ecoom
EXPERTISECENTRUM O&O MONITORING

Vlaams Indicatorenboek 2025

WETENSCHAP – TECHNOLOGIE – INNOVATIE

DEPARTEMENT
WERK, ECONOMIE
WETENSCHAP, INNOVATIE &
SOCIALE ECONOMIE

Overzicht van de gemaakte selectie

Het Vlaams Indicatorenboek bevat een portfolio aan beleidsindicatoren die de ontwikkeling van het Vlaams potentieel inzake wetenschap, technologie en innovatie in kaart brengen.

Sinds 1999 wordt het boek om de twee jaar uitgegeven en vanaf 2017 wordt het Indicatorenboek een virtueel boek met een eigen website: http://vlaamsindicatorenboek.be. Het boek dat u nu in handen hebt is een selectie van hoofdstukken uit dit boek. Voor de volledige versie verwijzen we u graag naar de website.

Onderstaande delen werden geselecteerd:

- Prelude
- Dankwoord
- Woord van de minister
- Volledige inhoudsopgave
- 8 Dossiers
- 8.4 Tracking the evolution of Flemish co-authorship with neighbouring countries, and with the scientific powerhouses including China and the U.S.
- 8.4.1 Data
- 8.4.2 International collaboration in general - a growing trend
- 8.4.3 International collaboration with important partners
- 8.4.4 Relative intensity of collaboration (RIC)
- 8.4.5 Conclusion
- 8.4.6 References

De website van het Indicatorenboek biedt u ook de mogelijkheid om een eigen selectie samen te stellen van hoofdstukken die voor u relevant zijn. Surf hiervoor naar: http://vlaamsindicatorenboek.be/selectie.

Wij wensen u alvast een informatieve zoektocht door het Vlaamse innovatielandschap!

Dankwoord

Wetenschap, technologie en innovatie zijn onmiskenbaar essentiële hefbomen tot welvaart en welzijn in onze maatschappij. De Vlaamse overheid heeft daarom veelvuldig en veelzijdig aandacht besteed aan de ontwikkeling van de kwaliteit en de slagkracht van het Vlaamse Wetenschaps-, Technologie- en Innovatiesysteem ter ondersteuning van economische en maatschappelijke impact. Het brede spectrum van wetenschappelijk en technologisch onderzoek aan de Vlaamse kennisinstellingen is daarbij vervolledigd met maatregelen en instrumenten om het innovatievermogen van de in Vlaanderen opererende ondernemingen te verhogen, en daarbij speciaal de kleine en middelgrote ondernemingen kansen tot professionalisering en groei te geven.

Het is dan ook nuttig en wenselijk om het geheel aan acties, en hun meetbare resultaten, in een coherent, regelmatig te verschijnen Indicatorenboek te bundelen. Het Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie en hun Economische Impact, dat de tijdsreeksen uit de vorige Indicatorenboeken actualiseert en uitbreidt, draagt bij tot die ambitie. Zo is het mogelijk te komen tot een robuust en internationaal vergelijkbaar overzicht van de situatie in Vlaanderen qua bestedingen voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie, en de resultaten ervan.

Het Indicatorenboek 2025 wordt net als de vorige editie uitsluitend in een interactieve bevragingsmode elektronisch aangeboden.

Uiteraard boogt een Indicatorenboek op de inspanningen en de inzichten van veel enthousiaste medewerkers. De redactie en het schrijven van dit boek kwamen dan ook tot stand onder impuls van een redactiegroep van experts behorend tot de verschillende beleidsactoren uit het Vlaams Innovatiesysteem, die de staf van het Expertisecentrum O&O-monitoring (ECOOM) van de Vlaamse overheid bijstonden in de opdracht dit Indicatorenboek te ontwikkelen. Elk van hen droeg bij tot de conceptie van dit werk. We willen hen van harte danken voor de constructieve samenwerking om onder de gebruikelijke tijdsdruk dit document af te werken:

- *De Heer Maarten Lenaerts van het Kabinet van de minister-president van de Vlaamse Regering, Vlaams minister van Economie, Innovatie en Industrie, Buitenlandse Zaken, Digitalisering en Facilitair Management en tevens voorzitter van het Beheersorgaan van het Expertisecentrum O&O-Monitoring,*
- *Mevrouw Wendy Smith van de Administratie Hoger Onderwijs,*
- *De Heer Peter Viaene en de Heer Dries Maes van het Departement Werk, Economie, Wetenschap, Innovatie en Sociale Economie (WEWIS),*
- *De Heer Maarten Sileghem en Mevrouw Elsie Declercq van het Vlaams Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO),*
- *Mevrouw Danielle Gilliot, Aurora Geerts en Jo Breda van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR),*
- *Mevrouw Daniëlle Raspoet, Mevrouw Kristien Vercoutere en Mevrouw Annelies Wastyn van de Vlaamse Raad voor Innoveren en Ondernemen (VARIO),*
- *De collega's Tim Engels, Eva Steenberghs, Wolfgang Glänzel, Thomas Standaert, Eline Vandewalle, Walter Ysebaert, Cathy Lecocq, Bart Thijs, Machteld Hoskens, Maikel Pellens, Laura Verheyden, Julie Callaert, Sarah Heeffer, Veronique Adriaenssens, Mariëtte Du Plessis, Caro Vereyen, Yannick Bormans, Jolien Roelandt, Petra Andries, Johanna Vanderstraeten en Hendrik Slabbinck, ondersteund door het ganse ECOOM-team van Leuven dat de realisatie van deze digitale versie in goede banen heeft geleid.*

Samen hebben ze de nodige expert-inzichten en inbreng geleverd tot de Vlaamse gegevens en indicatoren voor het brede en snel evoluerende domein van Wetenschap, Technologie, Innovatie en Economische Impact.

Daarnaast danken we van harte alle auteurs die op basis van de inbreng van de redactiegroep de verschillende hoofdstukken en dossiers hebben uitgewerkt, geschreven en gedocumenteerd met relevant en betrouwbaar cijfermateriaal, resultaat van hun blijvende en vernieuwende onderzoeksinspanningen.

Zonder hun gezamenlijke inspanning was dit Vlaams Indicatorenboek WTIE nooit tot stand gekomen!

Van harte dank!

Prof. Koenraad Debackere en Prof. Bart Van Looy
Redacteurs Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie en Innovatie - Leuven, september 2025

Woord van de minister

De geopolitieke verschuivingen beheersen dit jaar steevast een groot deel van de nieuwsverslaggeving. Trans-Atlantische relaties kwamen onder druk te staan door de onvoorspelbare handelstarieven van de Amerikaanse president Trump, verschillende wereldse conflicten woeden verder en een oorlog op het Europees vasteland heeft een blijvende impact op de defensie-uitgaven. Vlaanderen anticipeert op deze geopolitieke verschuivingen met een ambitieus Defensieplan en een strategische positionering van haar industrie. Tegelijkertijd staan alle regeringen voor een stevige besparingsoefening. In deze context blijft de competitiviteit van onze Vlaamse economie een prioriteit, met de Vlaamse Productiviteits- en Competitiviteitsagenda, de Vlaamse Versnelling, als leidraad en initiatieven zoals Regelrecht die administratieve lasten verlichten, overregulering aanpakken en rechtszekerheid bestendigen.

Ondanks de internationale onzekerheden blijft Vlaanderen een innovatieve aantrekkingspool. Met een O&O-intensiteit van 3,52% van het bbp bevinden we ons aan de Europese top. Vlaanderen koestert bovendien de ambitie om deze intensiteit op te trekken tot 5%, als hefboom voor duurzame groei en maatschappelijke vooruitgang. Concrete investeringen zoals de 700 miljoen euro via de Europese Chips Act in de Nano-IC pilootlijn van imec en de opmars van het Gents Wintercircus illustreren onze technologische slagkracht. Vlaamse biotechbedrijven dragen via circulaire innovatie bij aan de Europese strategische autonomie. Digitale soevereiniteit krijgt terecht steeds meer aandacht in ons beleid.

Het Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie en Innovatie fungeert ook dit jaar als een essentiële referentie voor evidence-based beleid. Het biedt inzicht in de bestedingen, prestaties en internationale positionering van Vlaanderen op het vlak van O&O&I. In een tijd waarin beleidskeuzes meer dan ooit gestoeld moeten zijn op feiten en cijfers, blijft dit boek een onmisbare bron voor beleidsmakers, onderzoekers en stakeholders.

Matthias Diependaele
Vlaams minister van Economie, Innovatie en Industrie,
Buitenlandse Zaken, Digitalisering en Facilitair Management

Volledige inhoudsopgave

1 Innovatiehub Vlaanderen

2 De middelen voor O&O
- 2.1 Totale O&O-uitgaven: GERD
  - 2.1.1 GERD per uitvoeringssector
  - 2.1.2 O&O-intensiteit: GERD als percentage van het BBPR
  - 2.1.3 Internationale vergelijking
  - 2.1.4 Totale O&O-uitgaven per financieringssector
  - 2.1.5 Conclusie
- 2.2 O&O-uitgaven van ondernemingen: BERD
  - 2.2.1 Methodologie
  - 2.2.2 Uitgaven voor interne O&O volgens sector
  - 2.2.3 Uitgaven voor interne O&O volgens ondernemingsgrootte
  - 2.2.4 Uitgaven voor interne O&O volgens types van O&O-actieve ondernemingen
  - 2.2.5 O&O-intensiteit volgens sector
  - 2.2.6 O&O-intensiteit volgens ondernemingsgrootte
  - 2.2.7 Referenties
- 2.3 O&O-uitgaven binnen de non-profit
  - 2.3.1 O&O-uitgaven
  - 2.3.2 O&O-intensiteit
  - 2.3.3 Internationale vergelijking
  - 2.3.4 Organisaties in de non-profit

3 Het menselijk potentieel
- 3.1 Studenten in het Vlaamse hoger onderwijs
  - 3.1.1 Instroom in het Vlaamse hoger onderwijs
  - 3.1.2 Overzicht van de uitgereikte diploma's
- 3.2 Doctoreren aan een Vlaamse universiteit
  - 3.2.1 Startende jonge onderzoekers
  - 3.2.2 Financiering van junioronderzoekers
  - 3.2.3 Slaagkansen doctoraat
  - 3.2.4 Time to degree
  - 3.2.5 Uitgereikte doctorstitels
  - 3.2.6 Aantal doctoraathouders: internationale positie van Vlaanderen
- 3.3 Werken aan een Vlaamse universiteit
  - 3.3.1 Evolutie van het aantal onderzoekers
  - 3.3.2 Aantallen mannen en vrouwen aan de universiteit
  - 3.3.3 Buitenlandse onderzoekers
  - 3.3.4 Trends in het academisch carrièrepad
- 3.4 Totale O&O-personeel
  - 3.4.1 Totale O&O-personeel volgens sector
  - 3.4.2 Internationale vergelijking
- 3.5 O&O-personeel van ondernemingen
  - 3.5.1 O&O-personeel volgens sector
  - 3.5.2 O&O-personeel volgens ondernemingsgrootte
  - 3.5.3 O&O-personeel volgens types van O&O-actieve ondernemingen
  - 3.5.4 O&O-personeelsintensiteit volgens sector
  - 3.5.5 O&O-personeelsintensiteit volgens ondernemingsgrootte

3.6 O&O-personeel binnen de non-profit
3.6.1 O&O-personeel volgens sector
3.6.2 Internationale vergelijking
3.6.3 Organisaties in de non-profit

4 WT&I performantie
4.1 Bibliometrische analyse van levens-, natuur-, technische en sociale wetenschappen
4.1.1 Bibliometrische studies en bibliografische gegevensbestanden
4.1.2 Evolutie van publicaties
4.1.3 Het Vlaams publicatieprofiel
4.1.4 Citatie-impact
4.1.5 Internationale samenwerking: profiel en impact
4.1.6 Conclusie
4.1.7 Referenties
4.2 Bibliometrische analyse van het Vlaamse universitaire onderzoek in de sociale en humane wetenschappen (2000-2023)
4.2.1 Publicatietypes algemeen
4.2.2 Web of Science
4.2.3 Taal
4.2.4 Samenwerking
4.3 De Vlaamse technologiepositie: analyse aan de hand van octrooien
4.3.1 Octrooien in België en Vlaanderen: EPO, USPTO en PCT
4.3.2 Technologieontwikkeling per organisatietype
4.3.3 Samenwerkingspatronen
4.3.4 Relatieve technologie-specialisatiepatronen
4.3.5 Trademarks & Designs in België en Vlaanderen
4.3.6 Conclusie
4.4 Innovatie-inspanningen van ondernemingen
4.4.1 Product- en bedrijfsprocesinnovatie
4.4.2 Onderzoek en ontwikkeling (O&O)
4.4.3 Publieke financiering van product- en bedrijfsprocesinnovaties
4.4.4 Actoren in het innovatieproces van de onderneming
4.4.5 Samenwerkingspatronen voor product- of bedrijfsprocesinnovaties
4.4.6 Internationale vergelijking
4.4.7 Statistieken aansluitend bij het Regional Innovation Scoreboard
4.5 Economische relevantie van de Vlaamse Speerpuntclusters
4.5.1 Economische indicatoren
4.5.2 Decompositie van de leden
4.5.3 Evolutie doorheen de tijd
4.6 Digitalisering van ondernemingen in Vlaanderen
4.6.1 Artificiële intelligentie
4.6.2 Cybersecurity

5 De internationale dimensie
5.1 De Europese Kaderprogramma's
5.1.1 Algemene cijfers voor de Vlaamse deelname
5.1.2 Deelname aan de kaderprogramma's per onderdeel
5.1.3 Deelname volgens deelnemerscategorieën
5.1.4 Vlaamse topdeelnemers
5.1.5 Vlaanderen in de Europese rangschikking
5.1.6 Vlaanderen binnen België
5.1.7 Conclusie
5.2 Cofinanciering van internationale projecten
5.2.1 Deelname aan internationale netwerken
5.2.2 Overzicht steuntoekenning binnen internationale netwerken en hefboom EU-financiering

5.2.3 IPCEI (Important Projects of Common European Interest)
5.3 Vlaamse groeisectoren in internationaal perspectief
5.3.1 Data en methodologie
5.3.2 Resultaten
5.4 Buitenlands zeggenschap in de Vlaamse economie
5.4.1 Data en methodologie
5.4.2 Resultaten

6 De 20 VARIO Kernindicatoren

7 Ondernemerschap
7.1 Ondernemerscultuur en -activiteiten in Vlaanderen
7.1.1 Maatschappelijke perceptie
7.1.2 Individuele perceptie
7.1.3 Startersactiviteiten
7.1.4 Investering in starters
7.2 Studentondernemerschap in Vlaanderen
7.2.1 Profilering van de steekproef van de studentenpopulatie aan universiteiten
7.2.2 Universiteitsstudenten met zelfstandige ouders
7.2.3 Beroepskeuze-intenties van universiteitsstudenten
7.2.4 Deelname van universiteitsstudenten aan ondernemerschapsonderwijs
7.2.5 Ondernemersstatus van universiteitsstudenten
7.2.6 Profilering van de steekproef van de studentenpopulatie aan hogescholen
7.2.7 Hogeschoolstudenten met zelfstandige ouders
7.2.8 Beroepskeuze-intenties van hogeschoolstudenten
7.2.9 Deelname van hogeschoolstudenten aan ondernemerschapsonderwijs
7.2.10 Ondernemersstatus van hogeschoolstudenten
7.3 Duurzaam ondernemen in Vlaamse kmo's
7.3.1 Ecologisch duurzaam gedrag
7.3.2 Maatschappelijk duurzaam gedrag
7.3.3 Uitgaven voor duurzame activiteiten
7.3.4 Professionalisering van duurzame praktijken

8 Dossiers
8.1 Artistic research and the PhD in the arts
8.1.1 Research between the Art School and academia
8.1.2 Organizing artistic research
8.1.3 Flemish PhDs in the arts since 2006
8.1.4 Funding of PhD trajectories in the arts
8.1.5 Analyzing and evaluating artistic research
8.1.6 Further reading
8.2 Towards a framework for a responsible bibliometrics-aided research assessment
8.2.1 Key framework dimensions for evaluative bibliometrics
8.2.2 Criteria for building and using metrics in a responsible way
8.2.3 An illustration of our framework – The Prism Model
8.2.4 Some concluding words
8.2.5 References
8.3 Flemish defence industry and innovation; participation of Flanders in the European Defence Fund
8.3.1 Introduction to the European Defence Fund
8.3.2 Data European Defence Fund
8.3.3 Participation of Flanders and Belgium in the European Defence Fund and its precursors PADR and EDIDP
8.3.4 International comparison of Belgium and Flanders' participation in the European Defence Fund 2021-2022
8.4 Tracking the evolution of Flemish co-authorship with neighbouring countries, and with the scientific powerhouses including China and the U.S.

8.4.1 Data
8.4.2 International collaboration in general - a growing trend
8.4.3 International collaboration with important partners
8.4.4 Relative intensity of collaboration (RIC)
8.4.5 Conclusion
8.4.6 References

8 Dossiers

In addition to the recurrent chapters, each edition of the Flemish Indicator Book also offers a number of specific dossiers that provide a summary of relevant figures and recent research into relevant themes. In this edition, there are four different files that deal with very different topics.

8.4 Tracking the evolution of Flemish co-authorship with neighbouring countries, and with the scientific powerhouses including China and the U.S.

By Eline Vandewalle and Tim Engels (ECOOM, University of Antwerp)

International scientific collaboration has been increasing over the last decades. This also influences the co-authorship patterns of Flemish researchers, who collaborate more with international colleagues than ever before. Not only bilateral collaboration[3] (with one other country), but also multilateral collaboration (with two or more other countries) has increased over the past two decades. In this dossier, we relate the trends of Flemish international collaboration with its immediate neighbours (the Netherlands, the UK Germany, France and Luxembourg) as well as with the global scientific powerhouses China and the US in the period 2000 to 2024. Additionally, we trace the evolution of the relative importance of bilateral and multilateral collaborations with these countries through the Relative Intensity of Collaborations (RIC). In doing so we provide perspective beyond the absolute numbers of collaborative papers. As the share of global scientific output that countries produce evolves over time (see also chapter 2) both the evolution of collaboration in terms of absolute numbers and in terms of relative intensity provide valuable insight into how Flemish research collaboration is evolving.

Several studies have reported a general increase in co-authorship and in international co-authorship in particular (Aksnes & Sivertsen, 2023; Olechnicka et al., 2019; Thelwall & Maflahi, 2022). This is related to developments such as big science and team science. There is also a significant policy push towards incentivising international partnerships, e.g. deepening scientific integration through EU framework programmes. International collaboration is further associated with higher citation impact (Wang et al., 2024).

China and the US are the two largest economies worldwide as well as the two largest producers of research output in the world. As such, they are both key partners of international scientific collaboration. However, while the US was the dominant scientific power for much of the 20th century, China has rapidly increased its presence in terms of scientific outputs. There has been some media attention to the growth of the Chinese research system, which overtook the US in terms of output in the Web of Science (Lu, 2022). More recently, there have also been security concerns voiced by many Western countries regarding scientific collaboration and exchange with China. A recent study shows that scientific exchanges between the US and China are declining since 2018-2019 (Tang, 2024). A study on Belgian-China research collaboration problematises the links of some of these collaborations to Chinese military power, and notes increases in research collaboration between Belgium and China (Houttekier et al 2025). However, the study relies mostly on absolute numbers to show this evolution. When assessing the growth in research collaboration with China, it is important to consider the dizzying growth of the Chinese scientific system in 21st century, which significantly influences its collaboration patterns with individual countries. In this dossier, we present both the absolute size of research collaboration as well as an indicator for the relative intensity of collaboration (RIC).

The data presented here focuses on Flanders and showcases to what extent Flemish researchers collaborate with neighbouring countries, with the US, and with China and how this relationship has evolved over time. While from the point of view of the US and China, Flanders may be viewed as a minor scientific partner, collaborations involving China and the US represent an important part of Flanders' scientific output. The UK also offers an interesting case as it has very strong ties to the European research system but has experienced significant uncertainty over its future in the European research system after the Brexit referendum.

The largest pool of collaborators for Flanders can be found in neighbouring countries, including in the UK. Connections between Flanders and its neighbouring countries remain strong, both in terms of bilateral and multilateral collaborations.

Throughout this dossier, we use international co-authorship as a measure of international collaboration. It must be noted, however, that while co-authorship is a widely used measure for collaboration, there are types of collaboration that are not captured by co-authorship data, such as co-inventorship of patents. Further limitations of this approach include the fact that we do not account for multiple affiliations (one author may be affiliated with organisations in multiple countries), which is not strictly speaking evidence of scientific co-authorship.

8.4.1 Data

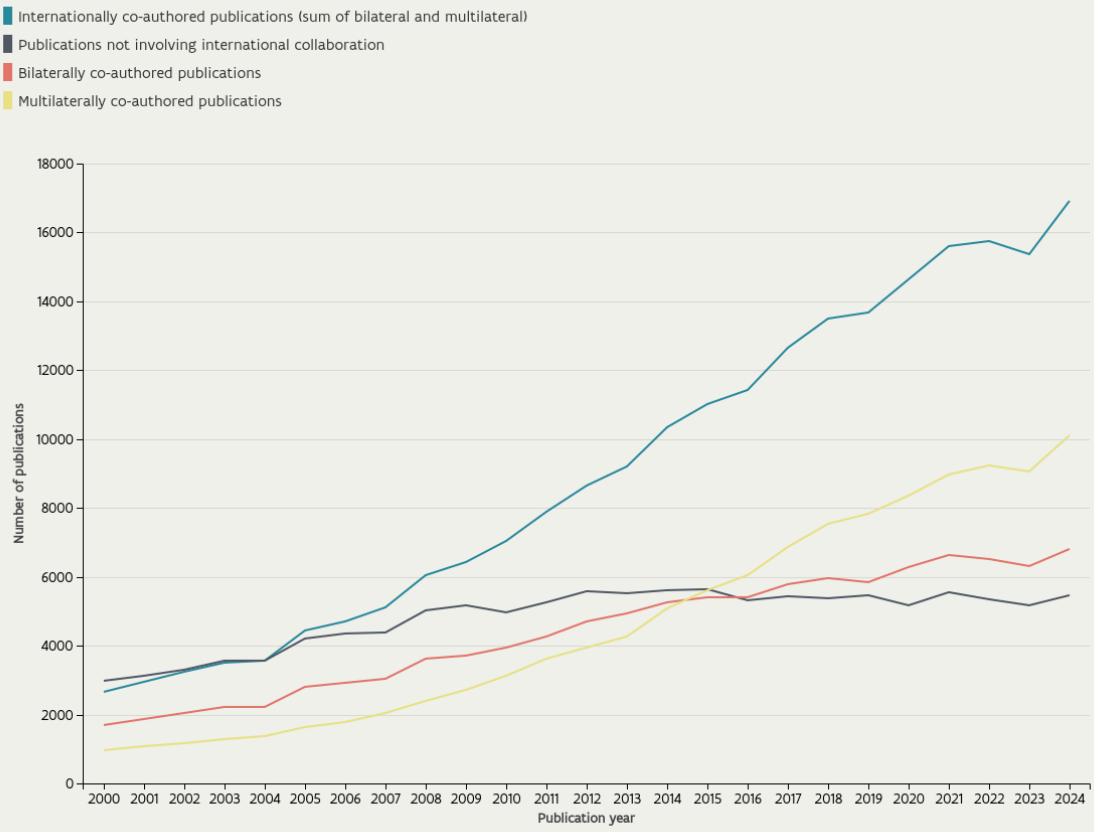
We include Flemish publications from 2000-2024 indexed in the Web of Science indexes (SCIE; SSCI en AHCI). The Flemish publications have been identified by ECOOM Leuven, using the same method explained in chapter 4.1.1 of the indicator book.

The data for this dossier were delivered by ECOOM KU Leuven, with special thanks to Raf Coomans, Wolfgang Glänzel, Bart Thijs and Mehmet Ali Abdulhayoglu.

8.4.2 International collaboration in general - a growing trend

Figure 1 shows the overall trends in Flemish co-authorship involving other countries. The number of publications exclusively authored by researchers affiliated with one or more Flemish organisation is stagnating/slowly decreasing, while international co-authorship has been increasing. Among international collaborations, we distinguish between bilateral and multilateral collaboration. Since 2014, the number of publications involving multilateral collaboration has exceeded the number of publications involving bilateral collaboration. Indeed, Adams and Szomszor (2022) have shown an increase in multilaterally coauthored papers and a stagnation in bilaterally coauthored papers. Papers authored in collaboration with more than one other country are becoming more prevalent.

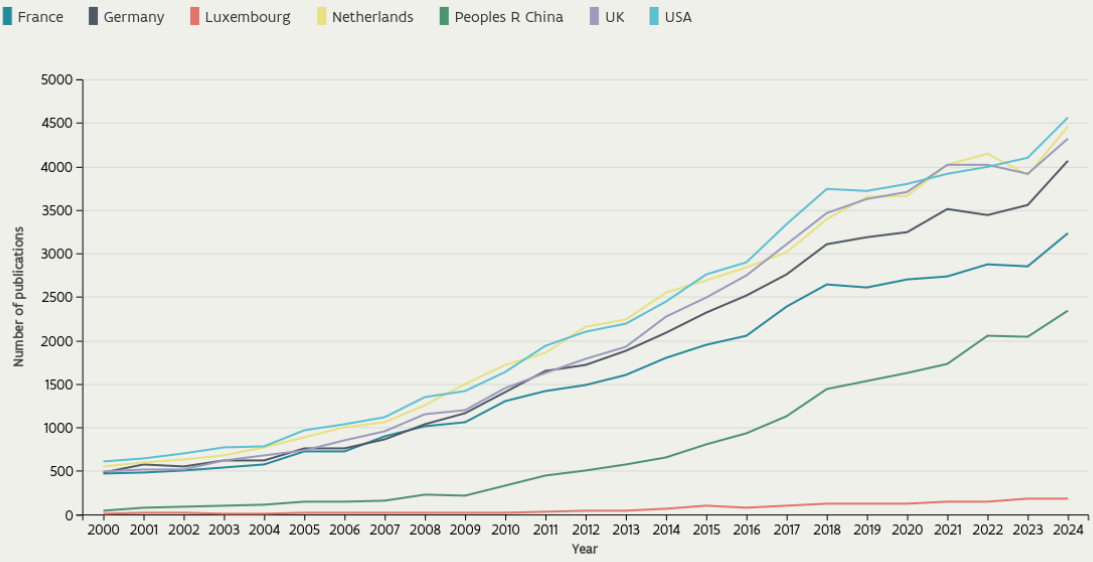
Figure 1. Flemish international co-authorship trends



8.4.3 International collaboration with important partners

In Figure 2, we identify countries with whom the Flemish region is likely to have strong ties. These include neighbouring countries and the global scientific powers. As indicated by Figure 2, there has been a growing trend in international collaboration in terms of absolute numbers, both with neighbouring countries and with China and the US. International collaboration with Luxembourg remains consistently low. As Luxembourg is a comparatively small country, it will not be considered in the rest of this dossier. As mentioned, the relative size of the scientific systems of each of the countries included may explain this evolution to a large degree. So far, the US takes up the largest share of international co-publications with Flanders, while neighbouring countries the Netherlands and the UK take up similar shares of collaboration ties in absolute terms. This is remarkable considering the Netherlands has a much smaller research system than the US and the UK, yet collaboration levels are equally as high. This also indicates that the US and UK remain important international partners for scientific collaboration. While international collaboration with China has been increasing as well, it has not yet reached the same levels of collaboration with Flanders.

Figure 2. Number of publications written in collaboration between Flanders and key countries



8.4.4 Relative intensity of collaboration (RIC)

While these trends in international collaboration are informative, they do not tell the whole story. The absolute collaboration numbers are highly dependent on the relative size of the research output of each of the countries involved. Throughout the past twenty years, there has been a global increase in publication output across the globe, as well as an increase in publications indexed in the Web of Science (which is the indexing service we use for this analysis). In short, we need to study the *relative* intensity of collaboration to understand the evolution of research collaboration between Flanders and key international partners.

The Relative Intensity of Collaboration (RIC) is an asymmetric affinity index introduced by Fuchs, Sivertsen and Rousseau (Fuchs et al., 2021) as "the ratio of the share of the collaborations of A and B within all collaborations of A to the share of collaborations of B within all collaborations of the system excluding collaborations of A". The formula looks as follows:

$$RIC\,(X,Y) := \left(\frac{C_{XY}}{C_X}\right) / \left(\frac{C_Y - C_{XY}}{T - C_X}\right) = \frac{C_{XY} \cdot (T - C_X)}{C_X \cdot (C_Y - C_{XY})}$$

The RIC between Flanders and the US is thus calculated as the ratio of the share of Flanders-US collaborations within all Flemish international collaborations to the share of US international collaborations within all global international collaborations except for Flemish international collaborations. The interesting properties of this index are the following: the $RIC_{(Flanders,\ US)}$ will increase if collaboration between Flanders and the US increases, all other values remaining constant. The $RIC_{(Flanders,\ US)}$ will decrease if the collaborations with all other countries increase, while collaboration between Flanders and the US remains constant.

A distinction between bilateral and multilateral RIC was proposed by Engels et al. (2025), who point out that geopolitical events may have a different effect on small-scale bilateral collaborations and larger-scale multilateral collaborations. Figure 3 gives a general overview of the relative collaboration trends between Flanders and key partners.

The relative intensity of bilateral and multilateral collaboration between Flanders and its neighbours has been increasing in the 21st century. In particular, the relative intensity of Flemish collaboration with the Netherlands, which was already at a high level in the year 2000, has increased the most, indicating strong ties between the Flemish and Dutch research systems. The Flemish and Dutch governments have signed two joint declarations of intent towards bilateral cooperation in the areas of science, innovation and the economy (Departement WEWIS, n.d.). A recent example of collaboration is the joint candidacy of Belgium, the Netherlands and Germany to host the Einstein Telescope (Einstein Telescope EMR., n.d.). In terms of bilateral collaboration, the bilateral collaboration ties with Germany and France have remained more or less steady, while the multilateral collaboration ties have increased slightly.

Figure 3a. Flemish RIC with France, Germany and the Netherlands.

Bilateral

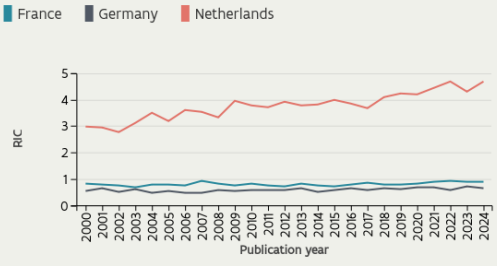
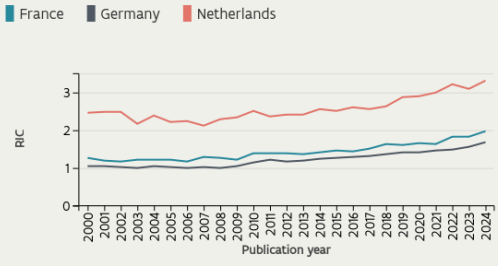


Figure 3b. Flemish RIC with France, Germany and the Netherlands.

Multilateral



The relative intensity of bilateral and multilateral collaboration with the UK, US and China display a different pattern, however. While the relative intensity of multilateral collaboration between Flanders and the US displays a slowly increasing trend over the last two decades, the relative intensity of bilateral collaboration between Flanders and China has surpassed the relative intensity of bilateral collaboration between Flanders and the US in recent years. The RIC between Flanders and the UK has been consistently strong. However, since the UK left the European Union in 2020, there has been some insecurity about the UK's future in the Horizon Europe programme. As of yet, this has not resulted in a drop in the relative intensity of multilateral collaboration. A slight drop in bilateral collaboration can be observed in the past few years.

Figure 4a. Belgian's RIC with the China, UK and US

Bilateral

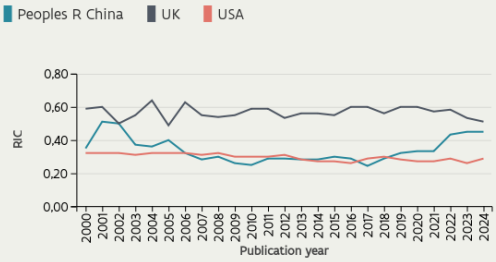
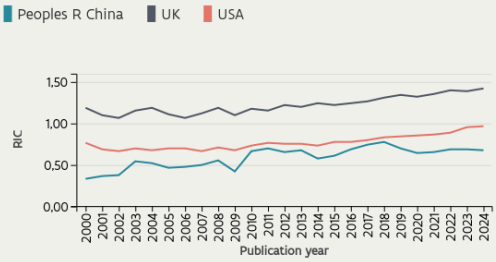


Figure 4b. Belgian's RIC with the China, UK and US

Multilateral



Overall, Flemish multilateral collaboration with neighbouring countries and with the UK is clearly more intensive than with the US or China, the latter still at a relatively low level. Bilateral collaboration, however, is intense with the Netherlands, but less so with France, Germany, UK, US and China. In most recent years we notice a rapid increase in bilateral collaboration with China, which may be fuelled by the continuing growth of research output involving Chinese institutions. China's research output showed great increase in the years 2021 and 2022 and continued to increase after a slight dip in 2023. Most other countries, however, experienced more serious declines in the years 2022 and 2023 and have not yet recovered to 2021 levels (Rousseau et al., 2025).

8.4.5 Conclusion

International bilateral and multilateral collaboration is increasing in Flanders. In particular, publications are now more frequently co-authored with multiple international partners. This evolution follows global evolutions of science. Multilateral co-authorship is becoming the dominant form of international co-authorship. Science is conducted in increasingly larger teams of researchers from several countries. Global geopolitical trends may affect Flemish scientific collaborations with international partners. It is important to consider not only the absolute numbers of collaboration, but also the relative intensity of collaboration. Collaboration between Flanders and China has been increasing in recent years, both in terms of bilateral and multilateral collaboration. However, collaboration with other countries is still more intensive than with China, neighbouring countries remain the most important partners in collaboration. The UK's exit from the European Union may also have negative short and long-term impacts on the strength of scientific ties between European countries and the UK. However, it may currently be too early to see the effects of these evolutions. In this chapter, we have shown the evolution of the strength of scientific collaboration between Flanders and key regional and international partners. As current events unfold, we suggest continuing to monitor the evolution of Flanders bilateral and multilateral scientific collaborations.

8.4.6 References

Adams, J., & Szomszor, M. (2022). A converging global research system. *Quantitative Science Studies*, *3*(3), 715–731. doi: 10.1162/qss_a_00208

Aksnes, D. W., & Sivertsen, G. (2023). Global trends in international research collaboration, 1980-2021. *Journal of Data and Information Science*, *8*(2), 26–42. doi: 10.2478/jdis-2023-0015

Departement WEWIS. (n.d.). *Samenwerking met Nederland*. Retrieved September 3, 2025.

Einstein Telescope EMR. (n.d.). *Home*. Einstein Telescope. Retrieved September 3, 2025.

Engels, T. E., Rousseau, R., & Zhou, H. (2025, September 3–5). *The relative intensity of bilateral and multilateral co-authorship with Russia since 1995*. Paper presented at the STI-Enid Conference 2025, Bristol, United Kingdom.

Fuchs, J. E., Sivertsen, G., & Rousseau, R. (2021). Measuring the relative intensity of collaboration within a network. *Scientometrics*, *126*(10), 8673–8682. doi: 10.1007/s11192-021-04110-x

Houttekier, N., Van Hoeymissen, S. & Du Bois, C. (2025). Sino-Belgian research collaborations and Chinese military power. *European Security*, *34*(2), 250–272.

Lu, D. (2022, August 11). China overtakes the US in scientific research output. *The Guardian*.

Olechnicka, A., Ploszaj, A., & Celińska-Janowicz, D. (2019). *The Geography of Scientific Collaboration*. Taylor & Francis. doi: 10.4324/9781315471938

Rousseau, R., Garcia-Zorita, C., & Sanz-Casado, E. (2025). The long shadow of COVID-19. *Journal of Data and Information Science*, 0(0). doi: 10.2478/jdis-2025-0035

Tang, L. (2024). Halt the ongoing decoupling and reboot US-China scientific collaboration. *Journal of Informetrics*, *18*(2), 101521. doi: 10.1016/j.joi.2024.101521

Thelwall, M., & Maflahi, N. (2022). Research coauthorship 1900–2020: Continuous, universal, and ongoing expansion. *Quantitative Science Studies*, *3*(2), 331–344. doi: 10.1162/qss_a_00188

Wang, J., Frietsch, R., Neuhäusler, P., & Hooi, R. (2024). International collaboration leading to high citations: Global impact or home country effect? *Journal of Informetrics*, *18*(4), 101565. doi: 10.1016/j.joi.2024.101565