

MIGRATIE VAN BOOMSOORTEN UIT ZUID- EN OOST-EUROPA NAAR BELGIË: WENSELIJK OF NIET? LESSEN UIT HET ARBORETUM VAN TERVUREN

door Arthur Debaene (UGent; Debaene.Arthur@outlook.be),
 Tom De Mil (Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège; tom.demil@uliege.be),
 Kristof Haneca (Flanders Heritage Agency; kristof.haneca@vlaanderen.be),
 Louis Verschuren (UGent; louis.verschuren@ugent.be),
 Jan Van den Bulcke (UGent; jan.vandenbulcke@ugent.be),
 Kristine Vander Mijnsbrugge (INBO; Kristine.Vandermijnsbrugge@inbo.be),
 Hans Beeckman (KMMA; hans.beeckman@africamuseum.be).

Beheer en exploitatie van bossen sturen of versnellen dikwijls de natuurlijke processen. Dunning of selectieve kap bijvoorbeeld stimuleert de groei van gewenste bomen en leidt tot een vermindering van het stamtal, wat van nature ook zou gebeuren. Een eindkap anticipeert dan weer op natuurlijke sterfte van volwassen bomen. In het licht van klimaatverandering is er een belangrijke nieuwe vraag: moeten bosbeheerders ook de migratie van boomsoorten vanuit Zuid- en Oost-Europa sturen en versnellen?

2024 was voor de aarde het warmste jaar sinds 1850, het jaar dat er voor het eerst voldoende thermometermetingen waren om dit op planetaire schaal te kunnen aantonen (Rohde, 2025). De zomer van 2023 was de heetste sinds het begin van de jaartelling. Dit kon afgeleid worden uit jaarringen van bomen (Esper et al., 2024). In België is de gemiddelde temperatuur tussen 1830 en 2010 met 2°C gestegen (KMI, 2020), met frequente en steeds heviger hittegolven. Neerslag is ook toegenomen, vooral in de winter, terwijl er minder regen valt in de zomer. Droogteperiodes zijn frequenter in lente en zomer, maar de kans op lentevorst blijft. Weersextremen zoals hittegolven nemen toe. De snelheid waarmee deze veranderingen plaatsgrijpen is groot, waardoor de vraag rijst of de populaties van boomsoorten in de Belgische bossen nog wel voldoende veerkracht hebben om het veranderende klimaat de baas te kunnen.

In dit artikel gaan we dieper in op de wenselijkheid van geassisteerde migratie van boomsoorten uit zuidoost Europa naar België, boomsoorten die momenteel niet inheems zijn in België. We bespreken de resultaten van een dendrochronologische studie uitgevoerd in het Arboretum van Tervuren, waar honderden boomsoorten van heel de wereld, behalve de tropen, groeien. Onder deze bomen bevinden zich ook soorten van oorsprong uit warmere en drogere regio's in Europa. Sommige van deze bomen, zoals de *Alnus cordata* (Fig. 1) groeien al meer dan een eeuw in het arboretum, en dit bovendien in bosverband. Deze studie gaat na hoe de diktegroei van deze bomen verloopt in het Belgische klimaat, vergelijkt die met inheemse eik en beuk uit de Brabantse bossen en beoogt op die manier bij te dragen aan de evaluatie van hun geschiktheid als toekomstige soort voor aanplantingen in bos.

WELK

KLIMAATSIGNAAL

REGISTREREN DE

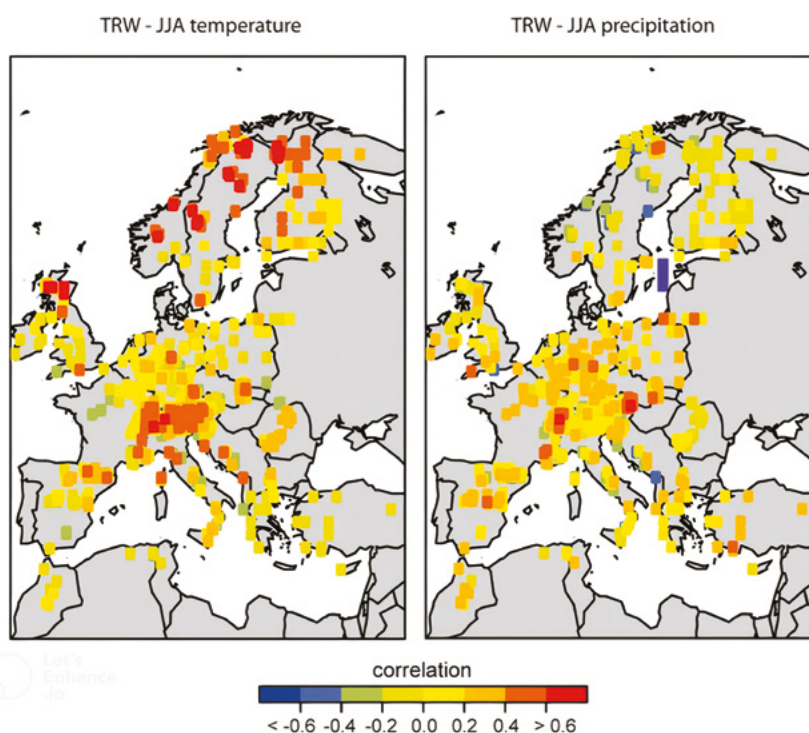
BOMEN IN ONS

KLIMAAT?

West-Europa kent geen extreem warm, koud, droog of nat klimaat. We spreken in België dan ook van een gematigd, maritiem klimaat. Hier is er geen eenduidige klimaatfactor die de boomgroei aanstuurt, in tegenstelling tot Noord-Europa of hoger gelegen gebieden, waar temperatuur de groei bepaalt, of droge regio's, waar neerslag de limiterende factor is. In West-Europa wordt de groei van bomen beïnvloed door een combinatie van factoren die onderling samenhangen (Haneca et al., 2006). Zo kan in sommige jaren lente- of zomerdroogte een rol spelen, terwijl het in andere jaren lentevor-



Figuur 1. Aanboren van een *Alnus cordata* in het arboretum van Tervuren. Met een holle boor (een Pressler-boor) wordt een cilinder hout, een boorspaan vergelijkbaar aan een potlood, van 5 mm diameter uit een boomstam gehaald. Die cilinder is radiaal gericht van schors naar merg en laat toe om de groei op te meten aan de hand van de jaarringen zichtbaar op de boorspaan. Met een diameter van 117 cm is dit de dikste boom in ons onderzoek. Deze boom is tevens het tweede dikste geregistreerde exemplaar van *Alnus cordata* in Europa (Monumental trees, 2025).



Figuur 2. Correlatie tussen de breedte van jaarringen en de temperatuur (links) en neerslag (rechts) in de zomermaanden (juni, juli, augustus) voor verschillende boomsoorten in Europa. Er zijn sterke correlaties tussen jaarringbreedte en zomertemperaturen in het noorden (Schotland en Scandinavië) en op hogere liggingen in Centraal-Europa. Ook zomerneerslag heeft in een groot deel van Europa een positief effect. Deze studie is gebaseerd op beschikbare datasets. Daar zaten geen gegevens uit Atlantisch West-Europa, wellicht omdat het klimaatsignaal in de jaarringen er minder sterk is. Bron: naar : Babst et al. (2013).

sten of zomerhitte zijn. Soms hebben hoge temperaturen en een grote hoeveelheid neerslag samen een positief effect, tenzij bewolking de instraling van zonlicht tempert. De vraag is of de recente klimaatveranderingen deze balans verstoren en of er een groeibepalende factor, zoals zomertemperatuur of lentedroogte, de overhand krijgt en dus de dominante limiterende factor wordt voor de groei. Figuur 2 toont voor heel Europa de correlatie tussen jaarringbreedte enerzijds en zomertemperaturen en -neerslag anderzijds. In Midden- en Zuid-Europa is zomerdroogte een duidelijke beperkende factor, met hoge correlaties tussen zomerneerslag en jaarringbreedte. In noordelijke regio's en op hogere liggingen in Midden-Europa is temperatuur de belangrijkste groeifactor, wat blijkt uit de sterke correlatie tussen zomertemperatuur en diametergroei. In West-Europa zijn de verbanden tussen groei, temperatuur en neerslag minder eenduidig. Beide factoren kunnen een rol spelen, afhankelijk van het seizoen en het jaar. Geen van beide is over de hele levensduur van een boom in bosverband limiterend. Onderzoek naar het effect van veranderend klimaat, beperkt zich dus beter niet tot invloed van stijgende gemiddelde temperaturen. Het is in deze regio eerder van belang om, meer gedetailleerd, de effecten te kennen van bijvoorbeeld veel winterneerslag, lentetemperaturen en periodes van zomerdroogte tijdens het groeiseizoen, maar ook die van het vorige jaar. Het is ook goed om te weten hoe snel bomen recupereren na een periode met ongunstige weersomstandigheden.

GEASSISTEERDE

MIGRATIE: EEN

OPLOSSING VOOR KLI-

MAATVERANDERING?

Geassisteerde migratie is het bewust verplaatsen van soorten buiten

hun oorspronkelijke leefgebied. Het is een mogelijke strategie van bosbeheer om boomsoorten te gebruiken die beter zijn aangepast aan de nieuwe en toekomstige klimaatomstandigheden, omdat spontane migratie een traag proces is. Voor een succesvolle toepassing is het echter essentieel om deze migratie o.a. te baseren op een grondige kennis van hoe de soorten reageren op het lokale klimaat, dat al enigszins is veranderd. Om een plantensoort in een nieuw gebied te laten vestigen, moet er zaad of plantgoed worden aangevoerd. Dit kan op natuurlijke wijze gebeuren, bijvoorbeeld door dieren of wind, maar ook door menselijk handelen. Onderzoek naar migratie van bomen focust beter niet op zaadverspreiding alleen. Om ervoor te zorgen dat een soort standhoudt in het nieuwe gebied, moet deze niet alleen zich kunnen verjongen, maar ook kunnen groeien. Bomen moeten eerst jaren groeien voordat ze zelf

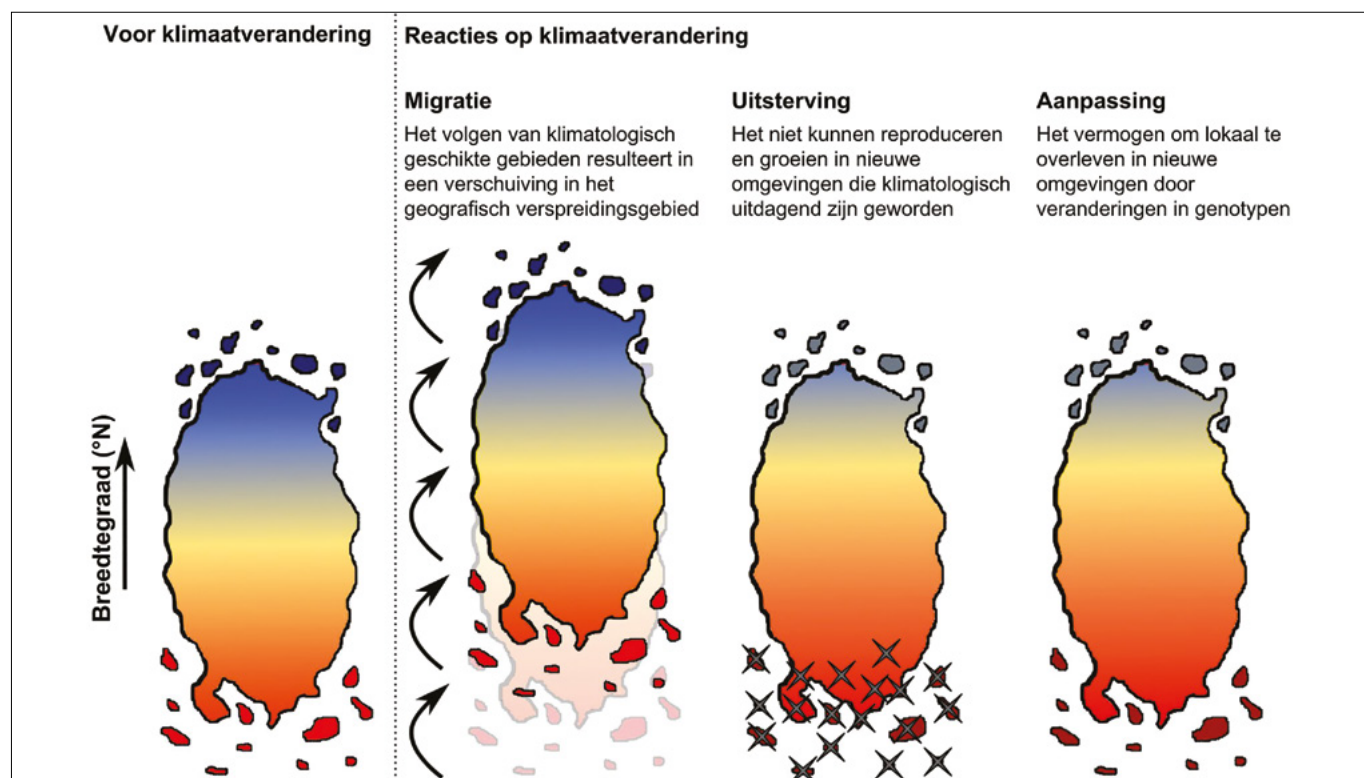
zaad kunnen zetten en zich kunnen voortplanten, en al die jaren moeten ze overleven in het veranderende klimaat. Dit maakt onderzoek naar de relatie tussen boomgroei en klimaatverandering een moeilijk, maar belangrijk thema. Het ligt inderdaad voor de hand om, naast regeneratie, natuurlijke verjonging en mortaliteit, ook de groeirespons in functie van het veranderende klimaat in rekening te brengen.

Figuur 3 plaatst migratie ten gevolge van klimaatverandering in een theoretisch schema waar ook "uitsterving" en "aanpassing" zijn opgenomen. Door migratie wordt het verspreidingsgebied verlegd naar regio's waar de soort zich in stand kan houden door reproductie en groei. Geassisteerde migratie is logischerwijs gebaseerd op kennis over het vermogen van een soort om te groeien en te overleven in gebieden die voorheen niet geschikt waren.

Uitsterving gebeurt wanneer de omstandigheden te extreem worden. Bij aanpassing blijft de soort voortleven dank zij een deel van de populatie die beter standhoudt, een aspect van natuurlijke selectie.

DENDROCHRONOLOGIE: EEN VENSTER OP HET VERLEDEN, MAAR OOK EEN METHODE VOOR ONDERZOEK NAAR TOEKOMSTIGE GESCHIKTHEID

Het voorkomen van een boomsoort in een bepaald gebied is lang niet voldoende om de geschiktheid van die soort voor het heersende klimaat te beoordelen. Daarvoor is het ook



Figuur 3: Theoretisch schema over de drie mogelijke reacties van boomsoorten op klimaatverandering. Een eerste mogelijkheid is migratie waarbij het natuurlijk verspreidingsgebied zich verlegt: soorten verplaatsen zich naar gebieden met geschikte klimaatomstandigheden. Een tweede mogelijkheid is uitsterving, eventueel in een deel van het verspreidingsgebied, wanneer migratie of aanpassing niet mogelijk is door snelheid van de veranderingen of door een fysieke barrière. Bij adaptatie doen er zich wijzigingen voor in de genetische structuur van populaties: de soort kan in nieuwe omstandigheden blijven voortbestaan dank zij meer aangepaste exemplaren of populaties, terwijl populaties met een niet-aangepast genoom verdwijnen. Bron: naar de Lafontaine et al. (2018).

nodig om zowel regeneratieve kenmerken (zoals bloei en verjonging) als vegetatieve kenmerken, zoals groei, goed te documenteren. Een waardevolle methode om dit laatste te onderzoeken is de dendrochronologie, de wetenschap die jaarringen bestudeert om inzicht te krijgen in de groei van bomen en hun reactie op hun milieu. Jaarringen vormen een archief van de wisselende groeiomstandigheden die een boom ondervond en kunnen ons iets vertellen over hoe bomen reageren op variaties in temperatuur en neerslag.

Dat bomen jaarringen vormen is al opgemerkt in de Oudheid. Sinds de 19e eeuw worden jaarringen bestudeerd om de houtproductie van een bos te meten. Dit is strikt genomen niet hetzelfde als dendrochronologie, ontwikkeld in de eerste helft van de twintigste eeuw, waar de methodes erop gericht zijn om het klimaatsignaal (bij uitbreiding het milieusignaal) te ontdekken in jaarringpatronen. Er wordt met een populatie van bomen gewerkt, die idealiter bestaat uit minstens een tiental individuen in bosverband. Bij individuele bomen zijn er te veel schommelingen in de groei om duidelijke klimaatsignalen te detecteren.

HET ARBORETUM VAN TERVUREN: EEN GESCHIKTE SITE VOOR DENDROCHRONOLOGISCH ONDERZOEK IN HET KADER VAN GEASSISTEERDE MIGRATIE

In het Arboretum van Tervuren zijn verschillende boomsoorten uit zuidoost Europa al meer dan een eeuw geleden geplant. Per soort zijn er verschillende exemplaren en er heerst een typisch bosklimaat, om-

dat de boomkronen elkaar raken of overlappen. Deze bomen hebben informatie over hun reactie op weersomstandigheden opgeslagen in hun jaarringpatroon. Door deze jaarringen te analyseren, krijgen we inzicht in hoe deze soorten reageren op het Belgische klimaat. Bovendien is het interessant om de geschiktheid van deze soorten te vergelijken met die van inheemse soorten, zoals beuk en eik uit het Zoniënwoud, het boscomplex waartoe ook het arboretum behoort.

Tien verschillende Zuid-Europese boomsoorten werden onderzocht, die in verschillende jaren zijn aangeplant. De oudste bomen dateren uit 1902, met latere aanplantingen tot 1980. Figuur 4 (volgende pagina) toont het natuurlijk verspreidingsgebied van deze bomen en het aantal bemonsterde exemplaren met hun aanplantjaren.

De *Fagus orientalis* bomen waren te jong om voldoende lange jaarringreeksen te hebben voor een studie van klimaatinvloeden. Bij *Ostrya carpinifolia* waren de jongste jaarringen te smal om ze met zekerheid aan het juiste kalenderjaar te kunnen toekennen, wat een absolute voorwaarde is voor dendrochronologie. Deze beide soorten werden dan ook niet betrokken bij de verdere studie.

Voor de overige soorten werd de klassieke dendrochronologische methode toegepast om een eventueel klimatologisch signaal in de jaarringpatronen te detecteren en tevens om na te gaan in hoeverre de respectieve soorten opnieuw opveren na een droogtejaar.

Als referentiemateriaal werden jaarringreeksen toegevoegd van beuk (*Fagus sylvatica*) (Verschuren et al., 2024) en eik (*Quercus robur*) uit Zoniën (Romeyn-Peeters, 1998; Minnaert, 1999) en Meerdaal-Pruikenmakers (Haneca, niet gepubliceerde gegevens).

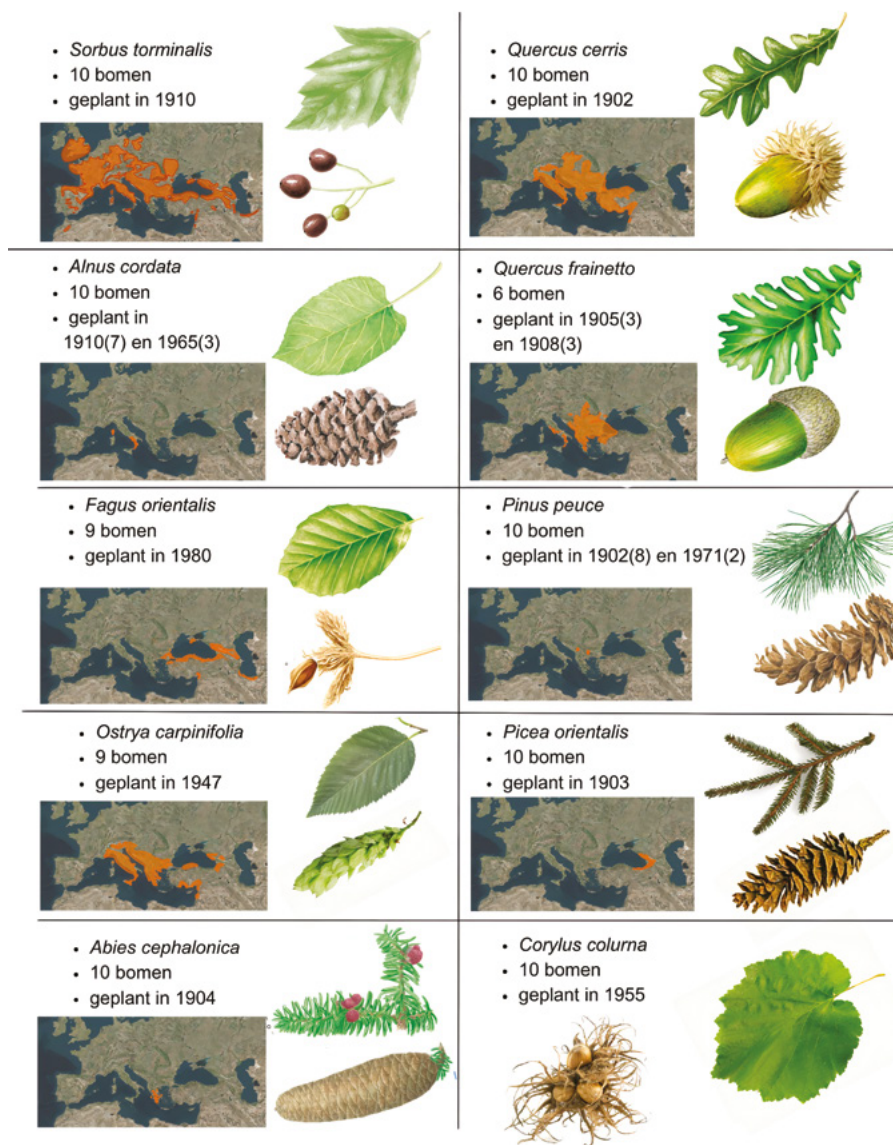
HOE

KLIMAATSIGNALEN

ONTDEKKEN IN

JAARRINGGEGEVENS?

Om de gevoeligheid van een boomsoort voor klimaatschommelingen te onderzoeken in een bepaald gebied, worden gemiddelde curves per soort opgesteld, ook wel chronologieën genoemd. Een jaarringreeks van een individuele boom bevat onvermijdelijk heel wat ruis als gevolg van het microklimaat van de boom, kenmerken van het individu, zoals leeftijd en toevallige factoren zoals insectenvraat. In een gemiddelde curve wordt heel wat van die ruis verwijderd en wordt een signaal getoond dat een gevolg is van een sturende synchroniserende kracht die geldt voor de volledige populatie. Die sturende kracht is dikwijls het wisselende klimaat die een boom ondervindt. De statistische betrouwbaarheid van een dergelijke curve blijkt uit twee coëfficiënten. Een zogenaamde RBAR (de gemiddelde correlatie tussen reeksen) geeft de sterkte aan van het gemeenschappelijk signaal. Een hoge RBAR wijst op een duidelijk externe sturende milieufactor. Die wordt wat in de hand gewerkt door sterke genetische verwantschap en nabijheid, maar wijst ook op invloeden van het klimaat dat geldt voor een groot gebied. Als de RBAR laag is, is er nauwelijks of geen gemeenschappelijk klimaatsignaal. Het populatiesignaal of EPS (expressed population signal) geeft weer hoe goed de steekproef de variatie capteert van de hele populatie. Een hoge EPS geeft aan dat het signaal betrouwbaar geïnterpreteerd kan worden. EPS is zeer gevoelig voor het aantal bomen in een chronologie, wat een uitdaging is voor bomen in een arboretum. In Tabel 1 (volgende pagina) staan voor alle soorten waarmee chronologieën konden gebouwd worden de RBAR- en de EPS-waarden.



Figuur 4: De bemonsterde boomsoorten uit het Arboretum van Tervuren, inclusief het aantal bomen per soort en het jaar van aanplanting. Daarnaast zijn ook de morfologische kenmerken van het blad en de vrucht per soort weergegeven. Figuren naar Figuren van Euforgen (2024) & FloraVeg (2024). De kaartjes zijn gemaakt in QGis met data van Euforgen (2024). *Corylus colurna* (geen data in Euforgen) heeft een verspreidingsgebied van de Balkan tot Afghanistan.

DE REFERENTIESOORTEN: EIK EN BEUK UIT DE BRABANTSE BOSSEN

De jaarringpatronen van de referentiesoorten eik en beuk uit de Brabantse bossen vertonen opvallend hoge RBAR- en EPS-waarden. De bomen uit het arboretum hebben

lagere waarden, maar zijn, ondanks het beperkte aantal bemonsterde bomen, toch hoog genoeg opdat ze in aanmerking komen voor interpretatie. Dit suggereert dat de groeipatronen van de onderzochte soorten uit het arboretum een vrij sterk extern signaal vertonen en dat dit op een vrij betrouwbare manier kan geïnterpreteerd worden in functie van achterhalen van sturende klimaatinvloeden.

De chronologieën van eik en beuk uit de Brabantse bossen gaan terug tot het einde van de 18e eeuw. Het gedeelte vanaf 1950 worden getoond in Figuur 5. Wanneer er meer verdamping is dan neerslag is er een periode van droogte, zoals in 1976. In 1976 viel er heel weinig regen, zowel in de lente als de zomer. De groei van eik en van beuk in dat jaar was klein. Opmerkelijk is dat beuk gevoeliger reageerde dan eik op deze droogte. Ook de lente van 2011 was droog en had ook toen een negatief effect op beuk en eik, ook dit keer nog meer op beuk dan op eik. De lentedroogte van 2017 had kennelijk minder effect op eik: de jaarringindex voor dat jaar was rond 1.0. De groei van beuk in dat jaar was nog niet op het gemiddelde niveau, dit gebeurde pas twee jaar later.

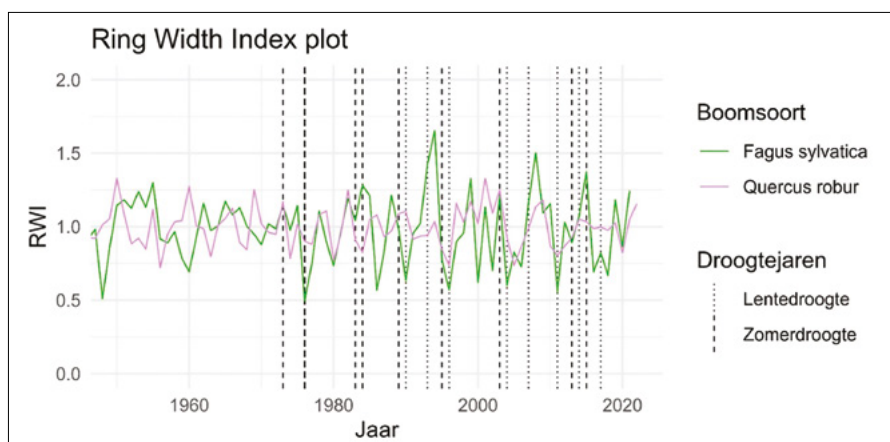
EFFECT VAN TEMPERATUUR, NEERSLAG EN DROOGTE

De chronologieën laten ook toe om op een gedetailleerde manier de invloeden te bepalen van maandelijkse temperatuur (Figuur 6 - volgende pagina) en neerslag (Figuur 7 - volgende pagina). Ook kan de impact van droogteperiodes – als de verdamping hoger is dan de neerslag – bepaald worden, net als het groeierherstel in de daaropvolgende jaren (Figuur 8 - volgende pagina).

Figuur 6 toont dat de weersomstandigheden van tijdens het vorige seizoen een negatieve invloed hebben op diametergroei van eik en beuk. Bij beuk is dit zeer significant voor de maanden juli en augustus: hoe kouder de zomer, hoe smaller de jaarring in het volgende jaar. De gemiddelde temperatuur in juli tijdens het groeiseizoen heeft een significant positieve invloed op de jaarringbreedte van eik. Er is ook een duidelijk neerslagsignaal: hoewel

Boomsoort	Periode	Aantal individuen	EPS	RBAR
<i>Quercus robur</i> *	1930-2022	15	0.940	0.512
<i>Fagus sylvatica</i> *	1930-2021	74	0.965	0.413
<i>Corylus colurna</i>	1975-2023	14	0.814	0.385
<i>Quercus frainetto</i>	1930-2023	12	0.788	0.382
<i>Sorbus torminalis</i>	1930-2023	10	0.734	0.356
<i>Picea orientalis</i>	1930-2023	20	0.841	0.346
<i>Alnus cordata</i>	1930-2023	19	0.828	0.325
<i>Pinus peuce</i>	1930-2023	20	0.797	0.282
<i>Quercus cerris</i>	1930-2023	20	0.791	0.274
<i>Abies cephalonica</i>	1930-2023	14	0.717	0.241
* Inheemse boomsoorten				

Tabel 1. Kenmerken van de chronologieën van de verschillende soorten, inclusief de Expressed Population Signal (EPS) en RBAR-waarden. EPS is een maat voor de gemeenschappelijke variabiliteit in een chronologie en de statistische betrouwbaarheid hiervan, terwijl RBAR de gemiddelde correlatie tussen verschillende bomen weergeeft, wat aldus een maat voor de sterkte van het signaal per boomsoort.



Figuur 5: Jaarringindex (Ring Width Index - RWI) van beuk (groen) en eik (paars) over de periode 1950–2022. Jaarringindex of RWI is een gestandaardiseerde waarde voor reeksen van jaarringbreedtes waarbij de leeftijd-trend weggefilterd is. Verticale lijnen duiden op jaren met uitzonderlijke droogtecondities: gestippelde lijnen representeren lentedroogte, terwijl gestreepte lijnen zomerdroogte aanduiden. Lentedroogte was er in 1976, 1990, 1993, 1996, 2004, 2007, 2011, 2014 en 2017, zomerdroogte in 1973, 1976, 1983, 1984, 1989, 1995, 2003, 2013 en 2015. In 1976 was er droogte in de lente en in de zomer. De groei van zowel eik en beuk in dat jaar was opmerkelijk kleiner, verhoudingsgewijs nog kleiner bij beuk dan bij eik.

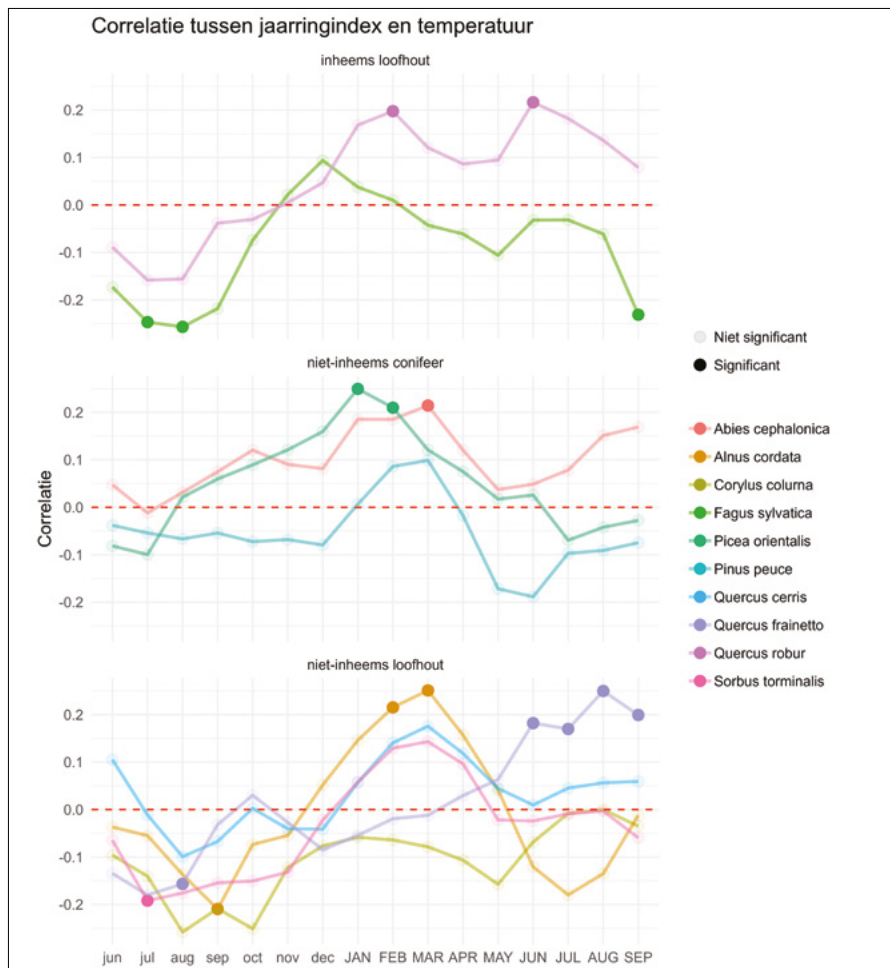
het patroon bij eik en beuk gelijkaardig is, heeft de neerslag tijdens de het vorige jaar, en dit van juni t.e.m. november, bij beuk een sterk en significant effect: een natte zomer én herfst resulteert in een brede beukenjaarring. Figuur 8 illustreert dat vooral beuk zeer gevoelig is voor

lentedroogte: een droge lente resulteert, meer nog dan bij eik, in een smalle jaarring.

De chronologieën van de arboretumsoorten leveren gelijkaardige informatie. Algemeen is er een tendens dat warme zomers minder goe-

de groei in het volgende jaar geven, behalve bij de coniferen (Fig. 6). Voor wat de invloed van het weer tijdens het groeiseizoen zelf betreft, zien we vrij duidelijke verschillen tussen de soorten. *Quercus frainetto* groeit beter bij hogere temperaturen in de zomer. Zelfs septembertemperaturen hebben nog een positief effect. Deze soort is op die manier atypisch. *Quercus frainetto* lijkt geschikt voor een klimaat met hete zomers. De bomen in het arboretum vertonen echter weinig zaadzetting (Knevels, persoonlijke mededeling). *Picea orientalis* en *Abies cephalonica* schijnen baat te hebben bij milde temperaturen in januari, februari en maart. *Alnus cordata* schijnt negatief te worden beïnvloed door warme temperaturen in september, maar positief door hoge temperaturen in januari en februari. *Abies cephalonica* en *Picea orientalis* reageren positief op neerslag tijdens het vorige jaar (Fig. 7), maar ook op regen in het groeiseizoen, bij *Picea orientalis* al vanaf januari. *Pinus peuce* en *Abies cephalonica* ondervinden een positief effect van de neerslag in april, mei en juni. De meeste loofbomen (*Sorbus torminalis*, *Quercus frainetto*, *Quercus cerris*) ondergaan, net als beuk, een positief effect van neerslag tijdens het vorige seizoen. *Alnus cordata* en *Sorbus torminalis* zijn kennelijk gebaat bij een natte herfst voorafgaand aan het groeiseizoen.

Droogte (wanneer de verdamping hoger is dan de neerslag) heeft een grote impact op de groei van bomen (Figuur 8). Er is een verschil tussen effect van droogte in het voorjaar en in de zomer. Voorjaardroogte heeft een direct effect op de groei in hetzelfde jaar, maar de meeste bomen herstellen snel in het jaar erna. Zomerdroogte heeft minder direct effect op de groei in hetzelfde jaar, maar kan wel leiden tot een lagere groei in het volgende jaar. *Pinus peuce* is een uitzondering: deze boom herstelt opmerkelijk snel na een zomerdroogte, wat deze soort eventueel interessant maakt in het



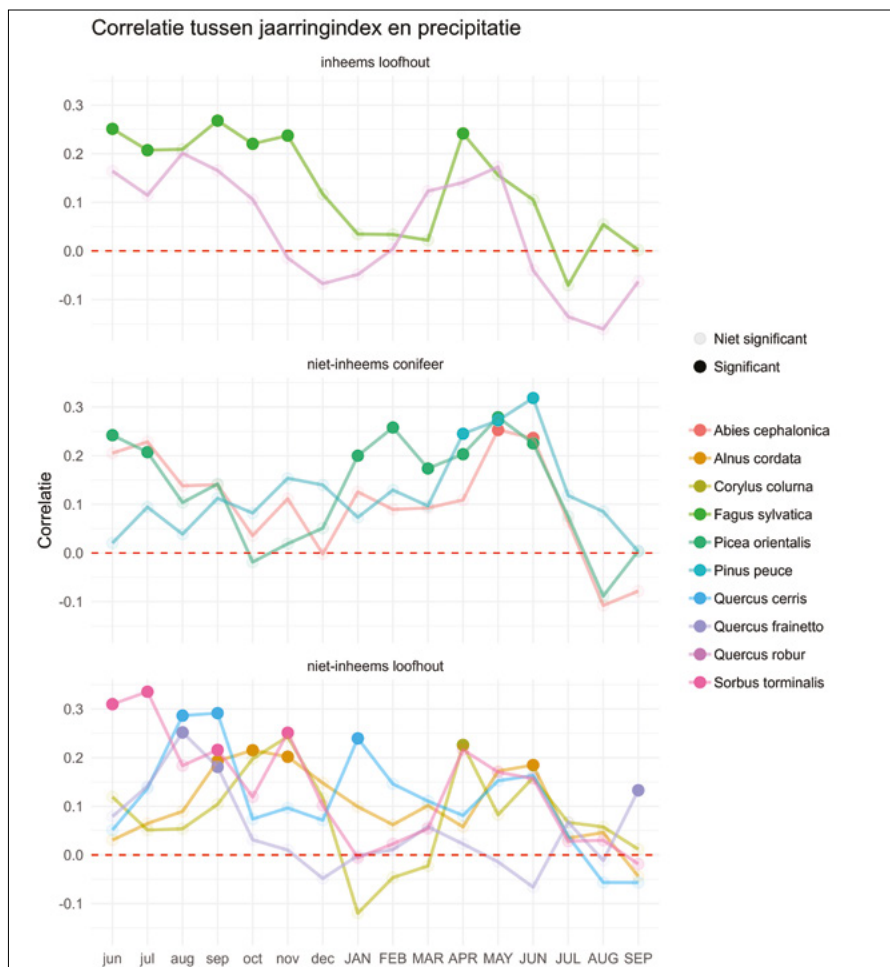
Figuur 6. toont voor de verschillende soorten de correlatie tussen de gemiddelde jaarringbreedte-index (RWI - Gestandaardiseerde maat voor de breedte van jaarringen in individuele bomen) en de gemiddelde maandelijkse temperatuur. De maanden met kleine letter verwijzen naar het kalenderjaar voorafgaand aan het groeiseizoen, de maanden in hoofdletters naar het groeiseizoen zelf.

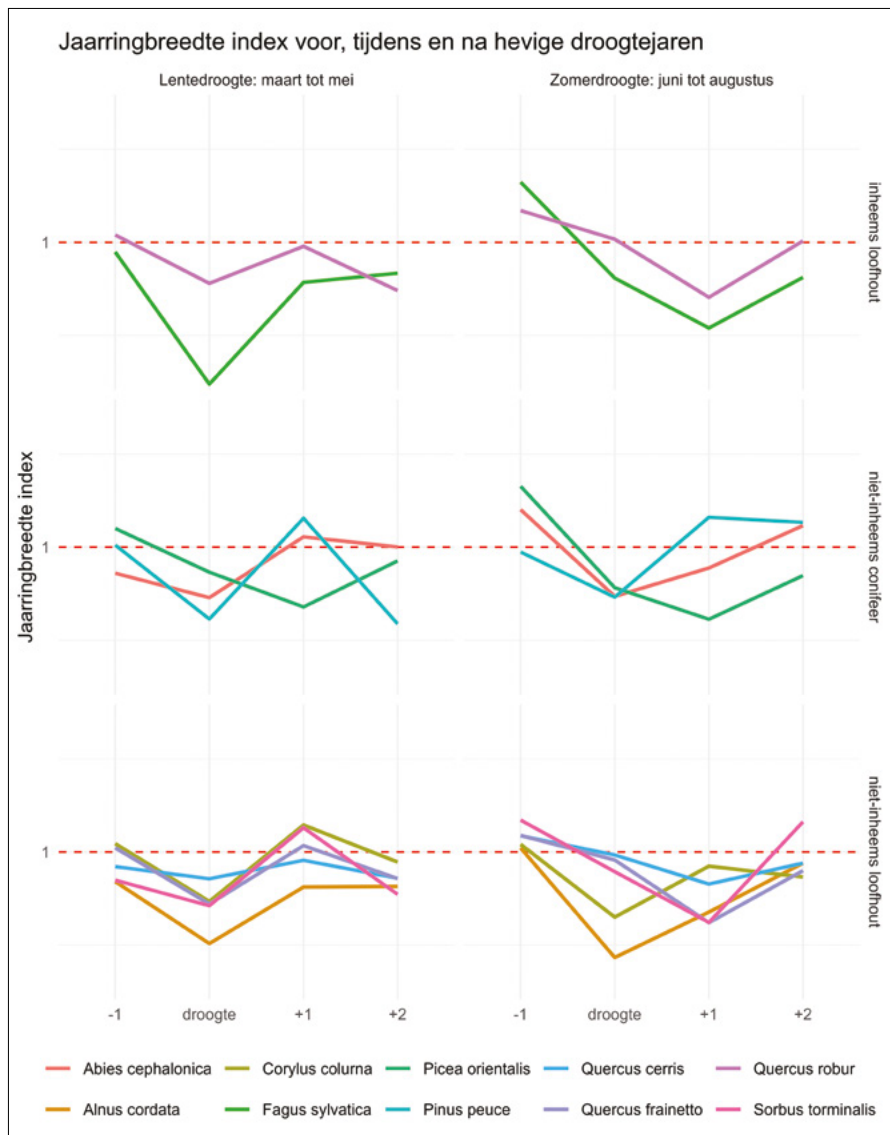
Figuur 7. Correlatie tussen de gemiddelde maandelijkse neerslag en jaarringbreedte-index (RWI). De maanden in kleine letter verwijzen naar het kalenderjaar voorafgaand aan het groeiseizoen, de maanden in hoofdletters naar het groeiseizoen zelf.

licht van de verwachte toenemende frequentie en intensiteit van droge periodes tijdens de warmste maanden. *Corylus colurna* schijnt veel last te hebben van lente- én zomerdroogte. *Quercus cerris* heeft opmerkelijk weinig last van zomerdroogte.

BOMEN IN HET ARBORETUM VAN TERVUREN LEVEREN INFORMATIE VOOR GESCHIKTHEIDSFICHES VAN SOORTEN UIT ZUIDOOST-EUROPA

De studie toont aan dat zuidelijke boomsoorten, wanneer ze in bosverband worden aangeplant, net als inheemse eik en beuk, niet eenduidig worden aangedreven door gemiddelde temperatuur of neerslag. Geen van beide factoren lijkt gemiddeld





Figuur 8. De ringbreedte-index voor elke soort tijdens droogtejaren en voor het eerste en tweede jaar na een droogtejaar. Er wordt onderscheid gemaakt tussen voorjaarsdroogte (A) en zomerdroogte (B). Elke soort wordt weergegeven in een kleur, die wordt toegelicht in de legende.

genomen en over de levensduur van die soorten een dominant beperkende rol te spelen voor de groei. Het is dus niet voldoende om enkel stijgende temperatuur in rekening te brengen bij evaluatie van geschiktheid van boomsoorten. Meer gedetailleerde analyses zijn nodig, ook om invloed van wijzigende weersomstandigheden te kennen die een gevolg zijn van opwarmend klimaat, maar een meer directe invloed hebben op boomgroei. De jaarringpatronen van de onderzochte soorten uit het arboretum bevatten blijkbaar wel een betrouwbaar signaal van deze

meer gedetailleerde factoren, waarbij b.v. hoge temperaturen in het voorgaande jaar bij de loofbomen een negatieve invloed hebben op de groei, vergelijkbaar met wat bij beuk (en minder significant bij eik) wordt waargenomen. Droogtejaren hebben op de meeste soorten een negatieve invloed op de diktegroei, dikwijls ook in het volgende jaar. Dit is niet anders dan bij eik en beuk, de referentiesoorten bij uitstek van de Brabantse bossen.

Hoewel er nog geen enkele reden is om eik en beuk massaal te vervangen, is het wel het overwegen waard om bossen op kleine en voorzichtige schaal te diversifiëren met sommige zuidelijke soorten. Dit kan de weerbaarheid van bossen tegen versterkende klimaatverandering verhogen, net als trouwens het stimuleren van intensieve mengingen met inheemse soorten met aanvullende functionele kenmerken.

De resultaten van deze studie tonen in de eerste plaats aan dat soorten uit zuidoost Europa bij ons goed kunnen groeien. Dat is in elk geval een element in de discussie over geassisteerde migratie van deze soorten. De geanalyseerde soorten vertonen over het algemeen ook vergelijkbare reacties op klimaatvariabelen als inheemse eik en beuk. Dit suggereert dat ze niet minder – maar ook niet meer – geschikt zijn als klimaat-robuuste soorten voor het Belgisch klimaat, zoals dit nu al enigszins veranderd is en nog meer zal veranderen.

Het blijft belangrijk om te benadrukken dat geassisteerde migratie niet de enige oplossing is. Hoewel diversificatie met zuidelijke soorten een veelbelovende strategie is, moet deze zorgvuldig worden overwogen en ondersteund door verder onderzoek om de duurzaamheid en veerkracht van Belgische bossen op lange termijn te waarborgen. Het huidige assortiment van boomsoorten in de Belgische bossen blijft vooralsnog geschikt.

Bovendien is verder onderzoek nodig om de langetermijneffecten van geassisteerde migratie te evalueren, met name op het gebied van mortaliteit en regeneratie (zoals natuurlijke verjonging). Waarnemingen in een arboretum, zoals dat van Tervuren, kunnen ook hierbij een zeer waardevolle bijdrage leveren. Met het oog hierop zou het goed zijn om systematisch en gestructureerd de waarnemingen van een breed spectrum van functionele boomkenmerken in te schakelen

in de documentatie ten behoeve van beleid over migratie van boomsoorten. Groeikenmerken en reacties op klimaat kunnen retrospectief bestudeerd worden aan de hand van dendrochronologie. Om tijdreeksen van andere kenmerken zoals fenologie en mortaliteit op te stellen, is een intensief programma nodig, b.v. met een project van burgerwetenschap, waarbij vrijwilligers worden ingeschakeld op een systematische manier gedetailleerde waarnemingen te doen van fenologie (zoals bladuitloop, bladverkleuring, bloei, vruchtvorming) en mortaliteit (sterfte). Andere relevante waarnemingen zijn monitoring van het eventuele invasief karakter van aangeplante soorten en aanwezigheid van geassocieerde schimmels en insecten.

Het is in elk geval aan te raden om bosarboreta, zoals dat van Tervuren, intensief te betrekken bij onderzoek naar de gevoeligheid van boomsoorten en, meer gedetailleerd, hun verschillende herkomst. De vraag is of bomen, zoals nu aangeplant in het arboretum, het in de toekomst beter zullen doen in het veranderende klimaat dan onze inheemse soorten. Vooraleer daadwerkelijk tot geassisteerde migratie over te gaan is het belangrijk om een aantal bijkomende thema's onder de loep te nemen. Zo is het belangrijk om na te gaan of een soort gemakkelijk hybridiseert met verwante inheemse soorten en indien zo, of dit risico's met zich meebrengt.

Een arboretum zoals dat van Tervuren kan als een grote proefaanplanting beschouwd worden die absoluut relevant is voor de huidige vraagstelling rond klimaatverandering en de impact ervan op onze bossen. Een zeer recente dendrochronologische

studie van drie exotische soorten (*Abies nordmanniana*, *Chamaecyparis lawsoniana* en *Thuja plicata*, aangeplant in 11 verschillende arboreta in het zuiden van België, kwam tot een gelijkaardige conclusie (Dendoncker et al., 2024). De doelstellingen bij de aanleg van het arboretum van Tervuren en andere bosarboreta waren anders dan dat ze vandaag zouden geformuleerd worden. Honderd jaar geleden ging de interesse vooral uit naar houtproductie. Toch bieden deze levende collecties van boomsoorten een niet te missen opportuniteit in het kader van overwegingen over geassisteerde migratie en als wetenschappelijke ondersteuning van het beleid over bosbeheer.

Bronnen

- Babst, F., Poulter, B., Trouet, V., Tan, K., Neuwirth, B., Wilson, R., Carrer, M., Grabner, M., Tegel, W., Levanić, T., et al. (2013). Site-and species specific responses of forest growth to climate across the european continent. *Global Ecology and Biogeography*, 22(6):706–717.
- Dendoncker, Morgane ; Guisset, Camille ; Jonard, Mathieu ; Delente, Alexandra ; Ponette, Quentin ; et. al. Drought resilience of three coniferous species from Belgian arboreta highlights them as promising alternatives for future forests in Western Europe. In: *Dendrochronologia*, Vol. 89, no.C, p. 126282 (2024) <http://hdl.handle.net/2078.1/294743> -- DOI : 10.1016/j.dendro.2024.126282.
- de Lafontaine, G., Napier, J. D., Petit, R. J., and Hu, F. S. (2018). Invoking adaptation to decipher the genetic legacy of past climate change. *Ecology*, 99(7):1530–1546.
- Esper, J. et al. 2023 summer warmth unparalleled over the past 2,000 years. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07512-y> (2024).
- Euforgen (2024). European forest genetic resources programme. Available van: <https://www.euforgen.org/>.

- FloraVeg (2024). Database of European Vegetation, Habitats and Flora Available van: www.floraveg.eu.
- Haneca, K., Boeren, I., Van Acker, J., Beeckman, H. (2006). Dendrochronology in suboptimal conditions: tree rings from medieval oak from Flanders (Belgium) as dating tools and archives of past forest management. *Vegetation History and Archaeobotany* 15, 137-144.
- KMI (2020). Klimaatrapport 2020. KMI.
- Monumental Trees (2025). Monumental Trees van: www.monumentaltrees.com
- Rohde, R. (2025). Global Temperature Report for 2024. Berkeley Earth. <https://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2024/>.
- <https://srfb.be/nl/forest-shop/larboretum-geographique-de-tervuren/>