land waren de volgende:

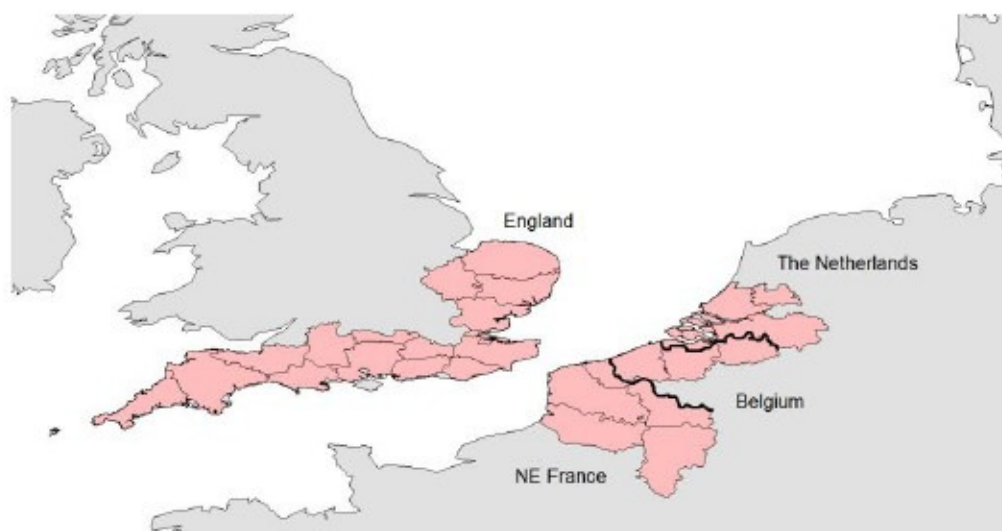
De Britse Zone: Norfolk, Suffolk, Cambridgeshire, Essex, Kent, East- en West Sussex, Londen, Surrey, Hampshire, Medway, Berkshire, Wiltshire, Dorset, Somerset, Devon en Cornwall.

De Franse Zone: Nord-Pas-de-Calais en Picardië.

De Vlaamse Zone: West- en Oost Vlaanderen en Antwerpen.

De Nederlandse Zone: Zeeland, Noord-Brabant, Zuid-Holland en Utrecht.

De vier RINSE zones delen gelijkaardige milieu- (bv. klimaat, geografie, geologie, vegetatie) en socio-economische (bv. bevolkingsdichtheid, landschapswijziging, transport) kenmerken, waardoor zij een vergelijkbare gevoeligheid voor de vestiging van invasieve soorten vertonen. In dit rapport noemen we deze de 'vier RINSE gebieden' (Figuur 3):



Figuur 3. Het RINSE studiegebied rond het Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee.

2.2 Register van NIS

2.2.1 Algemeen register

Gegevens over de aanwezigheid van NIS in de RINSE regio werden verkregen via een systematische inzage van 59 internet- en literatuurbronnen (Tabel 1) die een wereldwijde tot lokale schaal en de meeste soorten Organismen omvatten (zie verder voor gedetailleerde informatie betreffende onvermijdelijke tekortkomingen).

Voor elke soort werd de aanwezigheid/afwezigheid in elk van de RINSE landen en gebieden nagegaan via ten minste twee data van de toegangspoorten tot geografische verspreiding (opgesomd als 'Verspreiding' in Tabel 1). Daarnaast werd informatie verzameld betreffende de algemene door elke soort bewoonde omgeving (d.w.z. zoet water, mariene, terrestrische of een combinatie van de drie).

Daarbij werd de status en ruimtelijke verspreiding in de RINSE landen gerangschikt en gecodeerd zoals aangegeven in Tabel 2. Wanneer twee of meer verschillende bronnen tegenstrijdige gegevens bevatten werd de betreffende soort een meervoudige status toegekend (bv. "Y, Er").

Tabel 1. Internet- en literatuurbronnen die gebruikt werden voor het opmaken van het Register en Focuslijsten van NIS in de RINSE landen en gebieden. Brongebruik: Verspreiding, bron gebruikt voor het nagaan van aanwezigheid/afwezigheid in RINSE landen; Register (Angiospermae), bron uitsluitend aangewend voor geregistreerde Angiospermae; Register (Arthropoda), bron uitsluitend gebruikt voor geregistreerde geleedpotigen; Register (zoet water), bron enkel aangewend voor geregistreerde zoet watersoorten; Register (mariene), bron alleen gebruikt voor geregistreerde mariene soorten; Register (Tabel 2), bron aangewend zoals aangegeven in Tabel 3.

Bronreferentie	Geografisch bereik	Brongebruik
Agence de l'eau Artois Picardie (2005) Les espèces végétales invasives des milieux aquatiques et humides du Bassin Artois Picardie. Conservatoire Botanique National de Bailleul. 37 pp.	Frankrijk	Register (Angiospermae)
Agence de l'eau Rhin Meuse (2005) Plantes invasives des milieux aquatiques et des zones humides du Nord-est de la France. Une menace pour notre environnement. 20 pp.	Frankrijk	Register (Angiospermae)
Banks, A., Wright, L., Maclean, I.M., Hann, C. & Rehfisch, M.M. (2009) Review of the status of introduced non-native waterbird species in the area of the African-Eurasian Waterbird Agreement: 2007 update. British Trust for Ornithology. 146 pp.	Wereldwijd	Focuslijst
Belgisch Forum over Invasieve Soorten. 2012. Harmonia database. http://ias.biodiversity.be/	België	Register (Tabel 2)
Beran, L. & Horsák, M. (2007) Distribution of the alien freshwater snail <i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863)(Gastropoda: Planorbidae) in the Czech Republic. Aquatic Invasions, 2, 45-54.	Wereldwijd	Focuslijst
Bouquerel, J. (2008) Les canaux: des milieux privilégiés pour les macroinvertébrés invasifs. In: Etude de la région Nord/Pas-de-Calais, 82 pp.	Frankrijk	Register (zoet water)
CABI Centre for Agricultural Bioscience International. 2012. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. http://www.cabi.org/	Europa	Register (Tabel 2) Focuslijst
Conseil General du Finistère (2008) Plantes invasives un danger pour la biodiversité du Finistère. 16 pp.	Frankrijk	Register (Angiospermae)
Costa, C. (2005) Atlas des espèces invasives présentes sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue. Parc Naturel Régional de Camargue. 217 pp.	Frankrijk	Register (Angiospermae)
DAISIE Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. 2012a. http://www.europe-aliens.org/	Europa	Register (Tabel 2) Focuslijst
DAISIE Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. 2012b. 100 of The Worst. http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do	Europa	Register (Angiospermae)
De Prins, W. (1998) Catalogus van de Belgische Lepidoptera. Studiedocumenten Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, 92, 1-236. http://webh01.ua.ac.be/vve/Checklists/Lepidoptera/Introduction.htm	België	Register (Arthropoda)
Delbart, E. & N. Pieret, M.G. (2007) Guide de reconnaissance des principales plantes invasives le long des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne. Direction des Cours d'Eau.	België	Register (Angiospermae)
Dewarumez, J.-M., Gévaert, F., Massé, C., Foveau, A., Desroy, N. & Grulois, D. (2011) Les espèces marines animales et végétales introduites dans le bassin Artois-Picardie. 140 pp.	Frankrijk	Register (mariene)
EMODNET European Marine Observation and Data Network. 2012. http://bio.emodnet.eu/	Europa	Verspreiding
EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2012. EPPO list of invasive alien plants. http://www.eppo.int/INVASIVE_PLANTS/ias_lists.htm	Europa	Register (Angiospermae)
ETI BioInformatics. 2013. Marine Species Identification Portal. http://species-identification.org/	Wereldwijd	Focuslijst

FAO (2012) Introduction of species. Database on Introductions of Aquatic Species. In: Fisheries and Aquicultural topics. Food and Agriculture Organisation (Fisheries and Aquiculture Department), Rome. http://www.fao.org/fishery/introsp/search/en	Wereldwijd	Register (Tabel 2) Focuslijst
Froese, R. & Pauly, D. (2008) FishBase. http://www.fishbase.org/		Focuslijst
GBIF Global Biodiversity Information Facility. 2012. GBIF Data Portal. http://data.gbif.org/	Wereldwijd	Verspreiding Focuslijst
Gollasch, S., Haydar, D., Minchin, D., Wolff, W.J. & Reise, K. (2009) Introduced aquatic species of the North Sea coasts and adjacent brackish waters. <i>Biological Invasions in Mariene Ecosystems</i> , 507-528.	Europa	Register (Tabel 2)
Hopkin, S.P. (2007) A key to the Collembola (springtails) of Britain and Ireland. FSC Publications. http://www.stevhopkin.co.uk/collembolamaps/	Groot-Brittannië	Verspreiding
Hudin, S. & Vahrameev, P. (2010) Guide d'identification des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels. 45 pp.	Frankrijk	Register (Angiospermae)
Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 2012. The Ocean Biogeographic Information System OBIS. http://iobis.org/mapper/	Wereldwijd	Verspreiding
ISSG Invasive Species Specialist Group. 2012. Global Invasive Species Database. http://www.issg.org/database	Wereldwijd	Register (Tabel 2) Focuslijst
IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. http://www.iucnredlist.org	Wereldwijd	Focuslijst
Lacroix, P., Le Bail, J., Geslin, J. & Hunault, G. (2008) Liste des plantes vasculaires invasives, potentiellement invasives et à surveiller en région Pays de la Loire. Conservatoire National Botanique de Brest, Antenne régionale des Pays-de-Loire, 55 pp.	België	Register (Angiospermae)
Le Conservatoire Botanique National de Bailleul. 2012. Liste des plantes exotiques considérées comme envahissantes en Picardie. Available at http://www.cbnbl.org/nos-actions/mieux-connaître-la-flore-et-les-plantes-exotiques-envahissantes/article/la-strategie-regionale-de-lutte	Frankrijk	Register (Angiospermae)
Leen, V., Vanhoorne, B., Decock, W., Trias-Verbeek, A., Dekeyzer, S., Colpaert, S. & Hernandez, F. (2013) World Register of Mariene Species. http://www.marienespecies.org	Wereldwijd	Verspreiding Focuslijst
Lever, C. (1985) Naturalized mammals of the world. Longman. 608 pp.	Wereldwijd	Focuslijst
Long, J. (2003) Introduced mammals of the world: their history, distribution and influence. Csiro Publishing. 612 pp.	Wereldwijd	Focuslijst
Lützen, J., Faasse, M., Gittenberger, A., Glenner, H. & Hoffmann, E. (2012) The Japanese oyster drill <i>Ocenebrellus inornatus</i> (Récluz, 1851) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae), introduced to the Limfjord, Denmark. <i>Aquatic Invasions</i> , 7, 181-191.	Wereldwijd	Focuslijst
Muséum national d'Histoire naturelle. 2012. INPN Inventaire national du Patrimoine Naturel. http://inpn.mnhn.fr	Frankrijk	Verspreiding
Naturalis. 2012. Nederlands Soortenregister, versie 2.0. http://www.nederlandsesoorten.nl/	Nederland	Register (Tabel 2)
NBN National Biodiversity Network. 2012. National Biodiversity Network's Gateway. http://data.nbn.org.uk/	Groot-Brittannië	Verspreiding
NLBIF Netherlands Biodiversity Information Facility. 2012. Data portal of the Dutch national node of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). http://www.nlbif.nl/	Nederland	Verspreiding

NISS GB Non-native Species Secretariat. 2012. GB Non-native Species Information Portal. https://secure.fera.defra.gov.uk/	Groot-Brittannië	Register (Tabel 2) Focuslijst
NOBANIS North European and Baltic Network on Invasive Alien Species. 2012. Gateway to Information on Invasive Alien species in North and Central Europe. http://www.nobanis.org	Europa	Register (Tabel 2)
Observatoire de la Biodiversité et du Patrimoine Naturel en Bretagne(2010) Les espèces marines invasives en Bretagne. 44 pp.	Frankrijk	Register (mariene)
Paradis, G., Hugo, L. & Spinosi, P. (2008) Les plantes envahissantes: une menace pour la biodiversité. <i>Stantari</i> , 13, 18-26.	Frankrijk	Register (Angiospermae)
Plantlife (2010) Here today, here tomorrow? Horizon scanning for invasive non-native plants. 19 pp. http://www.plantlife.org.uk	Groot-Brittannië	Register (Tabel 2)
Preisler, R.K., Wasson, K., Wolff, W.J. & Tyrrell, M.C. (2009) Invasions of estuaries vs the adjacent open coast: a global perspective. <i>Biological invasions in marine ecosystems</i> , 587-617.	Wereldwijd	Register (Tabel 2)
Q-bank. 2012. Invasive Plants database. Comprehensive databases on quarantine plant pests and diseases. http://www.q-bank.eu/Plants	Europa	Register (Angiospermae)
Rabitsch, W. (2008) Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). <i>Zootaxa</i> , 1827, 1-44.	Europa	Register (Arthropoda)
Reseau regional des Gestionnaires des Milieux Aquatiques (2009) Plantes Envahissantes. Guide d'identification des principales espèces aquatiques et de berges en Provence et Languedoc. 112 pp	Frankrijk	Register (Angiospermae)
RINSE_WP1_list.xls 316 Invasieve soorten in Vlaanderen (door Tim Adriaens)	Frankrijk	Verspreiding
Roques, A., Rabitsch, W., Rasplus, J.-Y., Lopez-Vaamonde, C., Nentwig, W. & Kenis, M. (2009) Alien terrestrial invertebrates of Europe. <i>Handbook of alien species in Europe</i> , 63-79.	Europa	Register (Arthropoda)
Simon-Bouhet, B., Garcia-Meunier, P. & Viard, F. (2006) Multiple introductions promote range expansion of the mollusc <i>Cyclope neritea</i> (Nassariidae) in France: evidence from mitochondrial sequence data. <i>Molecular Ecology</i> , 15, 1699-1711.	Frankrijk	Focuslijst
Soes, D.M., Glöer, P. & de Winter, A.J. (2009) <i>Viviparus acerosus</i> (Bourguignat, 1862)(Gastropoda: Viviparidae), a new exotic snail species for the Dutch fauna. <i>Aquatic Invasions</i> , 4, 373-375.	Nederland	Focuslijst
Verlaque, M., Ruitton, S., Mineur, F. & Boudouresque, C.F. (2007) CIESM Atlas of exotic macrophytes in the Mediterranean Sea. <i>Rapp. Comm. int. Mer Médit</i> , 38, 14 pp. http://www.ciesm.org/online/atlas/intro.htm	Wereldwijd	Focuslijst
Verloove, F. (2006) Catalogus van neofeten in België (1800-2005). http://alienplantsBelgië.be/sites/alienplantsBelgië.be/files/tabel_2.pdf	België	Verspreiding
Waarneming. 2012. Dutch daughter website of the Global Biodiversity Recording Project. http://waarneming.nl	Nederland	Register (Tabel 2) Focuslijst
Waarnemingen. 2012. Belgian daughter website of the Global Biodiversity Recording Project. http://waarnemingen.be	België	Register (Tabel 2) Focuslijst
Welter-Schultes, F. (2005) AnimalBase: early zoological literature online. http://www.animalbase.uni-goettingen.de	Wereldwijd	Focuslijst
Wikimedia Foundation. 2013. Wikipedia: The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page	Wereldwijd	Focuslijst
Wolff, W.J. (2005) Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands. Nationaal Natuurhistorisch Museum.	Nederland	Register (Tabel 2)
Zambettakis, C. & Magnanon, S. (2008) Identification des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie. <i>Conseil régional Basse-Normandie, DIREN Basse-Normandie</i> . 25 pp.	Frankrijk	Register (Angiospermae)

Tabel 2. Indeling en afkortingen van types van status en verspreiding van niet-inheemse soorten in het NIS Register en Focuslijsten.

Afkorting	Definitie
cry	cryptogensch
Er	verdelgd, d.w.z. deze niet-inheemse soort werd in het wild waargenomen en een doelbewuste beheersactie verwijderde de bevolking uit het betreffende gebied
Ex	uitgestorven, d.w.z. deze niet-inheemse soort was op een bepaald moment aanwezig in het wild (hoewel kortstondig door ontsnapping) maar is niet langer aanwezig in het betreffende gebied
N	niet aanwezig, d.w.z. deze niet-inheemse soort werd nooit in het wild waargenomen in het betreffende gebied
nat	inheems
Y	ja (aanwezig), d.w.z. deze niet-inheemse soort werd in het wild waargenomen en een bevolking van de soort (hoe klein ook) bestaat waarschijnlijk op dit moment
Y, Indoors	deze niet-inheemse soort is aanwezig maar werd alleen binnenshuis gezien

Tabel 3 bevat een gedetailleerde lijst van het type data die werden verzameld uit de 14 belangrijkste in aanmerking genomen internetgebruikersportalen en gepubliceerde literatuurbronnen. De tabel duidt ook aan welke van de opgenomen fyta relatief ondervertegenwoordigd zullen zijn in het uiteindelijke RINSE Register.

Bijvoorbeeld, gezien het uitgebreide aantal niet-inheemse terrestrische angiospermae liet het tijdsbestek van het project ons helaas niet toe alle op de DAISIE en NISS websites opgesomde soorten te behandelen. Op basis van de informatie geleverd door bronnen zoals Q-Bank en Plantlife (zie de als 'Register (Angiospermae)' aangegeven soorten op Tabel 1), hebben wij ons daarbijgeconcentreerd op het opnemen van bijzonder zorgwekkende invasieve terrestrische angiospermae.

Het enorm diverse fylum van Geleedpotigen (dat alle insecten omvat) stelde een gelijkaardig probleem. In dit geval besloten wij niet alle op de NISS website opgesomde soorten weer te geven en ons eerder te concentreren op publicaties die alle RINSE landen bestrijken, zoals Roques et al. (2009) en Rabitsch (2008) (zie de op Tabel a als 'Register (Arthropoda)' opgesomde soorten).

Gezien deze onvermijdelijke aanpassingen in onze methodologie moet de lezer er rekening mee houden dat Angiospermae en Arthropoda in het definitieve RINSE Register ondervertegenwoordigd zullen zijn in vergelijking met, bijvoorbeeld, de Chordata.

Tabel 3. De 14 voornaamste web- en gedrukte bronnen die per taxon werden gebruikt voor het samenstellen van het Register van Nederlandse soorten in de RINSE landen (zie Tabel 1 voor volledige referentiegegevens). Afkortingen: na, niet van toepassing omdat geen data betreffende de aanwezigheid van soorten binnen het respectievelijke taxo/afdeling in de vier landen beschikbaar waren op deze bron; N, bron niet gebruikt met betrekking tot het betreffende fyllum/afdeling; Y, alle taxa van het betreffende fyllum die deze bron aangeeft als aanwezig in één of meer van de vier landen, werden overgenomen; Y ex T, alle taxa behalve de terrestrische taxo/afdeling van het respectievelijke fyllum die deze bron aangeeft als aanwezig in één of meer van de vier landen werden opgenomen.

Rijk	Fyllum	DAISIE (2012a)	ISSG (2012)	CABI (2012)	FAO (2012)	NOBANIS (2012)	NISS (2012)	Waarnemingen (2012)	Waarneming (2012)	Naturalis (2012)	Belgian Forum on Invasive Species 2012)	Gollasch et al. (2009)	Preisler et al. (2009)	Wolff (2005)	Plantlife (2010)
Virussen, Protisten	Virussen	na	na	Y	na	na	Y	na	na	N	na	na	na	na	na
	Firmicutes	na	na	na	na	na	Y	na	na	N	na	na	na	na	na
	Proteobacteria	na	Y	Y	na	na	na	na	na	N	na	na	na	na	na
	Cercozoa	Y	na	na	na	na	Y	na	na	N	na	Y	na	Y	na
Algen	Dinoflagellata	Y	na	na	na	na	Y	Y	Y	N	na	Y	na	Y	Y
	Haptophyta	Y	na	na	na	na	Y	Y	Y	N	na	Y	na	na	Y
	Heterokontophyta	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	N	na	Y	na	Y	Y
	Chlorophyta	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	N	na	Y	na	Y	Y
	Rhodophyta	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	N	na	Y	na	Y	Y
Planten	Marchantiophyta	Y	na	na	na	na	na	N	N	N	na	na	na	na	Y
	Bryophyta	Y	na	Y	na	na	na	N	N	N	na	na	na	na	Y
	Lycopodiophyta	Y	na	na	na	na	Y	N	N	N	na	na	na	na	Y
	Pteridophyta	Y	na	Y	Y	na	Y	N	N	N	Y	na	na	na	Y
	Pinophyta	N	na	Y	na	na	N	N	N	N	na	na	na	na	Y
	Angiospermae	Y ex T	Y	Y	Y	Y	Y ex T	N	N	N	Y	Y	na	Y	Y
Fungi	Chytridiomycota	Y	na	na	na	na	na	N	N	N	na	na	na	na	na
	Zygomycota	na	na	na	na	na	Y	N	N	N	na	na	na	na	na
	Ascomycota	Y	Y	Y	na	na	na	N	N	N	na	na	na	na	na
	Basidiomycota	Y	Y	Y	na	na	na	N	N	N	na	na	na	na	na
Dieren	Porifera	Y	na	na	na	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
	Cnidaria	Y	na	Y	Y	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
	Ctenophora	Y	na	Y	na	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	na	na
	Platyhelminthes	Y	na	na	na	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
	Rotifera	Y	na	na	na	na	na	Y	Y	Y	na	na	na	na	na
	Bryozoa	Y	Y	Y	na	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
	Entoprocta	na	na	na	na	na	Y	Y	Y	Y	na	na	na	na	na
Nemertea	Y	na	na	na	na	na	Y	Y	na	na	na	na	na	na	

Mollusca	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
Annelida	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
Nematoda	Y	na	Y	na	na	Y	Y	Y	Y	na	Y	Y	Y	na
Arthropoda	Y	Y	Y	Y	na	Y ex T	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	na
Chordata	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	na

2.2.2 Focuslijsten

Om een meer diepgaande analyse van patronen van soortenintroducties en invasieve geschiedenissen van RINSE NIS mogelijk te maken werden de volgende vijf groepen van organismen meer gedetailleerd onderzocht:

(1) Angiospermae (d.w.z. bloemplanten) opgenomen in onze Zwarte Lijst van INS (zie verder), (2) Mollusken, (3) Osteichthyes (d.w.z. beenvissen), (4) Anseriformen (d.w.z. ganzen, eenden, zwanen en aanverwanten), en (5) Mammalia.

Hiertoe werden de volgende bijkomende data verzameld voor deze groepen: (a) eerste jaar van waarneming in het wild in elk van de 4 RINSE landen, (b) functioneel type, (c) continent van oorsprong, (d) invasietoegangspoort/vector, (e) types betrokken habitat in het binnengedrongen gebied, (f) aanwezigheid/afwezigheid van ongeslachtelijke voortplanting of zelfbevruchting, (g) aanwezigheid/afwezigheid van resistente stadia, en (h) aanwezigheid/afwezigheid van predators in het binnengedrongen gebied. Voor deze taak gebruikte bronnen zijn onder meer de DAISIE en NISS databronnen, en worden aangegeven als 'Focuslijst' in Tabel 1. Na de fase van dataverzameling werd elke focuslijst aan de RINSE partners opgestuurd voor revisie. De partners beschikten over ten minste twee weken om de verzamelde data te bestuderen en hun commentaar erop te geven.

De verzamelde data lieten ons bijvoorbeeld toe de invasiegeschiedenissen van bepaalde taxonomische of functionele groepen te reconstrueren en te vergelijken, en een basis op te bouwen voor het voorspellen van de toekomstige introductie en verspreiding van soorten in de RINSE regio.

2.2.3 Data-ontleding

Data voor het algemeen Register van NIS werden op een Excel blad samengebracht. Clusteranalyses werden uitgevoerd met gebruik van statistisch program PAST ver. 2.17c (<http://folk.uio.no/ohammer/past/>). Om de gelijkennis te onderzoeken in de samenstelling van niet-inheemse soorten tussen de RINSE landen en gebieden, werd de Jaccard similariteitscoëfficiënt matrix toegepast: $J(A,B) = \frac{A \cap B}{A \cup B}$, waarbij $A \cap B$ het aantal door de twee proefsets

gedeelde soorten weergeeft, en $A \cup B$ het aantal door de twee proefsets niet gedeelde soorten toont.

Aanvankelijk werden de Focuslijstdata in een Word archief verzameld, om de door de RINSE partners tijdens het revisieproces gemaakte opmerkingen en wijzigingen duidelijk weer te geven (door gebruik van de 'nasporing-wijziging' optie van Word). Na voltooiing van die fase werden de data in een Excel-blad gekopieerd

en in numeriek formaat omgezet voor visualisatie en statistische analyse van de data (verricht in Minitab ver. 16). Tegenstrijdige en andere problematische data werden daarbij als volgt behandeld:

- Alle bij ten minste één bron als 'yes (aanwezig)' aangegeven soorten (zie Tabel 2 voor definitie) werden in de analyse opgenomen.
- Vóór het jaar 1500 geregistreerde NIS werden niet langer in aanmerking genomen.
- Wanneer verschillende bronnen verschillende jaren van eerste waarneming in het wild vermelden, werd alleen het vroegste jaar in aanmerking genomen voor data-ontleding.

2.3 Horizonscans van INS

Meerdere nationale en internationale instellingen hebben lijsten gepubliceerd van INS die potentieel de ergste effecten hebben op de biodiversiteit. Een goed voorbeeld is '100 of the worst European invasive species' opgesteld door het door de EU gefinancierde project DAISIE (www.europe-aliens.org), en de alarmlijst van soorten opgemaakt door het Belgisch Forum over Invasieve Soorten (ias.biodiversity.be/).

In onderhavige studie gingen wij uit van 16 van deze lijsten van 'ergste indringers' voor het creëren van een meta-lijst van al deze in van nationale en wereldwijde horizonscan vermelde INS. De door elke bron aangenomen criteria voor het selecteren van de ergste INS worden samengevat in Tabel 4. Deze procedure resulteerde in een meta-lijst van 340 soorten, die in twee hoofdgroepen onderverdeeld werden:

- **ALARMLIJST** van INS in de RINSE regio. Deze bevat de soorten die nog in geen enkel van de vier RINSE landen aanwezig zijn. Deze lijst bevatte een totaal van 79 soorten.
- **ZWARTE LIJST** van INS die reeds aanwezig zijn in ten minste één van de vier RINSE landen, bestaande uit 261 organismen.

Opgemerkt moet worden dat het geografisch bereik van sommige van de bronlijsten groter was dan het studiegebied (bijvoorbeeld, de ISSG is wereldwijd, DAISIE is Europees), zodat de meta-lijst soorten kan bevatten waarvan het onwaarschijnlijk is dat zij een bedreiging kunnen vormen voor de RINSE regio door spreidings- of klimaatbeperkingen (bv. mediterrane of tropische soorten). Gezien vaak moeilijk vastgesteld kan worden of de klimaatbeperkingen van een soort een eventuele introductie zullen beletten, besloten wij alle INS in de meta-lijst te houden, in afwachting dat latere risico-evaluaties meer details zouden verstrekken over de waarschijnlijkheid van hun introductie en impact. Voor de eenvoudigheid verwijzen wij hierna naar op de lijsten voorkomende organismen als 'de ergste INS', hoewel wij ons ervan bewust zijn dat de lijsten geenszins definitief zijn en in de toekomst aangepast kunnen worden.

Hoewel de meeste in dit project geraadpleegde bronlijsten taxonomisch verschillend waren, werden micro-organismen zoals protisten, prokaryoten, virussen en protozoënen niet opgenomen wegens het gebrek aan betrouwbare

informatie betreffende hun status (invasief versus cryptisch) en verspreiding binnen de RINSE regio.

Het is ook mogelijk dat groepen zoals fungi en algen in de meta-lijst ondergewaardeerd werden.

Op 21 november 2012 werd een “RINSE Experts Workshop” georganiseerd in St Catharine’s College, Cambridge, met 22 geïnviteerde RINSE partners die alle vier RINSE landen vertegenwoordigden. Tijdens deze workshop bespraken de partners het Register van NIS en de Alarm- en Zwarte lijsten van INS, en kregen zij de gelegenheid suggesties en wijzigingen te introduceren. De RINSE experts werden ondergebracht in drie thematische werkgroepen (waterdieren, landdieren en planten), en werden verzocht de in Tabel 5 opgenomen richtlijnen aan te wenden voor het evalueren van het risico van de soorten op de Alarmlijst.

Aanvankelijk werden alleen RINSE partners gevraagd het risico van de soorten op de Alarmlijst te evalueren. Maar aangezien de vakkennis van geraadpleegde experts beperkt was tot enkele groepen organismen (vaak planten en zoogdieren), besloten wij de raadpleging uit te breiden met externe experts, waaronder het forum over invasieve soorten ‘Aliens-L’ van het IUCN, dat ons overvloedige en bijzonder nuttige feedback leverde. De betrouwbaarheid van de geografische en professionele locatie van elke ondervraagde werd nauwgezet gecontroleerd. In Bijlage D is een lijst van experts opgenomen die deelnamen in de prioritering van de Alarm- en Zwarte lijsten van INS.

Tabel 4. Lijst van geraadpleegde bronnen van de ergste INS en selectiecriteria. #Num: aantal in de 'meta-lijst' opgenomen soorten van elke geraadpleegde bron.

Lijst	Doelstellingen	Geografisch bereik	Criteria	Andere Details	#Num	Bron
BFIS-Harmonia (Belgisch Forum over Invasieve Soorten)	Informatie verzamelen over de aanwezigheid, verspreiding auto-ecologie, negatieve effecten en beheer van niet-inheemse invasieve soorten	België	Selectie van soorten die in nog niet geobserveerd werden in België maar invasief zijn in buurlanden waar zij beschouwd worden als bijzonder schadelijk voor de biodiversiteit	Alleen in categorie A0 (nog niet aanwezig in België) werden hier in aanmerking genomen voor de Alarmlijst en A1-3 voor de Zwarte Lijst.	52	ias.biodiversity.be/
Black List of Europe	Bestaande lijsten van INS voor Europa nazien en collationeren, analyse van de rol van handel in hun introductie en tekorten en potentiële kennisaanvulling identificeren	Europa	Collationeren van soorten die in vijf verschillende lijsten van de 'ergste' indringers zijn opgenomen	Exclusieve oogstplagen werden niet in acht genomen voor deze studie	211	wcd.coe.int/
DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe)	Een inventaris opmaken van alle niet-inheemse soorten aanwezig in Europa	Europa, Israël en een deel van Rusland	Expertraadpleging Het voornaamste criterium voor opname in de lijst is de gekende impact op de biodiversiteit op basis van gepubliceerd bewijsmateriaal	De DAISIE somt soorten op die inheems zijn in sommige delen van Europa en huisdieren	100	www.europe-aliens.org
EA top 10 IAS (Environment Agency)	De ergste zoet watersoorten selecteren voor uitroeiing door de EA, landeigenaars, hengelsclubs en gemeenschapsgroepen in onderlinge samenwerking	Engeland	Soorten geselecteerd op basis van het oordeel van experts.	Top 10 niet-inheemse soorten die de Britse kust zijn binnengedrongen, zich verspreiden en inheemse in het wild levende dieren bedreigen.	10	www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Invasive_species_top_10_hit_list.pdf
EPPO List of invasive alien plants	Identificatie van planten met een hoog potentieel voor verspreiding, die een ernstige bedreiging vormen voor de plantengezondheid en/of het milieu en de biodiversiteit; en uiteindelijk andere schadelijke sociale effecten kunnen hebben in de EPPO regio.	48 lidstaten	Soorten die grootste bedreiging vormen voor ecosystemen in de EPPO regio en waarvan het beheer wordt aangeraden werden geprioriteerd.		34	http://www.eppo.int/INVASIVE_PLANTS/ias_lists.htm#IAPList
Gallardo and Aldridge (2012, 2013a)	De potentiële distributie van INS in Groot-Brittannië en Ierland voorspellen.	Groot-Brittannië en Ierland	Expertraadpleging	Alleen zoet watersoorten werden in aanmerking genomen	21	www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/12-1018.1

GB-NISS (Non-Native Species Secretariat)	Selecteren van soorten waarvoor NISS speciale aandacht heeft aanbevolen wat betreft hun bewaking en rapportering	Groot-Brittannië	Hoog-risico invasieve soorten niet aanwezig in GB maar die in de toekomst kunnen binnendringen. Slapende soorten die als hoog risico beschouwd worden.		17	secure.fera.defra.gov.uk/
ICES Working group on introduction and transfer of mariene organisms (WGITMO)	Actualiseren van informatie en bespreking van meerdere aspecten die verband houden met de introductie van niet-inheemse soorten	Wereldwijd	Problematiek geïdentificeerd door experts uit elk medewerkend land.		10	www.ices.dk/workinggroups/
IUCN's Invasive Species Special Group (ISSG)	Bewustmaking van de complexiteit en gevolgen van invasieve niet-inheemse soorten	Wereldwijd	Twee criteria: hun ernstige impact op de biologische diversiteit en/of menselijke activiteiten, en hun illustratie van belangrijke kwesties die betrekking hebben op biologische invasie.		83	www.issg.org/database
Roy et al. (2012)	Documenten, verspreiding en effecten van INS in Groot-Brittannië	Groot-Brittannië	Collatie van database en expertsraadpleging gecoördineerd door het Centre for Ecology and Hydrology (CEH)		66	secure.fera.defra.gov.uk/
Nentwig et al. (2010), Kumschick and Nentwig (2010)	Risico-evaluatie van 34 uitheemse zoogdieren en 26 vogels afkomstig van buiten Europa.	Europa	Literatuuronderzoek gevolgd door scoringsstelsel. Evaluatie van Milieu- (wedijver, predatie, overdracht van ziekten, of herbivoor) en economische (landbouw, veeteelt, bosbouw, menselijke gezondheid, of infrastructuur) effecten Scores (0-5) voor elke 10 Categorieën worden samengeteld.	Drie onafhankelijke onderzoekers kenden scores toe en de gemiddelde waarde werd gebruikt.	7	www.cdt.ch/files/docs/1be5b9948981b5baead5de5936237e0f.pdf ftpshare.its.unibe.ch/iee/pub/7/2010/960.pdf

NOBANIS (North European en Baltic Network on Invasive Alien Species)	Instrumenten bieden voor het voorkomen van onopzettelijke verspreiding van invasieve soorten, en bevorderen van coöperatie bij hun uitroeiing, controle en matiging van de ecologische effecten.	Noord-Europa: Denemarken, Estland, Finland, Faeröer eilanden, Duitsland, Groenland, IJsland, Letland, Litouwen, Noorwegen, Polen, Zweden en een deel van Rusland	Soorten geselecteerd op basis van het oordeel van experts.		82	www.nobanis.org/Factsheets.asp
Panov et al. (2009)	Het ontwikkelen van protocollen voor risicoschatting en graadmeters van waterkwaliteit voor aquatische INS	Europa	Soorten worden ingedeeld in een zwarte of grijze lijst naargelang hun risico, vestiging, negatieve ecologische en/of socio-economische effecten.	Alleen aquatische inlandse Soorten worden in beschouwing genomen.	24	www.reabic.net/publ/IEAM2009_Panov_etal.pdf
Panov et al. (2009)	Natuurlijk Engeland helpen bij het identificeren van potentiële nieuwe invasieve soorten in Engeland en hun effecten op de biodiversiteit.	Engeland	Species overgenomen uit Europese lijsten van alarmsoorten (bv. DAISIE, EPPO, ISSG, GISP, ALARM), literatuuronderzoek en expertsraadpleging.	Aangepast protocol uit het Belgian Forum on Invasive Species (BFIS, ias.biodiversity.be). Alleen categorie A0 (niet aanwezig in Engeland) en 0.5 (afwezig in het wild) werden hier in aanmerking genomen.	42	www.naturalengland.org.uk
SEBI2010 (Streamlining European Biodiversity Indicators)	Samenstelling van een set van biodiversiteitsindicatoren voor evaluatie en informatie over de vordering naar de CED 2010 doelstellingen voor het stopzetten van het verlies aan biodiversiteit in Europa. Met inbegrip van 'Tendensen in invasieve niet-inheemse soorten'.	56 Europese Lidstaten	Zware impact op de structuur en werking van het ecosysteem; vervanging van inheemse soorten in heel hun bereik; hybridisatie met inheemse soorten; bedreiging van unieke biodiversiteit: negatieve gevolgen voor menselijk activiteiten, gezondheids- en/of economische belangen (bv. een plaag, pathogeen of vector van ziekte).	De selectie werd gemaakt door experts. De basisinformatie werd verzameld door literatuurstudies, kennis van andere experts en eigen kennis.	56	www.bipnational.net/IndicatorInitiatives/SEBI2010
Waarnemingen network	Het proces van waarneming en rapportering van nieuwe soorten stroomlijnen.	België en Nederland	De Alarmlijst: nog niet of in weinige plaatsen waargenomen soorten		9	waarnemingen.be/

2.3.1 Prioritering van de Alarmlijst

Voor het prioriteren van de Alarmlijst van INS werden aan elke soort risicoscores toegekend die de milieu- en economische impact van de soort beschreven (in het ergste scenario van potentiële invasie). Het systeem van risicoscoring werd met wijzigingen overgenomen van Molnar et al. (2008) en overwoog de ecologische impact, het invasiepotentieel, de beheersmoeilijkheid en de economische impact van de soorten (Tabel 5).

Tabel 5. Aan experts gegeven richtlijnen voor het scoren van INS op de Alarmlijst (bestaande uit de ergste nog niet in de RINSE landen aanwezige soorten).

Ecologische impact	
U	Onbekend of onvoldoende informatie om een score vast te stellen
1	Weinig of geen verstoring
2	Verstoort één enkele soort met weinig of geen verdere effecten op het ecosysteem
3	Verstoort meerdere soorten, enigszins beduidendere uitwerking op het ecosysteem, en/of essentiële soorten of soorten met een grotere behoudswaarde
4	Verstoort complete ecosysteemprocessen met ruimere abiotische invloeden
Invasiepotentieel	
U	Onbekend of onvoldoende informatie om een score vast te stellen
1	Introductie in te toekomst hoogst onwaarschijnlijk gezien hun milieuvorkeuren, vectoren en toegangspoorten voor introductie
2	Introductie van propagulen waarschijnlijk, maar vestiging van bevolkingen in het wild onwaarschijnlijk door milieubeperkingen
3	Momenteel aanwezig en / of potentieel voor een minder snelle toekomstige verspreiding
4	Zeer waarschijnlijke introductie op korte termijn gezien de geschikte milieucondities, nabijheid van ingenomen regio's / geschikte vectoren en toegangspoorten en een hoog verspreidingspotentieel
Beheersmoeilijkheid	
U	Onbekend of onvoldoende informatie om een score vast te stellen
1	Gemakkelijk om te keren, geen doorgaand beheer vereist (uitroeiing)
2	Omkeerbaar met enige moeite en / of kan in de hand gehouden worden door periodiek beheer
3	Moeilijk omkeerbaar en / of kan in de hand gehouden worden met een substantieel doorgaand beheer
4	Onomkeerbaar en / of kan niet ingeperkt of beheerst worden
Economische impact	
U	Onbekend of onvoldoende informatie om een score vast te stellen
1	Weinig of geen economische impact
2	Tast een bepaalde economische sector aan (landbouw, veeteelt, bosbouw, menselijke gezondheid en infrastructuur) met weinig of geen verder reikende economische effecten
3	Tast meerdere economische sectoren aan (landbouw, veeteelt, bosbouw, menselijke gezondheid en infrastructuur) en vereist periodieke investeringen om de schade te beperken
4	Tast meerdere en / of essentiële economische sectoren aan (landbouw, veeteelt, bosbouw, menselijke gezondheid en infrastructuur) en vereist belangrijke doorlopende investeringen om de schade te beperken

Idealiter worden drie sets scores toegekend aan elke INS door deskundige medewerkers van het RINSE Project en/of onafhankelijke experts. Hoewel het overleg meer dan drie maanden duurde, was dit echter alleen mogelijk voor 25% van de INS op de Alarmlijst, terwijl 45% en 30% respectievelijk geëvalueerd werden door twee experts en één expert.

Ten slotte werden de INS gerangschikt volgens hun algemeen gemiddeld risicoscore, en de 3 voornaamste landplanten, landdieren, inlandse waterorganismen en mariene organismen werden geselecteerd om een lijst samen te stellen van de top 12 Alarm INS waarvan het beheer van hun introductie en verspreiding geprioriteerd moest worden.

2.3.2 Prioritering van de Zwarte Lijst

Spijtig genoeg was risicoscoring van de Zwarte Lijst op dezelfde uitvoerige wijze als de Alarmlijst niet mogelijk, gezien het hoog aantal soorten. Daarom kozen we voor een eenvoudigere manier van expertraadpleging.

De INS werden onderverdeeld in vier homogene groepen: landplanten, landdieren, inlandse waterdieren en mariene waterdieren. Een onderzoek werd opgezet in samenwerking met Mike Sutton-Croft

(RINSE Technisch Coördinator) om RINSE experts te vragen een selectie te maken van de 10 INS die zij als de meest zorgwekkende beschouwen voor wat betreft hun feitelijke en potentiële effecten op het milieu in de RINSE regio.

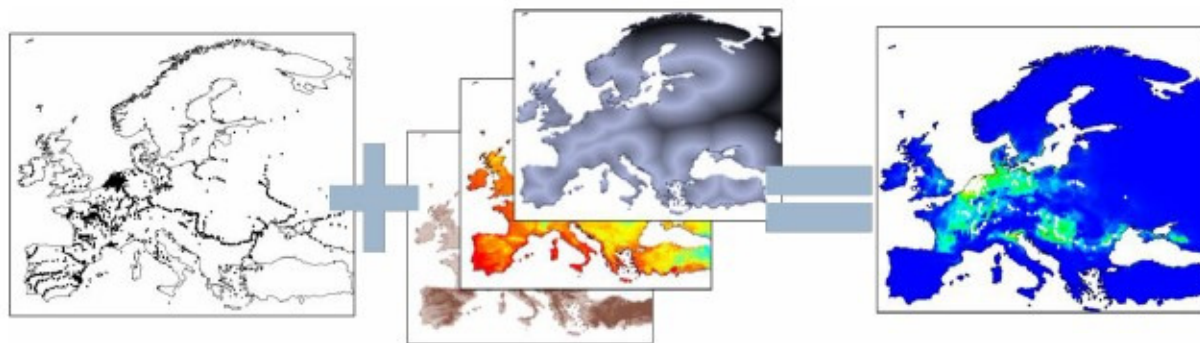
(Figuur 4). Dit systeem van stemmen uitbrengen is een snelle en rendabele manier om die soorten te signaleren die door experts consequent als de meest zorgwekkende worden aangemerkt.



Figuur 4. Screenshot van het op de web gebaseerde onderzoek bedoeld voor het prioriteren van soorten op de Zwarte Lijst. Experts in invasieve soorten werden gevraagd een maximum van 10 soorten te selecteren die volgens hen 'de ergste' zijn voor wat betreft hun effecten op het ecosysteem.

2.4 Vormgeving van de INS verspreiding

Normaliter worden de vestiging en verspreiding van invasieve soorten beïnvloed door geografische patronen zoals de overeenkomst tussen de bioklimatologische condities van de autochtone en binnengedrongen gebieden, vectoren en introductieroutes. Soortendistributiemodellen (SDM) zijn een statistische techniek die vaak gebruikt wordt om gebieden te vinden op continentale of regionale schaal die op milieugebied het meest gelijken op de huidige omgeving van invasieve soorten en dan ook het meest gevoelig zijn aan een geslaagde kolonisatie ingeval van een introductie (Guisan & Thuiller, 2005) (Figuur 5).



Figuur 5. Soortendistributiemodellen (SDM) maken doorgaans gebruik van een grafische voorstelling van voorvallen en een set milieukaarten voor het kalibreren van de voorkeuren van soorten. Daarop wordt de geschiktheid van het studiegebied voor de soort berekend op basis van zijn milieuniche.

SDM correleert voornamelijk de aanwezigheid van een bepaalde soort met de milieucondities (GIS rasterkaarten) van de gebieden die hij bewoont. Eén van de belangrijkste uitdagingen in dit project betrof de gelijktijdige vormgeving van terrestrische, zoet water- en mariene soorten, wat niet alleen een vakkundige kennis vereist van deze erg verschillende types van organismen, maar ook het opstellen van milieuv variabelen die relevante predictors kunnen zijn voor deze drie soortgroepen.

Wat de continentale lagen betreft is hun resolutie één van de belangrijke beslissingen die genomen moet worden. De resolutie van een rasterkaart wordt bepaald door de afmetingen van elk van zijn pixels en varieert gewoonlijk van 30 arcseconden (ca. 1km²) tot 10 arcminuten (ca. 400 km²). Hoge resoluties (30 sec) zijn *a priori* verkieslijk om kleinschalige wijzigingen in de potentiële verspreiding van soorten te kunnen waarnemen. Hoge-resolutiekaarten bevatten echter een groot aantal data, zijn moeilijk te manipuleren en nemen bij het computeriseren aanzienlijk meer tijd en ruimte in beslag. Gezien het groot aantal soorten die vorm gegeven moesten worden en na het uittesten van verschillende opties kozen wij voor een middenresolutie van 5 arcminuten (ca. 100km²). Deze resolutie was het beste compromis tussen het reduceren van computerruimte en de tijd vereist voor de vormgeving zonder noemenswaardig verlies van de voorspellingswaarde.

De soorten op de Alarm- en Zwarte Lijsten werden in vier homogene groepen onderverdeeld: terrestrische planten, terrestrische dieren, inlandse en mariene watersoorten. Soorten die meer dan één habitat kunnen bewonen werden ondergebracht bij het meest frequente. Bijvoorbeeld, semi-aquatische dieren zoals *Castor canadensis* of *Pomacea canaliculata* werden bij de terrestrische dieren ondergebracht. De toewijzing van een habitat heeft echter geen invloed op de resultaten van modellen. Een representatief minimum aantal soorten van elke groep werd gemodelleerd uit respectievelijk de Alarm- en Zwarte Lijsten (Tabellen 4 en 6). De selectie van soorten voor vormgeving gebeurde met inachtnaam van de in de eerste fase van de horizonscan toegekende risicoscores (d.w.z. totaal gemiddelde score voor Alarmsoorten en aantal stemmen voor de soorten op de Zwarte Lijst), en de Beschikbaarheid van betrouwbare data voor vormgeving (zie 2.4.1 Verzameling van voorkomen van soorten).

Tabel 6. Uit de Alarmlijst en Zwarte Lijst van INS geselecteerde soorten. Totaal= 72 soorten (42 uit de Alarmlijst en 30 uit de Zwarte Lijst van INS).

	Alarmlijst	Zwarte Lijst
Terrestrische planten	<i>Imperata cylindrica</i> <i>Lantana camara</i> <i>Malaleuca quinquenervia</i> <i>Miconia calvescens</i> <i>Mikania micrantha</i> <i>Prosopis glandulosa</i> <i>Pueraria lobata montana</i> <i>Rubus ellipticus</i> <i>Schinus terebinthifolius</i> <i>Tamarix ramosissima</i>	<i>Acacia dealbata</i> <i>Carpobrotus edulis</i> <i>Cortaderia selloana</i> <i>Echinocystis lobata</i> <i>Hedychium gardnerianum</i> <i>Opuntia ficus-indica</i> <i>Oxalis pes-caprae</i>
Terrestrische dieren	<i>Ammotragus lervia</i> <i>Anoplolepis gracilipes</i> <i>Bison bison</i> <i>Boiga irregularis</i> <i>Callosciurus finlaysonii</i> <i>Castor canadensis</i> <i>Chrysemys picta</i> <i>Euglandina rosea</i> <i>Muntiacus muntjak</i> <i>Pomacea canaliculata</i>	<i>Aedes albopictus</i> <i>Anoplophora glabripennis</i> <i>Bemisia tabaci</i> <i>Ceratiti capitata</i> <i>Linepithema humile</i> <i>Sciurus carolinensis</i> <i>Thaumetopoea processionea</i> <i>Vespa velutina</i>
Aquatisch inlands (zoet water en brak)	<i>Aphanius dispar</i> <i>Cercopagis pengoi</i> <i>Clarias batrachus</i> <i>Chaetogammarus warpachowski</i> <i>Gammarus fasciatus</i> <i>Lates niloticus</i> <i>Neogobius gymnotrachelus</i> <i>Obesogammarus obesus</i> <i>Pontogammarus robustoides</i> <i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Anguillicola crassus</i> <i>Cabomba caroliniana</i> <i>Dreissena r. bugensis</i> <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Marenzelleria neglecta</i> <i>Myriophyllum heterophyllum</i> <i>Neogobius melanostomus</i> <i>Proterorhinus marmoratus</i>
Aquatisch mariene	<i>Anadara inaequalis</i> <i>Asparagopsis taxiformis</i> <i>Asterias amurensis</i> <i>Charybdis longicollis</i> <i>Chionoecetes opilio</i> <i>Fistularia commersoni</i> <i>Paralithodes camtschaticus</i> <i>Portunus pelagicus</i> <i>Potamocorbula amurensis</i> <i>Saurida undosquamis</i> <i>Seriola fasciata</i> <i>Siganus rivulatus</i>	<i>Alexandrium catenella</i> <i>Balanus improvisus</i> <i>Caulerpa taxifolia</i> <i>Codium fragile</i> <i>Coscinodiscus wailesii</i> <i>Musculista senhousia</i> <i>Undaria pinnatifida</i>

2.4.1 Verzameling van de aanwezigheid van soorten

Informatie betreffende de tegenwoordige ruimtelijke spreiding van invasieve soorten werd verkregen uit de volgende gebruikersportalen:

- Global Biodiversity Information Facility (GBIF, data.gbif.org)
- Biological Collection Access Service for Europe (BioCase, www.biocase.org)
- Ocean Biogeography Information System (IOBIS, iobis.org/mapper)

- Netherlands Biodiversity Information Facility (NLBIF, www.nlbif.nl)
- Waarnemingen network (waarnemingen.be/ waarnemingen.nl)
- National Biodiversity Network (NBN, [Gateway data.nbn.org.uk](http://Gateway.data.nbn.org.uk))
- Discover Life (www.discoverlife.org)

Rekening houden met zowel de inheemse als de invasieve soorten werd door verschillende auteurs benadrukt als fundamenteel om de potentiële verspreiding van de soorten niet te onderschatten (Broennimann & Guisan, 2008; Beaumont *et al.*, 2009). In dit geval gebruikten wij de bekende inheemse en invasieve verspreiding van elke soort zoals beschreven in DAISIE en ISSG als referentie voor het identificeren van tekorten in onze verspreidingskaarten, en een uitgebreide raadpleging van ISI literatuur werd uitgevoerd om onze database aan te vullen (Bijlage A). Daarom werden alleen die soorten vormgegeven waarvoor geologisch gerefereerde data betreffende hun compleet bekend gebied konden verkregen worden. Spijtig genoeg werden daardoor soorten met een hoog risicoscore in de evaluatie van de Alarmlijst uitgesloten, zoals de essenprachtkever (*Agrilus planipennis*) of de Amurgrondel (*Percottus glenii*).

Zodra we de meest nauwkeurige verspreidingskaart voor een soort verkregen hadden werd het software ENMTools v1.3 (enmtools.blogspot.co.uk/, Warren et al. 2008) gebruikt om herhaalde aantekeningen te verwijderen door één van de milieurasters als referentie te gebruiken. Deze procedure laat slechts één enkel punt van voorkomen toe per pixel van 5-arcminuten, waardoor overtoelligheid die het resultaat van voorspellingen kan beïnvloeden vermeden wordt.

2.4.2 Continentale lagen

Continentale lagen werden gebruikt voor het kalibreren van de milieuvorkeuren van landplanten, landdieren en inlandse watersoorten.

SDM worden van oudsher gekalibreerd met bioklimatologische factoren, die afgeleid worden van maandelijkse temperatuur- en neerslagwaarden en een aanduiding zijn van jaarlijkse tendensen, seizoengebondenheid en extremen voor het overleven van soorten (Hijmans *et al.*, 2005). Het is een bekend feit dat deze factoren een beperking vormen voor de verspreiding van soorten op een wereldwijde schaal (Mokany & Ferrier, 2010) en relevant zijn voor zowel terrestrische als aquatische taxa, en daarom betrouwbare indicatoren zijn voor het onderzoek van de soortenspreiding op grotere schaal. Data betreffende 19 bioklimatologische variabelen werden ontleend aan WorldClim-World Climate Database (www.worldclim.org) met een resolutie van 5 arcminuten.

Daarna verifieerden we de correlatie tussen bioklimatologische variabelen en ENMTools v1.3, en slechts 7 variabelen met Pearson correlatie $r < 0.8$ werden geselecteerd voor vormgeving:

- Jaarlijkse Gemiddelde Temperatuur (°C) AnnualT
- Temperatuur Seizoengebondenheid (standaard afwijking) (°C) Tseason
- Maximumtemperatuur van de warmste maand (°C) MaxT

- Minimumtemperatuur van de koudste maand (°C) MinT
- Jaarlijkse Neerslag (mm) AnnualPP
- Neerslag tijdens de droogste maand (mm) DriestPP
- Seizoengebondenheid van de Neerslag (variatiecoëfficiënt) (mm) PPseason

Daarnaast verkregen wij de hoogte uit WorldClim. De hellingsgraad en oneffenheid werden berekend op basis van de hoogte met ArcView. Gezien de hoge correlatie tussen de drie variabelen (Pearson $r > 0.8$) gebruikten wij echter alleen de hoogte voor de vormgeving. De hoogte kan bijzonder relevant zijn voor bepaalde soorten die aan grote hoogten geacclimateerd zijn, alsook voor zoet watersoorten die algemeen met laagland geassocieerd worden.

Data betreffende op het land gelegen geologische eenheden werden verkregen van de Commission for the Geological Map of the world (©CCGM-CGMW, Paris 2010, <http://ccgm.free.fr/>) en omvatten zeven geologische bodemgebieden: endogene plutonische of metamorfe gesteenten, door extrusie gevormde vulkanische rotsen, eiland, meer, ofiolitisch complex, sedimentaire gesteenten en ongedifferentieerde facies. De geologische kaart –aanvankelijk in de vorm van een shapefile—werd omgezet in een raster met dezelfde resolutie (5 arcminuten) en projectie (WGS1984) als bioklimatologische lagen. Een project opgezet om een Europese geochemische basislijn vast te leggen (weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php) ontdekte een direct verband tussen de bodemgeologie en relevante water-, sediment- en bodemkenmerken voor het onderzoek van INS (Salminen *et al.*, 2005). Bijvoorbeeld, een lage calciumconcentratie en alkaliteit in Europese waters, relevant voor mollusken en schaaldieren, stond in nauw verband met zuurhoudende magmatische en metamorfose gesteenten (bv. graniet en zandsteen), terwijl sedimentaire gesteenten (bv. kalksteen en dolomiet) het merendeel van het calcium in stromend water leveren (Salminen *et al.*, 2005).

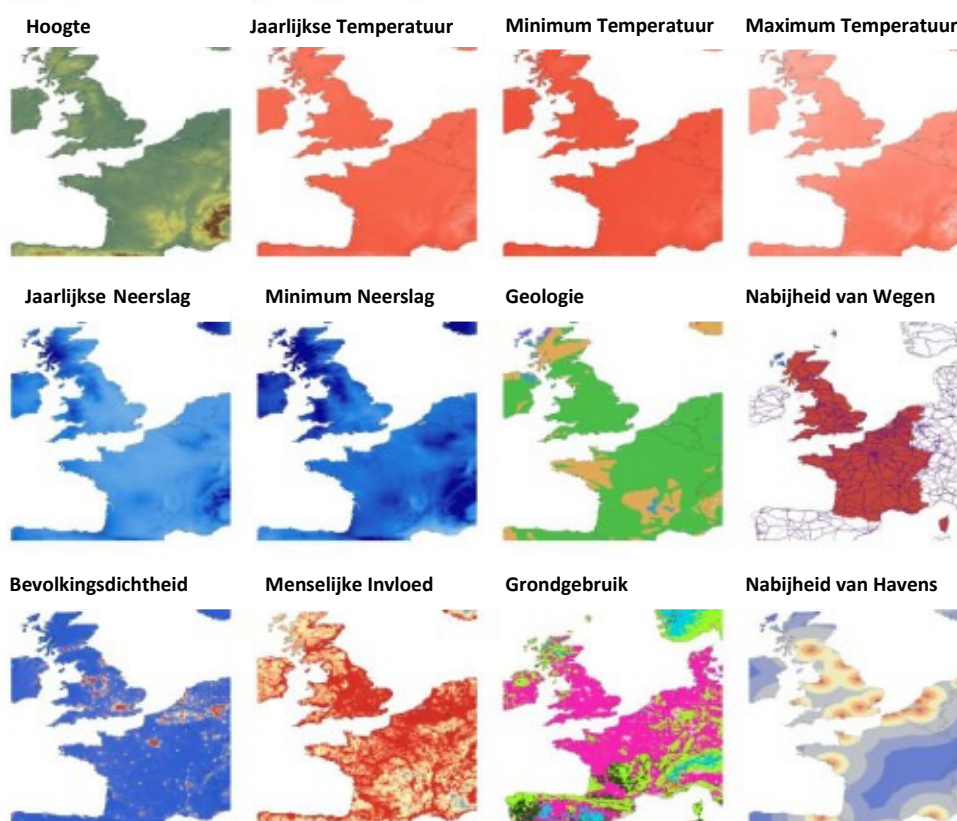
Naast de milieufactoren hebben wij in dit project ook een aantal socio-economische factoren ingebracht als potentiële grootschalige predictors van de verspreiding van soorten. Deze toevoeging is gebaseerd op de veronderstelling dat drivers die de verspreiding van INS op wereldwijde schaal beheersen verschillen van deze inheemse soorten, vermits hun vervoer en introductie afhankelijk zijn van menselijke handelingen. Bovendien kunnen socio-economische factoren niet alleen in verband staan met de druk van propagulen, maar ook met de gevoeligheid aan invasie van ecosystemen, gezien INS vaak voordeel halen uit verzwakte en verstoorde inheemse ecosystemen. We nemen dan ook aan dat socio-economische factoren de geschiktheid van grote geografische gebieden voor de vestiging van INS bevorderen.

In totaal werden vijf socio-economische factoren in aanmerking genomen bij de vormgeving (Figuur 6):

- Globale Human Influence Index (HII, Socio-Economic Data and Applications Center, sedac.ciesin.columbia.edu). Deze kaart is opgesteld door een superpositie van een aantal globale datalagen die verschillende factoren voorstellen waarvan men aanneemt dat zij ecosystemen beïnvloeden: menselijke bevolkingsspreiding, stedelijke gebieden, wegen, bevaarbare rivieren en verschillende

bodem aanwendingen voor landbouwdoeleinden. De gecombineerde invloed van deze factoren levert HII op, die gaat van 0 (zo goed als ongerepte condities) tot 64 (hoogst beïnvloede systemen).

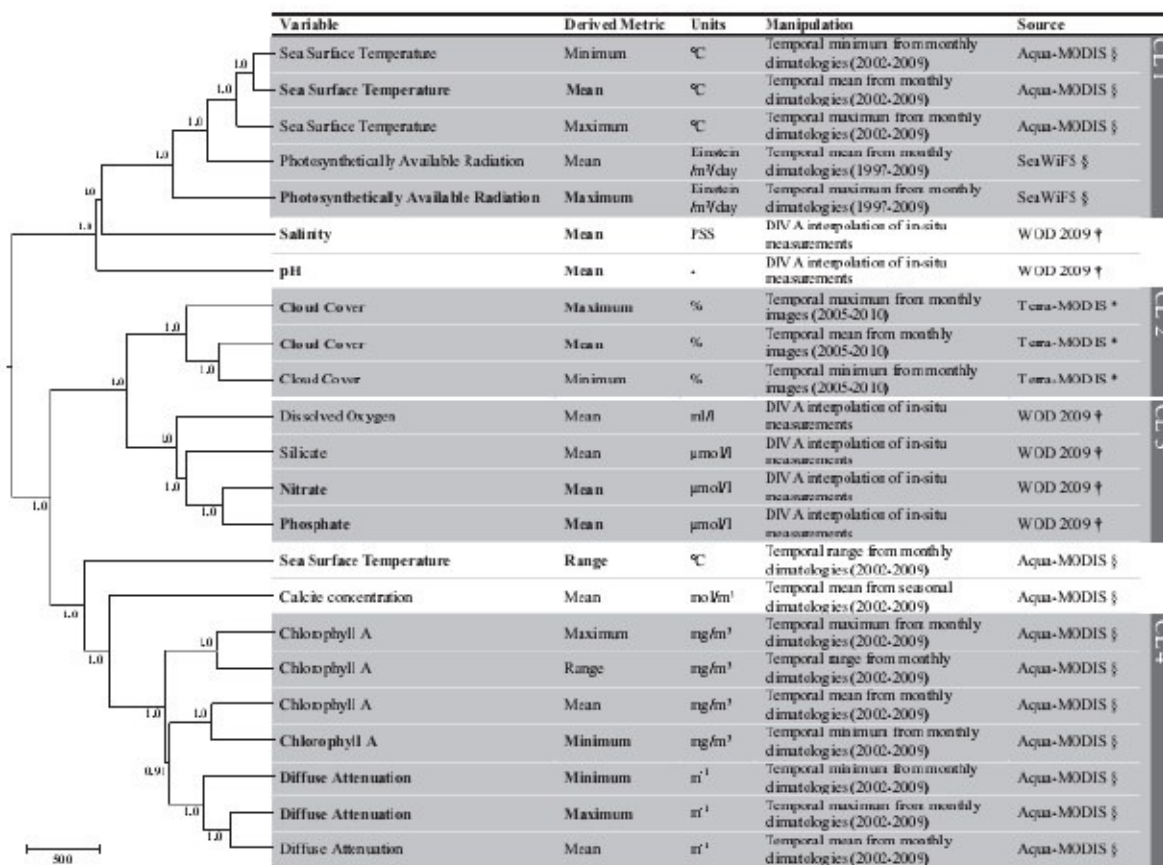
- Landgebruik werd verkregen van IGBP- International Geosphere-Biosphere Programme (MODIS Global Land Cover Classification v2, www-modis.bu.edu/landcover) en omvatte negen categorieën: bos, heesterland, savanne, grasland, moerasland, akkerland/natuurlijke vegetatie, stedelijk, sneeuw/ijs en bar/schaars begroeid.
- Menselijke bevolkingsdichtheid (Oak Ridge National Laboratory, www.ornl.gov/sci/landscan).
- Afstand (in km) tot de dichtstbij gelegen commerciële haven. Een lijst van havens met een totaal vrachtvolume > 30 megaton in 2009 werd verkregen van de American Association of Port Authorities (www.aapa-ports.org, last accessed 10th March 2012). De euclidische afstand van de dichtstbij gelegen haven werd dan berekend door gebruikmaking van ArcGIS 10.0 ©ESRI.
- Afstand (in km) tot de dichtstbij gelegen weg. Een globale transportkaart werd verkregen op ESRI (www.esri.com/). De euclidische afstand tot de dichtstbijgelegen primaire weg werd berekend met gebruik van ArcGIS 10.0 ©ESRI.



Figuur 6. Continentale lagen gebruikt voor de vormgeving van de potentiële verspreiding in de RINSE regio van Alarm- en Zwarte INS. Op te merken valt dat wereldwijde kaarten gebruikt werden voor het kalibreren van modellen, hoewel hier voor de duidelijkheid enkel het studiegebied getoond wordt.

2.4.3 Mariene lagen

Een reeks geofysische, biotische en klimaatgegevens werden overgenomen van Bio-Oracle (Ocean Rasters for Analysis of Climate and Environment, www.oracle.ugent.be) met een ruimtelijke resolutie van 5 arcminuten. Meer details zijn te vinden in (Tyberghein *et al.*, 2012). De dataset bevatte 23 lagen die samengevat worden in Figuur 7.

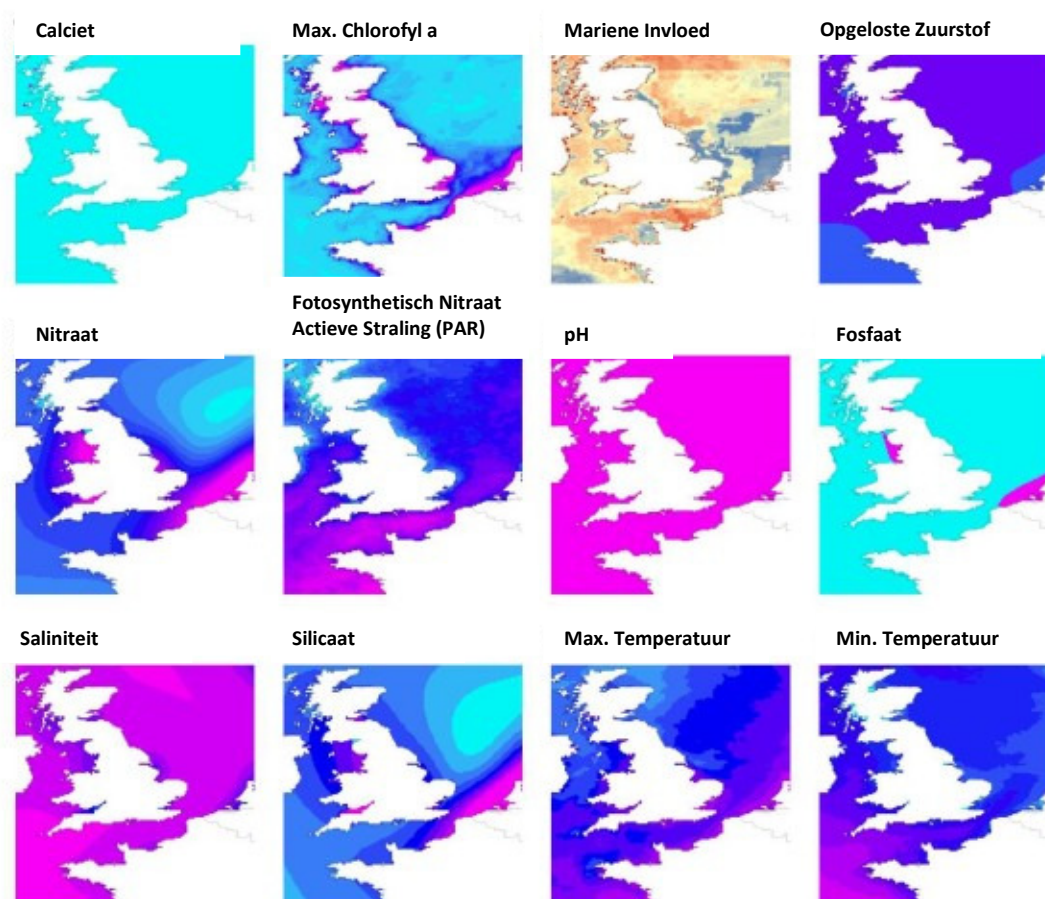


Figuur 7. Mariene lagen die in aanmerking genomen zijn bij de vormgeving van de potentiële verspreiding van mariene INS in RINSE. Ontleend aan Tyberghein *et al.* 2012.

Na verificatie van de correlatie van lagen met ENMTools v1.3 werden de volgende factoren geselecteerd voor de vormgeving van de potentiële distributie van mariene INS (Figuur 8):

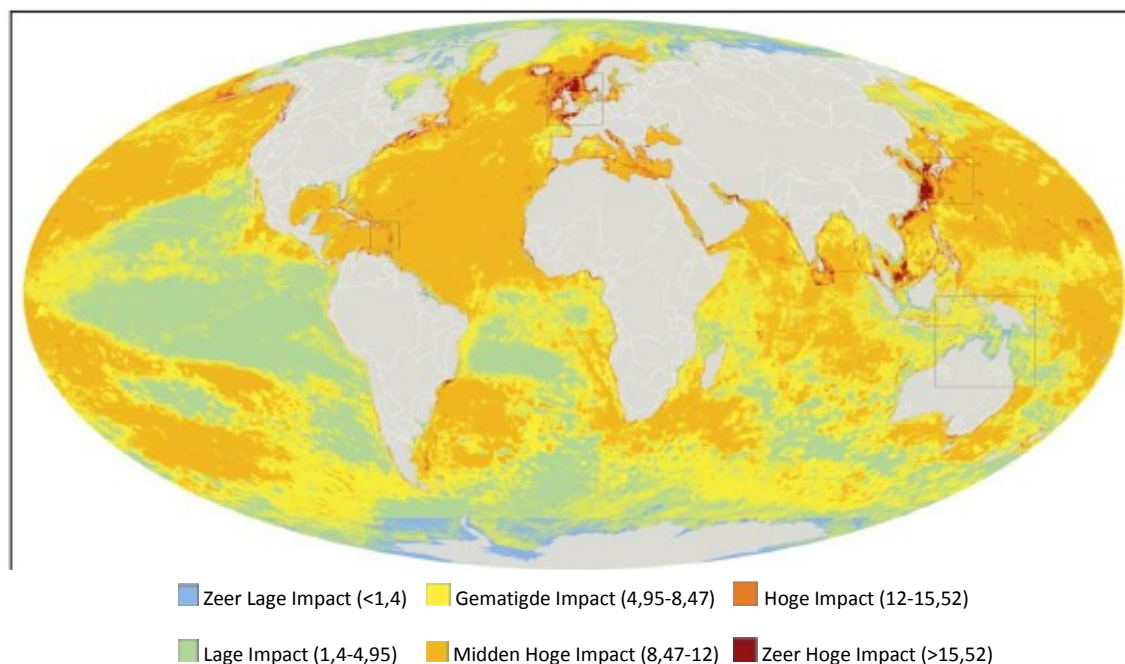
- Maximumoppervlaktetemperatuur
- Minimumoppervlaktetemperatuur
- Maximale Fotosynthetische Actieve Radiatie (PAR)
- Saliniteit
- pH
- Fosfaat
- Opgeloste Zuurstof

- Calciet
- Silica
- Minimum Chlorofyl a
- Maximum Chlorofyl a



Figuur 8. Mariene lagen gebruikt voor de vormgeving van de potentiële verspreiding van Alarm- en Zwarte INS in de RINSE regio. Op te merken valt dat globale kaarten gebruikt werden voor het kalibreren van modellen, hoewel hier voor de duidelijkheid enkel het studiegebied getoond wordt.

Bovendien voegden wij een Wereldwijde Kaart van Menselijke Effecten op Mariene Ecosystemen bij (National Centre for Ecological Analysis and Synthesis, www.nceas.ucsb.edu/globalmarine). Zoals de Human Influence Index gebruikt voor continentale soorten, biedt deze kaart een samenvatting van informatie betreffende 17 menselijke activiteiten die een rechtstreekse of niet rechtstreekse impact hebben op mariene ecosystemen zoals visserij, scheepvaart, vervuiling, ligging van benthale structuren en bevolkingsdruk (zie de complete set van 17 activiteiten op www.nceas.ucsb.edu/mariene/impacts). De cumulatieve impact van deze activiteiten wordt berekend en in kaart gebracht (Figuur 9). Wij gingen ervan uit dat deze kaart relevant zou zijn voor het verklaren van de potentiële verspreiding van mariene INS, gezien hun eng verband met de vectoren en toegangspoorten van mariene indringers.



Figuur 9. Globale Kaart van Menselijke Invloeden op Mariene Ecosystemen gebruikt bij de vormgeving van de potentiële verspreiding van INS in de RINSE regio. Verkregen op www.nceas.ucsb.edu/globalmarine.

2.4.4 Benadering van de vormgeving

Soortendistributiemodellen werden gebruikt voor het meten van de ruimtelijke geschiktheid voor INS door het projecteren van een model van de gekende soortenverspreiding in een onderzochte regio (Guisan & Thuiller, 2005). MaxEnt version v3.3k (www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent) werd gebruikt voor het ontwikkelen van ENM voor deze potentiële indringers, geïdentificeerd in de horizonscan en opgesomd in Tabel 6. MaxEnt is een machine-learning algoritme dat de relatieve entropie minimaliseert tussen twee probabiliteitsdichtheiten (één geschat uit de aanwezigheidsdata en de andere uit de achtergrond) gedefinieerd in covariante ruimte (Elith *et al.*, 2010). Volgens meerdere studies waarin algoritmen vergeleken worden, is MaxEnt één van de best presterende methoden (Elith *et al.*, 2006; Phillips *et al.*, 2006).

Voor input gebruiken de MaxEnt modellen de dataset van soortenaanwezigheden en de set van milieu- en socio-economische predictors die de waarschijnlijkheid van soortenvestigingen kunnen beïnvloeden. Voor het testen van de nauwkeurigheid van voorspellingen werden de aanwezigheidsdata in twee sets gesplitst: 70% van de data werd gebruikt voor de vormgeving en de overige 30% voor het testen van het model. Aangezien er geen afwezigheidsdata beschikbaar waren, werden een totaal van 10.000 willekeurige achtergrondpunten gegenereerd uit het studiegebied. Voor het evalueren van de prestatie van het model werd de *Area Under the Receiving Operating Characteristic (ROC) Curve (AUC)* (Hanley & McNeil, 1982) gebruikt, die de waarschijnlijkheid weergeeft dat een willekeurige aanwezigheidsplaats aangemerkt werd als meer geschikt dan een willekeurige pseudo-afwezigheid. Een model dat niet beter dan willekeurig presteert heeft een AUC van 0,5 terwijl een model dat perfect onderscheidt 1 scoort.

Regularisatie vermindert de kans op te fijngevoelig ingestelde modellen en verhoogt daardoor het vermogen van modellen buiten de trainingsregio (Elith *et al.*, 2010). Daarom wordt vaak aangeraden de regularisatie te verhogen bij het evalueren van de potentiële verspreiding van invasieve soorten (Maxent-tutorial beschikbaar op www.cs.princeton.edu). Er bestaan echter geen duidelijke richtlijnen betreffende de geschikte graad van regularisatie. In deze studie hebben we een regularisatie-modifier van 1, 2, 3 en 4 geprobeerd en het beste model gekozen voor een minimaal in omvang gecorrigeerd Akaike Information Criterium (AICc), dat berekend kan worden met gebruik van ENMTools v1.3.

Zodra de optimale regularisatie bepaald was, testten we de opname van variabelen in het model. Daartoe verwijderden wij in sequentie één variabele na de andere en selecteerden het model met de laagste AICc via een stapsgewijze terugkerende selectie. Deze procedure verwijderde variabelen die niet relevant zijn voor het verklaren van de verspreiding van de soorten of overtollig zijn. Dit is bijzonder belangrijk gezien de hoge graad van inter-correlatie tussen variabelen zoals temperatuur of neerslag.

Na de kalibratie werden de modellen geprojecteerd op de vier RINSE landen om geschiktheidskaarten te verkrijgen, gaande van 0= condities totaal afwijkend van de huidige verspreiding van de soort, tot 1= complete overeenkomst met het huidig bereik van de soort. Hoewel kalibratielagen gebruikt werden met een resolutie van 5 arcminuten, gebruikten we een set van continentale lagen met een hogere resolutie voor de projectie van de RINSE regio. Deze nieuwe set van lagen bestreek de vier RINSE landen (d.w.z. Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland) en had de hoogst mogelijke resolutie (30 arcseconden).

Dit gebeurde echter uitsluitend voor continentale soorten (terrestrische planten, dieren en inlandse aquatische organismen), omdat bij 30 arcseconden geen mariene lagen beschikbaar zijn.

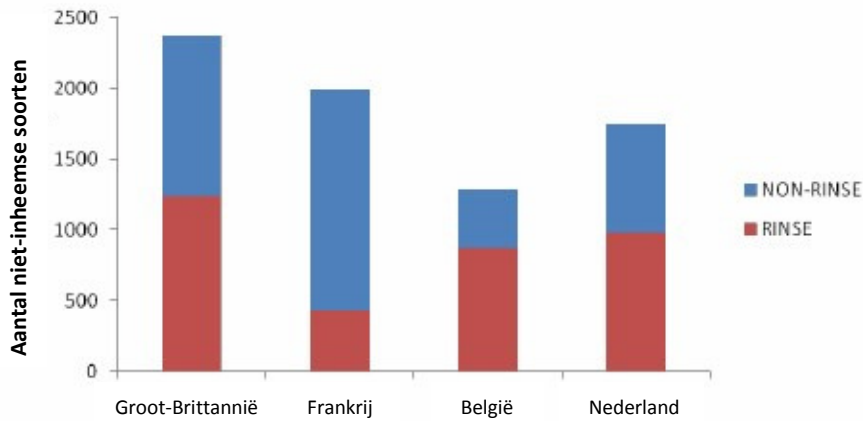
De drempel van het maximaliseren van de gevoeligheid (d.w.z. aantal correct voorspelde aanwezigheden) en specificiteit (d.w.z. aantal correct voorspelde achtergrondpunten) van het model werd gebruikt voor het omzetten van de geschiktheidskaarten in een kaart met voorspelde aanwezigheid/afwezigheid (Liu *et al.*, 2005). Deze drempel geeft meestal de voorrang aan gevoeligheid (feitelijke aanwezigheden) over specificiteit (feitelijke afwezigheden) wat verkieslijk is in het geval van invasieve soorten, en blijkt keer op keer de meest nauwkeurige voorspellingen te hebben geleverd (Barbet-Massin *et al.*, 2012). Kaarten met drempels leverden een eenvoudige aanwezigheids/afwezigheidsvoorspelling voor elke soort en maakten het mogelijk ruime geografische gebieden te identificeren waarvan de milieucondities de geslaagde vestiging van een invasieve soort ingeval van een introductie kunnen begunstigen. Ten slotte werden alle kaarten met elkaar gecombineerd in één enkele 'warmtekaart' die het risico van invasie in de vier RINSE landen aangaf voor terrestrische, zoet water- and mariene soorten.

3. RESULTATEN

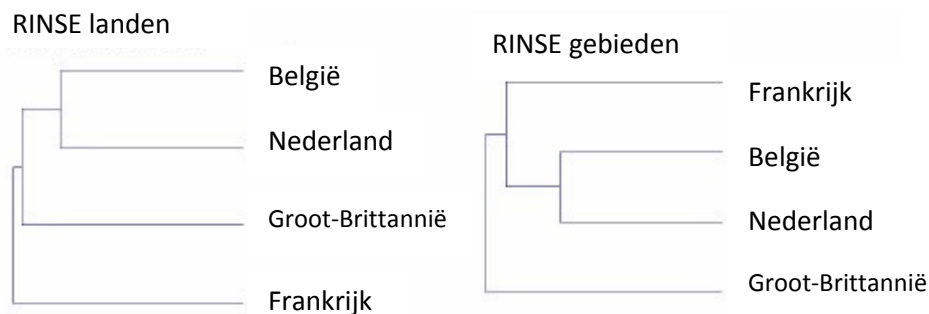
3.1 NIS Register

3.1.1 Algemeen Register

Het Register van niet-inheemse soorten in de RINSE landen bevatte een totaal van 3.454 soorten (zie Bijlage B). Volgens onze database herbergt Groot-Brittannië het hoogste aantal niet-inheemse soorten (2.365), gevolgd door Frankrijk (1.988), Nederland (1.741), en België (1.289) (Figuur 10). Aanwezigheid in de vier RINSE gebieden kon bevestigd worden voor ongeveer 50% (1.760) van alle in de vier landen aanwezige NIS. Daarbij werd het hoogste percentage van soorten in het RINSE gebied waargenomen in België (68%), gevolgd door Nederland (56%), Groot-Brittannië (52%) en Frankrijk (22%).



Figuur 10. Relatieve abundantie van niet-inheemse soorten aanwezig respectievelijk in en uitsluitend buiten de vier RINSE gebieden van de vier RINSE landen.

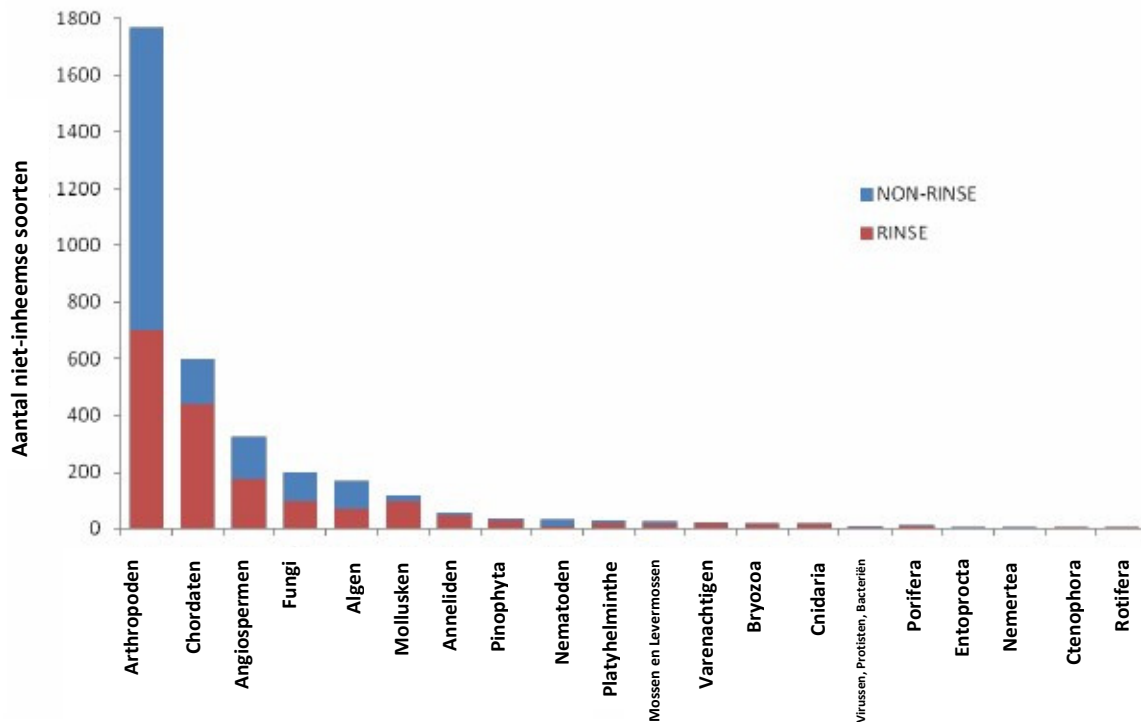


Figuur 11. Clusteranalyse van vergelijkbaarheid van inventarissen van niet-inheemse soorten van de RINSE landen en gebieden, respectievelijk (gebaseerd op Jaccard similariteitscoëfficiënten).

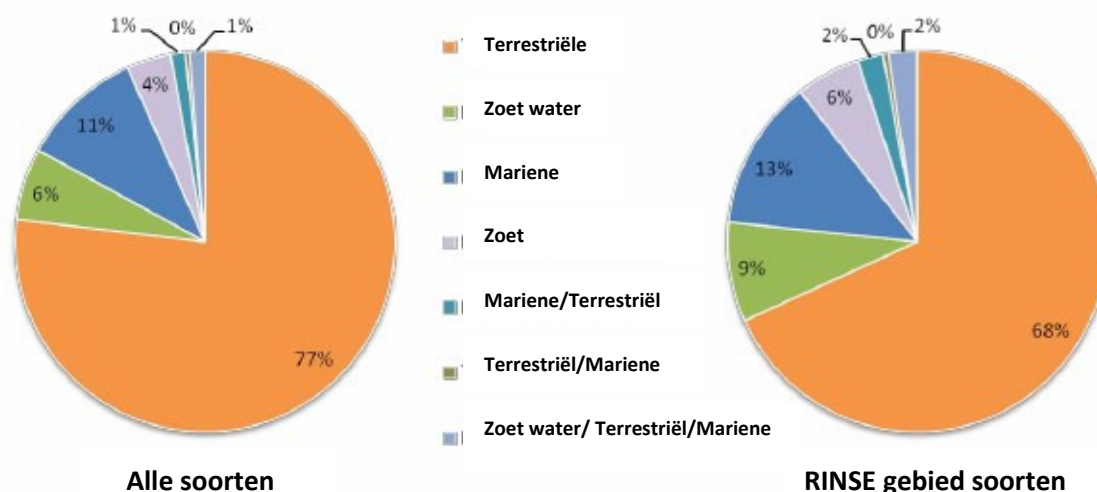
Een Clusteranalyse gebaseerd op Jaccard similariteitscoëfficiënten toonde aan dat België en Nederland de meest op elkaar lijkende RINSE landen zijn voor wat betreft hun inventaris van niet-inheemse soorten (Figuur 11).

Frankrijk is in dit opzicht het meest verschillend van alle RINSE landen, terwijl Groot-Brittannië het sterkst verschilt van de andere RINSE landen wanneer men alleen de binnen de respectievelijke RINSE gebieden aanwezige soorten beschouwt.

Wat betreft de distributie van niet-inheemse RINSE soorten over de verschillende dierenfyla en plantenafdelingen (Figuur 12), Arthropoda (1.771 species; omvatten insecten en schaaldieren), Chordata (598 soorten; omvatten vogels, zoogdieren en vissen) en Angiospermae (323 soorten; =bloemplanten) zijn de meest voorkomende (spijts het feit dat niet alle bronnen in aanmerking werden genomen voor wat betreft de Arthropoda en Angiospermae [zie Tabel 3]). De aanwezigheid in de vier RINSE gebieden kon bevestigd worden voor de meeste chordata, Angiospermae en vooral voor kleinere groepen zoals mollusken, maar alleen voor ongeveer één derde van de geleedpotigen.



Figuur 12. Aantal niet-inheemse soorten per hogere taxa (dierlijke fyla en plantenafdelingen) die aanwezig zijn binnen en uitsluitend buiten de vier RINSE gebieden van de vier RINSE landen.

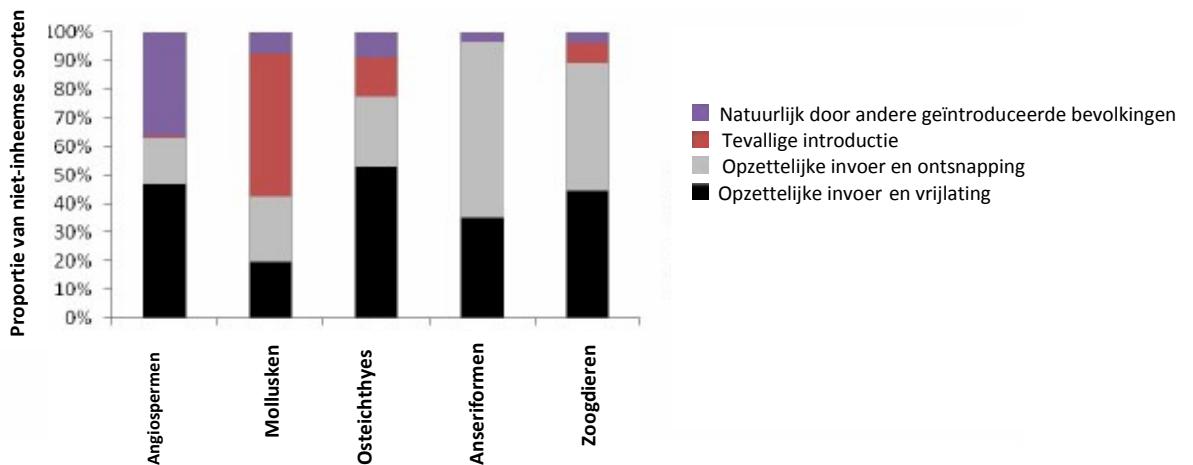


Figuur 13. Milieutypen bewoond door niet-inheemse soorten aanwezig in RINSE landen en gebieden, respectievelijk.

Meer dan driekwart van de in het Register opgesomde soorten bewonen terrestrische ecosystemen, waarvan slechts 6% en 11% respectievelijk uitsluitend zoet water- en mariene habitats bewonen (Figuur 13). Een aanzienlijk aandeel (4%) wordt gevormd door soorten die zowel zoet water- als terrestrische habitats betrekken; deze omvatten bijvoorbeeld amfibieën en watervogels zoals eenden en ganzen. Het aandeel van uitsluitend terrestrische soorten verlaagt lichtjes (tot 68%) wanneer men enkel de in het RINSE gebied aanwezige soorten beschouwt.

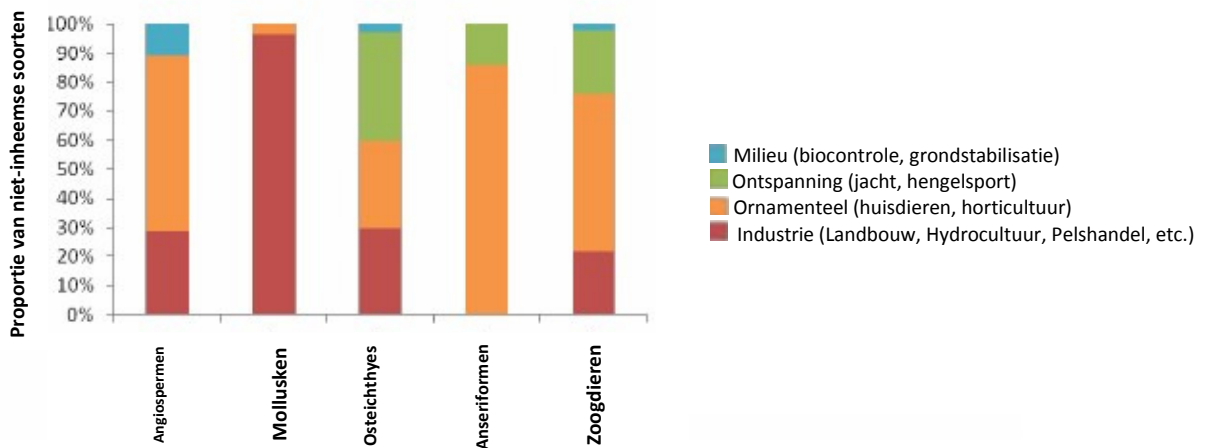
3.1.2 Focuslijsten

De drie chordata groepen die meer in detail bestudeerd werden in de Focuslijsten (Bijlage C), d.w.z. (1) Osteichthyes (=beenvissen), (2) Anseriformen (=ganzen, eenden, zwanen en aanverwanten), en (3) zoogdieren, werden grotendeels opzettelijk in RINSE landen ingevoerd (Figuur 14). Ongeveer de helft van de geïntroduceerde vissoorten werden nadien welbewust vrijgelaten, terwijl zowat 45% van de zoogdieren in het wild belandden door ontsnapping uit hun gevangenschap. Daartegenover werden mollusken meestal toevallig geïntroduceerd, en >30% van de in de focusgroep bestudeerde Angiospermae zijn waarschijnlijk in de RINSE landen terechtgekomen door natuurlijke verspreiding uit andere geïntroduceerde bevolkingen.

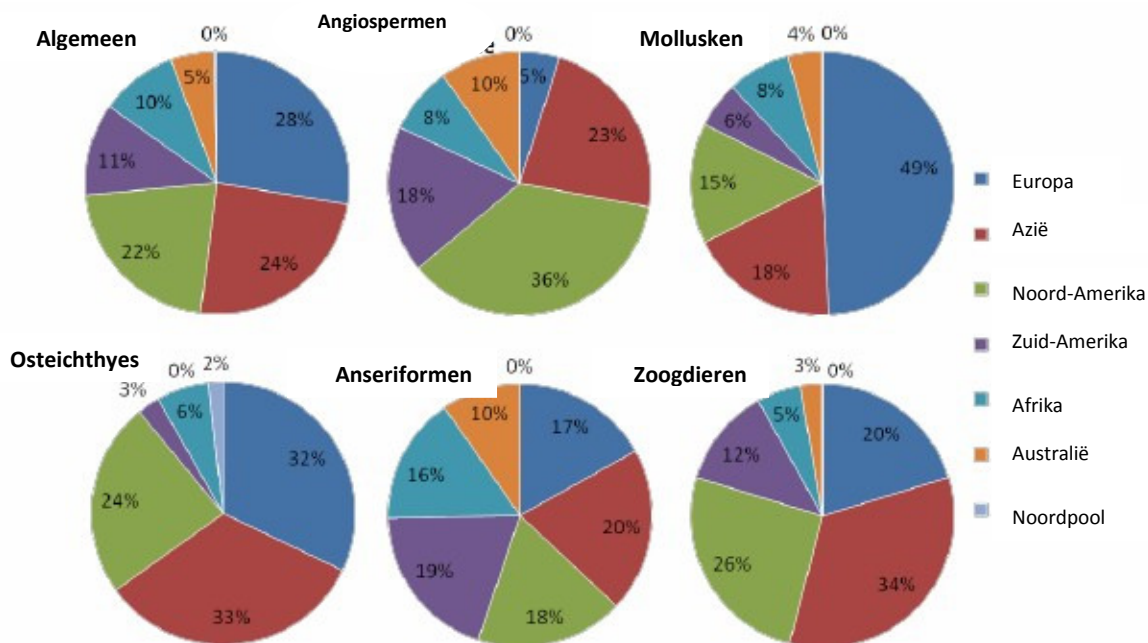


Figuur 14. Toegangspoorten voor de introductie van niet-inheemse Angiospermae, Weekdieren, Beenvissen, Anseriformen en Zoogdieren in de RINSE landen.

De ornamentale handel (waaronder de handel in huisdieren en horticultuur) was de meest voorkomende reden voor de introductie van planten, ganzen en zoogdieren (Figuur 15). Ongeveer 40% van alle vissoorten werden geïntroduceerd voor de hengelsport. Aquacultuur was de reden voor de opzettelijke introductie in RINSE landen van bijna alle weekdieren. Daartegenover lijken introducties voor milieucontrole slechts een kleine rol gespeeld te hebben.



Figuur 15. Redenen voor opzettelijke introductie van niet-inheemse Angiospermae, Weekdieren, Beenvissen, Anseriformen en Zoogdieren in RINSE landen. De data betreffen opzettelijke invoer aangegeven in Figuur 14.



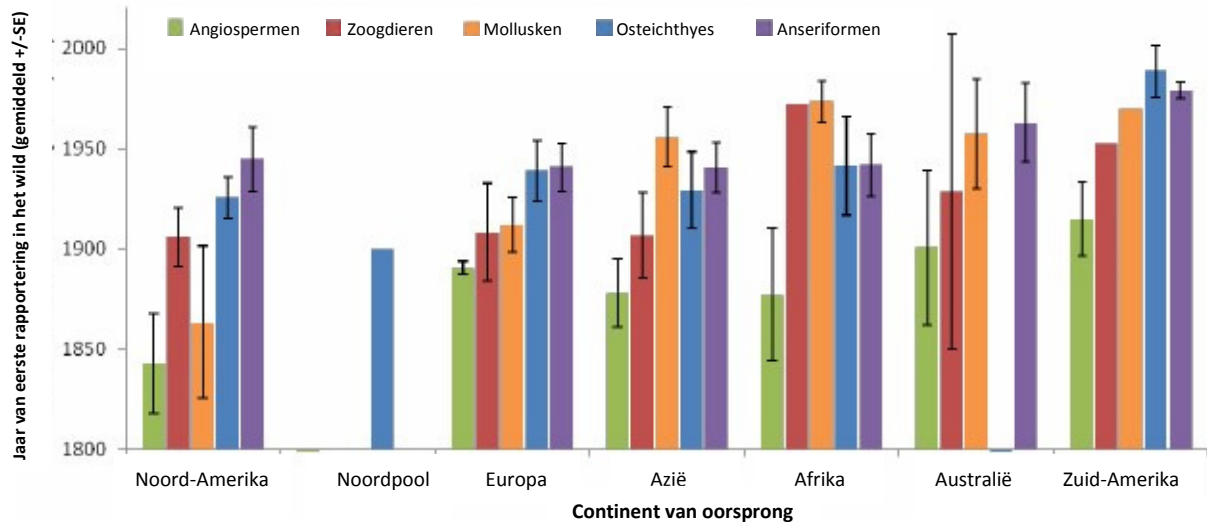
Figuur 16. Proportie van fyta van de focusgroep afkomstig uit andere continenten.

Algemeen gesproken voor de vijf focusgroepen, zijn ongeveer een vierde van de in RINSE landen aanwezige niet-inheemse soorten afkomstig uit zowel Europa als Azië en Noord Amerika (Figuur 16). Focusgroepen verschilden echter in belangrijke mate van elkaar in dit opzicht (Chi-square: $\chi^2=110.8$, $df=20$, $P<0.001$). Meer in het bijzonder was een relatief groot gedeelte van de weekdieren afkomstig van elders in Europa, terwijl dit voor Angiospermae Noord-Amerika en voor zoogdieren Azië was. Interessant is ook dat een aanzienlijke proportie van exotische ganzen in de RINSE landen afkomstig is uit Zuid-Amerika en Afrika.

Statistische analyses gaven aan dat soorten afkomstig uit verschillende continenten hun eerste RINSE land koloniseerden op heel verschillende tijdstippen (Kruskal-Wallis: $H=26.4$, $df=6$, $P<0.001$) (Figuur 17).

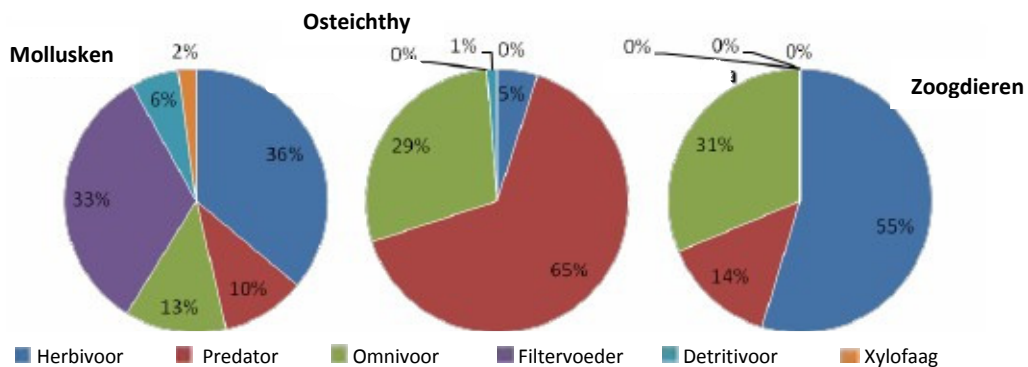
Als we Arctische soorten uitsluiten gezien het lage aantal van herhalingen, arriveerden soorten uit Noord-Amerika het vroegst (mediaan = 1920), gevolgd door Europese (mediaan = 1948), Aziatische (mediaan = 1965) en Afrikaanse (mediaan = 1967) soorten. Recente kolonistoren kwamen meestal uit Zuid-Amerika en Australië (mediaan voor beiden = 1982).

Een gelijkaardig verschil in timing van de eerste aantekening in het wild werd ook vastgesteld bij het vergelijken van de vijf focusgroepen (Kruskal-Wallis: $H=44.4$, $df=4$, $P<0.001$) (Figuur 17). Over het algemeen arriveerden Angiospermae als eerste in de RINSE landen (mediaan = 1893), gevolgd door zoogdieren (mediaan = 1929) en Mollusken (mediaan = 1955). Beenvissen (mediaan = 1963), en ganzen en hun aanverwanten (mediaan = 1977) zijn de comparatief meest recent aangekomen groepen.



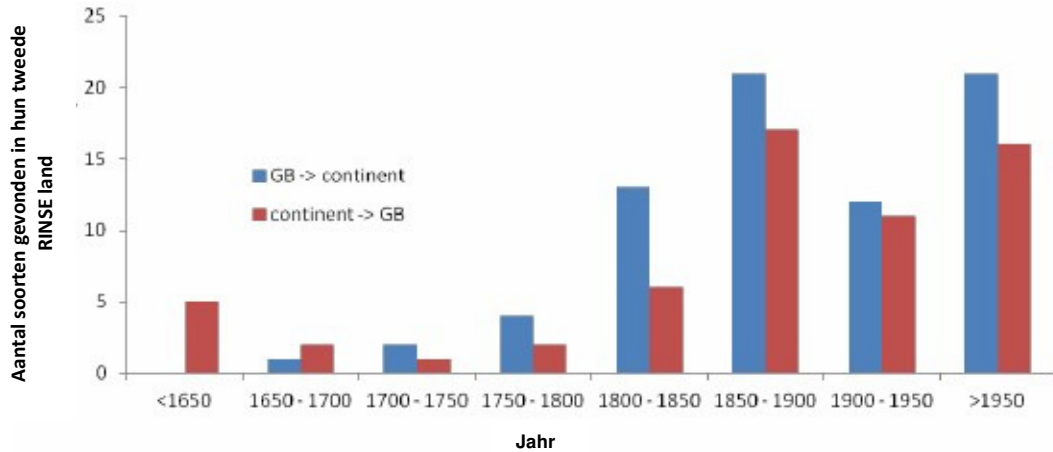
Figuur 17. Gemiddeld jaar van eerste vermelding in het wild in één van de RINSE landen per fyllum en continent van oorsprong.

Zoals geïllustreerd in Figuur 18, zijn de meest geïntroduceerde vissoorten predators, terwijl de meerderheid van zoogdieren herbivoren zijn. Geïntroduceerde mollusken zijn van verschillende voedingstypes, hoewel enigszins gedomineerd door herbivoren (vooral terrestrische gastropoden) en filtervoeders (vooral tweekleppigen).

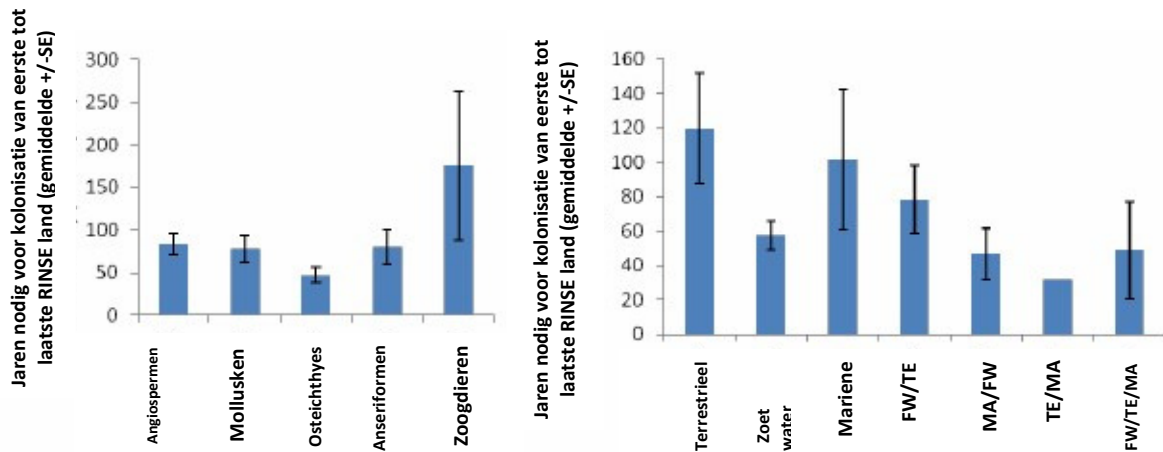


Figuur 18. Proportie van fyyla van de focusgroep behorend tot verschillende functionele (voedings-)types. Let erop dat geen cirkeldiagrammen weergegeven worden voor Angiospermae (allen primaire producenten) en Anseriformen (allen herbivoor en/of omnivoor). Xylofaag: soorten die zich met hout voeden of hout boren.

Van alle in de Focuslijst opgenomen soorten waarvoor de betreffende data beschikbaar waren, werden volgens onze dataset ongeveer 55% voor het eerst waargenomen in Groot-Brittannië, terwijl 45% voor het eerst in één van de continentale RINSE landen werden geregistreerd. Plotting per intervallen van 50 jaar min of meer over de voorbije 300 jaar toont aan dat het aantal soorten dat eerst Groot-Brittannië bezette steeds groter was dan het aantal soorten dat eerst het continent bezette (Figuur 19).



Figuur 19. Aantal soorten die blijkbaar eerst Groot-Brittannië en daarna de continentale RINSE landen koloniseerden (blauw) en omgekeerd (rood) per periodes van 50 jaar.



Figuur 20. Gemiddeld aantal jaren voor de verspreiding van het eerste tot het laatste RINSE land (=“kolonisatietempo”). Data vertoond per fylum en voornaamste bewoonde omgeving. Afkortingen: FW, zoet water; MA, mariene; TE, terrestriel.

Van de vijf groepen van de Focuslijst verspreiden de vissen zich het snelst en hadden zij gemiddeld slechts ongeveer 47 jaar nodig om zich van hun eerste tot hun laatste RINSE land te verspreiden (Figuur 20). Aan het andere uiteinde van de schaal, met een gemiddelde van 175 jaar, deden zoogdieren er viermaal zo lang over. De andere drie groepen, d.w.z. mollusken, ganzen en bloemplanten, vertoonden fluctuerende kolonisatietempo's (gemiddeld 78 tot 84 jaar). Het moet echter opgemerkt worden dat dit verschil in kolonisatietempo tussen soortengroepen statistisch niet beduidend was (ANOVA: $F=1.94$, $P=0.106$).

Bij het groeperen van soorten volgens hun voornaamste habitat vertoonden uitsluitend terrestrische en mariene soorten de traagste verspreidingstempo's en deden er respectievelijk gemiddeld 120 en 102 jaar over om zich van hun eerste tot hun laatste RINSE land te verspreiden (Figuur 20). Soorten die uitsluitend zoet waterhabitats bewonen verspreiden zich ongeveer tweemaal zo snel (gemiddelde = 57 jaar van eerste tot laatste RINSE land). Soorten die meerdere habitats bewonen verspreiden zich ook relatief snel (gemiddeld 32 tot 79 jaar van eerste tot laatste RINSE land).

Nogmaals, dit verschil in kolonisatietempo tussen soortengroepen van verschillende habitats was statistisch echter niet beduidend (ANOVA: $F=1.59$, $P=0.153$).

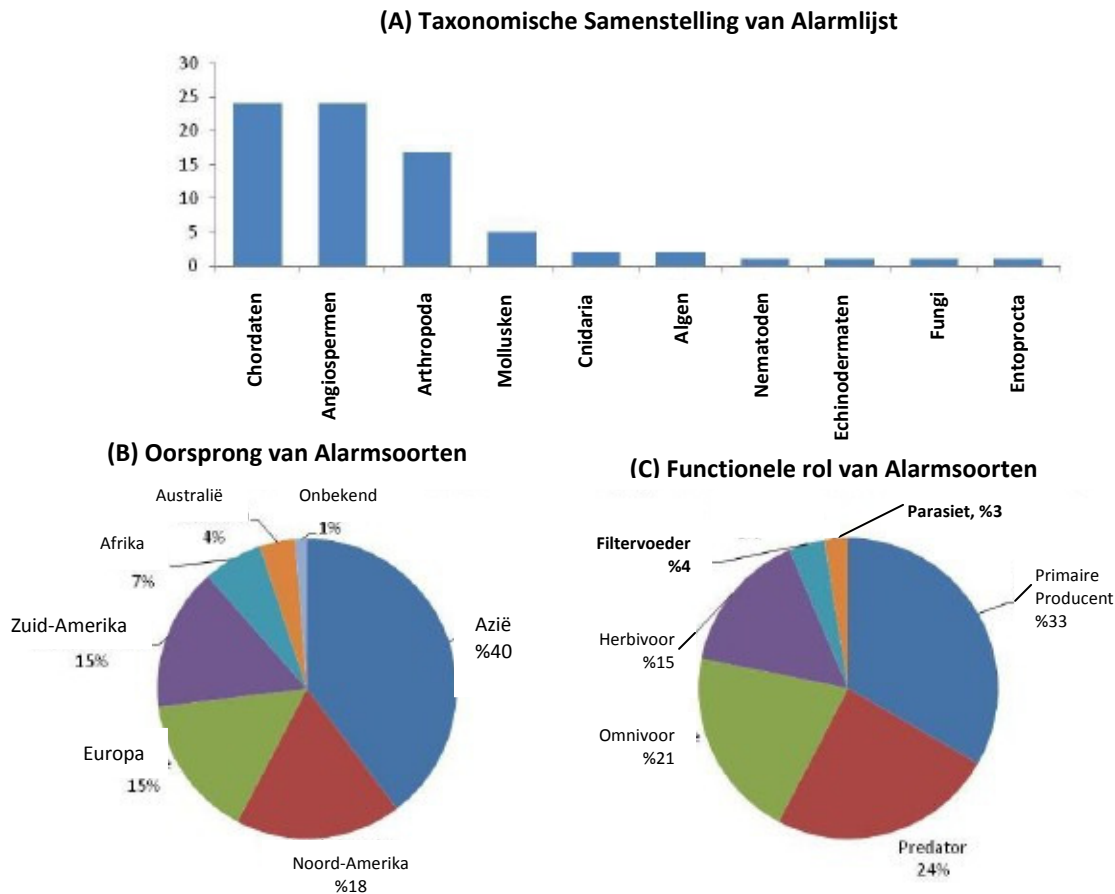
3.2 Lijsten van de INS Horizonscan

Na verificatie van een totaal van 16 bronlijsten van 'de ergste' INS stelden we een meta-lijst op met 340 soorten die daarna op de Alarm- en Zwarte Lijsten ondergebracht werden naargelang hun afwezigheid of aanwezigheid, respectievelijk, in de vier RINSE landen. Lijsten van de INS Horizonscan kunnen geraadpleegd worden in Bijlage D, die de volgende informatie bevat:

- **Alarmlijsten van INS.** Soortnaam, risico-evaluatie door experts (met identificatie van de scorende experts), kenmerken van de soort (zoals binnengedrongen omgeving, continent van oorsprong en functionele rol) en identificatie van de geraadpleegde 'lijsten van de ergste INS' die de soort signaleerden.
- **Zwarte Lijst van INS.** Soortnaam, aanwezigheid in de vier RINSE landen, kenmerken van de soort (zoals binnengedrongen omgeving, functionele rol, omgevingscontinent van oorsprong), identificatie van de lijsten van de ergste INS die de soort signaleerden en percentage van stemmen verkregen in de prioriteringspeiling (volgens hun groep: terrestrische dieren, terrestrische planten, aquatische inlandse en mariene).

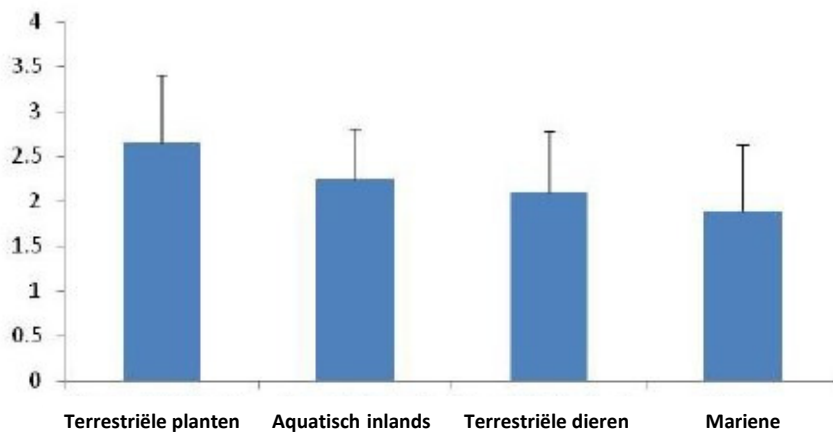
3.2.1 De Alarmlijst van INS

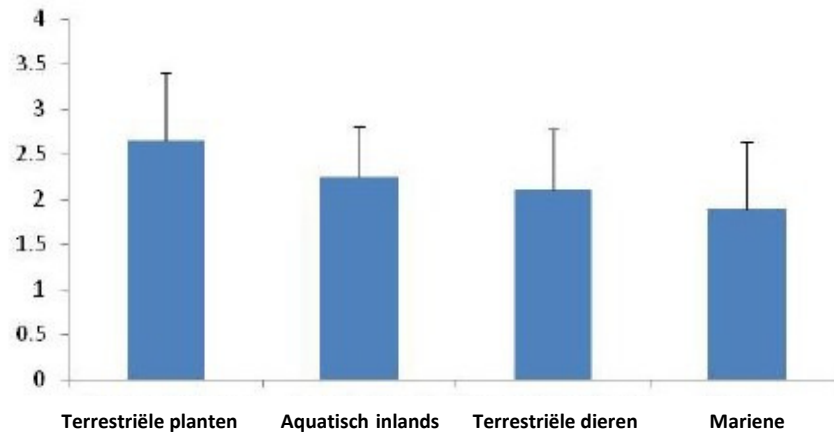
De RINSE Alarmlijst bevatte 78 INS die nog in geen enkel RINSE land aanwezig zijn, met een evenwichtige vertegenwoordiging van terrestrische planten (23 soorten), terrestrische dieren (24), aquatische inlandse (15) en mariene (16) organismen (Tabel 5). De overheersende groepen van INS behoorden tot het fylum Chordata (bv. vogels, zoogdieren, vissen), Angiospermae (bv. terrestrische planten) en Arthropoda (bv. insecten, schaaldieren) (Fig. 21A). De meerderheid van INS (40%) waren afkomstig uit Azië, gevolgd door Noord-Amerika (18%), Zuid-Amerika (15%) en Europa (15%) (Fig. 21B). De meeste soorten waren primaire producenten, namelijk terrestrische planten, waterplanten en algen (Fig. 21C). Predators waren echter de meest voorkomende groep indien wij omnivoren die in staat zijn tot een opportunistisch predatorgedrag, meerekenen (Fig. 21C).



Figuur 21. Kenmerken van de in de Alarmlijst opgenomen INS. A: Taxonomische samenstelling. B: Continent van oorsprong. C: Functionele rol van de soorten.

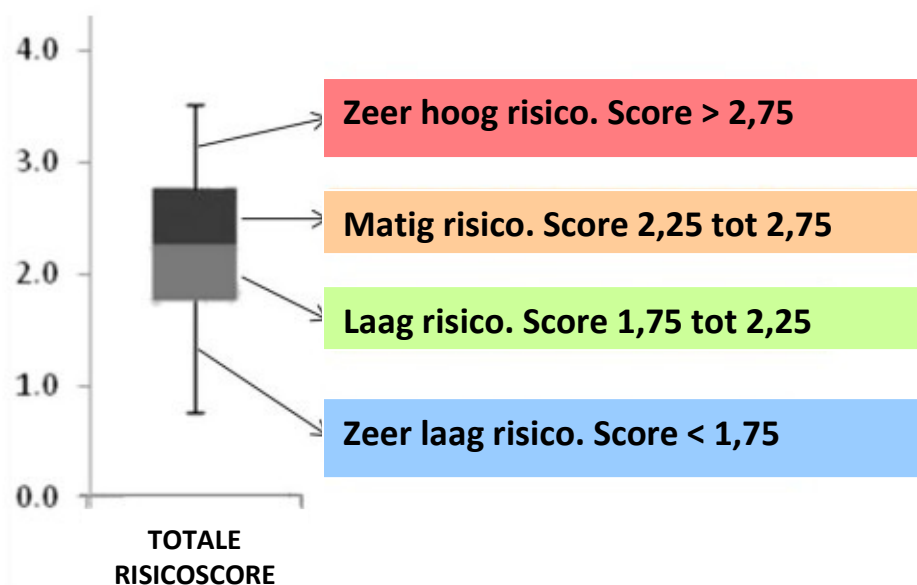
Voor wat betreft de risico-evaluatie werden aan planten over het algemeen de hoogste scores toegekend in alle categorieën (d.w.z. ecologische impact, invasiepotentieel, beheersmoeilijkheid en economische impact), terwijl mariene organismen meestal lage risicoscores opleverden (Figuur 22).





Figuur 22. Gemiddeld totaal risicoscore door experts toegekend aan de vier voornaamste groepen Alarmsoorten. Risicoscores gaan van 0-onbekend/onbeduidend tot 5-hoogste risico van milieu- en economische invasie-impact (zie Tabel 5 voor meer informatie over risicoscores).

Op basis van de gemiddelde, 25ste en 75ste percentielen van totale risicoscores verdeelden wij de soorten in vier risicocategorieën (Fig. 23). Deze kleurcodering werd gebruikt in Tabel 7 voor een gemakkelijkere interpretatie. De top drie INS in elke hoofdgroep van organismen (d.w.z. terrestrische planten en dieren, aquatische inlandse en mariene organismen) werden afgezonderd voor het opmaken van een geprioriteerde lijst van Alarmsoorten waarvan het voorkomen in de RINSE landen als een hoofdprioriteit beschouwd moet worden (Tabel 8). De helft van de soorten in de top 12 was afkomstig uit Azië. Met uitzondering van *N. gymnotrachelus* en *P. amurensis*, werd de voornaamste vector van introductie van soorten in de top 12 geassocieerd met commerciële activiteiten zoals landbouw, ornamentale handel, bosbouw, aquicultuur en zeeeteelt.



Figuur 23. Indeling van soorten in vier risicocategorieën naar hun totaal risicoscore.

Tabel 7. Alarmlijst van de nog niet in de vier RINSE landen aanwezige INS met nota's betreffende hun taxonomische indeling, Nederlandse naam, oorsprong en risico-evaluatie. Habitat: M-mariene, TA-landdier, TP-landplant, AI-Aquatisch Inlands. Oorsprong: Sam-Zuid-Amerika, Nam-Noord-Amerika, Af-Afrika, As-Azië, Au-Australië, Eur-Europa, U-Onbekend. Totaalscore: gemiddelde score voor de soorten. Kleurcode: blauw-zeer laag risico, groen-laag risico, oranje-matig risico, rood-zeer hoog risico. Meer details in Bijlage D.

Groep	Fylum	Taxonomische naam	Nederlandse Naam	Habitat	Oorsprong	Ecologische impact	Invasiepotentieel	Beheersmoelijkheid	Economische impact	Totale Score
AQUATISCHE INLANDSE ORGANISMEN	Mollusca	<i>Pomacea canaliculata</i>	Appelslak	AI	SAm	3.0	2.0	3.5	4.0	3.1
	Chordata	<i>Perccottus glenii</i>	Amurgrondel	AI	As	3.3	3.3	4.0	1.7	3.1
	Chordata	<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	Naakthalsgrondel	AI	Eur	3.0	3.3	3.7	2.0	3.0
	Arthropoda	<i>Pontogammarus robustoides</i>	Pontokaspische garnaal	AI	Eur	2.3	3.0	4.0	2.0	2.8
	Arthropoda	<i>Cercopagis pengoi</i>	Vishaakwatervloer	AI	As	3.0	2.7	3.3	2.0	2.8
	Arthropoda	<i>Gammarus fasciatus</i>	Zoet watergarnaal	AI	NAm	3.0	2.5	4.0	1.0	2.6
	Arthropoda	<i>Obesogammarus obesus</i>	Pontokaspische garnaal	AI	Eur	2.0	2.7	4.0	1.5	2.5
	Arthropoda	<i>Chaetogammarus warpachowski</i>	Pontokaspische garnaal	AI	Eur	2.5	2.5	4.0	1.0	2.5
	Chordata	<i>Lates niloticus</i>	Nijlbaars	AI	Af	3.0	1.5	2.5	2.5	2.4
	Cnidaria	<i>Polypodium hydriforme</i>		AI	Eur	2.0	3.0		2.0	2.3
	Arthropoda	<i>Katamysis warpachowsky</i>	Katamysis	AI	Eur	2.0	2.0	4.0	1.0	2.3
	Arthropoda	<i>Pontogammarus maeoticus</i>	Pontokaspische garnaal	AI	Eur	1.0	3.0	3.5	1.0	2.1
	Mollusca	<i>Theodoxus danubialis</i>	Donauneriet	AI	Eur	1.0	2.0	3.0	1.0	1.8
	Entropocta	<i>Urnatella gracilis</i>	Zoet waterkelkworm	AI	NAm	1.0	3.0		1.0	1.7
	Chordata	<i>Clarias batrachus</i>	Wandelende meerval	AI	As	1.0	1.0	3.5	1.0	1.6
	Chordata	<i>Aphanius dispar</i>	Arabische killivis	AI	As	1.0	1.0	2.0	1.0	1.3
MARIENE ORGANISMEN	Mollusca	<i>Potamocorbula amurensis</i>	Amurschelpdier	M	As	4.0	2.0	4.0	2.5	3.1
	Cnidaria	<i>Rhopilema nomadica</i>	Nomadische kwal	M	Af	3.0	1.0	3.5	3.5	2.8
	Echinodermata	<i>Asterias amurensis</i>	Noord-pacifische zeester	M	As	3.0	1.5	3.0	2.5	2.5
	Algae - Ochrophyta	<i>Styopodium schimperi</i>		M	Eur	3.0	1.0	4.0	2.0	2.5
	Chordata	<i>Seriola fasciata</i>	Kleine barnsteenmakreel	M	NAm	2.0	1.0	4.0	2.0	2.3
	Chordata	<i>Fistularia commersoni</i>	Gladde fluitbek	M	As	2.0	1.0	4.0	1.5	2.1
Chordata	<i>Siganus rivulatus</i>	Bruine konijnvis	M	As	3.0	1.0	3.5	1.0	2.1	

TERRESTRIÏSCHE DIEREN	Arthropoda	<i>Charybdis longicollis</i>	Charybdis longicollis	M	Eur	1.5	1.0	4.0	1.5	2.0
	Mollusca	<i>Anadara inaequalis</i>	Inequivalve ark	M	As	2.5	1.5	2.5	1.0	1.9
	Arthropoda	<i>Paralithodes camtschaticus</i>	Rode Koningskrab	M	NAm	2.5	1.0	2.0	2.0	1.9
	Chordata	<i>Saurida undosquamis</i>	Hagedisvis	M	As	1.7	1.0	3.7	1.0	1.8
	Arthropoda	<i>Percnon gibbesi</i>	Heremietkreeftje	M	NAm	2.0	1.0	3.0	1.0	1.8
	Angiospermae	<i>Halophila stipulacea</i>	Halophila stipulacea	M	As	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0
	Algae Rhodophyta	<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Limu kohu	M	Eur	1.0	1.0	0.0	1.0	0.8
	Arthropoda	<i>Chionoectes opilio</i>	Koninginnekrab	M	As	1.0	1.0	0.0	1.0	0.8
	Arthropoda	<i>Portunus pelagicus</i>	Portunus pelagicus	M	As	1.0	1.0	0.0	1.0	0.8
	Arthropoda	<i>Agrilus planipennis</i>	Essenprachtkever	TA	As	3.3	3.3	3.7	3.3	3.4
	Arthropoda	<i>Solenopsis invicta</i>	Rode vuurmier	TA	SAm	2.7	1.7	3.0	4.0	2.8
	Chordata	<i>Castor canadensis</i>	Canadese bever	TA	NAm	3.3	2.7	2.3	2.3	2.7
	Chordata	<i>Chrysemys picta</i>	Sierschildpad	TA	NAm	3.0	3.0	3.0	1.0	2.5
	Chordata	<i>Axis axis</i>	Axishert	TA	As	2.5	1.0	4.0	2.5	2.5
	Chordata	<i>Boiga irregularis</i>	Bruine boomslang	TA	Au	3.0	1.0	3.0	3.0	2.5
	Mollusca	<i>Euglandina rosea</i>	Amerikaanse roofslak	TA	NAm	3.0	1.0	3.7	2.0	2.4
	Arthropoda	<i>Coptotermes formosanus</i>	Formosaanse ongedrondse termiet	TA	As	2.0	1.0	2.0	4.0	2.3
	Chordata	<i>Eleutherodactylus coqui</i>	Coquikikker	TA	SAm	3.0	2.0	2.5	1.5	2.3
Platyhelminthes	<i>Platydemus manokwari</i>	Platydemus manokwari	TA	U	3.0	1.5	3.5	1.0	2.3	
Chordata	<i>Macaca fascicularis</i>	Java-aap	TA	As	3.0	1.5	3.0	1.0	2.1	
Chordata	<i>Trichosurus vulpecula</i>	Buidelrat	TA	Au	3.0	2.0	2.5	1.0	2.1	
Chordata	<i>Herpestes aurupunctatus</i>	Kleine Aziatische mangoeste	TA	As	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	
Chordata	<i>Hystrix brachyura</i>	Zuidoost-Aziatische stekeelvarken	TA	As	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	
Chordata	<i>Felis bengalensis</i>	Bengaalse tijgerkat	TA	As	2.7	1.3	2.0	1.3	1.8	
Arthropoda	<i>Anopheles quadrimaculatus</i>	Gewone malariamug	TA	NAm	1.0	1.0	2.5	2.5	1.8	
Arthropoda	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	Gekke gele mier	TA	Af	2.0	1.3	2.0	1.7	1.8	
Nematoda	<i>Ashworthius sidemi</i>	Aziatische parasiet	TA	As	2.0	2.0	2.0	1.0	1.8	
Chordata	<i>Muntiacus muntjak</i>	Indische Muntjak	TA	As	2.3	1.3	1.7	1.3	1.7	

	Chordata	<i>Herpestes javanicus</i>	Indische mangoeste	TA	As	2.0	1.0	2.0	1.0	1.5
	Chordata	<i>Bison bison</i>	Amerikaanse bison	TA	NAm	1.0	1.0	2.0	1.0	1.3
	Chordata	<i>Ammotragus lervia</i>	Manenschaap	TA	Af	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
TERRESTRISE PLANTEN	Angiospermae	<i>Imperata cylindrica</i>	Japans bloedgras	TP	As	4.0	3.7	2.3	4.0	3.5
	Angiospermae	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Melaleuca	TP	Au	4.0	3.5	3.0	3.0	3.4
	Angiospermae	<i>Pueraria lobata montana</i>	Kudzu	TP	As	4.0	3.5	3.0	3.0	3.4
	Angiospermae	<i>Lantana camara</i>	Wisselbloem	TP	SAm	3.7	3.3	3.0	3.3	3.3
	Angiospermae	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	Berenklauw	TP	Eur	3.0	4.0	3.0	3.0	3.3
	Angiospermae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamarisk	TP	As	4.0	3.0	3.0	3.0	3.3
	Angiospermae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mesquite	TP	NAm	4.0	2.7	3.0	3.0	3.2
	Angiospermae	<i>Mikania micrantha</i>	Mikania micrantha	TP	SAm	3.5	3.0	3.0	2.5	3.0
	Angiospermae	<i>Rubus ellipticus</i>	Elliptische braam	TP	As	3.7	3.0	3.0	2.3	3.0
	Angiospermae	<i>Miconia calvescens</i>	Miconia	TP	SAm	4.0	2.5	2.5	2.5	2.9
	Angiospermae	<i>Solidago nemoralis</i>	Grijze guldenroede	TP	NAm	2.5	4.0	3.0	2.0	2.9
	Angiospermae	<i>Mimosa pigra</i>	Kruidje-roer-me-niet	TP	SAm	4.0	1.0	3.0	3.0	2.8
	Angiospermae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Roze peperbol	TP	SAm	3.0	2.0	3.0	3.0	2.8
	Angiospermae	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Sphagneticola trilobata	TP	SAm	3.0	1.5	3.0	2.5	2.5
	Angiospermae	<i>Spathodea campanulata</i>	Afrikaanse tulpenboom	TP	Af	3.0	1.0	3.0	2.5	2.4
	Angiospermae	<i>Ardisia elliptica</i>	Elliptische spitsbloem	TP	As	3.0	2.0	3.0	1.0	2.3
	Angiospermae	<i>Ligustrum robustum</i>	Ceylonese liguster	TP	As	4.0	1.0	3.0	1.0	2.3
	Angiospermae	<i>Hiptage benghalensi</i>	Hiptage benghalensi	TP	As	2.5	1.5	3.5	1.0	2.1
	Angiospermae	<i>Lupinus nootkatensis</i>	Alaska-lupine	TP	NAm	4.0	1.0	1.0	1.0	1.8
	Angiospermae	<i>Cenchrus incertus</i>	Cenchrus incertus	TP	NAm	1.0	1.0	1.0	2.0	1.3
Angiospermae	<i>Cinchona pubescens</i>	Rode kinine	TP	SAm	2.0	1.0	1.0	1.0	1.3	
Angiospermae	<i>Cecropia peltata</i>	Trompetboom	TP	Unknown	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Angiospermae	<i>Clidemia hirta</i>	Clidemia hirta	TP	SAm	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

Tabel 8. Samenvatting van kenmerken van de top 12 Alarm-INS.

Wetenschappelijke Naam	Nederlandse Naam	Oorsprong	Habitat	Toegangsweg	Milieu-effecten	Economische impact	Aanwezigheid in Europa
<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	Naakthalsgrondel	Eurazië (Ponto-Kaspisch)	Zoet water / brak	- Ballastwater - Visbevolking - Natuurlijke verspreiding (actief zwemmen)	- Wijziging van voedselnetwerk - Verplaatst inheemse soorten - Verlies aan biodiversiteit	- Vermindert de commerciële visbevolking	Duitsland, Polen, Hongarije
<i>Percottus glenii</i>	Amurgrondel	Azië (NO China, N Korea en ZO Rusland)	Estuaria en ondiepe stilstaande waters	- Hydrocultuur en aquariumhandel (vrijlating of ontsnapping) - Accidenteel met visvoorraad - Natuurlijke verspreiding (actief zwemmen)	- Voedt zich met schaaldieren, mollusken, Insecten, amfibieën en vis - Verlies aan biodiversiteit - Wedijvert met inheemse soorten (bv. <i>Carassius carassius</i> , <i>Rhodeus sericeus</i>)	- Vermindert commerciële visbevolking (bv. voorn, baars, serpelings) - Aanzienlijke verlening van rijstooft	Polen, Finland en Oost Europa (bv. Estland, Oekraïne, Hongarije, Roemenië)
<i>Pomacea canaliculata</i>	Appelslak	Zuid-Amerika (Argentinië)	Meren, vijvers, moerassen, landbouwzones	- Aquariumhandel (ontsnapping of vrijlating) - Voedselbron - Natuurlijke verspreiding met waterstromen (larven)	- Vraatzuchtige predator van zoet waterplanten (bv. lotus, Chinese waterkastanje) - Habitatverlies/-wijziging - Wedijvert met inheemse soorten	- Belangrijke oogstplaag - Aanzienlijke verlening van rijstooft	Nog niet
<i>Asterias amurensi</i>	Noord-Pacifische zeeester	Oceaan	Estuaria- en mariene habitats	- Vishandel - Scheepsballastwater en/of biofouling van scheepsrompen - Contaminant van andere materialen - Natuurlijke verspreiding met stromen (planktonlarven)	- Vraatzuchtige predator van benthale organismen (bv. mossels, kammossels, strandgapers)- - Terugval van bedreigde soorten (bv. <i>Brachionichthys hirsutus</i>) - Biodiversiteitsverlies	- Verlies in zeeeteelt - Verlaagt oesterproductie	Nog niet
<i>Potamocorbula amurensis</i>	Amurschelpdier	ZO Azië, China, Korea)	Tropische tot koude estuaria- en mariene waters	- Scheepsballastwater	- Omgekeerde veranderingen door filtervoeding van grote hoeveelheden fyto- en zoöplankton - Vermindert de overvloed en diversiteit van benthale soorten - Veranderingen in habitatsstructuur - Bio-accumulatie van metalen en andere vervuilers	- Vermindert de commerciële visserij	Not yet
<i>Rhopilema nomadica</i>	Nomadische kwal	Rode Zee	Waterkolom van mariene habitats	- Natuurlijke verspreiding met stromen (planktonlarven)	- Vraatzuchtige planktonpredator	- Schadelijk voor het toerisme door pijnlijke steken met erythematische huiduitslag, jeuk en brandend gevoel - Vermindert visooft - Verstopt visnetten, buizen en andere kustinfrastructuur	Middellandse Zee
<i>Agrilus planipennis</i>	Essenprachtkever	ZO Azië	Essen (<i>Fraxinus spp.</i>) in stedelijke of beboste habitats	- Accidenteel vervoer als contaminant - Invoer van bosbouwproducten - Natuurlijke verspreiding (vliegend)	- Wijzigd de samenstelling van soorten - Biodiversiteitsverlies - Afsterven de de geïnfesteerde boom	- Bosbouwverliezen	Nog niet
<i>Castor canadensis</i>	Canadese bever	Noord-Amerika	Oeverzones, beboste rivieren en meren	- Doelbewuste introductie (vrijlating of ontsnapping)	- Overwint inheemse soorten - Hybridisatie	- Vermindert bosbouw - Verhoogt overstromingsrisico	Finland, Duitsland, Polen, Oostenrijk

				- Natuurlijke verspreiding (actief zwemmen)	- Geomorfologische veranderingen - Verlaagt de diversiteit van macroinvertebraten - Wijzigt de chemische samenstelling van (bv. vermeerdering van organische stoffen) - Hindernis voor vissemigratie		
<i>Solenopsis invicta</i>	Rode vuurmier	Zuid-Amerika	Hete droge regio's Verstoorde gebieden aan de rand van bossen en landbouwzones	- Beweging van landbouw-uitrusting, grond en plantenmateriaal - Natuurlijke verspreiding (actief) - Passieve verspreiding tijdens Overstromingen	- Schaadt de door mieren verspreide planten (gebrekkige verspreiders) - Predator van andere insecten - Vermindert diversiteit van invertebraten, reptielen, vogels, vissen en kleine zoogdieren door predatie, wedijver en steken.	- Oogstbeschadiging - Pijnlijke allergische steken - Infesteert elektrisch gereedschap (pompen, auto's, wasmachines)	Nog niet
<i>Imperata cylindrica</i>	Japans bloedgras	SO Azië, Australië en O Afrika	- Van droge zandduinen of kusten en woestijnen tot moerassen en rivierbanken - Onkruid van 35 oogsten wereldwijd	- Ornamentele handel - Erosiecontrole - Natuurlijke verspreiding (rizomen ontspruiten na fragmentatie)	- Verplaatst bedreigde soorten - Verlaagt grondvochtigheid en vruchtbaarheid - Produceert inhibitiestoffen - Pyrogeen	- Lagere grondvruchtbaarheid - Hoger brandgevaar - Verlies van oogstbrengrst - Vermindert doeltreffendheid van herbebossing - Gastheer van pestinsecten - Lagere kwaliteit van veevoer - Scherpe bladeren kwetsten	Bulgarije, Duitsland, Italië, Portugal, Spanje
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Melaleuca	Australië	Ondergestroomde watergebieden, oeverzones, brakke gebieden, estuaria, zoet watermoerassen, natte graslanden, verstoorede natte bossen	- Doelbewust als ornamenteel - Land- en bosbouw - Restauratiewerken - Wegvoertuigen	- Verplaatst inheemse soorten - Vermindert biodiversiteit (beperkt voedsel en habitat voor dieren in het wild - Habitatverlies - Remt de groei van andere soorten - Wijzigt chemische samenstelling van de grond en afbraaktempo's - Wijzigt hydrologie- en vuurregimes (pyrogeen)	- Schaadt boomkwekers - Verlies in toerisme en recreatie - Gastheer van pestinsecten - Verhoogt brandgevaar	Italië
<i>Pueraria lobata montana</i>	Kudzu	Azië	Open land, land met struikgewas dichtbij beboste gebieden Verstoorde gebieden (wegen, spoorwegen, verlaten weilanden, rivierbanken)	- Accidenteel of doelbewust door landbouw en horticuulturhandel - Natuurlijke vegetatieve spreiding - Wegvoertuigen - Met zoogdieren en vogels - Met tuinafval	- Biodiversiteitsverlies - Stikt, verplaatst of doodt inheemse planten - Wijzigt de eigenschappen van de grond, verhoogt N-fixatie	- Vermindert de productiviteit - Nadelig voor toerisme door afsluiten van paden voor jacht, hengelsport of trektochten - Verhoogt brandgevaar - Hindert stedelijke en landelijke ontwikkeling van zwaar geïnfecteerde zones - Gastheer van pestsoorten	Italië, Zwitserland

3.2.2 De Zwarte Lijst van INS

De Zwarte Lijst bevatte INS die reeds aanwezig waren in ten minste één van de RINSE landen en omvatte: 67 terrestrische planten, 69 terrestrische dieren, 67 aquatische inlandse en 62 mariene organismen. De meeste soorten (56%) waren reeds aanwezig in de vier RINSE landen, terwijl slechts 16% in één enkel land waargenomen werden, doorgaans Frankrijk (25 soorten) en Groot-Brittannië (11 soorten). Deze twee landen vertoonden ook het hoogste aantal aanwezige soorten van de Zwarte Lijst, waarbij in Frankrijk 230 en in Groot-Brittannië 200 van de in Bijlage D opgesomde INS voorkwamen.

Voor het prioriteren van de Zwarte Lijst werd aan RINSE partners gevraagd een selectie te maken van maximum 10 soorten uit elke hoofdgroep van organismen (d.w.z. landplanten en -dieren, aquatische inlandse en mariene organismen) die de grootste schade veroorzaakten in de Twee Zeeënregio. 17 experts beantwoordden de opiniepeiling, waarvan 11 uit Groot-Brittannië, vier uit België en twee uit Frankrijk, zodat de resultaten wellicht wat teveel op Groot-Brittannië gebaseerd zijn. Aquatische inlandse organismen werden geëvalueerd door 16 experts, landplanten door negen, landdieren door 7 en mariene organismen door slechts twee experts. De soorten die het hoogste aantal stemmen bij elke hoofdgroep bekwamen werden geselecteerd, hoewel vooral bij mariene organismen een ruimere deelname vereist zou zijn voor een grotere betrouwbaarheid van deze top 12 lijst (Tabel 9).

Tabel 9. Samenvatting van kenmerken van de top 12 INS op de Zwarte Lijst

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Oorsprong	Habitat	Toegangsweg	Milieu-effecten	Economische impact	Aanwezigheid in RINSE
<i>Crassula helmsii</i>	water-crassula	Australië, Tasmanië, Nieuw Zeeland	- Stilstaande wateren van vijvers, meren, reservoirs kanalen en grachten	- Ornamenteel gebruik - Schepen/boten contaminant - Door vogels en andere dieren vervoerde fragmenten - Passieve verspreiding met waterstromen	- Overwint alle andere inheemse planten en vormt heel dichte massa's - Wijzigt waterzuurstof, temperatuur, licht en pH, slechte condities veroorzakend voor invertebrate, amfibieën en vissen - Hindert de waterstroming	- Schaadt recreatie- en commerciële activiteiten - Vermindert hengelsportmogelijkheden en hindert de navigatie - Verstopt waterwegen en drainage	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Dikerogammarus villosus</i>	Killer garnaal	Europa (Ponto-Kaspisch)	- Rivieren, meren, kanalen, reservoirs - Traag vloeiend water met kiezel - substraten	- Contaminant van ballastwater, boten, vistuig/aas - Hecht zich aan vogels/waterwild - Natuurlijke verspreiding (actief zwemmen)	- Verplaatst inheemse soorten (bv. <i>D. pulex</i>) - Wijzigt trofisch netwerkkinteracties - Predator van benthal invertebraten, vermindert de biodiversiteit - Gastheer van parasieten (bv. <i>Echinorhynchus truttae</i> , <i>Pomphorynchus laevis</i>)	- Predator van visseneerieren - Schaadt hengelsport, recreatief gebruik van meren	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Grote waternavel	Noord-Amerika	- Ondiepe schaduwplekken in meren, vijvers, rivieren, grachten en kanalen - Van stille tot traagstromende wateren	- Ornamentele plant voor tuinvijvers en aquaria - Hecht zich vast aan vogels en andere dieren - Contaminant van boten en andere uitrustingen - Passieve verspreiding met waterstromen	- Terugval van inheemse soorten - Wijzigt erosie- en sedimentcycli - Verstoorde verplaatsing van dieren - Houdt licht tegen, verhindert windvermenging, verhoogt temperatuur en veroorzaakt zuurstofdepletie en eutrofiëring bij afbraak - Broedplaatsen voor muggen	- Verhindert beweging van boten - Schaadt recreatief gebruik van rivieren en meren - Beschadigt waterleidingen door verstopping van buizen en pompen	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Caulerpa taxifolia</i>	Killeralg	Caraïbische kusten, Rode Zee, Oost-Afrikaanse kust, Noord-Indische Oceaan, zuidelijke Chinese Zee, Japan, Australië	- Bij eb droge zones, Beschutte baaien, blootgestelde kusten zeeagrasweiden - Hecht zich vast aan rotsen en andere substraten (piëren, butzen, koorden, boeien)	- Ornamenteel gebruik in aquaria (ontsnapping of vrijlating) - Ballastwater of verstekeling - Geïntroduceerd voor landschaps-herstel - Hecht zich vast aan vistuig - Natuurlijke verspreiding met stromen	- Wijzigt habitatstructuur - Verplaatst inheemse flora en fauna - Overwint andere zeegrassen (bv. <i>Posidonia oceanica</i> en <i>Cymodocea nodosa</i>) - Produceert toxische caulerpines oneetbaar voor de meeste soorten - Hindernis voor migratie/voeding van vissen	- Schaadt het toerisme - Schaadt visserij door verstrikt te raken netten en ander vistuig en vergiftiging van de vissen die het eten - Zeer dure uitroeiing	Groot-Brittannië, Frankrijk en Nederland
<i>Codium fragile</i>	Viltwier	Stille Oceaan (Kapan, Korea)	- Ondiepe bij eb droogvallende wateren tot 15 m. diep - Beschermde baaien en estuaria - Hecht zich vast aan tweekleppige schelpdieren, rotsen of artificiële structuren	- Ballastwater en rompfouling - Hydrocultuur (beweging van schelpdieren en bijhorende uitrusting) - Passieve verspreiding met waterstromen	- Wedijvert met inheemse soorten - Wijzigt gemeenschapsstructuur - Habitatwijziging - Hecht zich vast aan tweekleppigen - Dichte samenpakking verhindert beweging van invertebraten en vissen en verhoogt sedimentatie	- Hinderlijk voor viskwekerijen en hydrocultuur (bevuult netten en schelpdierbedden, versmact mossels en kammossels, verstopt en verplaatst commercieel geproduceerde schelpdieren en zeewier - Schaadt toerisme (stapelt zich op en verrot op de stranden) - Bevuult boten, visnetten, werfstapels en piëren	Groot-Brittannië, België en Nederland
<i>Branta canadensis</i>	Canadese gans	Noord-Amerika	- Stilstaand en traagvloeiende zoetwateren - Steden, voorsteden	- Opzettelijke introductie als sierdier of voor de jacht	- Uitwerpselen kunnen nutriëntenniveau's verhogen (watereutrofiëring) in water/bodem - Vallen andere vogels aan (bv. <i>Gallinula chloropus</i> , <i>Fulica atra</i>)	- Bevuult parkgronden, beschadigt rivieroever, verontreinigt water en vormt een risico voor luchtvaart dichtbij luchthavens	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland

			en landelijke zones		- Hybridisatie (bv. <i>Anser anser</i>) - Overgrazen, biofouling en vertrapping leidt tot drastische wijziging van vegetatie, beschadiging van rietbedden en bodemerose	- Brengt <i>Salmonella</i> over op vee - Beschadigt graslanden en oogsten - Verhoogt overstromingsgevaar en versnelt erosie van aardwallen - Verslecht waterkwaliteit	
<i>Harmonia axyridis</i>	Lieveheersbeestje	Azië	-Wijde reeks van habitats: -landbouwgronden, boomgaarden, moeras en bosranden	- Biocontrole - Accidenteel als contaminant van fruit, groenten, bloemen of andere verpakte artikelen - Natuurlijke verspreiding (actieve vlucht)	- Verplaatst inheemse soorten, vooral inheemse coccinellids (bv. <i>Adalia bipunctata</i>) door predatie en wedijver voor ruimte en levensmiddelen - Verandert opperste trofische niveaus	- Infestatie van huizen en gebouwen, beschadiging van meubels, beten en allergische reacties - Pest van peren, druiven, frambozen, Aardappelen en appels	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Mustela vison</i>	Amerikaanse nerts	Noord-Amerika	-Beek- en rivierbanken, dichte vegetation, swimming damp forests, reed beds and marshes	- Fur farming (escape or release) - Natuurlijke verspreiding (actieve vlucht)	- Vermindert prooibevolkingen (bv. zalmachtigen, amfibieën, waterwild, knaagdieren) - Schaadt kritisch bedreigde vogels die op de grond nesten - Verplaatst inheemse soorten (bv. <i>M. lutreola</i> , <i>M. putorius</i>) - Draagt ziekten over	- Schadelijk voor forellen- en zalmkwekerijen, pluimvee- en schapenboerderijen door op dieren te azen - Propageert de influenzavirussen	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Sciurus carolinensis</i>	Grijze eekhoorn	Noord-Amerika	-Natuurlijke en aangeplante bossen, parken, struikland -Volwassen bladverliezende bossen	- Pet trade	- Verplaatst inheemse soorten (bv. <i>Sciurus vulgaris</i>) competitieve uitsluiting waardoor zij volledig uitsterven - Brengt ziekten over (parapoxvirus) - Beschadigt bossen door ontbossing (bv. plataan en beuk)	- Tuinplaag (graaft bloembollen op, eet de schors van sierplanten)	Groot-Brittannië, België en Nederland
<i>Fallopia japonica</i>	Japanse duizendknoop	Oost-Azië (Japan)	-Stedelijke gebieden en rivieroever -Rand van akkerland, wegbermen en parken	- Ornamentele handel - Geïntroduceerd om kustgebieden te stabiliseren - Translocatie van geïnfesteerde machines/uitrusting - Fragmenten aan dieren gehecht - Tuinafval	- Vormt dichte massa's die de inheemse vegetatie overschaduwen en buitendringen - Vermindert de soortendiversiteit - Wijzig inheemse habitat fauna - Verhoogt risico op overstromingen en oevererosie	- Overvloedige rizomen- en scheuten-groei kan funderingen, muren, voetpaden, drainage en overstromingsbeschermingen beschadigen	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Reuzenberenklauw	Azië (Azerbeidzjan, Georgia, Russische Federatie)	-Laaglandrivierbanken -Brakke grond - Ruig weiland -Open grasland -Wegbermen	- Ornamentele handel	- Verlies aan biodiversiteit - Vormt een dichte massa die andere inheemse vegetatie uitdrijft - Verhoogt bodemerose - Kruist met de inheemse Europese <i>Heracleum sphondylium</i>	- Produceert fytotoxisch sap dat brandend gevoel in de huid veroorzaakt - Schaadt het toerisme door verlaging van de recreatiewaarde van grond - Problematisch onkruid voor landbouw- en stedelijke milieutypen	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland
<i>Impatiens glandulifera</i>	Reuzenbalsamien	Azië (Indië)	-Zachte rivierovers langs traag stromende stromen en rivieren -Vochtige en half-schaduwrijke plaatsen -Brakke grond -Bosgebieden	- Ornamentele handel - Vervoer van geïnfesteede machines of uitrusting - Passieve verspreiding met waterstromen - Natuurlijke verspreiding door Explosieve opensplijting van capsules - Hecht zich aan schoenen of kledij van trekkers	- Verplaatst andere inheemse soorten door overschaduwing en overvloedige nectar die de meeste bestuivers aantrekt - Schaadt habitat van dieren in het wild - Bevordert erosie - Verhindert stroming	- Verhoogt overstromingsgevaar	Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland

3.3 Vormgeving van de verspreiding van NIS

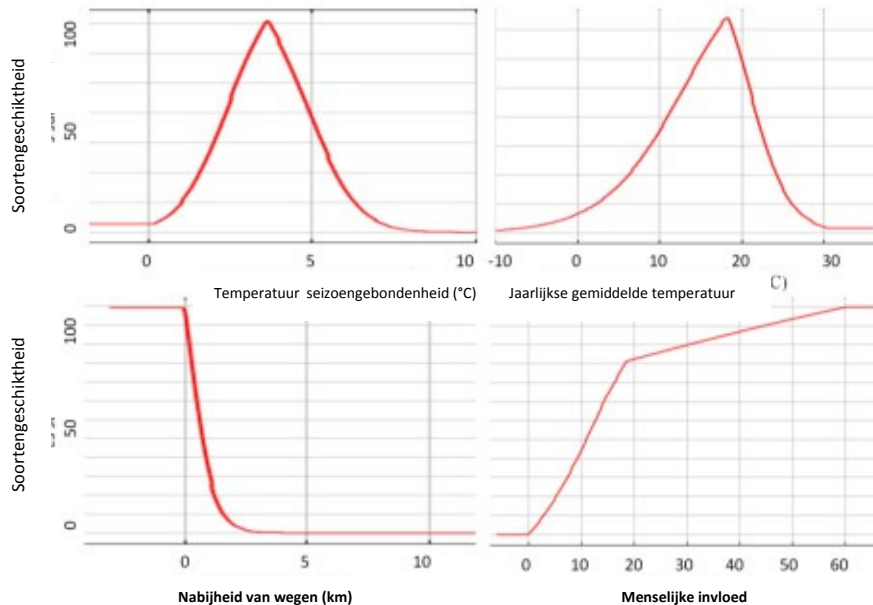
In totaal werden er 72 soorten gemodelleerd, 42 uit de Alarmlijst en 30 uit de Zwarte Lijst van INS.

De nauwkeurigheid van de modellen varieerde van 0,90 tot 0,99 AUC, hetgeen als bijzonder hoge kwaliteit beschouwd kan worden. Een samenvatting van modelleringsoutputs, waaronder nauwkeurigheid, de bijdrage van elke predictor aan het model en % van het RINSE gebied dat als geschikt voor de soort verklaard wordt, kan in Bijlage E geraadpleegd worden.

3.3.1 Vormgeving van de potentiële verspreiding van INS op de Alarmlijst

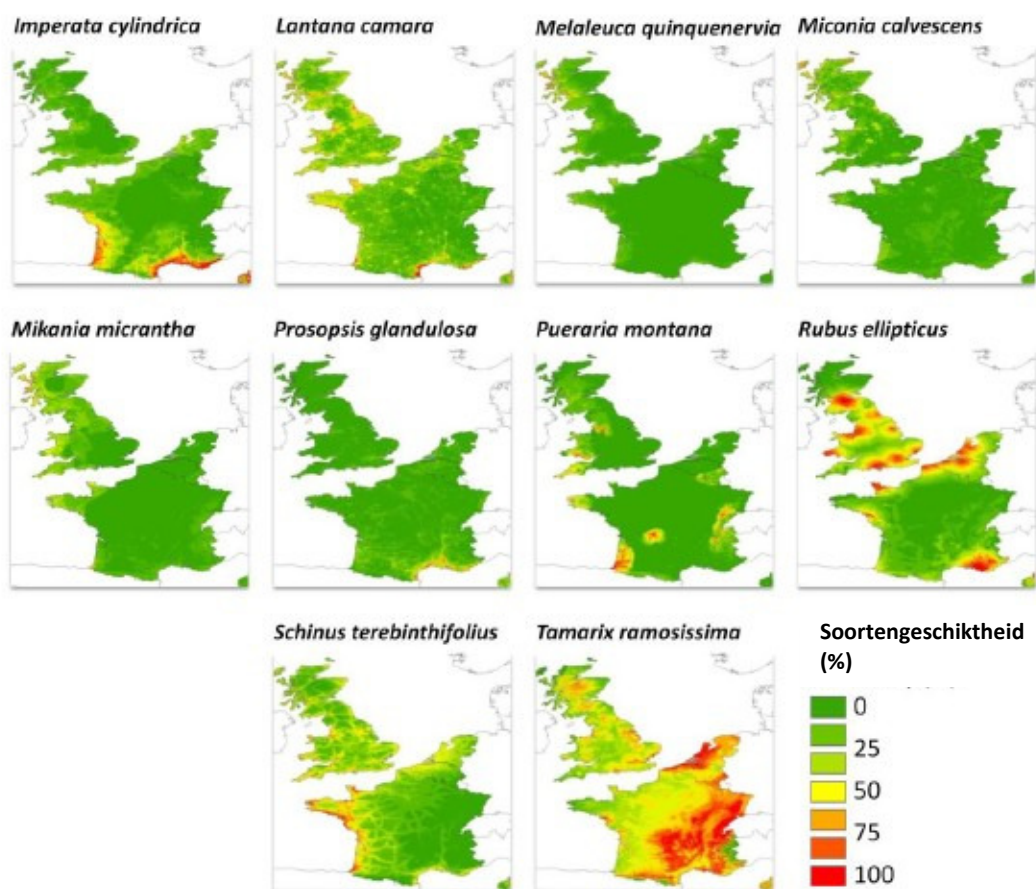
Terrestrische Alarmplanten

Seizoengebondenheid van de temperatuur en de jaarlijkse gemiddelde temperatuur waren de belangrijkste milieuvariabelen die de potentiële verspreiding van terrestrische Alarmplanten verklaarden. De geschiktheid voor de meeste landplanten was groter bij een gemiddelde jaarlijkse temperatuur van 15-20°C (Figuur 24). *Miconia* (*M. calvescens*) en American rope (*M. micrantha*) toonden een voorkeur voor hogere gemiddelde temperaturen van ongeveer 25°C, terwijl de maximumgeschiktheid van Japans bloedgras (*I. cylindrica*) en Kudzu (*P. lobata montana*) zich op lagere temperaturen van 10-20°C bevond. (Fig. 24). Onder de socio-economische factoren bleken de nabijheid van wegen en de Human Influence Index ook een beduidende invloed uit te oefenen op hun verspreiding. Alle terrestrische planten vertoonden een bijna lineaire reactie op de Human Influence Index, met een toenemende geschiktheid aan HII>20 (Fig. 24).



Figuur 24. Reactie van op het land levende Alarmplanten op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. De grafieken betreffen *Rubus ellipticus* als representatief voorbeeld.

Ruimtelijk vertoonden de meeste soorten relatief lage risicoscores in de vier RINSE landen (Figuur 25), met uitzondering van de Elliptische braam (*R. ellipticus*), Roze peperbol (*S. terebinthifolius*) en Tamarisk (*T. ramosissima*). Deze drie soorten scoorden bijzonder hoog in het proces van risico-evaluatie (>3); hun risico mag dan ook niet onderschat worden, vooral aangezien de meeste geïntroduceerd worden, als sierplanten en voor tuinbouw en hun handel in het gebied niet beperkt werd. Niettemin moet gewezen worden op de mogelijkheid dat de lage geschiktheidsscores voor terrestrische planten verband kunnen houden met de geleverde data, met een zeer hoog aantal waarnemingen van wereldwijde aanwezigheid, resulterend in gemodelleerde distributies die zeer strak rond reeds binnengedrongen gebieden liggen, met zeer lage geschiktheidsscores op andere plaatsen

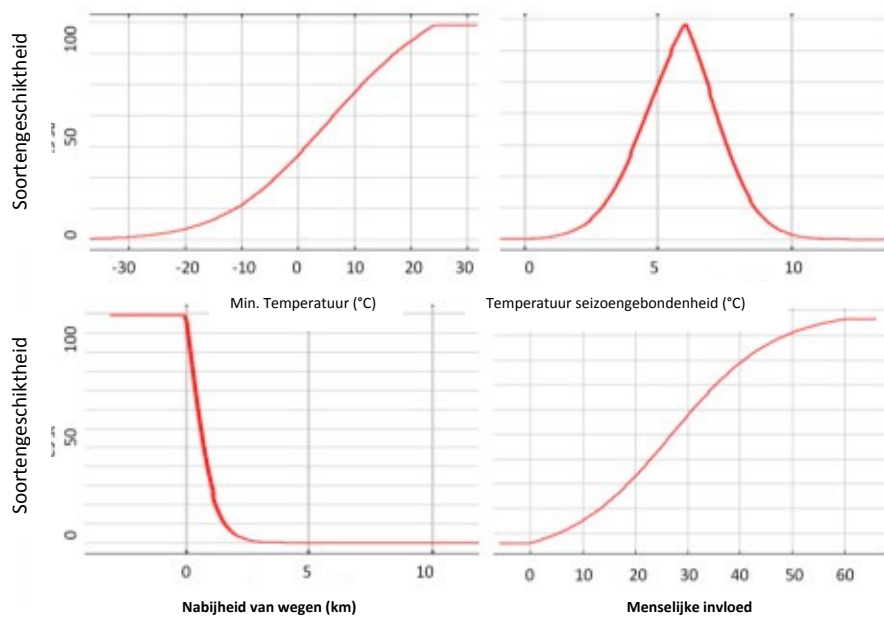


Figuur 25. Voorspelde verspreiding van 10 Alarmplanten in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van vestiging gaat van 0%, met condities die compleet verschillen van die in het huidig gebied van de soort, tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen.

Terrestrische Alarmdieren

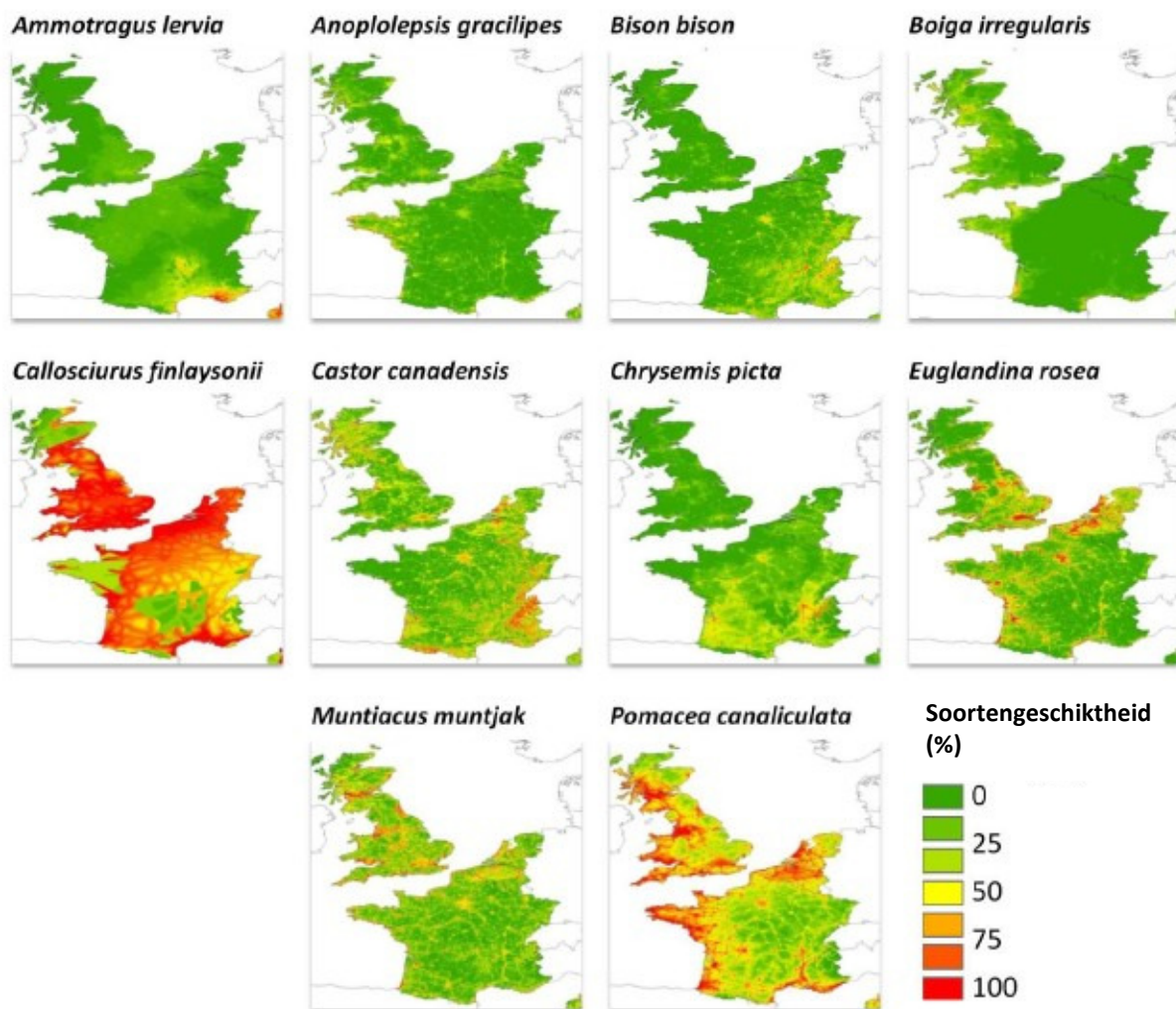
De belangrijkste factor voor modellen van terrestrische Alarmdieren was de minimumtemperatuur van de koudste maand (Figuur 26). Deze variabele leverde bijvoorbeeld een bijdrage van meer dan 70% voor de modellen van de appelslak (*P. canaliculata*) en de gekke gele mier (*A. gracillipes*) op. Sommige soorten vertoonden de hoogste

geschiktheid bij zeer lage temperaturen, waaronder het manenschaap (*A. lervia*), Amerikaanse bison (*B. bison*), Canadese bever (*C. canadensis*) en sierschildpad (*C. picta*). Daartegenover vertoonden de gekke gele mier (*A. Gracillipes*), bruine boomslang (*B. irregularis*), Barbarijse grondeekhoorn (*C. finlaysonii*), Amerikaanse roofslak (*E. rosea*), Indische muntjak (*M. muntjak*) en appelslak (*P. canaliculata*) een maximumgeschiktheid bij warme temperaturen tussen 10 en 20°C. De nabijheid van wegen en de Human Influence Index waren de socio-economische factoren die de verspreiding van soorten het meest beïnvloedden, terwijl de bevolkingsdichtheid vaak geëlimineerd werd bij het optimaliseren van het model.



Figuur 26. Reactie van op het land levende Alarmdieren op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. De grafieken betreffen *Muntiacus muntjak* als representatief voorbeeld.

De Barbarijse grondeekhoorn en appelslak gaven de hoogste risicoscores in RINSE landen, voornamelijk in kust- en stedelijke gebieden (Figuur 27). Hoewel de appelslak meestal als een aquatische soort wordt beschouwd, hebben wij deze in deze studie bij de terrestrische dieren ondergebracht, omdat zij zowel terrestrische als aquatische planten koloniseert. Geschiktheid voor de Amerikaanse roofslak (*E. rosea*) en de Indische muntjak (*M. muntjak*) was ook relatief hoog in de nabijheid van stedelijke gebieden (Figuur 27).



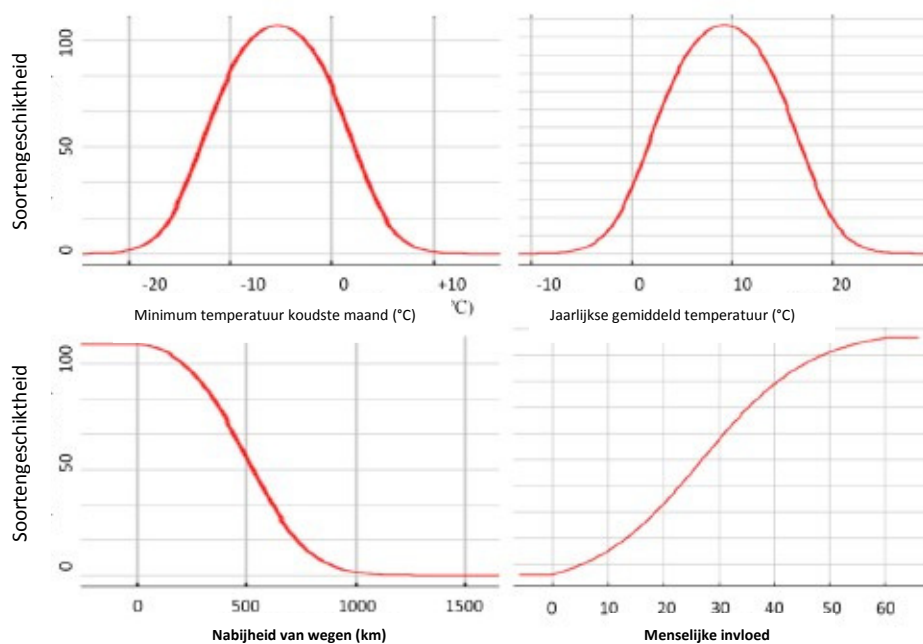
Figuur 27. Voorspelde verspreiding van 10 op het land levende Alarmdieren in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van vestiging gaat van 0% waar de condities compleet verschillen van die van de huidige omgeving van de soort, tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen.

Aquatische inlandse Alarmorganismen

Wat terrestrische dieren betreft was de minimumtemperatuur ook belangrijk om de verspreiding van aquatische inlandse soorten te verklaren, vooral Pontokaspische soorten zoals de vishaakwatervlo (*C. pengoi*), Pontokaspische garnalen (*C. warpachowski*, *O. obesus*, *P. robustoides*), grondel (*N. gymnotrachelis*) en donaueriet (*T. danubialis*). Pontokaspische soorten vertoonden optima van ongeveer 10°C (Figuur 28), terwijl soorten afkomstig uit meer tropische of subtropische milieutypen veel hogere optima aangaven: wandelende meerval (*C. batrachus*) 20-25°C, nijlbaars (*L. niloticus*) >20°C. De gemiddelde temperatuur was op zichzelf in staat tot 80% van de globale verspreiding van deze laatste te verklaren.

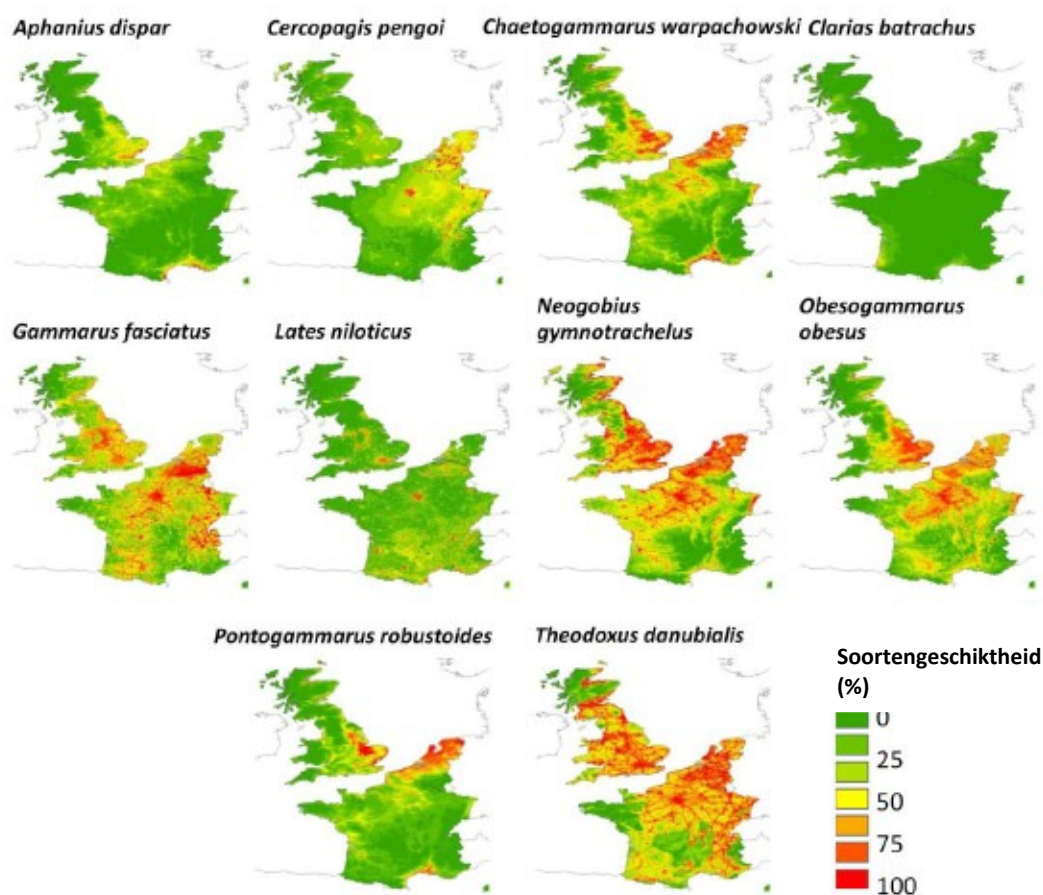
Een andere belangrijke driver van de verspreiding van aquatische inlandse INS was de nabijheid van commerciële havens, één van de voornaamste vectoren van aquatische indringers overal ter wereld (Figuur 28). Bijvoorbeeld, de

nabijheid van havens verklaarde 60% van de globale verspreiding van de Amerikaanse garnaal (*G. fasciatus*), die de hoogste geschiktheid toonde binnen 500km van commerciële havens. Bevolkingsdichtheid en nabijheid van wegen waren de minst belangrijkste predictors van aquatische inlandse modellen.



Figuur 28. Reactie van inlandse waterorganismen op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. Grafieken van *Neogobius gymnotrachelus* als representatief voorbeeld.

De geschiktheidsscores voor aquatische inlandse INS waren over het algemeen het hoogst in het zuidelijk gedeelte van de Noordzee: Zuidoost Engeland, Nederland, België en Noordwest Frankrijk (Figuur 29). De geschiktheid was bijzonder hoog voor Pontokaspische soorten zoals as *C. warpachowski*, *N. gymnotrachelus* en *P. robustoides*, alsook voor *G. fasciatus* en *T. danubialis*. Daartegenover waren de geschiktheidsscores laag voor *C. batrachus*, *A. dispar* en *L. niloticus*, een aanduiding van hun voorkeur voor warmere wateren.

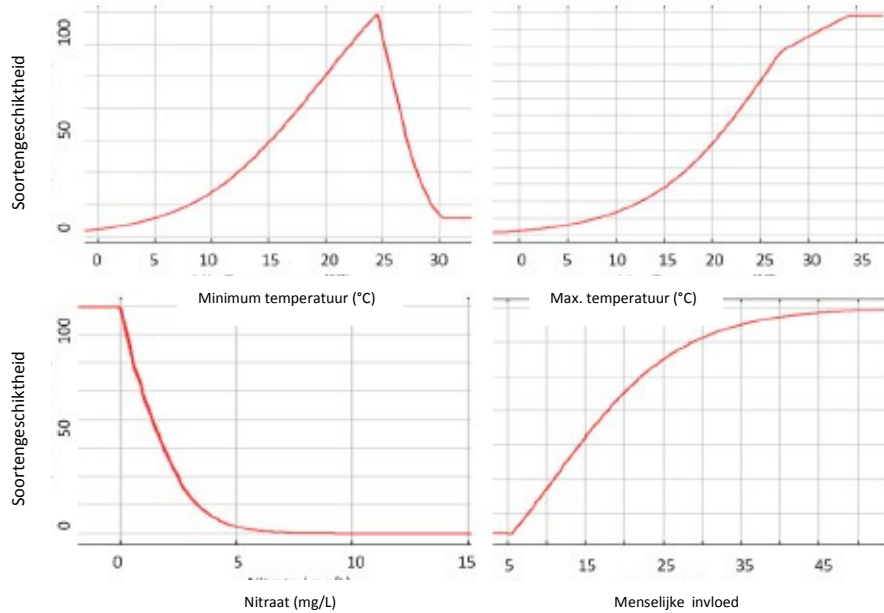


Figuur 29. Voorspelde verspreiding van 10 Alarm inlandse waterorganismen in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van hun vestiging gaat van 0%, waar de condities totaal verschillend zijn van de huidige omgeving van de soort, tot 100%, waar de condities perfect overeenstemmen.

Mariene Alarmorganismen

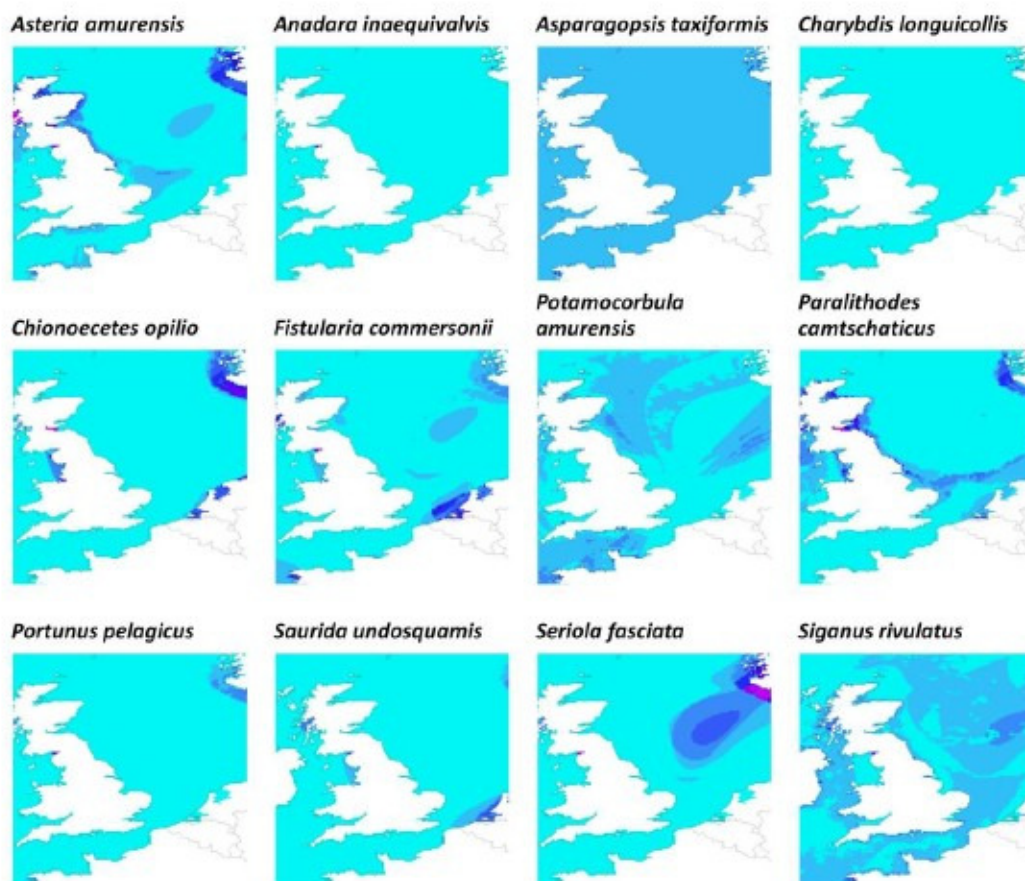
De nitraatconcentratie en minimumtemperatuur van het zee-oppervlak waren de belangrijkste bijdragers van mariene INS modellen. De meeste soorten vertoonden een afnemende geschiktheid bij een nitraatconcentratie > 0.125 mg/L NO_3 (Figuur 30), met uitzondering van de koninginnekraab (*C. opilio*, optima tussen 0,31 en 0,62 mg/L NO_3), Amurschelpdier (*P. amurensis*, optima tussen 0,125 en 0,31 mg/L NO_3) en rode koningskrab (*P. camtschaticus*, optima tussen 0,182 and 0,62 mg/L NO_3). Reacties op de minimumwatertemperatuur varieerden en waren een teken van de tropische/mediterrane oorsprong van sommige van de geëvalueerde mariene soorten, zoals de Limu hoku (*A. taxiformis*), Pontunus pelagicus, kleine barnsteenmakreel (*S. fasciata*) en bruine konijnvis (*S. rivulatus*), die een hoge geschiktheid vertoonden voor minimumtemperaturen tussen 15 en 25°C. Daartegenover gaven uit noordelijke zeeën afkomstige soorten een beduidend lager temperatuuroptimum aan: *A. amurensis* (-2 tot 4°C), *C. opilio* (0-4°C), *P. amurensis* (0-15°C) en *P. camtschaticus* (0-3°C). In tegenstelling tot onze verwachtingen, droeg de mariene invloed heel weinig bij tot de distributiemodellen (gemiddelde bijdrage $< 1\%$). Niettemin is het interessant

te wijzen op de logistische bultvormige reactie van alle mariene soorten op een toenemende mariene degradatie (Figuur 30).



Figuur 30. Reactie van waterorganismen van de Alarmlijst op de belangrijkste drivers van hun huidige globale verspreiding. Grafieken van *Seriola fasciata* als representatief voorbeeld.

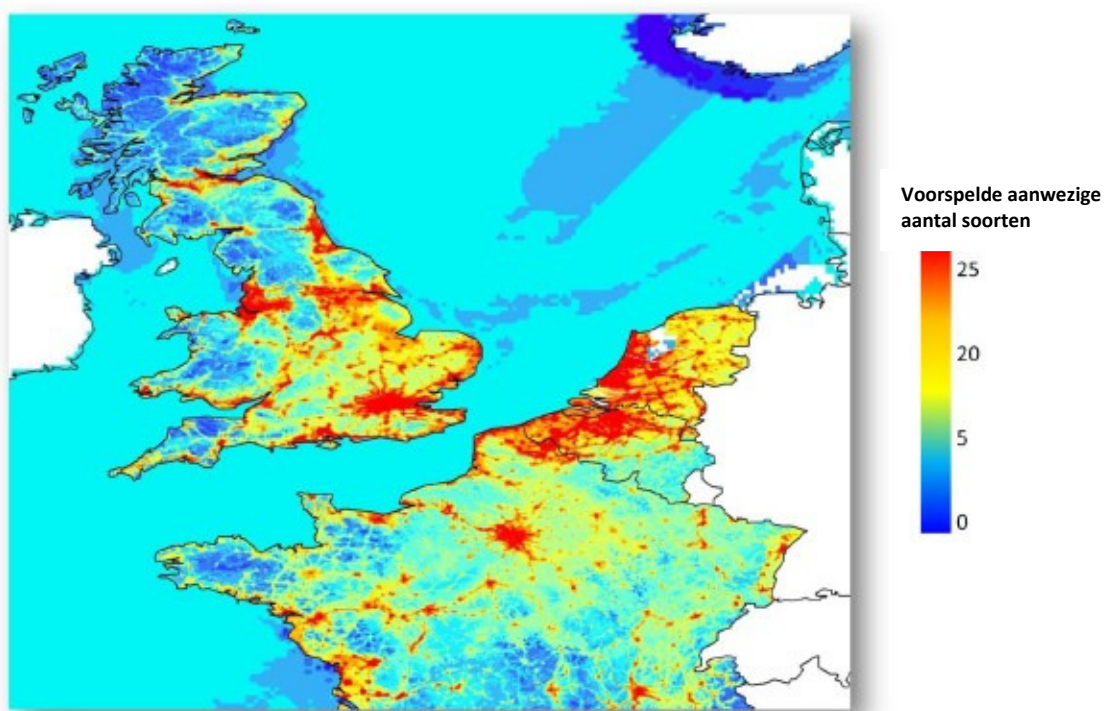
Risicoscores waren praktisch te verwaarlozen in de RINSE regio, wat wellicht verband houdt met de overwegend tropische/mediterrane oorsprong van de soorten en vandaar hun voorkeur voor warmere waters. Sommige soorten vertoonden gematigde geschiktheidsscores in de Nederlandse delta tussen de havens van Antwerpen en Rotterdam, waaronder: de koninginnekraab (*C. opilio*), gladde fluitbek (*F. commersoni*), rode koningskrab (*P. camtschaticus*) en hagedisvis (*S. undosquamis*) (Figuur 31). Gezien de meeste van deze soorten geïntroduceerd worden via commerciële activiteiten mag het risico van hun introductie niet onderschat worden, zelfs indien dit beperkt is tot deze kleine geografische regio.



Figuur 31. Voorspelde verspreiding van 12 Alarm mariene soorten in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van hun vestiging gaat van 0% waar de condities totaal verschillend zijn van die in het huidige gebied van de soort tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen.

Warmtekaart van Alarm INS

Alle kaarten van individuele soorten werden omgezet in eenvoudigere kaarten van aanwezigheid/afwezigheid, door gebruik van de maximumdrempel van de voorspelde verspreiding van elke soort. Daarna werden de kaarten gecombineerd voor het opstellen van 'warmtekaarten' met een ruimtelijke weergave van het totaal aantal soorten waarvan de aanwezigheid voorspeld wordt (Figuur 32). De warmtekaart benadrukte de haven- en stedelijke gebieden rond het Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee als potentiële kritieke plaatsen van invasieve soorten. De omgeving van commerciële havens zoals de Thames, Southampton, Rotterdam, Antwerpen en Boulogne-Sur-Mer vertoonde het grootste aantal potentiële indringers, met tot 25 verschillende Alarm INS die als aanwezig voorspeld werden. Volgens onze Alarm warmtekaart kunnen grote stedelijke gebieden zoals Londen, Liverpool, Parijs, Amsterdam, Utrecht, Gent of Brussel ook beduidende toegangspoorten zijn. Per land bekeken was het grootste deel van Nederland en België bedreigd door veelvoudige invasies. In Engeland lag het hoogste risico in het zuidoosten (bv. East Midlands, Londen en het zuidoosten van Engeland), terwijl in Frankrijk het hoogste risico te vinden was in het noordoosten (bv. Nord-Pas-de-Calais en Ile-de-France).



Figuur 32. Warmtekaart met de cumulatieve waarschijnlijkheid van aanwezigheid van 42 in de Alarmlijst van INS opgenomen invasieve soorten.

3.3.1 Vormgeving van de potentiële verspreiding van soorten op de Zwarte Lijst

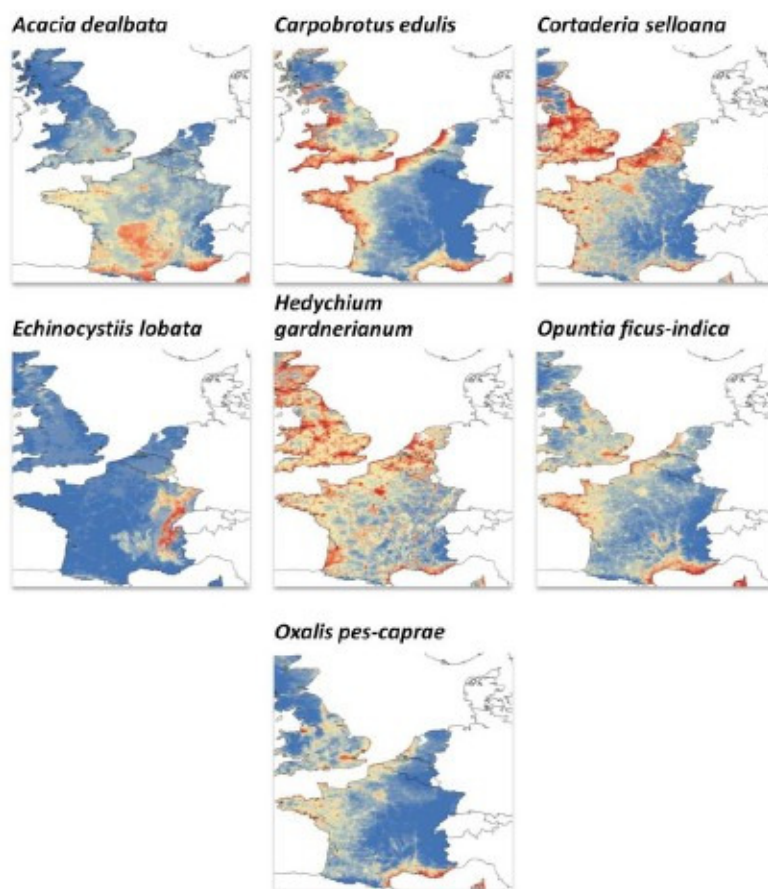
Alle gemodelleerde soorten van de Zwarte Lijst zijn aanwezig in ten minste één van de RINSE landen. In tegenstelling tot de doorgaans preventieve aard van de INS Alarmkaarten, kunnen geschiktheidskaarten in dit geval dienen a) tot het voorkomen van de introductie van INS in RINSE landen waar een Zwarte-Lijst INS nog niet aanwezig is, b) om de potentiële verspreiding van INS in een 'worst case' scenario te evalueren, en c) om de belangrijkste drivers van hun verspreiding te evalueren.

Terrestrische planten van de Zwarte Lijst

Temperatuur was de voornaamste driver van terrestrische planten op de Zwarte Lijst. Bijvoorbeeld, de minimumtemperatuur van de koudste maand verklaarde meer dan 60% van de verspreiding van de Hottentotvijg (*C. edulis*) en schijfactus (*O. ficus-indica*). *C. edulis* is reeds aanwezig in Engeland, Frankrijk en België, maar nog niet in Nederland, waar volgens onze modellen de kustzones geschikte gebieden voor zijn uitbreiding zouden kunnen zijn. Ook het Pampa grass (*C. selloana*) werd nog niet gerapporteerd in Nederland, hoewel onze modellen erop wijzen dat grote delen van het land wellicht aan invasie blootstaan (Figuur 33).

De mimosa (*A. dealbata*), oerkomkommer (*E. lobata*), schijfactus (*O. ficus-indicai*) en knikkende klaverzuring (*O. pres caprae*) zijn sierplanten aanwezig in Frankrijk die een bedreiging kunnen vormen voor

stedelijke en kustgebieden en waarvan de preventie van hun uitbreiding naar andere RINSE landen van fundamenteel belang is (Figuur 33).



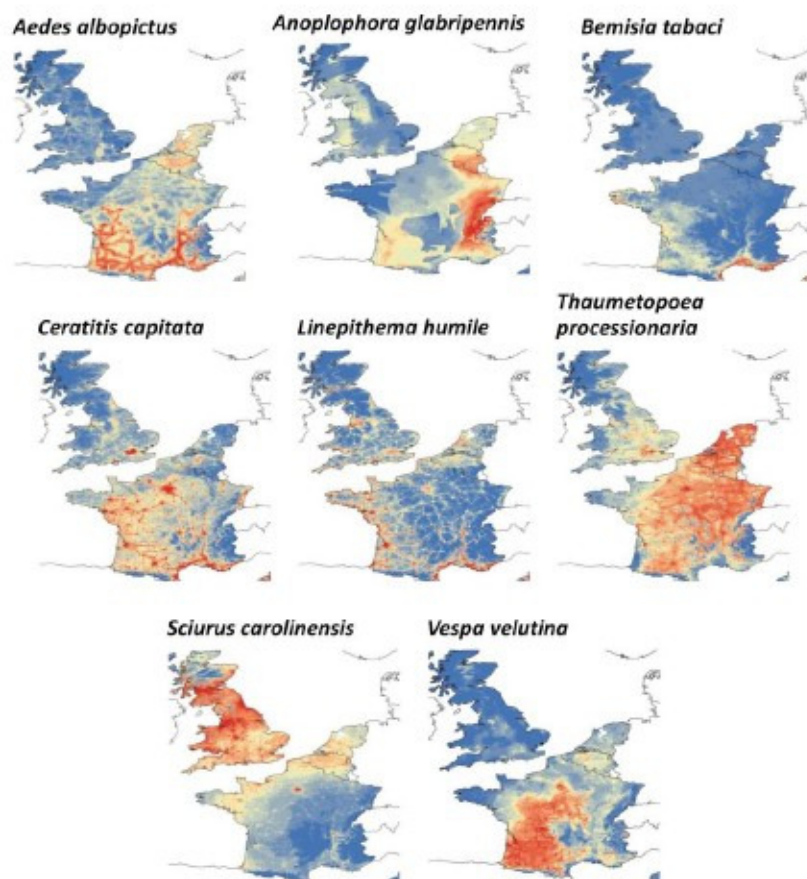
Figuur 33. Voorspelde verspreiding van 7 landplanten van de Zwarte Lijst in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van vestiging gaat van 0% waar de condities totaal verschillend zijn van die in de huidige omgeving van de soort (blauw gekleurd) tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen (rood gekleurd).

Terrestrische dieren op de Zwarte Lijst

De minimumtemperatuur van de koudste maand en de seizoengebonden temperatuur waren fundamenteel voor het verklaren van de verspreiding van Zwarte terrestrische dieren. In dit geval waren socio-economische factoren bijzonder relevant, vooral de Human Influence Index (die een verklaring bood voor meer dan 20% van de verspreiding van de Argentijnse plaagmier, *L. humile*, en de Middellandse-zeevlieg, *C. capitata*), en de nabijheid van havens (relevant voor de grijze eekhoorn, *S. carolinensis*, en de Loofhoutboktor, *A. glabripennis*).

Ruimtelijk gezien kan de invloed van socio-economische factoren waargenomen worden in hogere geschiktheidsscores in stedelijke gebieden en langs transportroutes zoals wegen en havens (rood gekleurd in Figuur 34). De meeste geëvalueerde INS zijn siersoorten die opzettelijk geïntroduceerd werden en uiteindelijk vrijgelaten werden of uit hun gevangenschap ontsnapten, wat de grote invloed van socio-economische factoren verklaart.

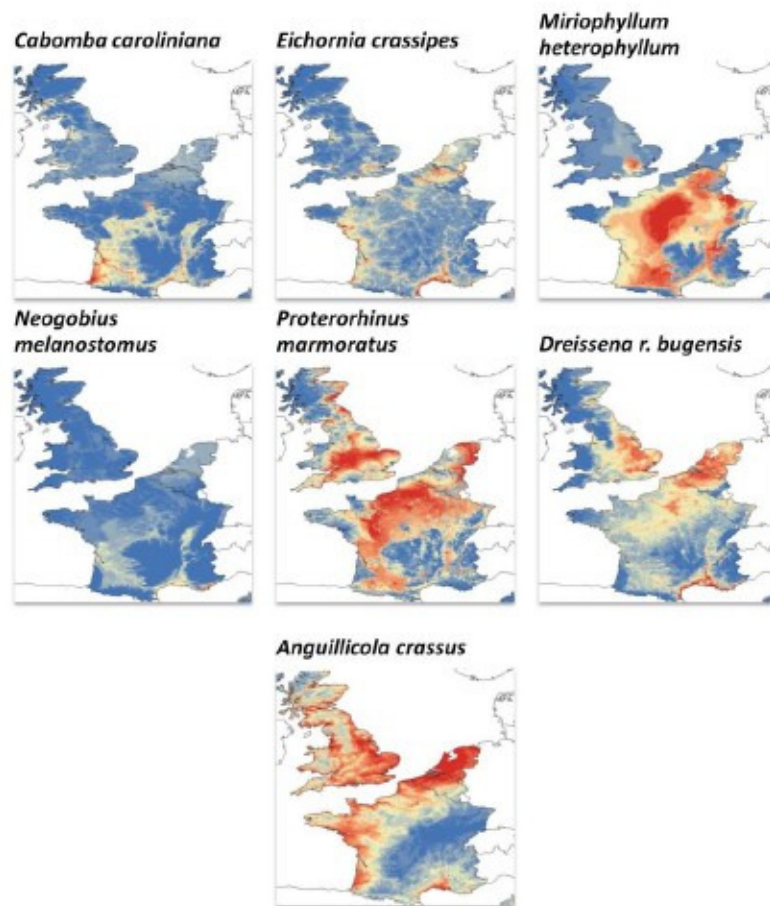
De potentiële verspreiding van de Aziatische tijgermug (*A. albopictus*) lijkt in nauw verband te staan met wegen (Figuur 34). Het is een feit dat de bandenmarkt vaak aangewezen werd als één van de belangrijkste vectoren voor de verspreiding van deze soort, die een beperkte spreiding door de lucht heeft (200-400 km). De aanwezigheid van de tijgermug in Centraal- en Noord-Europa is nog sporadisch; zijn verspreiding blijft eerder beperkt tot het zuiden (bv. Italië, Griekenland). Niettemin blijkt hij zich goed aan te passen in het zuiden van Frankrijk en werd hij ook waargenomen in België en Nederland (Figuur 34). De aanwezigheid van de Loofhoutboktor wordt enkel voorspeld in het oosten van Frankrijk (Figuur 34), hoewel de soort af en toe in alle vier landen werd waargenomen (geïsoleerde waarnemingen werden snel uitgeroeid in België en Nederland). Berichten van aanwezigheid van de tabakswittevlieg (*B. tabaci*) waren ook eerder zeldzaam, en de geschiktheid van de omgeving voor de soort is niet noemenswaardig (Figuur 34). De potentiële verspreiding van de Middellandse Zeevlieg (*C. capitata*) en Argentijnse plaagmier (*L. humile*) stonden in nauw verband met stedelijke, verstoorde zones en transportroutes (Figuur 34). Het valt echter te verwachten dat *C. capitata* een eerder mediterrane verspreiding zal vertonen en het onwaarschijnlijk is dat hij een ernstige bedreiging zal vormen voor de vier gebieden binnen de RINSE landen. De Argentijnse plaagmier daartegenover is reeds wijd verspreid in Europa en zal zich waarschijnlijk verder verspreiden als vervuilende stof in natuurlijke producten afkomstig uit Zuid-Amerika of andere geïnfesteerde regio's. De eikenprocessierups, *T. processionea*, is een inheemse soort van Frankrijk die zich waarschijnlijk naar andere RINSE landen heeft verspreid door invoer als vervuilende stof op eikenbomen. Gezien zijn verspreiding in Engeland nog beperkt is, kan deze wellicht nog gecontroleerd worden. De Aziatische hoornaar, *V. vepulina*, is zich snel aan het verspreiden in Frankrijk, waar hij voor het eerst waargenomen werd in 2004. België is het enige land met relatief hoge risicoscores voor deze soort (Figuur 34), hoewel zijn aanpassingsvermogen aan koudere klimaten niet onderschat mag worden. De grijze eekhoorn (*S. carolinensis*) is wijd verspreid in Groot-Brittannië, waar hij in de 19e eeuw geïntroduceerd werd, en zou een bedreiging kunnen vormen voor het noorden van Frankrijk, België en Nederland (Figuur 34).



Figuur 34. Voorspelde verspreiding van 9 landdieren van de Zwarte Lijst in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van vestiging gaat van 0% waar de condities totaal verschillend zijn van de huidige omgeving van de soort (blauw gekleurd) tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen (rood gekleurd).

Aquatische inlandse organismen van de Zwarte Lijst

Van de zeven gemodelleerde aquatische inlandse organismen vertoonden het ongelijkbladig vederkruid (*M. heterophyllum*), de marmergrondel (*P. marmoratus*), zwemblaasworm nematode (*A. crassus*) en quagga-mossel (*D. r. bugensis*) de hoogste risicoscores (Figuur 35). De grondel en mossel hebben zich in de laatste decennia door de Donaucorridor verspreid en hebben onlangs de Benedenrijn bereikt, van waaruit zij Groot-Brittannië zouden kunnen bereiken als vervuilende stof in ballastwater of biofouling van scheepsrompen. De quagga mossel is een agressieve indringer met gelijkaardige effecten als die van de zebromossel, die wereldwijd als één van de ergste invasieve soorten beschouwd wordt. Zijn introductie in geschikte gebieden van het zuidoosten van Engeland, België en delen van Frankrijk kan potentieel een vernietigend effect hebben en moet dan ook voorkomen worden (Figuur 35). De eel swim bladder nematode is een parasiet van palingen waarvan de verspreiding vaak geassocieerd wordt met activiteiten van aquicultuur, met een potentiële invloed op de kustgebieden van alle vier landen (Figuur 35). Daartegenover gaven de modellen lage risicoscores aan voor de Amerikaanse haagbeuk (*C. caroliniana*), waterhyacint (*E. crassipes*) en zwartbekgrondel (*N. melanostomus*) (Figuur 35).

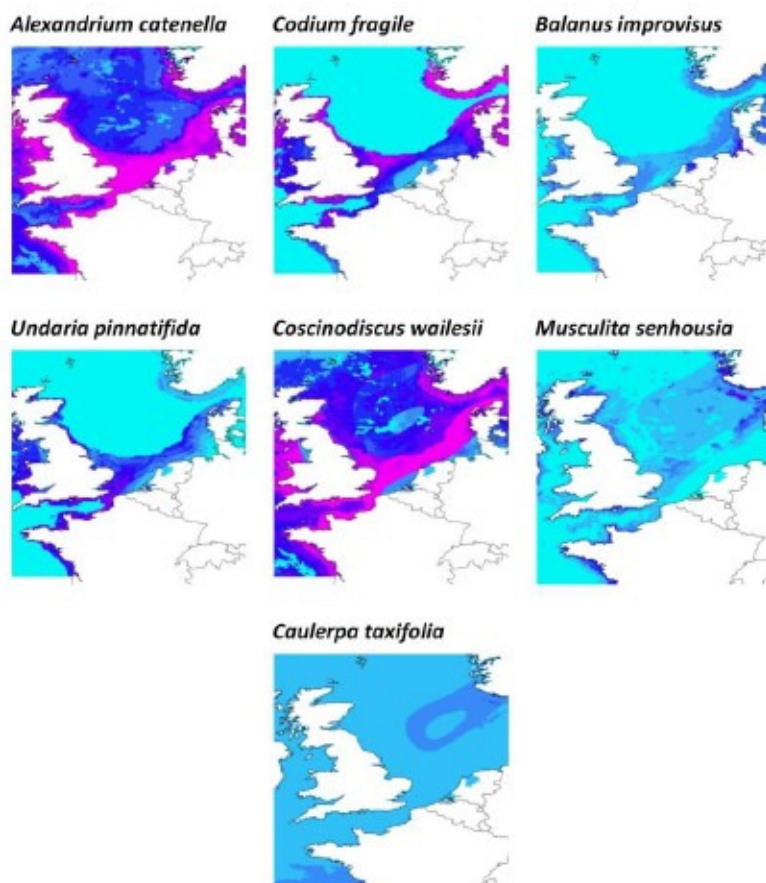


Figuur 35. Voorspelde verspreiding van 7 inlandse watersoorten van de Zwarte Lijst in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van vestiging gaat van 0% waar de condities totaal afwijken van die in de huidige omgeving van de soort (blauw gekleurd) tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen (rood gekleurd).

Mariene organismen van de Zwarte Lijst

In tegenstelling tot mariene Alarm INS bleek de RINSE regio bijzonder geschikt voor Zwarte mariene INS, vooral het rood-getij dinoflagellaat (*A. catenella*), diatoom *C. wailiesii* en in mindere mate het viltwier (*C. fragile*) en Japanse kelp (*U. pinnatifida*) (Figuur 36). Sommige van deze soorten hebben een zeer beperkte verspreiding in de RINSE regio, zodat hun opmars naar andere RINSE landen voorkomen zou kunnen worden. Het risico is bijzonder hoog voor *A. catenella* (Figuur 36), een plankton dinoflagellaat met een zeer groot verspreidingsvermogen via waterstromen en potentieel vernietigende ecologische effecten.

De Japanse kelp is verspreid langs het zuidelijk gedeelte van het studiegebied en modellen wijzen op een zeker potentieel voor expansie naar het noorden toe, langs de Britse kust (Figuur 36). Daartegenover zijn *C. wailiesii* en *C. fragile* reeds wijd verspreid in het studiegebied, zodat in dit geval het beheer eerder gericht zou moeten worden op lokale verdelging van de soort waar dat mogelijk is, eerder dan preventie. Anderzijds was de geschiktheid relatief laag voor de brakwaterpok (*B. improvisus*), Aziatische mossel (*M. senhousia*) en killeralg (*C. taxifolia*) (Figuur 36).

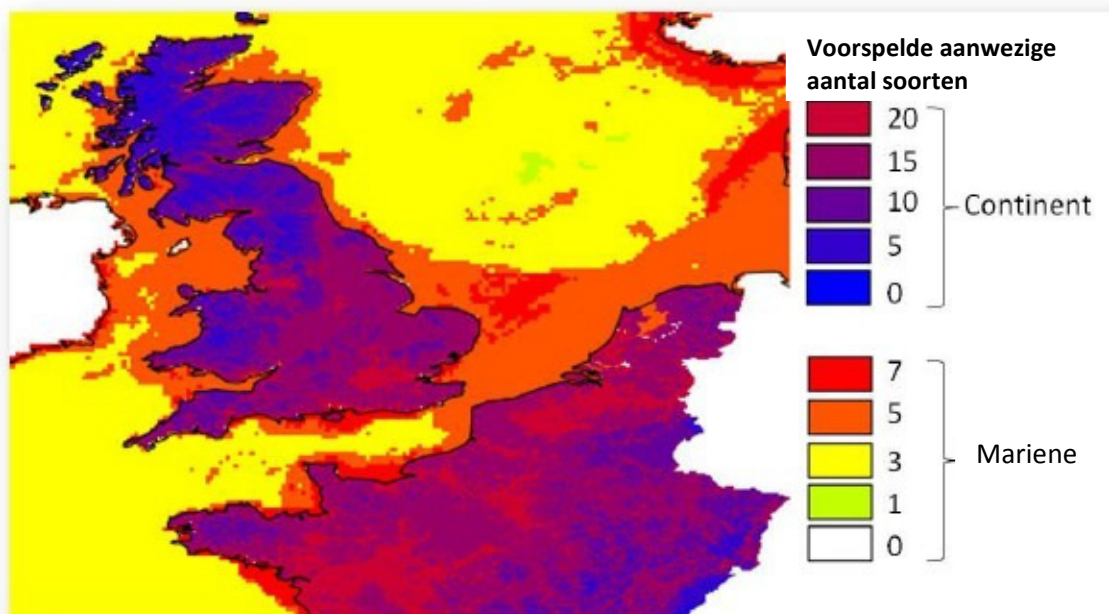


Figuur 36. Voorspelde verspreiding van mariene organismen van de Zwarte Lijst in de RINSE regio. De waarschijnlijkheid van vestiging gaat van 0% waar de condities totaal afwijkend zijn van die in het huidige gebied van de soort (blauw gekleurd) tot 100% waar de condities perfect overeenstemmen (rood gekleurd).

Warmtekaart van INS van de Zwarte Lijst

Cumulatieve risicoscores waren in het algemeen hoger voor Zwarte dan voor Alarm INS, wat te verwachten was, gezien reeds gebleken is dat de RINSE regio geschikt is voor Zwarte INS. De geschiktheid was meestal het grootst rond het zuidelijk gedeelte van de Noordzee en verminderde naar het noordwesten in Groot-Britannië en naar het zuidoosten in Frankrijk, België en Nederland (Figuur 37). Per land bekeken was een groot deel van België en Nederland geschikt voor een groot aantal soorten, terwijl in Frankrijk en Groot-Britannië het getroffen gebied beperkter was (Figuur 37). Binnen de landen leken verstoorde stedelijke en kustgebieden en transportknooppunten en wegen vatbaarder te zijn voor invasie (Figuur 37).

In de mariene omgeving was de gecombineerde geschiktheid hoog in het oostelijk gedeelte van het Kanaal en het zuidwesten van de Noordzee, langs de kust van de RINSE landen, een teken van de voorkeur van de meeste soorten voor kustwaters, gewoonlijk warm, rijk aan nutriënten, met beschikbaarheid van substraten voor vestiging en een potentieel hoge propagulendruk (Figuur 37).



Figuur 37. Warmtekaart met de cumulatieve waarschijnlijkheid van aanwezigheid van 31 in de Zwarte Lijst van INS opgenomen invasieve soorten.

4. BESPREKING

4.1 Register van Niet-Inheemse Soorten

4.1.1 Verspreiding van soorten over de landen

Onze data geven aan dat Groot-Brittannië het grootste aantal niet-inheemse soorten bevat, gevolgd door Frankrijk, Nederland en ten slotte België. Deze trend correleert met de respectievelijke gebieden van de RINSE landen, met uitzondering van Frankrijk, dat veruit het grootste land is, zodat te verwachten viel dat het de lijst zou aanvoeren.

Een mogelijke reden voor het bij vergelijking hoge aantal in Groot-Brittannië geregistreerde NIS, is het feit dat het een eiland is, gekenmerkt door een enigszins verschillende set van inheemse soorten vergeleken met de RINSE landen (Hulme, 2009). Aan de andere kant kan het relatief lage aantal in Frankrijk geregistreerde NIS te wijten zijn aan het gebrek aan informatie over dit land op dezelfde schaal en van dezelfde kwaliteit als bij de andere landen. Terwijl er specifieke databases bestaan voor Groot-Brittannië (bv. Great Britain Non-native Species Information Portal), België (bv. Harmonia database) en Nederland (bv. Nederlands Soortenregister), die dienden ter aanvulling van informatie uit meer algemene bronnen (bv. DAISIE Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe), bestaat helemaal niets van die aard voor Frankrijk.

Gebrekkige databeschikbaarheid was ook de meest waarschijnlijke reden voor het lage aantal NIS waarvan we de aanwezigheid in het Franse RINSE gebied konden bevestigen. Hoewel het Franse RINSE gebied geenszins het kleinste

van de vier landen is (Figuur 3), bezit het volgens onze database veruit het laagste aantal NIS van de vier RINSE landen. Wij zijn van mening dat deze verbazende observatie een artefact is dat wordt veroorzaakt door de gebrekkige kwaliteit van de data betreffende de geografische verspreiding van soorten in Frankrijk. Bijvoorbeeld, de databron British National Biodiversity Network levert gedetailleerde geografische informatie over de aanwezigheid van soorten in Groot-Brittannië, die ons toeliet te bevestigen dat ten minste 52% van de in Groot-Brittannië aanwezige NIS zich in het RINSE gebied bevinden. Voor België en Nederland baseerden we ons voornamelijk op drie websites

(<http://waarnemingen.be>, <http://waarneming.nl/index.php> en <http://www.nlbif.nl/>), die bijgewerkte informatie geven over de verspreiding van soorten en recente waarnemingen.

Daardoor konden 56 en 68% van de respectievelijk in Nederland en België aanwezige niet-inheemse soorten positief binnen het RINSE gebied geplaatst worden. Daartegenover werd voor Frankrijk geen gelijkaardige databron gevonden. Hoewel de databron op Inventaire National du Patrimoine Naturel aanvankelijk relevant scheen, bleek deze jammer genoeg slechts beperkte aantekeningen te bevatten, die meestal onvoldoende waren voor onze doeleinden. Daardoor waren we gedwongen data over de verspreiding van NIS in Frankrijk te verzamelen uit globale databronnen zoals de Global Biodiversity Information Facility en de Ocean Biogeographic Information System OBIS. Het relatief lage percentage van niet-inheemse soorten aanwezig in het Franse RINSE gebied (22%) kan dan ook te wijten zijn aan het gebrek aan geografische informatie beschikbaar voor dit land.

Algemeen gesproken valt op te merken dat de bepaling van de soorten die aanwezig zijn in het RINSE studiegebied niet alleen aanzienlijk verschilde van land tot land, maar ook bijzonder moeilijk was. Daarom willen wij hier benadrukken dat we niet kunnen bevestigen dat eender welke in een bepaald land aanwezige soort met zekerheid afwezig is in het RINSE gebied.

Clusteranalyses van Jaccard similariteitscoëfficiënten toonden aan dat Frankrijk het land was waarvoor de inventaris van niet-inheemse soorten het meest verschilde van de andere RINSE landen. De eenvoudigste verklaring van deze waarneming is het feit dat Frankrijk mediterrane gebieden omvat waarvan de eco-klimatologische condities aanzienlijk verschillen van de condities in de andere bestudeerde landen. Daardoor is dit gebied geschikt voor een nogal verschillende set van zowel inheemse als niet-inheemse flora en fauna vergeleken met de andere RINSE landen, met hun koudere en vochtigere condities (zie de Inleiding voor het belang van eco-klimatologische factoren voor de geografische verspreiding van soorten). Dit argument wordt verder ondersteund door de resultaten van clusteranalyses van soorten die specifiek zijn voor het RINSE gebied, waarin Groot-Brittannië geïdentificeerd werd als het meest verschillende van de vier RINSE gebieden. Gezien de gelijkaardige eco-klimatologische condities in het gehele RINSE gebied, stellen wij dat dit verklaard kan worden door het feit dat Groot-Brittannië een eiland is, wat in zekere mate de verspreiding en het transport van en naar continentale RINSE landen kan verhinderen. Spijts de intensieve handels- en transportverbindingen tussen Groot-Brittannië en het continent

(Hulme, 2009), lijkt de wederzijdse verspreiding van NIS tussen Groot-Brittannië en de andere RINSE landen nog steeds meer beperkt dan tussen de continentale RINSE landen.

4.1.2 Verspreiding van soorten per fyła en milieutypen

Veruit het grootste aantal NIS in onze database behoort tot het fylum van de Geleedpotigen, met ongeveer driemaal zoveel NIS als de tweede grootste groep, de Chordata, en viermaal zoveel als de Angiospermen. Hoewel het enorme aantal niet-inheemse geleedpotigen op het eerste zicht excessief lijkt, beschouwen wij dit in feite als een relatieve onderschatting in vergelijking met de meeste andere taxa. Het is immers een feit dat, wereldwijd gezien, de geleedpotigen meer dan 80% uitmaken van alle beschreven levende soorten (Mora *et al.*, 2011). Daartegenover maken planten slechts ongeveer 10%, en Chordata zelfs minder dan 1% van de soorten uit. Daarom valt te verwachten dat het werkelijke aantal niet-inheemse geleedpotigen aanwezig in de RINSE landen ten minste 1.000 hoger ligt dan de 1.785 in onze database opgenomen soorten. Sommige van deze geleedpotigen kunnen in feite opgenomen zijn in databases die wij besloten niet in aanmerking te nemen voor dit fylum (bv. NISS, zie Tabel 3), om redenen die in het hoofdstuk Resultaten uiteengezet worden. Anderzijds zijn sommige geleedpotigen wellicht nog in geen van de vier landen gerapporteerd, hoewel ze er wel aanwezig zijn.

Een andere eigenaardigheid van onze dataset is het feit dat, in vergelijking met andere fyła zoals chordaten, angiospermen en verschillende anderen, slechts een kleine proportie van de als in de RINSE landen aanwezig aangemerkte geleedpotigen bevestigd kon worden voor de vier RINSE landen. We menen dat de belangrijkste reden voor deze waarneming te vinden is in de uiteenlopende kwaliteit van de verspreidingsdata tussen fyła. Geleedpotigen zijn nogal moeilijk te identificeren en wellicht minder “aantrekkelijk” dan de meeste chordaten. Het is dan ook niet verwonderlijk dat deze kenmerken leiden tot een minder volledige opgave van de verdeling van deze en sommige andere minder bestudeerde ongewervelde groepen.

Meer dan driekwart van de in de RINSE landen aanwezige NIS bewonen terrestrische habitats. Deze overheersing van terrestrische soorten kan in zekere mate een bijproduct zijn van de voorkeur voor chordaten en vooral zoogdieren in de database. Met andere woorden, een excessieve vertegenwoordiging van zoogdieren, die praktisch uitsluitend terrestrische habitats bewonen, zal automatisch leiden tot een oververtegenwoordiging van terrestrische soorten. Anderzijds kan verwacht worden dat de eerder vermelde ondervertegenwoordiging van geleedpotigen – eens te meer, bijna uitsluitend uit terrestrische soorten bestaand – deze vertekening zal compenseren. We stellen dan ook dat de overgrote meerderheid van NIS in RINSE landen inderdaad eerder terrestrische dan mariene of zoet water ecosystemen bewonen. Anderzijds zijn de relatief grote proporties van zoet water- en mariene soorten, wanneer men zich uitsluitend concentreert op de vier RINSE gebieden binnen de landen, een weergave van de grote proportie aquatische habitats van RINSE.

4.1.3 Focuslijsten

Bijna alle Anseriformen (ganzen, eenden, zwanen), zoogdieren, beenvissen en bloemplanten werden opzettelijk in de RINSE landen geïntroduceerd, veelal voor ornamentele redenen of voor ontspanningsactiviteiten zoals hengelsport. Bij planten speelde de natuurlijke secundaire verspreiding via andere geïntroduceerde bevolkingen ook een belangrijke rol. Vele van de geïntroduceerde soorten kwamen uiteindelijk in het wild terecht door ontsnapping, hoewel een aanzienlijk deel – vooral van vissen – opzettelijk door de mens vrijgelaten werd. De oplossing om de meeste van dergelijke introducties tegen te houden lijkt dan ook eenvoudig: “Introduceer ze gewoon niet.”

Wanneer men echter de introductietijdperken beschouwt lijkt het hoogtepunt van de invoer van deze chordaten en planten reeds lang voorbij en dateert deze van 30 tot 100 jaar geleden. Bovendien, zoals aangetoond in onze horizonscan werk, vormen geïntroduceerde zoogdieren gewoonlijk geen ernstige ecologische of economische bedreiging voor RINSE landen (Tabel 7). Dit kan te wijten zijn aan hun relatief trage verspreiding en het feit dat de meeste herbivoren zijn. Een gelijkaardige redenering geldt voor niet-inheemse ganzen en hun aanverwanten, hoewel er uitzonderingen zijn, zoals de invasieve Canadese gans (Unckless & Makarewicz, 2007; Rehfish *et al.*, 2010). Daartegenover behoren sommige niet-inheemse vissen tot de ergste indringers, vooral in zoet watermilieutypen van RINSE landen (Pinder *et al.*, 2005). Onze data tonen aan dat zij zich snel verspreiden en meestal predators zijn, een mogelijke verklaring van hun aanzienlijke effecten op inheemse soorten en ecosystemen.

Mollusken vertoonden een verspreidingstempo gelijkaardig aan dat van vissen, maar zij verschillen in een belangrijk opzicht. In tegenstelling tot alle andere focusgroepen werden de meeste mollusken onopzettelijk in de RINSE landen geïntroduceerd. Dit is het geval voor zowel aquatische als terrestrische, en zowel filtervoedende als herbivore mollusken. Het voorkomen van verdere introductie en verspreiding van niet-inheemse mollusken zal dan ook waarschijnlijk een veel grotere uitdaging betekenen dan voor de andere focusgroepen van fyta. Niettemin lijkt het het proberen waard, gezien de enorme effecten die zij kunnen hebben (Ricciardi *et al.*, 1998; Hakenkamp *et al.*, 2001; Connelly *et al.*, 2007, Tabel 7).

4.1.4 Verdere commentaar betreffende de kwaliteit van beschikbare databases

- De kwaliteit en kwantiteit van de opgenomen data hangt af van de kwaliteit en kwantiteit van de uit andere bronnen beschikbare informatie. Wij hebben de indruk dat, wereldwijd gezien, DAISIE de beste databron levert, wat ook de mening is van alle geraadpleegde experts, maar niettemin nog erg beperkt is.

- Discrepancies in de door verschillende bronnen geleverde informatie werden frequent vastgesteld.

Bijzonder vaak voorkomende verschillen betroffen de verspreidingskaarten (d.w.z. aanwezigheid/afwezigheid in RINSE landen en het RINSE gebied van elk land), en het tijdperk van hun introductie.

- De informatie van sommige databases is zonder meer onjuist. Bijvoorbeeld, in de waarneming(en)-databronnen worden exotische en inheemse soorten vaak verkeerd gekwalificeerd. Op <http://waarnemingen.be>, worden *Potamopyrgus* en *Dreissena polymorpha* verkeerdelijk als 'inheems' aangegeven, terwijl *Nucella lapillus*, *Junua pagenstecheri* en meerdere andere inheemse soorten bij de 'exotische' soorten ondergebracht zijn.

4.2 Horizonscan van Invasieve Niet-inheemse soorten

De meeste van de door de op Tabel 4 opgesomde nationale en internationale organisaties als ergste indringers aangemerkte soorten waren reeds aanwezig in ten minste één van de RINSE landen (77%) en werden daarom op de Zwarte Lijst van INS geplaatst. De resterende 23% vormden de Alarmlijst van in de RINSE regio afwezige soorten.

4.2.1 De Alarmlijst van INS

Op de Alarmlijst gaven planten over het algemeen hogere risicoscores in vergelijking met andere soorten organismen. Planten zijn ongetwijfeld in staat hun habitat te wijzigen door de voor andere soorten beschikbare ruimte en middelen te verminderen (bv. Vilà *et al.*, 2006), voedingscycli en vuurregimes te veranderen (bv. Ehrenfeld, 2003; Brooks *et al.*, 2004), de samenstelling van inheemse gemeenschappen te beïnvloeden, vaak met als gevolg een nettoverlies van soorten en/of een verandering naar een beter aan verstoring aangepast ecosysteem (bv. Manchester & Bullock, 2000; Hulme & Bremner, 2006), zich te kruisen met inheemse soorten (bv. Vilà *et al.*, 2000), in te werken op de beschikbaarheid van middelen op hogere trofische niveaus met inbegrip van de voornaamste bestuivers (bv. Moragues & Traveset, 2005), de culturele perceptie van het menselijke landschap te wijzigen (bv. Charles & Dukes, 2007) en de commerciële productie van land- en bosbouwproducten te beïnvloeden (DAISIE, 2009). Het risico van planteninvasie is hoog in dicht bevolkte gebieden zoals RINSE, vooral wanneer men in aanmerking neemt dat de meeste invasieve planten opzettelijk in Europa werden geïntroduceerd en gecultiveerd voor horticuultuur- en ornamentale doeleinden (58% van de invasieve planten, volgens DAISIE, 2009). Zodra ze eenmaal gevestigd zijn is de uitroeiing van invasieve planten strategisch ingewikkeld, heel vaak onmogelijk en uitermate duur en kan uiteindelijk heel weinig voordelen opleveren, zoals geconcludeerd door Mack and Lonsdale (2002) na een onderzoek van uitroeiingscampagnes op eilanden. Planten brengen dan ook verreikende milieu- en economische effecten teweeg, alsook een hoog propagulentieel, en zijn heel moeilijk te controleren en uit te roeien, wat alles samen verklaart waarom hun tijdens de horizonscan dergelijke hoge risicoscores werden toegekend

De top 12 Alarm-INS met de hoogste risicoscores omvatten een mengeling van primaire producenten (*I. cylindrica*, *M. quinquenervia* en *P. montana lobata*), herbivoren (*A. plannipenis*, *C. canadensis* en *P. canaliculata*), predators (*A. amurensis*, *N. gymnotrachelus*, *P. glenii*, *R. nomadica* en *S. invicta*) en filtervoeders (*P. Amurensis*).

Hoewel heel wat van deze soorten zich tegenwoordig verspreid hebben naar meer tropische of subtropische regio's (bv. Azië, Australië en Afrika), mag het risico van invasie niet onderschat worden gezien hun hoge milieutolerantie en fenotypische plasticiteit (Davidson *et al.*, 2011).

De meeste van de top 12 Alarm-INS waren niet alleen afwezig in RINSE maar waren ook nog nergens in Europa aanwezig, wat wellicht het risico van hun introductie in RINSE verlaagt. Uitzonderingen waren vier INS aanwezig in nabijgelegen landen als Duitsland en Polen: de naakthalsgrondel (*N. gymnotrachelus*), Amurgrondel (*P. glenii*), Canadese bever (*C. canadensis*) en Japans bloedgras (*I. cylindrica*) (Tabel 8).

Met uitzondering van de naakthalsgrondel, waarvan de introductie geassocieerd wordt met de aanleg van kanalen en de scheepvaart, is de ornamentele en huisdierenhandel één van de belangrijkste vectoren voor Alarm-INS.

De opzettelijke introductie van INS in RINSE zou gecontroleerd kunnen worden door een strengere handhaving van bestaande wetten en coördinatie van buurlanden. Het belang van handelsreglementering werd erkend door de Europese Commissie die in 2007 een lijst publiceerde van INS waarvan de invoer in Europa verboden is.

Handelsreglementering werd sterk aangeraden voor soorten die in een bepaalde regio nog niet aanwezig zijn. Voor RINSE zijn dat ten minste 30 van de op de Alarmlijst voorkomende soorten, zoals de Kudzu (*P. lobata montana*), Barbarijse grondeekhoorn (*C. finlaysonii*), sierschildpad (*C. picta*), kleine barnsteemmakreel (*S. fasciata*) en berenklaauw (*H. sosnowsky*) (zie de complete lijst van Alarm-INS met aanduiding van hun opname in de Europese Zwarte Lijst in Bijlage D).

Een flagrant voorbeeld van onvoldoende handhaving van de wet, wordt geleverd door het Japans bloedgras (*I. cylindrica*, ook bekend als Red Baron, Rubra of Japanese blood). Het Japans bloedgras tast de habitatsstructuur, voedingscycli, microbiologische bodembewoners en afbraak aan, verplaatst inheemse soorten, brengt bedreigde inheemse soorten ernstig in gevaar, verhoogt de waarschijnlijkheid van brand en verlaagt de landbouwproductie (zie een volledige beschrijving van effecten op www.issg.org). Hoewel het door de IUCN geïdentificeerd werd als één van de top 10 ergste soorten ter wereld, kunnen we bevestigen dat het Japans bloedgras gemakkelijk online verkregen kan worden (bv. In Amazon, www.edenproject.com, www.rhsplants.co.uk, www.ornamentalgrass.co.uk). Internethandel heeft de ongereguleerde verkoop van tuin- en aquariumplanten, die resulteert in de introductie en verspreiding van zeer invasieve planten, enorm vergemakkelijkt. Bij wijze van voorbeeld: een in de Verenigde Staten uitgevoerd onderzoek toonde aan dat elke door de regering als schadelijk aangemerkte aquatische plant gemakkelijk aan te kopen was in één of meerdere staten (Kay & Hoyle, 2001). Gezien de milieu- en economische effecten die aan het Japans bloedgras toegekend werden (en besproken worden in Tabel 8), is een strengere handhaving van de bestaande wetten en reglementen vereist om verdere introducties in nog niet binnengedrongen regio's zoals RINSE te voorkomen.

In verband met de naakthalsgrondel (*N. gymnotrachelus*), heeft een recent onderzoek gewezen op het risico dat deze soort de Benedenrijn zou kunnen binnendringen, vanwaar hij gemakkelijk naar de Britse havens kan vervoerd worden als biofouling van schepen (Gallardo & Aldridge, 2012). Naakthalsgordels voeden zich met kleine vissen en de eieren van meerforellen, verdringen inheemse soorten en veroorzaken een belangrijk verlies van biodiversiteit (ISSG, www.issg.org). Een bijkomende risicofactor is de wijde verspreiding in RINSE van een andere indringer, de zebramossel (*Dreissena polymorpha*), die de naakthalsgrondel van habitat en voedsel voorziet (Gaygusuz *et al.*, 2007). Ballastwater-reglementering, schepeninspectie en maatschappelijke betrokkenheidsprogramma's, om vissers een redelijk gebruik van levend lokaas aan te leren, en erkenning van invasieve species worden aangeraden om de introductie van de naakthalsgrondel te voorkomen.

Een andere speciaal te vermelden Alarmsoort is de essenprachtkever (EAB, *A. plannipennis*). De EAB is een zeer invasieve bosplaag met het potentieel zich te verspreiden en inheemse essen (*Fraxinus sp.*) te doden, die reeds zwaar beschadigd werden in Europa als gevolg van de afsterving van essen veroorzaakt door de fungus *Chalara fraxinea* (Pautasso *et al.*, 2013). In Canada werden de economische kosten van met EAB verband houdende mortaliteit geraamd op ongeveer CAD\$524 miljoen (McKenney *et al.*, 2012); terwijl US\$10,7 miljoen de geschatte kosten waren van de behandeling, verwijdering en vervanging van essen in het noordoosten van de Verenigde Staten (Kovacs *et al.*, 2010). Deze ramingen zijn voorzichtige schattingen, omdat zij uitsluitend het deel van de kost evalueren dat met de pest geassocieerd wordt, en zelfs zo lijkt de omvang ervan een belangrijke rechtvaardiging te vormen voor investeringen om de introductie van EAB te voorkomen. De in Europa gedane inspanningen om de afsterving van de essen tegen te houden werden als te laat en zeer ondoeltreffend beschouwd, met belangrijke economische verliezen als gevolg. Dit onderlijnt de noodzaak om een Europees strategisch plan uit te werken om de invoer van met EAB geïnfesteeerde bomen uit Noord Amerika te vermijden vóór het te laat is om te reageren.

4.2.2 De Zwarte Lijst van INS

De meeste INS van de Zwarte Lijst (56%) waren aanwezig in de vier RINSE landen (Groot-Brittannië, Frankrijk, België en Nederland), een bewijs van het hoge niveau van biologische uitwisseling als resultaat van de intensieve handel, transport en reizen tussen de regio's. De kans om de introductie van deze soorten in andere RINSE landen te voorkomen is dan ook reeds lang verloren gegaan. Zoals geconcludeerd door Williams *et al.* (2010), is het belangrijk de INS die tegenwoordig een impact hebben zo spoedig mogelijk uit te roeien, teneinde de verdere verspreiding van lokaal of regionaal gevestigde INS te beperken, zonder daarbij de noodzaak om het effect van wijd verspreide INS die de hoogste kost met zich meebrengen uit het oog te verliezen.

Slechts 16% van de INS op de Zwarte Lijst waren aanwezig in één land alleen, doorgaans Frankrijk. Sommige van deze Franse INS waren aangepast aan mediterrane klimaatcondities, wat wellicht hun afwezigheid in de andere RINSE landen verklaart. Het Siam onkruid (*C. odorata*) is bijvoorbeeld aangepast aan tropische/subtropische milieutypen, de zwarte wattel (*A. mearnsii*) groeit op een hoogte van > 600m, de muskietennis (*G. affinis*) geeft de voorkeur aan

warme waters en de stijve klaverzuring (*O. stricta*) wordt gecultiveerd in zuiderse landen voor medicinaal gebruik.

Ten minste 7 soorten van de Zwarte Lijst waren enkel aanwezig in Groot-Britannië, hoewel hun aanwezigheid in het wild incidenteel is en wellicht geen ernstige bedreiging vormt voor andere RINSE landen. Bijvoorbeeld werden soorten uit tropische/dorre streken zoals de Afrikaanse reuzenslak (*A. fulica*), Kahili gember (*H. gardnerianum*) en de Khapra kever (*T. granarium*) waarschijnlijk geïntroduceerd voor ornamentele doeleinden en zijn zij niet aangepast aan het gematigde klimaat van RINSE. Hoewel de dennennematode (*B. xylophilus*) af en toe onderschept is (vandaar zijn opname in de Zwarte Lijst), heeft de European Plant Protection Organization (EPPO, www.eppo.int) totnogtoe bepaald dat hij afwezig is uit de EPPO regio.

Volgens NOBANIS is het risico van introductie van de Nieuw-Zeelandse platworm (*A. triangulatus*) het grootst als gevolg van de commerciële handel, als bevuilende stof van geharde ornamentale planten, hoewel ook de huiselijke tuinhandel een belangrijk risico vormt.

Vanuit Nederland kunnen meerdere aquatische inlandse soorten een bedreiging vormen voor Groot-Britannië: Chattonella (*C. verruculosa*), twee Pontokaspische vlokreeften (*C. robustum*, *D. bispinosus*), Everglades moeraskreeft (*P. fallax*) en marm grondel (*P. marmoratus*). Het met sommige van deze soorten gepaard gaande risico is uitzonderlijk hoog in Groot-Britannië als gevolg van hun gelijkenis wat betreft klimaat en scheepvaartuitwisseling, zoals beschreven door Gallardo and Aldridge (2012, 2013a). Vanuit België kunnen een amfibie (*B. marinus*) en twee insecten (*L. geometricus*, *L. hasselti*) zich naar andere RINSE landen verspreiden.

De 12 soorten die het hoogste aantal stemmen bekwamen op de Zwarte Lijst zijn welbekende RINSE indringers met opmerkelijke milieu- en economische gevolgen. De enige uitzondering is de mariene killeralg (*C. taxifolia*), op dit moment uitsluitend aanwezig in het Middellandse Zeegebied van Frankrijk.

Zeven van de top 12 Zwarte INS zijn primaire producenten (aquatische of terrestrische planten of algen) met potentieel ernstige gevolgen voor het trofisch netwerk. Per oorsprong lijken Azië en Noord-Amerika de grootste donoren van de ergste Zwarte INS te zijn.

Gezien de wijde verspreiding van de top 12 Zwarte INS (behalve *C. taxifolia*) in de RINSE regio, zouden de inspanningen zich moeten richten op het controleren van hun verdere verspreiding en impact. De RINSE landen hebben op dit moment beheersplannen voor sommige ervan ten uitvoer gebracht, en een grensoverschrijdende samenwerking zou bijzonder nuttig zijn voor het uitwisselen van ervaringen. Bij wijze van voorbeeld wordt de Canada gans (*B. canadensis*) in Groot-Britannië gecontroleerd door het voortplantingsproces te remmen (bv. Baxter & Robinson, 2007); een reeks mechanische, chemische en biologische methoden worden toegepast voor de controle van de watercrassula (*C. helmsii*), reuzenbalsamien (*I. glandulifera*) en reuzenberenklauw (*H. mantegazzianum*) (bv. Dawson, 1996; Wadsworth *et al.*, 2000); insecticiden worden gebruikt voor het lieveheersbeestje (*H. axyridis*) (bv. Kenis *et al.*, 2008); terwijl vallen zetten, jagen en neerschieten de voorkeursopties zijn voor

terrestrische dieren zoals de grijze eekhoorn (*S. carolinensis*) en de Amerikaanse nerts (*M. vison*) (bv. Bonesi & Palazon, 2007).

4.2.3 Beperkingen van Horizonscans

De prioritering van de Alarm- en Zwarte Lijsten van INS was gebaseerd op raadpleging van experts, die verondersteld werden een onbevooroordeelde en rendabele evaluatie te geven van het met elke soort geassocieerde risico. De prioritering mag echter niet als definitief beschouwd worden, omdat i) andere invasieve soorten die niet in de geraadpleegde lijsten van de ergste INS voorkwamen (opgesomd in Tabel 4) een relevant risico kunnen zijn voor RINSE, ii) de risicoperceptie een specifieke regio kan veranderen naargelang de voortgang van de soort en iii) de prioritering ten zeerste afhankelijk is van de geraadpleegde experts. Teneinde een potentiële vertekening en onzekerheid van risicoscores tot een minimum te beperken hadden wij idealiter drie sets van risicoscores per soort moeten hebben. Jammer genoeg liet de beperkte tijdsduur van dit Project het verkrijgen van meer evaluaties niet toe, vooral voor minder bestudeerde taxonomische groepen, zoals Nematodes of Fungi. Daarnaast kan het nuttig zijn in aanmerking te nemen dat de risico-evaluatie gebaseerd is op de op het moment beschikbare bewijzen en dat belangrijke nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen zouden moeten leiden tot een herwaardering van de risico's.

4.3 Vormgeving van Verspreiding

4.3.1 Ontafeling van de milieu- en socio-economische drivers van biologische invasies

Soortendistributiemodellen (SDM) waren bijzonder effectief voor alle INS modellen op de Alarm- en Zwarte Lijsten en maakten een onderzoek mogelijk van de partiële invloed van milieu- en socio-economische drivers op de huidige globale verspreiding van de ergste INS.

Het belang van permutatie van milieuvariabelen lag tussen 70 en 82% voor inlandse soorten en bereikte 99% voor mariene organismen, doordat wij slechts één variabele van menselijke invloed konden toepassen voor deze groep van soorten (Bijlage E). In vergelijking was de relevantie van socio-economische factoren veel meer gematigd (18-30% voor inlandse soorten, met een gemiddeld belang van 22,42%). Het belang van socio-economische factoren in SDM kan verklaard worden door hun verband met de vectoren en toegangspoorten van introductie voor invasieve soorten. Inderdaad, invasieve soorten worden gekenmerkt door hun vermogen om de beperkingen van hun verspreiding te overwinnen dankzij de ontwikkeling van bepaalde menselijke activiteiten (bv. handel in horticultuur-/huisdierensoorten, transport, jacht, hengelsport) geassocieerd met bevolkingsdichtheid, wegen, spoorwegen of bevaarbare rivieren, die in deze studie allemaal in beschouwing werden genomen.

Onder de klimaatfactoren waren de met temperatuur verbonden variabelen de belangrijkste drivers van de verspreiding van INS, zoals blijkt uit vroegere studies op dit gebied (bv. Gallardo & Aldridge, 2012, 2013b, a). De temperatuur beïnvloedt de lichaamsafmetingen, voortplanting, groei, ecologische rol en overleving van soorten (Gillooly *et al.*, 2001), en is een bepalende factor voor succes tijdens de kolonisatie- en vestigingsfasen van invasie (Theoharides & Dukes, 2007). De temperatuur bepaalt niet alleen de eigenschappen van de soorten maar ook de voor de soorten beschikbare habitat en levensmiddelen evenals de natuurlijke gemeenschappen waarmee zij in wisselwerking zullen moeten staan. Tegen deze achtergrond kunnen we aanvoeren dat de temperatuur de meest fundamentele beperkingen stelt aan de verspreiding van invasieve soorten en hun onmiddellijke mislukking tijdens de kolonisatie kan veroorzaken.

Dit gezegd zijnde, kunnen de fenotypische plasticiteit en hoge niveaus van genetische variabiliteit invasieve soorten toelaten zich aan minder gunstige condities aan te passen (Theoharides & Dukes, 2007), vooral bij een hoge propagulendruk. Dit blijkt uit het aantal tropische en subtropische INS die reed aanwezig zijn in de gematigde RINSE, zoals de nijlgans (*A. aegyptiacus*), het pampa grass (*C. selloana*), de tabakswittevlieg (*B. tabaci*) of de Kuruma garnaal (*M. japonicas*) (Zwarte Lijst van INS, Bijlage D). Het belang van de jaarlijkse minimumtemperatuur in onze modellen duidt erop dat door de globale verwarming de verspreiding van sommige van de beoordeelde soorten zich noordwaarts zou kunnen uitbreiden als gevolg van de hogere minimumwinterrecords (Gallardo & Aldridge, 2013b). De interactie van klimaatwijziging en invasieve soorten moet in acht genomen worden bij het ontwikkelen van lange-termijn strategieën van milieubeheer.

Ook in de mariene omgeving was de watertemperatuur een primaire driver van biologische invasies, gevolgd in orde van belangrijkheid door de concentratie van nitraat en chlorofyl-a. Verschillen in thermale tolerantie van mariene organismen werden onderzocht door Zerebecki en Sorte (2011), die opmerkten dat invasieve soorten meestal gebieden bewonen met grotere temperatuurverschillen en hogere maximumtemperaturen dan inheemse soorten.

De concentratie van nitraat en chlorofyl-a geeft de beschikbaarheid van levensmiddelen weer, wat hun invloed op de verspreiding van invasieve soorten verklaart. Bovendien werden hogere eutrofiëringsniveaus waargenomen na de invasie van bepaalde mariene soorten (het bloem vormende dinoflagellaat *Prorocentrum minimum* in de Baltische Zee, Pertola *et al.*, 2005; bv. de kamkwal *Mnemiopsis leidyi* in de zuidere Kaspische Zee, Kideys *et al.*, 2008), zodat chlorofyl-a zowel de oorzaak als het gevolg van mariene invasies kan zijn.

Niettegenstaande het belangrijk effect van de temperatuur, leken socio-economische factoren een beduidende invloed te hebben op de ruimtelijke verspreiding van INS. Spijts het relatief lage belang van permutatie van socio-economische factoren (zie Bijlage E), konden opvallend hogere geschiktheidsscores waargenomen worden in dichtbevolkte gebieden, dichtbij de kust en in eng verband met transportroutes. Evenzo bleek uit een recente studie dat het toevoegen van socio-economische factoren bij SDM geen invloed had op de reeds hoge precisiescores, maar

resulteerde in een uitbreiding van 20% van de risicoscores in sterk ontwikkelde zones van Groot-Brittannië en Ierland (Gallardo & Aldridge, 2013a).

Transportnetwerken (bv. verkeerswegen, spoorwegen, etc.) bevorderen de verspreiding van exotische soorten door verandering van habitats, druk op inheemse soorten en het creëren van verplaatsingscorridors (Trombulak & Frissell, 2000; Hulme, 2009). Bovendien bevorderen de wegen ook de jacht, hengelsport, passieve kwelling van dieren en landschapswijzigingen (Trombulak & Frissell, 2000). Transportroutes verhogen dan ook het immigratietempo van nieuwe soorten en de verspreiding van reeds bestaande (Vila & Pujadas, 2001). Hoewel de rol van wegen vooral bestudeerd werd bij planten (bv. Flory & Clay, 2009; Mortensen *et al.*, 2009; Joly *et al.*, 2011), onthullen sommige studies hun relevantie bij het verklaren van de invasie van aardwormen (bv. Cameron & Bayne, 2009), amfibieën (bv. Urban *et al.*, 2008) en insecten (bv. Roques *et al.*, 2009), onder andere. Meerdere INS modellen op de Alarm- en Zwarte Lijsten wezen op verspreidingen die duidelijk beïnvloed waren door de ligging van transportroutes, vooral invasieve planten zoals de waterhyacint (*E. crassipes*), Kudzu (*P. montana lobata*) en Kahili gember (*H. gardnerianum*). Volgens de SDM was de waarschijnlijkheid van invasie het hoogst binnen een bereik van 2 km van de wegen en liep verderaf sterk terug. Het belang van wegen was bijzonder opvallend in het geval van de Kudzu, waarvan de verspreiding grotendeels verklaard werd door de nabijheid van wegen alleen (57% permutatiebelang, Bijlage E).

De gemodelleerde soorten vertoonden een constante logische reactie op de Human Influence Index (HII), die aanduidt dat hoe hoger het niveau van menselijke invloed, des te groter de waarschijnlijkheid van invasie (Gallardo & Aldridge, 2013a). Dit komt doordat menselijke activiteiten die verantwoordelijk zijn voor de introductie van invasieve soorten zoals horticultuur, huisdierenhandel, jacht en hengelsport meer frequent zijn in dichtbevolkte gebieden, de druk van het grondgebruik het vermogen van natuurlijke milieutypen om biologische invasies af te weren kan verminderen, en transportroutes toegangspoorten leveren waarlangs de soorten zich kunnen verspreiden, allemaal in HII begrepen factoren. Onder de in deze studie gemodelleerde INS waren de insecten voornamelijk onderhevig aan HII, vooral de tabakswittevlieg (*B. tabaci*), Middellandse-zeevlieg (*C. capitata*), Argentijnse plaagmier (*L. humile*) en eikenprocessierups (*T. processionea*). De meeste van deze insecten doen het goed in verstoorde habitats; zij kunnen over korte afstanden vliegen en worden ook gedragen door de wind en dieren, maar hun voornaamste lange-afstandsverspreiding wordt door de mens geholpen, zoals verontreinigende stoffen van ingevoerde planten, aarde, bloemen of fruit. Gezien het belang van HII zouden toekomstige studies van het verspreidingspotentieel van invasieve insecten het gebruik van deze of andere gelijkaardige indicators van de intensiteit van de menselijke verstoring moeten overwegen om hun voorspellingen te verbeteren.

De nabijheid van havens werd geïdentificeerd als een belangrijke predictor voor aquatische inlandse soorten (bv. *A. dispar*, *C. batrachus*, *G. fasciatus*, *D. bugensis*, *M. heterophyllum*, *P. marmoratus*, *A. crassus*), maar ook voor sommige

planten (*S. terebinthifolius*, *T. ramosissima*, *H. gardnerianum*), dieren (*C. canadensis*, *C. picta*, *C. finlaysonii*) en insecten (*C. capitata*, *L. humile*, *A. glabripennis*). Het belang van havens als toegangspoorten voor invasieve soorten is bekend, met naar schatting ten minste 10.000 soorten die in schepen rond de wereld vervoerd worden (Bax *et al.*, 2003). Invasieve soorten worden als goederen vervoerd en opzettelijk vrijgelaten of ontsnappen uit hun gevangenschap, of kunnen onopzettelijk vervoerd worden als contaminanten of verstekelingen (Hulme, 2009; Keller *et al.*, 2009). De nabijheid van havens wijst ook op de nabijheid van een kustlijn. Kustlandschappen worden getransformeerd door de groeiende vraag naar infrastructuur als ondersteuning van residentiële, commerciële en toeristische activiteiten. Daardoor worden bij eb droogvallende en ondiepe mariene habitats grotendeels vervangen door een variëteit van artificiële substrata (bv. golfbrekers, zeedijken, pieren) die erg gevoelig zijn voor invasie (Airoidi & Bulleri, 2011).

In tegenstelling tot wat wij verwacht hadden waren bevolkingsdichtheid en grondgebruik eerder irrelevant in SDM modellen en werden weggelaten bij de selectie van variabelen. Dit is verbazend, gezien beide factoren in de literatuur heel vaak aangehaald worden als bepalend voor de verspreiding van vogels (bv. Blair, 1996), amfibieën (bv. Brum *et al.*, 2013), planten (bv. Vila & Pujadas, 2001; Pauchard & Alaback, 2004) en insecten (bv. Roques *et al.*, 2009). Doordat wij een stapsgewijze terugkerende eliminatie van variabelen toepasten lijkt het feit dat grondgebruik en bevolkingsdichtheid verworpen werden ten gunste van andere socio-economische indicators, erop te wijzen dat hun effecten reeds in aanmerking werden genomen bij factoren zoals HII, wegen- en havennabijheid.

4.3.2 Identificatie van de meest zorgwekkende huidige en toekomstige indringers van RINSE

Hoewel Alarmplanten de hoogste risico's aangaven bij horizonsscans, gaven SDM modellen aan dat hun invasierisico in RINSE wellicht beperkt is. Dit is het geval bij de melaleuca (*M. quinquenervia*), of het Japans bloedgras (*I. cylindrica*). De eenvoudigste verklaring van deze waarneming is de overheersend mediterrane/tropische oorsprong van gemodelleerde Alarmplanten, die de matige RINSE als ongeschikt zou aanduiden. Invasieve planten hebben echter een hoge fenotypische plasticiteit en kunnen uiteindelijk klimatologisch nieuwe milieutypen koloniseren (Schlichting & Levin, 1986), zoals aangetoond door de aanwezigheid van het pampa grass (*C. selloana*) of de aardbeiguave (*P. cattleianum*), beiden afkomstig uit subtropisch Zuid-Amerika. Zoals eerder reeds vermeld, worden planten gewoonlijk opzettelijk geïntroduceerd voor ornamentale doeleinden en krijgen daardoor misschien de kans zich aan te passen aan de lokale milieucondities van RINSE vooraleer zich in het wild te verspreiden. Daarom mag het risico van invasie van Alarmplanten niet onderschat worden louter op basis van SDM modellen.

Ten minste drie Alarmplanten gaven zowel een zeer hoog risico als een grote geschiktheid aan in heel het RINSE gebied, zoals aangeduid door deskundige evaluatie en SDM respectievelijk (Bijlage D). De drie soorten worden terzelfdertijd onder de meest invasieve planten ter wereld gerekend: de Elliptische braam (*R. ellipticus*,

Totaal Risico= 3), Roze peperbol (*S. terebinthifolius*, TR= 2,8) en Tamarisk (*T. ramosissima*, TR= 3,3). De drie soorten zijn generalisten wat hun habitatvoorkeur betreft en kunnen zowel in verstoorde (bv. wegbermen, stedelijke gebieden, kanalen, drooggelegd moerasland) als in natuurlijke (bv. natuurlijke wouden, grasland, riviermonden) habitats gevonden worden. Zij worden doorgaans geïntroduceerd als sierplanten en ontsnappen uiteindelijk uit tuinmilieutypen.

In vergelijking met planten, gaven terrestrische dieren veel hogere geschiktheidsscores aan in alle RINSE landen. De Barbarijse grondeekhoorn (*C. finlaysonii*) en de appelslak (*P. canaliculata*) in het bijzonder zouden geschikt kunnen zijn om het grootste deel van het RINSE gebied te koloniseren, vooral stedelijke en kustgebieden. Anderzijds werd het risico van invasie van de eekhoorn als relatief laag beschouwd volgens horizonsscans (Totaal Risico = 2,4, Bijlage D). De appelslak koloniseert meestal rijstvelden (Halwart, 1994), maar kan zich eventueel verspreiden naar natuurlijke watergebieden en riviermondingen en zich voeden met aquatische vegetatie indien zij de gelegenheid tot invasie krijgt (Carlsson *et al.*, 2004).

Drie van de modellen van terrestrische dieren op de Zwarte Lijst combineerden hoge geschiktheidsscores over het gehele RINSE gebied en werden terzelfdertijd beschouwd als sommige van de ergste tegenwoordige indringers van (Bijlage D): de grijze eekhoorn (*S. carolinensis*), Aziatische hoornaar (*V. velutina*) en eikenprocessierups (*T. procesionea*). De grijze eekhoorn, met 71% van de stemmen van experts die deelnamen in het onderzoek voor de Zwarte Lijst (Bijlage D), beschadigt bomen door de schors te eten en heeft geleid tot het lokale uitsterven van de rode eekhoorn (*S. vulgaris*) door wedijver en ziekte (Reynolds, 1985; Kenward & Parish, 1986). Gezien de ecologische en economische schade die door deze soort veroorzaakt wordt in Groot-Brittannië, is het van fundamenteel belang zijn verspreiding naar geschikte gebieden op het continent te verhinderen. Op de tweede plaats met 43% van de stemmen (in het onderzoek van de Zwarte Lijst, Bijlage D) vinden we de Aziatische hoornaar, een bijen etende predator wesp die zich sinds 2004 in Frankrijk verspreidt (Villemant *et al.*, 2006; Tan *et al.*, 2007). Niet alleen honingbijen maar ook mensen kunnen bedreigd worden door de Aziatische hoornaar, die een anafylactische shock kan veroorzaken bij het veelvuldig steken (de Haro *et al.*, 2010). De ecologische niche van de Aziatische hoornaar in Europa werd onlangs onderzocht door Vulleman *et al.* (2011), en wees een potentiële verspreiding aan in Frankrijk die erg lijkt op deze die wij hier kennen (Figuur 34). Klimatologische beperkingen wijzen op een relatief laag risico van invasie in Noord Frankrijk, België, Nederland en Groot-Brittannië, hoewel de verspreiding van de soort naar het noorden met zorg gecontroleerd moet worden. De eikenprocessierups is een belangrijke oorzaak van ontbladering van eiken in Europa (Laurent-Hervouet, 1986) die door 14% van de experts als één van de ergste INS in RINSE werd aangewezen. De larven (rupsen) voeden zich met het gebladerte van veel soorten eiken en zijn bedekt met prikkelende haren die huidirritatie en allergische reacties veroorzaken (Lamy *et al.*, 1986). De eikenprocessierups is zich noordwaarts aan het verspreiden, vermoedelijk als reactie op klimaatverandering (Benigni & Battisti, 1999; Battisti *et al.*, 2005). Zij is nu vast gevestigd in het noorden van Frankrijk en Nederland en werd ook in Londen gerapporteerd.

Volgens SDM (Bijlage E) verklaarden socio-economische factoren tot 23% van haar verspreiding. Feitelijk werd

recent verondersteld dat menselijke activiteit, met inbegrip van commerciële verplaatsingen van geïnfesteerde bomen van kwekerijen, verantwoordelijk is voor haar verspreiding in Frankrijk (Groenen & Meurisse, 2012).

Aquatische inlandse organismen van de Alarmlijst vormden de enige groep die hoge risicoscores combineerde met geschiktheidsscores in het hele RINSE gebied (Figuren 29 en 35), wat in verband kan staan met de voornamelijk Europese oorsprong van de voor het modelleren gekozen soorten. Onder de INS met hoge geschiktheidsscores in RINSE zouden wij de nadruk leggen op de naakthalsgrondel (*N. gymnotrachelus*), het ongelijkbladig vederkruid (*M. heterophyllum*) en de quagga-mossel (*D. r. bugensis*). Deze drie soorten werden opgenomen in de top 12 INS van de Alarm- en Zwarte Lijsten en werden ook vermeld in een lijst van de meest zorgwekkende potentiële indringers van Britse waterwegen (Gallardo & Aldridge, 2013a).

De geschiktheid van de mariene regio van RINSE voor mariene organismen was erg laag, wat te verklaren is door hun oorsprong, voornamelijk de Stille Oceaan en de Middellandse Zee. Daartegenover vertoonden mariene organismen van de Zwarte Lijst een hoge geschiktheid voor RINSE waters, met de hoogste risicoscores in het Kanaal. Het is mogelijk dat het type van soorten dit patroon heeft beïnvloed. De meeste mariene organismen van de Alarmlijst zijn schaaldieren, vissen of algen met een relatief grote lichaamsomvang waarvan de introductie meestal opzettelijk is geweest (voor zeeteelt) en gemakkelijk op te sporen. Daartegenover bevat de Zwarte Lijst van mariene INS meerdere kleinere organismen zoals dinoflagelaten, algen, slakken, wormen, eendemossels of zeeslakken. Deze soorten kunnen heel gemakkelijk onopzettelijk geïntroduceerd worden als biofouling van schepen of contaminanten van zeeteeltproducten. Het lijkt dan ook dat de meest plausibele mariene indringers van de ergste lijsten het RINSE gebied reeds bereikt hebben en hoewel op korte termijn geen nieuwkomers verwacht worden is een verdere secundaire verspreiding van reeds aanwezige soorten aannemelijk.

Opgemerkt moet worden dat wij geen onderzoek konden uitvoeren naar de potentiële verspreiding van één van de terrestrische soorten die naar ons oordeel bijzonder ernstige effecten zou kunnen hebben in RINSE: the emerald Ash borer (EAB, *A. plannipennis*). Deze soort veroorzaakt een enorme economische belasting in landen met een matig klimaat zoals de VS en Canada, wat erop lijkt te wijzen dat het klimaat geen hinderpaal zou vormen voor zijn eventuele kolonisatie van RINSE. Drie andere soorten met hoge risicoscores die spijtig genoeg niet gemodelleerd werden zijn de Amurgrondel (*P. glenii*), nomadische kwal (*R. nomadica*) en rode vuurmier (*S. invicta*). Na een onderzoek van de milieuvorkeuren van deze drie soorten (op www.issg.org) kwamen we tot het besluit dat zij aan een warmer klimaat aangepast zijn en daarom geen ernstige bedreiging lijken te vormen voor RINSE.

4.3.3 Afbakening van RINSE gebieden die het meest gevoelig zijn voor veelvoudige invasies

De individuele voorspelde aanwezigheids- en afwezigheidskaarten werden gecombineerd in twee warmtekaarten die het totaal aantal Alarm- en Zwarte INS aangeeft waarvan de respectievelijke aanwezigheid voorspeld wordt (Figuren

32 en 37). Warmtekaarten brengen informatie bijeen betreffende het risico geassocieerd met een diverse set van aquatische en terrestrische organismen met een brede waaier van oorsprongen, toegangspoorten voor invasie en habitatsvoorkeuren. Volgens de warmtekaarten lopen het zuidoosten van Engeland en de kustgebieden van België en Nederland het grootste risico van veelvuldige invasies, waarbij het risico geleidelijk afneemt naar buiten toe, d.w.z. noord- en westwaarts in Groot-Brittannië en zuid- en oostwaarts op het continent. Zoals hierboven reeds meermalen uiteengezet verhoogt het potentieel voor invasie bij aanwezigheid van meerdere commerciële havens van internationaal belang (d.w.z. hoge propagulendruk), samen met een goed ontwikkeld netwerk van wegen, spoorwegen en bevaarbare kanalen, een hoge bevolkingsdichtheid en intens gebruik van land voor industrie, urbanisatie of recreatie. We mogen dan ook het noordoostelijk deel van RINSE (en vooral stedelijke gebieden dichtbij belangrijke havens zoals Londen, Oostende, Zeebrugge, Rotterdam en Antwerpen) als een kritiek gebied voor invasie aanmerken.

De ruimtelijke invasiepatronen weergegeven op de warmtekaarten van de Alarm- en Zwarte Lijsten stemden met elkaar overeen, waarbij de laatste vanzelfsprekend veel hogere geschiktheidsscores aangaf voor soorten die zich reeds in het gebied bevinden. Deze gelijkheid van de Alarm- en Zwarte warmtekaarten was eerder verrassend, gezien zij op een heel verschillend stel van indringers gebaseerd zijn. Alles samen beschouwd geven de warmtekaarten aan dat er ruimte is voor expansie de huidige indringers, terwijl terzelfdertijd de aankomst van nieuwe indringers een enorme uitdaging stelt voor wat betreft preventie en beheer. Dit komt doordat soorten hun habitat kunnen wijzigen en zo latere invasies vergemakkelijken (sensu 'invasional meltdown', Simberloff & Von Holle, 1999). Een dergelijke invasiecrisis leidt tot een versnelde accumulatie van invasieve soorten, waarvan de gecombineerde effecten nog groter zijn dan hun individuele effecten (Simberloff & Von Holle, 1999). De aankomst van nieuwe indringers in interactie kan ook de doeltreffendheid aantasten van plannen om de secundaire verspreiding van huidige invasieve soorten in toom te houden.

In het mariene milieu was de geschiktheid voor Zwarte INS het hoogst rond de havens van het Kanaal en in het zuidelijk deel van de Noordzee. Aan de andere kant werd gesteld dat de RINSE waters ongeschikt zijn voor een reeks mariene soorten van de Alarmlijst. Deze opvallende waarneming komt overeen met een recente studie betreffende het risico van mariene invasies veroorzaakt door de globale scheepvaart (Seebens *et al.*, 2013). Niettegenstaande hun belangrijk maritiem verkeersvolume, werd geen enkele Europese haven opgenomen in de ranglijst van de 20 havens met het hoogste invasierisico, hetgeen door auteurs toegeschreven werd aan het gebrek aan overeenkomst in de milieucondities tussen de leverende en de ontvangende havens. Dit ondersteunt onze voorspelling dat het risico van nieuwe mariene invasies in RINSE waters relatief laag is, althans voor wat betreft sommige van de in Bijlage D als 's werelds ergste indringers opgegeven.

4.3.4 Modeloverwegingen

Sommige factoren kunnen de prestatie van SDM beïnvloeden, waaronder de kwaliteit en kwantiteit van de punten van voorkomen van de soorten (Marmion *et al.*, 2009; Rodriguez-Castaneda *et al.*, 2012), het aantal en het ecologisch gewicht van als predictors gebruikte variabelen (Costa *et al.*, 2008), het gekozen algoritme (Elith *et al.*, 2006), regularisatie (Phillips & Dudik, 2008) en pseudo-afwezigheidsselectie (Barbet-Massin *et al.*, 2012). In deze studie hebben wij een wijde reeks soorten gemodelleerd met erg uiteenlopende geografische verspreiding en datakwaliteit. Bijvoorbeeld, soorten met een groot aantal over meerdere continenten gespreide punten van voorkomen, sommige ver van de kern van de verspreiding van de soort, zullen wellicht lagere geschiktheidsscores aangeven omdat hun milieugebied niet duidelijk is afgelijnd (Marmion *et al.* 2009).

Daartegenover hebben soorten waarvoor de databeschikbaarheid beperkt is tot een zeer gelokaliseerde regio een duidelijk afgelijnde niche en zullen in gelijkaardige milieutypen wellicht hoge geschiktheidsscores aangeven. Het is dan ook belangrijk in aanmerking te nemen dat SDM voorspellingen een voorstelling zijn van de waarschijnlijkheid van invasie gebaseerd op onze (wellicht onvolledige) informatie betreffende de voorkeuren van de soorten en dat er bijgevolg een aanzienlijke onzekerheid bestaat wat deze soorten betreft.

Hoewel algemeen aanvaard wordt dat de kwaliteit van data de voorspellingen in hoge mate kan veranderen bestaan er geen duidelijke richtlijnen over de beste praktijken en gebruiken de meeste auteurs gewoon defaultwaarden. In deze studie hebben wij meerdere modelleringsalternatieven uitgetest om de waarde van de voorspellingen te optimaliseren. Door het afstellen van de regularisatie konden wij een min of meer passend model kalibreren rond de milieu-omsluiting die de juiste voorspelling voor de soorten optimaliseerde. Splitsing van punten van voorkomen in 70% kalibratie en 30% testsets droeg bij tot het compenseren van data-afwijkingen. Door terugkerende selectie van variabelen konden wij onbelangrijke predictors elimineren die misleidend kunnen zijn wat betreft de potentiële verspreiding van soorten. Hoewel de SDM gevoelig waren voor verschillende modelsettings en we niet kunnen garanderen dat onze modellen vrij zijn van vertekening gaven ruimtelijke projecties van geselecteerde modellen een correcte voorspelling van het huidige verspreidingsgebied van soorten en waren dan ook ecologisch aannemelijk volgens onze kennis van de soorten, en waren bijgevolg een voorstelling van hun potentiële verspreiding.

In deze studie hebben wij berekend dat socio-economische factoren gemiddeld voor 23% bijdragen tot de verspreiding van inlandse soorten. Niettemin kunnen deze percentages beïnvloed worden door het ongelijke aantal van milieu- (negen variabelen) en socio-economische (vijf) factoren die in aanmerking genomen werden. Het is ook te verwachten dat er een hoog niveau van inter-correlatie tussen factoren bestaat (bv. tussen klimaatvariabelen, bevolkingsdichtheid en menselijke invloed) die in een onbekende mate kunnen inwerken op de modelvoorspellingen. Om deze beperking te overkomen pasten wij een terugkerende eliminatie van variabelen toe (d.w.z. stapsgewijze herevaluatie van modelstatistieken met eliminatie van variabelen die de geschiktheid van het model niet beduidend verhogen). Door deze procedure elimineerden wij zowel de variabelen die niet relevant zijn voor het verklaren van de huidige verspreiding van soorten als variabelen waarvan het effect overtollig was. Het onevenwicht tussen milieu- en socio-economische variabelen was het meest opvallend in het mariene milieu, waar wij slecht één enkele

socio-economische factor konden opnemen (menselijke effecten op mariene ecosystemen). Hoewel deze factor een opsomming gaf van het effect van veelvoudige menselijke activiteiten die een rechtstreekse of onrechtstreekse impact hebben op mariene ecosystemen (bv. scheepvaart, visserij, vervuiling), was zijn belang voor permutatie eerder bescheiden, wat erop lijkt te wijzen dat de overeenkomst tussen de fysisch-chemische kenmerken van de afleverende en ontvangende waters de belangrijkste bepalende factoren van mariene invasies zijn.

Eén van de gevolgen van de opname van socio-economische factoren in SDM was het verschijnen van artificiële ruimtelijke patronen in de prestatie modellen, in tegenstelling tot de geleidelijke gradiënten die kenmerkend zijn voor op klimaat gebaseerde voorspellingen. Dit is het gevolg van het uiterst artificiële aspect van socio-economische kaarten, zoals bevolkingsdichtheid of transportroutes (Figuur 6), gekenmerkt door dichte kernen en banden in stedelijke regio's, omgeven door eerder dunbevolkte verlengingen. Dit artificieel aanzicht wordt overgedragen naar de uiteindelijke SDM prestatie, met hoge geschiktheidsscores gewikkeld rond dicht bevolkte gebieden en transportroutes.

Hoewel deze studie waardevolle informatie levert betreffende het gecombineerd effect van milieucondities en socio-economische ontwikkeling op invasieve soorten, kan de opname van andere predictors die meer rechtstreeks verband houden met propagulendruk en uitspreiding van soorten, de voorspelbaarheid van modellen verder verbeteren. Spijtig genoeg werd nog geen wereldwijde dataset opgesteld betreffende de chemische samenstelling van water, de intensiteit van hengelsport, jacht of bootjevaren, hoewel deze informatie eerder met succes gebruikt werd als informatie voor de controle en het beheer van invasieve soorten op lokale schaal (bv. Copp *et al.*, 2007; Elith *et al.*, 2010). Bovendien is het mogelijk dat bepaalde op milieuvlak geschikte gebieden nooit ingenomen zullen worden door historische, spreidings- of biotische beperkingen (Jiménez-Valverde *et al.*, 2011), vooral in het geval van de aquatische soorten, om evidente redenen. Voor het voorkomen van invasies van soorten is het niettemin verkieslijk hun potentiële verspreiding te overschatten dan te onderschatten (Jiménez-Valverde *et al.*, 2011).

Niettemin deze verscheidene voorbehouden voorspelden de modellen met precisie het inheemse gebied van alle soorten en verschaften zij een ecologisch zinvolle voorspelling, wat, samen met de hoge precisiesscores, aangeeft dat deze modellen een middel voor een zinvolle risico-evaluatie uitmaken.

5. BESLUITEN

Samen met het Register van soorten suggereert de horizonscan dat de RINSE regio een kritiek gebied voor invasieve soorten is. Ten minste 30% van alle niet-inheemse soorten die in Europa geregistreerd werden door DAISIE (www.europe-aliens.org) zijn aanwezig in de Twee Zeeënregio, hoewel deze slechts 9,7% van haar gebied beslaat. Bovendien werden 77% van de ergste in deze studie geïdentificeerde INS reeds eerder waargenomen in RINSE. Bij wijze van referentie wijzen we erop dat het aantal geregistreerde niet-inheemse soorten in RINSE driemaal hoger is dan in Mexico (ca. 1.000 soorten volgens www.conabio.gov.mx), zevenmaal hoger dan het aantal INS in Argentinië

(652 soorten, www.inbiar.org.ar) en tweemaal zo hoog als Australië (2.241 soorten, Pimentel *et al.*, 2001). In feite wordt het aantal geregistreerde niet-inheemse soorten in RINSE alleen overtroffen door de Verenigde Staten (9.808 soorten, Pimentel *et al.*, 2000; Pimentel *et al.*, 2001) en Zuid-Afrika (8.818 soorten, Pimentel *et al.*, 2001). Deze cijfers komen echter uit een wijde reeks bronnen en hangen in grote mate af van het al dan niet opnemen van ingeburgerde of invasieve soorten, alle of geselecteerde taxonomische groepen, hun gebruik van feitelijke aantekeningen of schattingen etc. en moeten dan ook met enig voorbehoud bekeken worden. Hoe dan ook, op basis van de in onderhavige studie verzamelde data is het evident dat de RINSE regio een opmerkelijk hoog aantal invasieve soorten herbergt en wereldwijd geïdentificeerd moet worden als een kritiek gebied voor INS. Binnen RINSE vertoonden het zuidoosten van Engeland, België en Nederland (vooral stedelijke gebieden in de nabijheid van belangrijke havens zoals Londen, Oostende, Zeebrugge, Rotterdam en Antwerpen) een zeer hoge geschiktheid voor een uiteenlopende reeks van potentiële indringers, waaronder planten, terrestrische en aquatische dieren. De intensiteit van handel en verkeer in de RINSE regio, met meerdere internationaal relevante havens, bevaarbare rivieren zoals de Thames en de Rijn, hoge bevolkingsdichtheid en intensief gebruikte landschappen, verklaren de historisch hoge propagulendruk van de regio (Hulme, 2009; Seebens *et al.*, 2013). Met andere woorden, een groot aantal invasieve soorten heeft wellicht de gelegenheid gehad in de RINSE landen geïntroduceerd te worden. Hoewel velen er misschien niet de optimale milieucondities aantreffen, is het matige klimaat van RINSE wellicht geschikt voor een brede waaier van soorten afkomstig uit matige regio's in Noord-Amerika, het zuidoosten van Azië, Zuid-Amerika en Australië.

De milieudegradatie van natuurlijke ecosystemen kan ook bijgedragen hebben tot het succes van invasieve soorten in RINSE, doordat verzwakte inheemse gemeenschappen minder in staat zijn de vestiging van nieuwkomers te verhinderen en heel wat invasieve soorten zich in verstoorde milieutypen in hun element voelen (MacDougall & Turkington, 2005). Ten slotte kunnen het dichte transportnetwerk van Noord-Europese regio's, het gebruik van natuurlijke habitats voor recreatieve activiteiten en de dichte bevolking de secundaire verspreiding van soorten binnen de RINSE regio bevorderd hebben (Hulme, 2009; Leuven *et al.*, 2009; Johnson *et al.*, 2012). Alles samen beschouwd wijzen de milieu- en socio-economische eigenschappen van RINSE op een hoge historische propagulendruk, grote kwetsbaarheid van gedegradeerde ecosystemen en de kans op een secundaire verspreiding, die wellicht het in deze studie vastgestelde huidig scenario van een hoge aanwezigheid van INS verklaren.

De combinatie van horizonsscans en verspreidingsvormgeving vormt een krachtig instrument voor het ontwerpen van dringende plannen om de introductie en vestiging van niet-inheemse soorten te voorkomen en aldus de enorme kosten die gewoonlijk met uitroeiing gepaard gaan te verlagen. In deze studie hebben we de ergste huidige en toekomstige INS in het RINSE gebied geïdentificeerd, met hun oorsprong, mogelijke introductiewegen en effecten. Het hoge percentage van de ergste INS dat reeds aanwezig is in RINSE, benadrukt de urgentie van invoering van doeltreffende strategieën om verder vestiging van INS te voorkomen.

6. REFERENTIES

- Agence de l'eau Artois Picardie (2005) Les espèces végétales invasives des milieux aquatiques et humides du Bassin Artois Picardie. p. 37. Conservatoire Botanique National de Bailleul
- Agence de l'eau Rhin Meuse (2005) Plantes invasives des milieux aquatiques et des zones humides du Nord-est de la Frankrijk. Une menace pour notre environnement. p. 20
- Airoldi, L. & Bulleri, F. (2011) Anthropogenic disturbance can determine the magnitude of opportunistic species responses on marine urban infrastructures. *Plos One*, **6**, e22985.
- Banks, A., Wright, L., Maclean, I.M., Hann, C. & Rehfisch, M.M. (2009) *Review of the status of introduced non-native waterbird species in the area of the African-Eurasian Waterbird Agreement: 2007 update*. British Trust for Ornithology.
- Barbet-Massin, M., Jiguet, F., Albert, C.H. & Thuiller, W. (2012) Selecting pseudo-absences for Species Distribution Models: how, where and how many? *Methods in Ecology and Evolution*, **3**, 327-338.
- Battisti, A., Stastny, M., Netherer, S., Robinet, C., Schopf, A., Roques, A. & Larsson, S. (2005) Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecological Applications*, **15**, 2084-2096.
- Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E. & Geeves, W. (2003) Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, **27**, 313-323.
- Baxter, A.T. & Robinson, A.P. (2007) Monitoring and influencing feral Canada goose (*Branta canadensis*) behaviour to reduce birdstrike risks to aircraft. *International Journal of Pest Management*, **53**, 341-346.
- Beaumont, L.J., Gallagher, R.V., Thuiller, W., Downey, P.O., Leishman, M.R. & Hughes, L. (2009) Different climatic envelopes among invasive populations may lead to underestimations of current and future biological invasions. *Diversity and Distributions*, **15**, 409-420.
- Benigni, M. & Battisti, A. (1999) Climate change and the pine processionary caterpillar: adaptation of a defoliator to changing environmental conditions. *Italia Forestale e Montana*, **54**, 76-86.
- Beran, L. & Horsák, M. (2007) Distribution of the alien freshwater snail *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863)(Gastropoda: Planorbidae) in the Czech Republic. *Aquatic Invasions*, **2**, 45-54.
- Blair, R.B. (1996) Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, **6**, 506-519.
- Bonesi, L. & Palazon, S. (2007) The American mink in Europe: status, impacts, and control. *Biological Conservation*, **134**, 470-483.
- Bouquerel, J. (2008) Les canaux: des milieux privilégiés pour les macroinvertébrés invasifs. In: *Etude de la région Nord/Pas-de-Calais*, p. 82
- Broennimann, O. & Guisan, A. (2008) Predicting current and future biological invasions: both native and invaded ranges matter. *Biology Letters*, **4**, 585-589.
- Brooks, M.L., D'ANTONIO, C.M., Richardson, D.M., Grace, J.B., Keeley, J.E., Ditomaso, J.M., Hobbs, R.J., Pellant, M. & Pyke, D. (2004) Effects of invasive alien plants on fire regimes. *Bioscience*, **54**, 677-688.
- Brum, F.T., Gonçalves, L.O., Cappelatti, L., Carlucci, M.B., Debastiani, V.J., Salengue, E.V., dos Santos Seger, G.D., Both, C., Bernardo-Silva, J.S. & Loyola, R.D. (2013) Land use explains the distribution of threatened new world amphibians better than climate. *Plos One*, **8**, e60742.
- Butler, D.R. (1989) The failure of beaver dams and resulting outburst flooding: a geomorphic hazard of the southeastern Piedmont. *Geographical Bulletin*, **31**, 29-38.
- Cameron, E.K. & Bayne, E.M. (2009) Road age and its importance in earthworm invasion of northern boreal forests. *Journal of Applied Ecology*, **46**, 28-36.
- Carlsson, N.O., Brönmark, C. & Hansson, L.A. (2004) Invading herbivory: the golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. *Ecology*, **85**, 1575-1580.

- Connelly, N.A., O'Neill Jr, C.R., Knuth, B.A. & Brown, T.L. (2007) Economic impacts of zebra mussels on drinking water treatment and electric power generation facilities. *Environmental Management*, **40**, 105-112.
- Conseil General du Finistere (2008) Plantes invasives un danger pour la biodiversité du Finistère. 16.
- Copp, G.H., Templeton, M. & Gozlan, R.E. (2007) Propagule pressure and the invasion risks of non-native freshwater fishes: a case study in England. *Journal of Fish Biology*, **71**, 148-159.
- Costa, C. (2005) Atlas des espèces invasives présentes sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue, p. 217. Parc Naturel Régional de Camargue
- Costa, G.C., Wolfe, C., Shepard, D.B., Caldwell, J.P. & Vitt, L.J. (2008) Detecting the influence of climatic variables on species distributions: a test using GIS niche-based models along a steep longitudinal environmental gradient. *Journal of Biogeography*, **35**, 637-646.
- Charles, H. & Dukes, J.S. (2007) Impacts of invasive species on ecosystem services. *Biological Invasions*, pp. 217-237. Springer.
- DAISIE (2009) *Handbook of alien species in Europe*. Springer, Knoxville, TN (USA).
- Davidson, A.M., Jennions, M. & Nicotra, A.B. (2011) Do invasive species show higher phenotypic plasticity than native species and, if so, is it adaptive? A meta-analysis. *Ecology Letters*, **14**, 419-431.
- Dawson, F. (1996) *Crassula helmsii*: attempts at elimination using herbicides. *Management and Ecology of Freshwater Plants*, pp. 241-245. Springer.
- de Haro, L., Labadie, M., Chanseau, P., Cabot, C., Blanc-Brisset, I. & Penouil, F. (2010) Medical consequences of the Asian black hornet (*Vespa velutina*) invasion in Southwestern Frankrijk. *Toxicon*, **55**, 650-652.
- De Prins, W. (1998) Catalogue of the Lepidoptera of België. *Studiedocumenten Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, **92**, 1-236.
- Delbart, E. & N. Pieret, M.G. (2007) Guide de reconnaissance des principales plantes invasives le long des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne. In: Direction des Cours d'Eau
- Dewarumez, J.-M., Gévaert, F., Massé, C., Foveau, A., Desroy, N. & Grulois, D. (2011) Les espèces marines animales et végétales introduites dans le bassin Artois-Picardie.
- Ehrenfeld, J.G. (2003) Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, **6**, 503-523.
- Elith, J. & Leathwick, J.R. (2009) Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, pp. 677-697.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E. & Yates, C.J. (2010) A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, **17**, 43-57.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M.S. & Zimmermann, N.E. (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, **29**, 129-151.
- FAO (2012) Introduction of species. Database on Introductions of Aquatic Species. In: *Fisheries and Aquaculture topics*. Food and Agriculture Organisation (Fisheries and Aquaculture Department), Rome.
- Flory, S.L. & Clay, K. (2009) Effects of roads and forest successional age on experimental plant invasions. *Biological Conservation*, **142**, 2531-2537.
- Froese, R. & Pauly, D. (2008) FishBase.
- Gallardo, B. & Aldridge, D.C. (2012) Priority setting for invasive species management: integrated risk assessment of multiple Ponto Caspian invasive species into Groot-Brittannië. *Ecological Applications*, **23**, 352-364.

- Gallardo, B. & Aldridge, D.C. (2013a) The 'dirty dozen': socio-economic factors amplify the invasion potential of 12 high risk aquatic invasive species in Great-Britain and Ireland. *Journal of Applied Ecology*, doi: **10.1111/1365-2664.12079**
- Gallardo, B. & Aldridge, D.C. (2013b) Evaluating the combined threat of climate change and biological invasions on endangered species. *Biological Conservation*, **160**, 225-233.
- Gallardo, B., Errea, M. & Aldridge, D.C. (2012) Application of bioclimatic models coupled with network analysis for risk assessment of the killer shrimp, *Dikerogammarus villosus*, in Great Britain. *Biological Invasions*, **14**, 1265–1278.
- Gaygusuz, O., Gaygusuz, C.G., Tarkan, A.S., Acipinar, H. & Türer, Z. (2007) Preference of zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in the diet and effect on growth of gobiids: a comparative study between two different ecosystems. *Ekoloji* **17**, 1-6.
- Gillooly, J.F., Brown, J.H., West, G.B., Savage, V.M. & Charnov, E.L. (2001) Effects of size and temperature on metabolic rate. *Science*, **293**, 2248-2251.
- Gollasch, S., Haydar, D., Minchin, D., Wolff, W.J. & Reise, K. (2009) Introduced aquatic species of the North Sea coasts and adjacent brackish waters. *Biological Invasions in Mariene Ecosystems*, pp. 507-528. Springer.
- Gordon, D.R., Gantz, C.A., Jerde, C.L., Chadderton, W.L., Keller, R.P. & Champion, P.D. (2012) Weed risk assessment for aquatic plants: modification of a New Zealand system for the United States. *Plos One*, **7**, e40031.
- Groenen, F. & Meurisse, N. (2012) Historical distribution of the oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* in Europe suggests recolonization instead of expansion. *Agricultural and Forest Entomology*, **14**, 147-155.
- Guisan, A. & Thuiller, W. (2005) Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, **8**, 993-1009.
- Hakenkamp, C.C., Ribblett, S.G., Palmer, M.A., Swan, C.M., Reid, J.W. & Goodison, M.R. (2001) The impact of an introduced bivalve (*Corbicula fluminea*) on the benthos of a sandy stream. *Zoet water Biology*, **46**, 491-501.
- Halwart, M. (1994) The golden *Pomacea canaliculata* in Asian rice farming systems: present impact and future threat. *International Journal of Pest Management*, **40**, 199-206.
- Hanley, J.A. & McNeil, B.J. (1982) The meaning and use of the Area Under a Receiver Operating Characteristic (ROC) curve. *Radiology*, **1**, 29-36.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965-1978.
- Hopkin, S.P. (2007) *A key to the Collembola (springtails) of Britain and Ireland*. FSC Publications.
- Hudin, S. & Vahrameev, P. (2010) Guide d'identification des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne, p. 45. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels
- Hulme, P.E. (2009) Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, **46**, 10-18.
- Hulme, P.E. & Bremner, E.T. (2006) Assessing the impact of Impatiens glandulifera on riparian habitats: partitioning diversity components following species removal. *Journal of Applied Ecology*, **43**, 43-50.
- Jeschke, J.M. & Strayer, D.L. (2005) Invasion success of vertebrates in Europe and North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **102**, 7198-7202.
- Jiménez-Valverde, A., Peterson, A., Soberón, J., Overton, J., Aragón, P. & Lobo, J. (2011) Use of niche models in invasive species risk assessments. *Biological Invasions*, **13**, 2785-2797.
- Johnson, L., Brawley, S. & Adey, W. (2012) Secondary spread of invasive species: historic patterns and underlying mechanisms of the continuing invasion of the European rockweed *Fucus serratus* in eastern North America. *Biological Invasions*, **14**, 79-97.

- Joly, M., Bertrand, P., Groot-Brittanniëangou, R.Y., White, M.-C., Dube, J. & Lavoie, C. (2011) Paving the way for invasive species: road type and the spread of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Environmental Management*, **48**, 514-522.
- Kay, S.H. & Hoyle, S.T. (2001) Mail order, the Internet, and invasive aquatic weeds. *Journal of Aquatic Plant Management*, **39**, 88-91.
- Keller, R.P., Lodge, D.M. & Finnoff, D.C. (2007) Risk assessment for invasive species produces net bioeconomic benefits. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104**, 203-207.
- Keller, R.P., Ermgassen, P. & Aldridge, D.C. (2009) Vectors and timing of freshwater invasions in Great Britain. *Conservation Biology*, **23**, 1526-1534.
- Kenis, M., Roy, H.E., Zindel, R. & Majerus, M.E. (2008) Current and potential management strategies against *Harmonia axyridis*. *From Biological Control to Invasion: the Ladybird Harmonia axyridis as a Model Species*, pp. 235-252. Springer.
- Kenward, R. & Parish, T. (1986) Bark-stripping by Grey squirrels (*Sciurus carolinensis*). *Journal of Zoology*, **210**, 473-481.
- Kideys, A.E., Roohi, A., Eker-Develi, E. & Beare, D. (2008) Increased chlorophyll levels in the southern Caspian Sea following an invasion of jellyfish. *International Journal of Ecology*, **2008**
- Kovacs, K.F., Haight, R.G., McCullough, D.G., Mercader, R.J., Siegert, N.W. & Liebhold, A.M. (2010) Cost of potential emerald ash borer damage in US communities, 2009–2019. *Ecological Economics*, **69**, 569-578.
- Kumschick, S. & Nentwig, W. (2010) Some alien birds have as severe an impact as the most effectual alien mammals in Europe. *Biological Conservation*, **143**, 2757-2762.
- Lacroix, P., Le Bail, J., Geslin, J. & Hunault, G. (2008) Liste des plantes vasculaires invasives, potentiellement invasives et à surveiller en région Pays de la Loire. *Conservatoire National Botanique de Brest, Antenne régionale des Pays-de-Loire*, **55**
- Lamy, M., Pastureaud, M.-H., Novak, F., Ducombs, G., Vincèdeau, P., Maleville, J. & Texier, L. (1986) Thaumetopoein: An urticating protein from the hairs and integument of the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*, Lepidoptera, Thaumetopoeidae). *Toxicon*, **24**, 347-356.
- Laurent-Hervouet, N. (1986) Measurement of radial growth losses in some *Pinus* species caused by two forest defoliators. Part 1: The pine processionary caterpillar in the Mediterranean region. *Annales des Sciences Forestières* (ed by, pp. 239-262.
- Leen, V., Vanhoorne, B., Decock, W., Trias-Verbeek, A., Dekeyzer, S., Colpaert, S. & Hernandez, F. (2013) World Register of Marine Species.
- Leuven, R., van der Velde, G., Baijens, I., Snijders, J., van der Zwart, C., Lenders, H.J.R. & de Vaate, A.B. (2009) The River Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological Invasions*, **11**, 1989-2008.
- Lever, C. (1985) *Naturalized mammals of the world*. Longman.
- Liu, C.R., Berry, P.M., Dawson, T.P. & Pearson, R.G. (2005) Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, **28**, 385-393.
- Long, J. (2003) *Introduced mammals of the world: their history, distribution and influence*. CSIRO Publishing.
- Lützen, J., Faasse, M., Gittenberger, A., Glenner, H. & Hoffmann, E. (2012) The Japanese oyster drill *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851)(Mollusca, Gastropoda, Muricidae), introduced to the Limfjord, Denmark. *Aquatic Invasions*, **7**, 181-191.
- MacDougall, A.S. & Turkington, R. (2005) Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems? *Ecology*, **86**, 42-55.
- MacIsaac, H.J., Herborg, L.M. & Murhead, J.R. (2007) Modeling biological invasions of inland waters. *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution and threats* (ed. by F. Gherardi), p. 733. Springer, Knoxville, Tennessee.

- Mack, R. & Lonsdale, W. (2002) Eradicating invasive plants: hard-won lessons for islands. *Turning the tide: the eradication of invasive species*, 164-172.
- Manchester, S.J. & Bullock, J.M. (2000) The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of Applied Ecology*, **37**, 845-864.
- Marmion, M., Luoto, M., Heikkinen, R.K. & Thuiller, W. (2009) The performance of state-of-the-art modelling techniques depends on geographical distribution of species. *Ecological Modelling*, **220**, 3512-3520.
- McKenney, D.W., Pedlar, J.H., Yemshanov, D., Barry Lyons, D., Campbell, K.L. & Lawrence, K. (2012) Estimates of the potential cost of emerald ash borer (*Agrilus planipennis*, Fairmaire) in Canadian municipalities. *Arboriculture and Urban Forestry*, **38**, 81.
- Mokany, K. & Ferrier, S. (2010) Predicting impacts of climate change on biodiversity: a role for semi-mechanistic community-level modelling. *Diversity and Distributions*, **17**, 374-380.
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C. & Spalding, M.D. (2008) Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **6**, 485-492.
- Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G. & Worm, B. (2011) How many species are there on Earth and in the ocean? *Plos Biology*, **9**, e1001127.
- Moragues, E. & Traveset, A. (2005) Effect of *Carpobrotus* spp. on the pollination success of native plant species of the Balearic Islands. *Biological Conservation*, **122**, 611-619.
- Mortensen, D.A., Rauschert, E.S.J., Nord, A.N. & Jones, B.P. (2009) Forest roads facilitate the spread of invasive plants. *Invasive Plant Science and Management*, **2**, 191-199.
- Nentwig, W., Kuhnel, E. & Bacher, S. (2010) A generic impact-scoring system applied to alien mammals in Europe. *Conservation Biology*, **24**, 302-311.
- Nummi, P. & Hahtola, A. (2008) The beaver as an ecosystem engineer facilitates teal breeding. *Ecography*, **31**, 519-524.
- Observatoire de la Biodiversité et du Patrimoine Naturel en Bretagne (2010) Les espèces marines invasives en Bretagne. 44 pp.
- Oreska, M. & Aldridge, D. (2011) Estimating the financial costs of zoet water invasive species in Great Britain: a standardized approach to invasive species costing. *Biological Invasions*, **13**, 305-319.
- Panov, V.E., Alexandrov, B., Arbačiauskas, K., Binimelis, R., Copp, G.H., Grabowski, M., Lucy, F., Leuven, R.S.E.W., Nehring, S., Paunović, M., Semenchenko, V. & Son, M.O. (2009) Assessing the risks of aquatic species invasions via european inland waterways: from concepts to environmental indicators. *Integrated Environmental Assessment and Management*, **5**, 110-126.
- Paradis, G., Hugo, L. & Spinosi, P. (2008) Les plantes envahissantes: une menace pour la biodiversité. *Stantari*, **13**, 18-26.
- Parrot, D., Roy, S., Baker, R., Cannon, R., Eyre, D., Hill, M., Wagner, M., Roy, H., Preston, C., Beckmann, B., Copp, G.H., Edmonds, N., Ellis, J., Laing, I., Britton, J.R. & Gozlan, R.E. (2009) Horizon scanning for new invasive non-native animal species in England, p. 121pp. Natural England Commissioned Report NECR009
- Pauchard, A. & Alaback, P.B. (2004) Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of South-Central Chile. *Conservation Biology*, **18**, 238-248.
- Pautasso, M., Aas, G., Queloz, V. & Holdenrieder, O. (2013) European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback—A conservation biology challenge. *Biological Conservation*, **158**, 37-49.
- Pertola, S., Kuosa, H. & Olsonen, R. (2005) Is the invasion of *Prorocentrum minimum* (Dinophyceae) related to the nitrogen enrichment of the Baltic Sea? *Harmful Algae*, **4**, 481-492.
- Phillips, S.J. & Dudik, M. (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, **31**, 161-175.

- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**, 231-259.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. & Morrison, D. (2000) Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, **50**, 53-65.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J. & Aquino, T. (2001) Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **84**, 1-20.
- Pinder, A.C., Gozlan, R.E. & Britton, J. (2005) Dispersal of the invasive topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva* in the UK: a vector for an emergent infectious disease. *Fisheries Management and Ecology*, **12**, 411-414.
- Plantlife (2010) Here today, here tomorrow? Horizon scanning for invasive non-native plants. 19 pp.
- Preisler, R.K., Wasson, K., Wolff, W.J. & Tyrrell, M.C. (2009) Invasions of estuaries vs the adjacent open coast: a global perspective. *Biological invasions in marine ecosystems*, pp. 587-617. Springer.
- Rabitsch, W. (2008) Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa*, **1827**, 1-44.
- Rehfishch, M., Allan, J. & Austin, G. (2010) The effect on the environment of Great Britain's naturalized greater Canada *Branta canadensis* and Egyptian geese *Alopochen aegyptiacus*. *BOU Proceedings—The Impacts of Non-native Species*.
- Reseau regional des Gestionnaires des Milieux Aquatiques (2009) Plantes Envahissantes. Guide d'identification des principales espèces aquatiques et de berges en Provence et Languedoc. In, p. 112 pp
- Reynolds, J. (1985) Details of the geographic replacement of the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) by the Grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in eastern England. *The Journal of Animal Ecology*, 149-162.
- Ricciardi, A., Neves, R.J. & Rasmussen, J.B. (1998) Impending extinctions of North American freshwater mussels (Unionoida) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Journal of Animal Ecology*, **67**, 613-619.
- Rodriguez-Castaneda, G., Hof, A.R., Jansson, R. & Harding, L.E. (2012) Predicting the fate of biodiversity using species' distribution models: enhancing model comparability and repeatability. *Plos One*, **7**
- Roques, A., Rabitsch, W., Rasplus, J.-Y., Lopez-Vaamonde, C., Nentwig, W. & Kenis, M. (2009) Alien terrestrial invertebrates of Europe. *Handbook of alien species in Europe*, pp. 63-79. Springer.
- Roy, H.E., Bacon, J., Beckmann, B., Harrower, C.A., Hill, M.O., Isaac, N.J.B., Preston, C.D., Rathod, B., Rorke, S.L., Marchant, J.H., Musgrove, A., Noble, D., Sewell, J., Seeley, B., Sweet, N., Adams, L., Bishop, J., Jukes, A.R., Walker, K.J. & Pearman, D. (2012) Non-native species in Great Britain: establishment, detection and reporting to inform effective decision making. In, p. 110. Centre for Ecology & Hydrology and others
- Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A. & Tarvainen, T. (2005) The geochemical baseline of Europe. Background Information, methodology and maps. *Geochemical Atlas of Europe*. Geological Survey of Finland, Espoo, Finland.
- Schlichting, C.D. & Levin, D.A. (1986) Phenotypic plasticity: an evolving plant character. *Biological Journal of the Linnean Society*, **29**, 37-47.
- Seebens, H., Gastner, M.T. & Blasius, B. (2013a) The risk of marine bioinvasion caused by global shipping. *Ecology Letters*, **16**, 782-790.
- Simberloff, D. & Von Holle, B. (1999) Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions*, **1**, 21-32.

- Simon-Bouhet, B., Garcia-Meunier, P. & Viard, F. (2006) Multiple introductions promote range expansion of the mollusc *Cyclope neritea* (Nassariidae) in France: evidence from mitochondrial sequence data. *Molecular Ecology*, **15**, 1699-1711.
- Soes, D.M., Glöer, P. & de Winter, A.J. (2009) *Viviparus acerosus* (Bourguignat, 1862)(Gastropoda: Viviparidae), a new exotic snail species for the Dutch fauna. *Aquatic Invasions*, **4**, 373-375.
- SprinGreat Britainorn, M., Romagosa, C.M. & Keller, R.P. (2011) The value of nonindigenous species risk assessment in international trade. *Ecological Economics*, **70**, 2145-2153.
- Tan, K., Radloff, S., Li, J., Hepburn, H., Yang, M.-X., Zhang, L. & Neumann, P. (2007) Bee-hawking by the wasp, *Vespa velutina*, on the honeybees *Apis cerana* and *A. mellifera*. *Naturwissenschaften*, **94**, 469-472.
- Theoharides, K.A. & Dukes, J.S. (2007) Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytologist*, **176**, 256-273.
- Trombulak, S.C. & Frissell, C.A. (2000) Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, **14**, 18-30.
- Tyberghein, L., Verbruggen, H., Pauly, K., Troupin, C., Mineur, F. & De Clerck, O. (2012) Bio-ORACLE: a global environmental dataset for mariene species distribution modelling. *Global Ecology and Biogeography*, **21**, 272-281.
- Unckless, R.L. & Makarewicz, J.C. (2007) The impact of nutrient loading from Canada geese (*Branta canadensis*) on water quality, a mesocosm approach. *Hydrobiologia*, **586**, 393-401.
- Urban, M.C., Phillips, B.L., Skelly, D.K. & Shine, R. (2008) A toad more traveled: the heterogeneous invasion dynamics of cane toads in Australia. *The American naturalist*, **171**, E134-E148.
- Verlaque, M., Ruitton, S., Mineur, F. & Boudouresque, C.F. (2007) CIESM Atlas of exotic macrophytes in the Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*, **38**, 14.
- Verloove, F. (2006) *Catalogue of neophytes in België (1800-2005)*.
- Vila, M. & Pujadas, J. (2001) Land-use and socio-economic correlates of plant invasions in European and North African countries. *Biological Conservation*, **100**, 397-401.
- Vilà, M., Weber, E. & Antonio, C.M. (2000) Conservation implications of invasion by plant hybridization. *Biological Invasions*, **2**, 207-217.
- Vilà, M., Tessier, M., Suehs, C.M., Brundu, G., Carta, L., Galanidis, A., Lambdon, P., Manca, M., Médail, F. & Moragues, E. (2006) Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *Journal of Biogeography*, **33**, 853-861.
- Villemant, C., Haxaire, J. & Streito, J.-C. (2006) Premier bilan de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **111**, 535-538.
- Villemant, C., Barbet-Massin, M., Perrard, A., Muller, F., Gargominy, O., Jiguet, F. & Rome, Q. (2011) Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. *Biological Conservation*, **144**, 2142-2150.
- von Holle, B. & Simberloff, D. (2005) Ecological resistance to biological invasion overwhelmed by propagule pressure. *Ecology*, **86**, 3212-3218.
- Wadsworth, R., Collingham, Y., Willis, S., Huntley, B. & Hulme, P. (2000) Simulating the spread and management of alien riparian weeds: are they out of control? *Journal of Applied Ecology*, **37**, 28-38.
- Warren, D.L., Glor, R.E. & Turelli, M. (2010) ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography*, **33**, 607-611.
- Welter-Schultes, F. (2005) AnimalBase: early zoological literature online.
- Williams, F., Eschen, R., Harris, A., Djeddour, D., Pratt, C., Shaw, R. S., Murphy, S. T. (2010) *The economic cost of invasive non-native species on Great Britain*. CABI report, 198pp.
- Williamson, M.H. (1996) *Biological invasions*. Chapman & Hall, London, UK.

Wolff, W.J. (2005) *Non-indigenous mariene and estuarine species in The Netherlands*. Nationaal Natuurhistorisch Museum.

Zambettakis, C. & Magnanon, S. (2008) Identification des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie. 25 pp. Conservatoire Botanique National de Brest, Conseil régional Basse-Normandie, DIREN Basse-Normandie.

Zerebecki, R.A. & Sorte, C.J. (2011) Temperature tolerance and stress proteins as mechanisms of invasive species success. *Plos One*, **6**, e14806.

7. BIJLAGEN

Lijst van Bijlagen:

BIJLAGE A. Referenties gebruikt voor het voltooien van de verspreiding van bekende inheemse en invasieve soorten geselecteerd voor vormgeving (de complete lijst van soorten kan geraadpleegd worden in **Tabel 6**).

BIJLAGE B. RINSE Register van Niet-Inheemse Soorten (NIS). Excel bestand met een lijst van alle tijdens het Project geregistreerde NIS. Het bestand bevat taxonomische (wetenschappelijke en Engelse naam, fylum en klasse), geografische (bevestigde aanwezigheid in RINSE landen en gebieden) en milieu-informatie (voornaamste habitatsvoorkeur).

BIJLAGE C. Focuslijsten van niet-inheemse soorten in de RINSE regio.

Bijlage C.1. Focuslijst van de ergste niet-inheemse Angiospermen in de RINSE landen.

Bijlage C.2. Focuslijst van niet-inheemse Mollusken in de RINSE landen.

Bijlage C.3. Focuslijst van niet-inheemse Beenvissen in de RINSE landen.

Bijlage C.4. Focuslijst of niet-inheemse Anseriformen in de RINSE landen.

BIJLAGE D. RINSE Horizonscan lijsten van INS. Het Excel bestand bestaat uit twee bladen: de Alarmlijst van INS en de Zwarte Lijst van INS. De Alarmlijst bevat informatie over 79 in RINSE afwezige invasieve soorten, waaronder: informatie over de taxonomie van elke soort, door experts toegekende risicoscores, kenmerken van de soort, geraadpleegde lijsten van de ergste INS en opname in de top 12 van de Alarmlijst. De Zwarte Lijst bevat 361 reeds in ten minste één van de RINSE landen aanwezige soorten, met informatie over: de taxonomie van de soorten, bevestigde aanwezigheid in RINSE landen, kenmerken van de soorten, geraadpleegde lijsten van de ergste INS, percentage van stemmen ontvangen tijdens expertraadpleging en opname in de top 12 van de Zwarte Lijst.

BIJLAGE E. Soorten Distributie Model (SDM) resultatenstatistiek. Het Excel bestand bestaat uit vijf bladen met de definitie van termen, terrestrische planten, terrestrische dieren, aquatische inlandse en mariene organismen. Elk blad bevat vormgevingsstatistieken voor alle gemodelleerde Alarm- en Zwarte INS, evenals de gemiddelde scores.

BIJLAGE F. Folder met GIS output mappen van alle gemodelleerde soorten. Twee bestanden worden geleverd voor elke soort, gecodeerd als volgt:

ScientificName_RINSE.tif: kaart met doorlopende geschiktheidsscores (0-100% overeenkomst met de huidige verspreiding van de soorten)

ScientificName_RINSE_thresholded.tif: voorspelde aanwezigheid/afwezigheid (gecodeerd als 0/1). Deze kaart is berekend door toepassing op de doorlopende kaart van de drempel van maximale gevoeligheid en specificiteit van het model.

Daarnaast zijn in deze folder ook warmtekaarten begrepen, genoemd:

ALERT_heatmap_mariene.tif

ALERT_heatmap_continental.tif

BLACK_heatmap_mariene.tif

BLACK_heatmap_continental.tif

DANKBETUIGINGEN

RINSE wordt gefinancierd door het European Union Interreg IVA 2 Mers Seas Zeeën Programme, met de steun van het Europees Regionaal Ontwikkelingsfonds. Het programma bevordert de grensoverschrijdende samenwerking tussen de kustregio's van vier Lidstaten: Frankrijk (Nord-Pas de Calais), Engeland (ZW, ZO), België (Vlaanderen) en Nederland (zuiders kustgebied). De auteurs wensen hun dank te betuigen aan Mike Sutton-Croft (RINSE project technisch coördinator) voor zijn steun en bijzonder nuttige commentaar en suggesties tijdens dit project. Dit rapport geeft de opinie weer van de auteurs en de Programma-autoriteiten zijn niet verantwoordelijk voor enig gebruik van de erin bevatte informatie.

Auteurs van dit rapport:

Alexandra Zieritz
Aquatic Ecology Group
Department of Zoology
University of Cambridge
Downing St. CB2 3EJ, Cambridge (UK)
e-mail: Alexandra.zieritz@cantab.net

Belinda Gallardo
Aquatic Ecology Group
Department of Zoology
University of Cambridge
Downing St. CB2 3EJ, Cambridge (UK)
e-mail: galla82@hotmail.com

David C. Aldridge
Aquatic Ecology Group
Department of Zoology
University of Cambridge
Downing St. CB2 3EJ, Cambridge (UK)
e-mail: da113@cam.ac.uk / d.aldrige@zoo.cam.ac.uk

Gelieve naar dit document te verwijzen als:

Gallardo B, Zieritz A, Aldridge DC (2013) Targeting and Prioritisation for INS in the RINSE Project Area. University of Cambridge, Cambridge, UK, pp. 98

