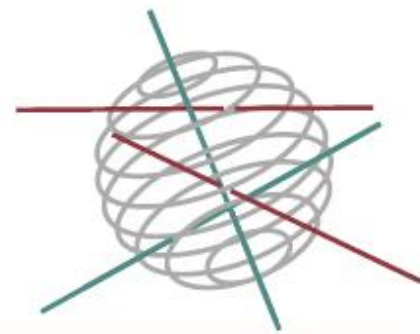


# SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**MUGGEN, OVERDRAGERS VAN ZIEKTEN: SPATIALE  
BIODIVERSITEIT, FACTOREN DIE VERANDERING STUREN  
EN RISICO**

**“MODIRISK”**

W. VAN BORTEL, P. GROOTAERT, T. HANCE, G. HENDRICKX,  
W. TAKKEN



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

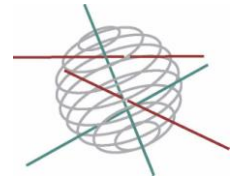
**BIODIVERSITY** 



ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS 



TRANSVERSAL ACTIONS 



**Biodiversiteit**



EINDVERSLAG PHASE 1  
SAMENVATTING



**MUGGEN, OVERDRAGERS VAN ZIEKTEN: SPATALE  
BIODIVERSITEIT, FACTOREN  
DIE VERANDERING STUREN EN RISICO**

**“MODIRISK”**

**SD/BD/04A**

**Promotoren**



**Wim Van Bortel**

Instituut voor Tropische Geneeskunde (ITG)  
Department of Parasitologie  
Nationalestraat 155  
B-2000 Antwerpen



**Patrick Grootaert**

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)  
Department of Entomologie



**Thierry Hance**

Université Catholique de Louvain (UCL)  
Unité d'écologie et de biogéographie  
Centre de recherche sur la biodiversité

**Guy Hendrickx**

Avia-GIS



**Willem Takken**

Wageningen University and Research Centre (WUR)  
Laboratory of Entomology,  
The Netherlands



**Auteurs**

**Wim Van Bortel, Patrick Grootaert, Thierry Hance, Guy Hendrickx,  
William Takken**

**Maart 2009**



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

Contact person: Aline Van Der Werf  
+ 32 (0)2 238 336 71

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

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

Wim Van Bortel, Patrick Grootaert, Thierry Hance, Guy Hendrickx, William Takken **Muggen, overdragers van ziekten: spatiale biodiversiteit, factoren die verandering sturen en risico "MODIRISK"** Eindverslag Fase 1. Brussel : Belgian Science Policy 2009 (Research Programme Science for a Sustainable Development)

De huidige eco-klimatologische veranderingen creëren goede condities voor het (her)opduiken van vectoroverdraagbare ziektes in Europa. Ziektes overgedragen door muggen zijn de voornaamste kandidaten (vb. recente West Nile koorts uitbraken en de introductie/verspreiding van exotische *Aedes albopictus* in Europa, uitbraken van Chikungunya in Italië en Dengue in Europese overzeese gebieden). Kennis van de taxonomische en functionele biodiversiteit van zowel endemische als invasieve vectorsoorten en van de factoren die veranderingen teweegbrengen ontbreekt echter in België. Het verwerven van deze kennis is een essentiële stap om het huidige uitbraakrisico te kunnen inschatten en om te anticiperen op mogelijke gevaren van vectoroverdraagbare ziektes. Daarom zijn de objectieven van het MODIRISK project (1) het inventariseren van endemische en invasieve muggensoorten in België met inachtneming van taxonomische en omgevingselementen van biodiversiteit, (2) het bepalen van de populatiedynamiek van endemische en invasieve soorten en hun onderlinge relatie, (3) het ontwikkelen van een distributiemodel op 1 km resolutie in de Benelux en (4) de verspreiding van de resultaten van het project naar de wetenschappelijke gemeenschap, de eindgebruikers en het brede publiek. Tijdens de eerste fase van het project (2007-2008) lag het zwaartepunt van de activiteiten op de inventaris van muggen, het opzetten van laboratoriumexperimenten om de effecten van temperatuur op de *life history* kenmerken van *Culex pipiens* na te gaan en de selectie van de eerste spatiale distributie modellen op basis van de veldgegevens.

De *cross sectional* bemonstering werd in 2007 en 2008 uitgevoerd in gans België in drie sleutelhabitatten gebruikmakend van een netwerk van CO<sub>2</sub>-vallen (Mosquito Magnet Liberty Plus). Deze habitatten (stedelijk, landbouw en natuur) werden geselecteerd aan de hand van de Corine database. Zevenentwintig vallen waren gelijktijdig in werking (9 vallen per team). Elke val bleef zeven dagen op een studieplaats waarna ze verplaatst werd. Het veldwerk werd op maandag, dinsdag en woensdag uitgevoerd: iedere dag werden drie vallen leeggemaakt en verplaatst. De andere dagen werden gebruikt voor de organisatie van het veldwerk en de morfologische identificatie van de gevangen muggen. Project medewerkers (2 personen van het ITG, 2 personen van KBIN, 1 persoon van UCL en 1 persoon van WUR) kregen een opleiding in taxonomische identificatie gebruikmakend van morfologische technieken. De training werd gegeven door een expert in de morfologie van Europese muggen waarbij zowel de collectie van de expert als veldmateriaal werd aangewend. Om de kwaliteit van de morfologische identificatie te garanderen werd de muggen, geïdentificeerd door de teamleden van het MODIRISK project, herbekeken door de expert.

Voor de inventaris werden 936 studieplaatsen random geselecteerd waarvan 97% effectief bezocht werd. Dit succes was enkel mogelijk door drie teams van drie partnerinstituten het veldwerk uitvoerden en door de *tools* ontwikkeld door MODIRISK om de het veldwerk te ondersteunen. Deze omvatten een website, een *palm-to-web tool* en een database. Ze dienen reeds als voorbeeld voor andere muggenbemonsteringsprojecten en de ontwikkeling van spatiale modellen in verschillende Europese landen als onderdeel van het IAP programma van ESA (European Space Agency).

Na twee jaar van intensief veldwerk werden 23 Culicidae soorten behorende tot 6 genera gevonden. Het aantal gevonden soorten zal zeker stijgen daar de soortcomplexen nog moleculair moeten geïdentificeerd worden. Dit aantal is dicht bij het verwachte aantal van 27 soorten die mogelijk aanwezig zijn in België. De meeste soorten werden geobserveerd in het genus *Ochlerotatus* terwijl het genus *Coquillettidia* vertegenwoordigd wordt door slecht één soort. De meest voorkomende soort is *Culex pipiens* die gevonden wordt in een grote verscheidenheid van broedplaatsen. *Coquillettidia richiardii* was de tweede meest voorkomende soort. Dit is het gevolg van de collectie van 3700 individuen op één plaats in een natuurreservaat in de haven van Antwerpen. In totaal werd de soort werd slechts in 38 studieplaatsen aangetroffen. Opmerkelijk is de algemene aanwezigheid van *Anopheles*

soorten, voornamelijk *Anopheles claviger* en *Anopheles plumbeus*. De laatst genoemde soort wordt meer en meer een pestsoort in Nederland en in België.

Bijkomende import risicogebieden werden bemonsterd om de mogelijke aanwezigheid van exotische muggen in België te evalueren. Twee exotische soorten werden gevonden, namelijk *Ochlerotatus japonicus japonicus* in de provincie Namen en *Oc. (Finlaya) sp.* in de provincie Limburg. De laatste soort kon nog niet op species niveau geïdentificeerd worden en een vergelijkende morfologische studie zal uitgevoerd worden in de Smithsonian (Washington DC). De Rutgers University (New Brunswick) zal bezocht worden om moleculaire gegevens van deze soort te vergelijken.

Een moleculaire identificatiemethode gebaseerd op DNA-barcoding wordt ontwikkeld en zal de identificatie van soortcomplexen en van soorten met overlappende morfologische kenmerken vergemakkelijken. Deze methode zal onontbeerlijk worden in de studie van de taxonomische biodiversiteit van Culicidae. De eerste analyse van de DNA-barcoding regio (COI mtDNA) gebaseerd op een *neighbour joining* fylogenetische boomconstructie bevestigt de bruikbaarheid van de COI-regio voor soortidentificatie.

Alle partners betrokken bij de morfologische identificatie startten hun eigen referentiecollectie. Hiervoor werden 1-5 correct geïdentificeerde specimens per soort gemonteerd en bewaard in insectdozen. De overige specimens werden individueel bewaard in kleine tubes voor later moleculaire identificatie. Op het KBIN werden reeds gemonteerde maar niet geïdentificeerde muggenspecimens van andere Belgische collecties aanwezig op het departement Entomologie (KBIN) geïdentificeerd en aan de collectie toegevoegd. Ongeveer 4000 muggen werden onderzocht gedurende de winter van 2007-2008 en in de zomer van 2008. Deze gegevens en de identificatiegegevens van andere projecten van het KBIN zullen toegevoegd worden aan een nieuw opgezette database CULIBEL (Culicidae van België). Vervolgens zal deze database geïntegreerd worden in de Belgische Biodiversiteitsplatform en KBIN zal instaan voor het actualiseren van de database.

A laboratoriumkolonie van *Culex pipiens* werd gestart aan de UCL om de impact van temperatuur op de *life history* kenmerken van de meest verspreide mug van België te bestuderen. Verschillende variabelen om de productiviteit van de *Cx pipiens* kolonie te maximaliseren werden uitgetest. Twee voedingssystemen met membranen (parafilm en huidmembraan) en een systeem met katoenstaafjes werden getest om de wijfjesmuggen te voeden. Het laatst genoemde systeem gaf de beste resultaten en werd bijgevolg verder gebruikt. Drie kooien met volwassen muggen worden gehouden. Om *inbreeding* te voorkomen, werden in mei 2008 bijkomende larven in het veld ingezameld. De adulten werden morfologisch geïdentificeerd en enkel *Cx pipiens* muggen werden een de kolonie toegevoegd.

De laboratoriumexperimenten met *Cx pipiens* toonden aan dat mannetjes muggen 1.2 tot 5.4 dagen vroeger uitgekomen dan wijfjes muggen en dat de larvale ontwikkelingstijd langer wordt bij lagere temperatuur. Hoewel niet zeer uitgesproken, leveren larven ontwikkeld bij lagere temperatuur (T15, T11) grotere adulten dan larven opgegroeid bij hogere temperatuur (T28, T20). Temperatuur beïnvloedt eveneens de tijd die nodig is om tot copulatie te komen. Temperatuur heeft een grote invloed op de ontwikkeling en copulatieactiviteiten van *Cx pipiens* en de resultaten van de laboratoriumtesten zullen in modellen geïntegreerd worden. De experimenten zullen bij twee bijkomende temperaturen (T35 en T40) herhaald worden.

Tijdens fase één van het project werd een spatiaal data archief opgebouwd en eco-klimaat zones werden geïdentificeerd gebruikmakend van een *unsupervised k-means* clustering. In een eerste fase werd er nagegaan of de data afkomstig van de MODIS data-serie bruikbaar waren voor de voorspelling van de distributie van muggen. De distributiemodellen werden getest op twee soorten namelijk *Anopheles claviger* en *Aedes cinereus*. Voor beide soorten

werd een teststaal geselecteerd, verdeeld over de aan- en afwezigheidscategorie. De verklarende variabelen samengesteld uit 28 datalagen (eerste drie amplitudes en fasen van de Fourier transformatie, de gemiddelde waarden van de oppervlakte temperaturen overdag (LST) en nacht LST, NDVI en EVI) werden eerst gestandaardiseerd om de interpretatie van de modellen te vergemakkelijken. De stapsgewijze regressieprocedure was succesvol in het verwijderen van een behoorlijk aantal verklarende variabelen, zonder de voorspellende waarden van de modellen te verminderen. Voor *An. claviger* werd 64% van de categorie 'afwezig' en 82% van de categorie 'aanwezig' correct geklasseerd. Voor *Ae. cinereus* was dit 94% voor de categorie 'afwezig' en 87% voor de categorie 'aanwezig'. *An. claviger* vertoont een grotere waarschijnlijkheid om in zones met minder vegetatie en met grotere variatie in de hoeveelheid vegetatie gedurende het jaar voor te komen. *Ae. cinereus* geeft de voorkeur aan meer vegetatie en kleinere variaties in vegetatie doorheen het jaar. De analyse toonde aan dat de verspreiding van muggen in het studiegebied afhangt van de soort en dat eco-klimaat variabelen deze distributie in hoge mate kunnen verklaren. In de tweede fase van het project zullen deze modellen uitgebreid worden naar andere soorten. Bijkomende veldbemonsteringen zullen uitgevoerd worden in de tweede fase van het project zowel in België als in Nederland om deze modellen te valideren en te verfijnen. De modellen zullen het mogelijk maken om de factoren (voornamelijk eco-klimaat, maar ook menselijke zoals landgebruik en urbanisatie) die de geobserveerde distributiepatronen bepalen, te identificeren. Ingebracht in een GIS model zullen deze gegevens het mogelijk maken om *hotspots* van Culicidae biodiversiteit te identificeren. De identificatie van deze hotspots is belangrijk in het licht van het opduiken van vectoroverdraagbare ziektes.

De inventaris uitgevoerd in het kader van MODIRISK is gebaseerd op een random (statistisch) benadering speciaal ontworpen voor de ontwikkeling van modellen. Dit is uniek in Europa (en zelfs in de wereld) daar de meeste modellen gebaseerd zijn op historische records. Gebaseerd op de opgedane expertise gedurende het MODIRISK project zal een kosteffectieve bemonsteringsstrategie ontwikkeld worden die gebruikt kan worden voor monitoring en voor gelijkaardige studies. Modellingstechnieken zullen helpen in het definiëren van de minimale veldbemonstering die nodig is voor het bekomen van aanvaardbare distributiekaarten en hoe de bemonstering best spatiaal verdeeld wordt. Verder draagt het bij tot de ontwikkeling van *state of the art* wetenschappelijke tools die collectie-gebaseerde informatietechnologieën op verschillende resoluties integreert met geografische kartering en continue modellen gebaseerd op teledetectie. Deze integratie maakt het mogelijk om de spatiale distributie van de biodiversiteit van muggen te beschrijven en te begrijpen hoe deze is georganiseerd in verschillende gemeenschappen en habitatten.

Het project zal een essentiële kennisleemte in Europa opvullen. De uitbreiding van de modellen met gegevens uit Nederland zullen robuustere modellen opleveren. Dit maakt een toekomstige uitbreiding van de activiteiten in Europa mogelijk. MODIRISK speelt een rol als schakel tussen de nieuw verworven kennis en eindgebruikers. MODIRISK nam deel aan de Risico Evaluatie Groep van het Wetenschappelijk Instituut voor volksgezondheid betreffende de aanwezigheid van de exotische vectorsoort *Oc.j.japonicus* en nam deel aan de vergaderingen van de *European Centres for Disease Prevention and Control (ECDC)*. Contacten worden gelegd met het Belgische Forum voor Invasieve soorten door deel te nemen aan de discussies over de 'Directieven voor het opstellen van een lijst van niet-endemische soorten en het inschatten van hun impact op de omgeving' en is lid van het wetenschappelijk comité van de 'Science Meeting Aliens' conferentie (11 May 2009). MODIRISK werd eveneens geconsulteerd door het AGORA project in verband met 'het ontwikkelen van een bewakingssysteem om de effecten van klimaatsverandering op de gezondheid van mens en dier op te volgen'. In januari 2009 organiseerde MODIRISK een workshop over vectorcontrole in België die personen mogelijk betrokken bij het beslissingsproces van vectorcontrole, andere belanghebbenden en geïnteresseerden samenbracht. Een sterk pleidooi werd gehouden om een entomologische bewaking op te zetten. Dit toezicht moet tot doel hebben om de aanwezigheid en verspreiding van exoten op

te volgen. Verder zou een matrix van verantwoordelijkheden van de verschillende autoriteiten, mogelijk betrokken bij vectorcontrole, ontwikkeld moeten worden.

Het project draagt rechtstreeks bij tot het ontdekken van biodiversiteit en de monitoring/voorspelling van veranderingen. Het project werkt proactief aan vragen ivm de impact van verandering van biodiversiteit in het bijzonder in het licht van invasieve soorten en het risico van de introductie van nieuwe pathogenen. Een betere kennis van de biodiversiteit van muggenvectoren is een essentiële stap naar een verbeterd inzicht in de ecologie van de ziektes die ze overdragen.