

Van kosmograaf tot kosmonaut, Gerard Mercator en Gemma Frisius

 agora-erasmus.be/nl/Van-kosmograaf-tot-kosmonaut-Gerard-Mercator-en-Gemma-Frisius_08561

▼

Door Karel Vereycken, stichter van Agora Erasmus



Generatie Erasmus

In 2012 vieren we in België, waar hij geboren is, en in Duitsland, waar hij gestorven is in Duisburg, de 500ste verjaardag van de grondlegger van wat men de Belgische geografische school noemt: Gerard Mercator, die gestorven is in 1594 op de leeftijd van 82 jaar.

De geschiedenis leert ons dat hij erin geslaagd is om de oppervlakte van een bol te projecteren op een plat vlak, een prestatie die van dezelfde grootteorde is als het oplossen van de kwadratuur van de cirkel.

De eerste reden die mij ertoe leidt om over Mercator te spreken en over zijn vriend en leermeester Gemma Frisius (1508-1555), is omdat deze twee personaliteiten uitnemende vertegenwoordigers zijn van wat ik de “generatie Erasmus van Rotterdam” noem, de beweging van jongeren die werden gevormd door de vrienden en leerlingen van deze laatste.

Op het eerst zicht lijkt dit verrassend, want men wil doen geloven dat Erasmus een literaire komiek is die religieuze vraagstukken behandelde, terwijl Frisius en Mercator in werkelijkheid grote wetenschappers zijn. Een maankrater is genoemd naar Frisius, een andere naar zijn leerling Stradius.

In een zeer goed gedocumenteerd artikel heeft Professor Jan Papy van de Universiteit van Leuven recentelijk [1] aangetoond dat deze wetenschappelijke renaissance van de eerste helft van de 16de eeuw enkel mogelijk is geweest dank zijn een **taalrevolutie**: naast het Frans en het Nederlands bestudeerden honderden jongeren ook Grieks, Latijn en Hebreeuws, waardoor ze toegang kregen tot alle wetenschappelijke en filosofische

De Vlaamse kosmograaf Gerard Mercator (1512-1594), een typisch product van de “generatie Erasmus”.



schatten van het antieke Griekenland, en tot de beste auteurs die schreven in het Latijn, het Grieks en het Hebreeuws. Ze konden eindelijk de geschriften van Plato lezen, maar ook die van Anaxagoras, Heraclitus, Thales van Milete, Eudoxus van Cnidus, Pythagoras, Eratosthenes, Archimedes, Vitruvius, Plinius, Euclides en Claudius Ptolemaeus, om deze dan, na grondige studie, te overstijgen.

Eveneens, sinds de 14de eeuw, hadden de Italiaanse humanisten contact met erudiete Griekse bannelingen. Onderzoek van Griekse, Hebreeuwse en Latijnse bronnen, en een rigoureuze vergelijking van de meesterwerken van de grondleggers van de Kerk en van het Evangelie maakten het mogelijk om, tijdelijk althans, het loodzware Aristotelische juk af te leggen die het ware Christendom verstikte, om zodoende de idealen, de schoonheid en de bezieling van de oorspronkelijke Kerk te doen herleven. [2]

De Zusters en Broeders van het gemene Leven

Ten Noorden van de Alpen vinden we de Zusters en Broeders van het gemene Leven, een lekenorde die openbaar onderwijs organiseerde, geïnspireerd door Geert Groote (1340-1384). Zij openden de eerste scholen die de drie gewijde talen onderwezen (Grieks, Latijn en Hebreeuws). Vandaag zou men kunnen denken dat deze beweging een Trotskistische sekte was, aangezien de leden hun oorspronkelijke naam inruilden voor een Latijnse naam. Geert Kremer (Geert, ter ere van Geert Groote; Kremer komt van *cramerou*, wat handelaar betekent) werd aldus Mercator.

Erasmus, zelf opgeleid door de Broeders van het gemene Leven in Deventer [3], laat zich inspireren door dit voorbeeld en richt in 1517 het beroemde Collegium Trilingue of Drietalencollege op in Leuven. De Dry tonghen werd een echte broedkas voor en van creatieve geesten [4].

Het instuderen van een meesterwerk in de originele taal is voor de studenten enkel het begin. Onderzoekswerk volgt hierop: men moet de geschiedenis en de drijfveren van de auteur kennen, de tijdsgeest, de geschiedenis van de wetten in zijn land, de stand van zaken van de wetenschap en het rechtstelsel, de geografie en de kosmografie. Dit alles zijn onmisbare instrumenten om de teksten te kunnen duiden in hun literaire en historische context. Deze “moderne” aanpak (invraagstelling, kritisch onderzoek van de bronnen, etc.) van het Drietalencollege bewees zichzelf door de boodschap van het Evangelie te verklaren, en verspreidde zich dan ook zeer snel over gans Europa en breidde

Wie was Gemma Frisius ?

Om het werk van Mercator goed te begrijpen is een grondige studie van dat van Gemma Frisius onvermijdelijk. Hij is een jong weeskind dat initieel verlamd is aan de benen. Hij wordt opgevoed in Groningen in Friesland, in de geestelijke en intellectuele invloedsfeer die ik hierboven vermeld heb. Vervolgens sturen de Broeders hem naar de Universiteit van Leuven waar hij intrekt bij de pedagogie “De Lelie”, waar men zich zeer vroeg met het Italiaanse humanisme bezig hield. Hij wordt Magister Artes in 1528, en schrijft zich dan in aan het Drietalencollege. Hij sluit er vriendschap met belangrijke humanisten [5], allen in direct contact met Erasmus.

Verliefd op wiskunde, is Frisius professor in de geneeskunde, maar boeit zich voor kosmografie. Nadat hij een gecorrigeerde versie van Kosmografie publiceert, een zeer populair werk van de Saksische geleerde Peter Apianus (1495-1552), wordt hij opgemerkt door de bisschop Johannes Dantiscus (1486-1548), de Poolse ambassadeur aan het hof van Karel V. Deze vriend van Erasmus, die zijn beschermheer zal worden, is ook in contact met Copernicus.

Uit onvrede met het gebrek aan precisie van de wetenschappelijke instrumenten van die tijd, richt Frisius, hoewel nog steeds student, in Leuven zijn eigen atelier op. De aard- of hemelbol, een hemelbol, het astrolabium, de Jakobsstaf, de astronomische ring, alles wordt door hem en zijn medewerkers vervaardigd.

Deze instrumenten, meestal afgeleid van het astrolabium dat was uitgevonden door de Griekse astronoom Hipparchus (2de eeuw voor Christus, beter gekend onder zijn Latijnse naam Almagestrus), laten een waarnemer toe om zijn positie op de oppervlakte van de Aarde te bepalen door de hoogte van een ster of een planeet te meten ten opzichte van de horizon. Hier kom ik later op terug.

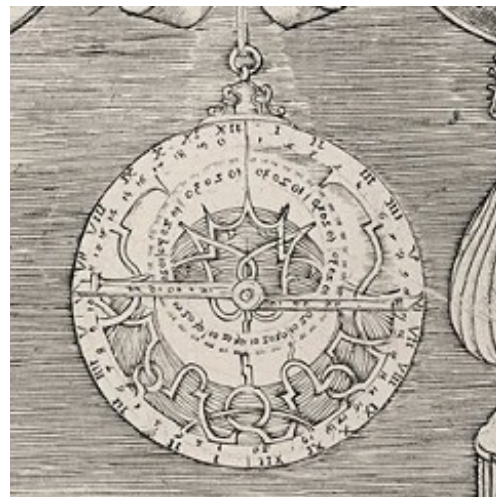
Frisius wilt de wetenschap tot bij het volk brengen, en dus publiceert hij in die periode in Antwerpen enkele beknopte boeken, waarin hij de werking van elk van deze instrumenten uitlegt. De kwaliteit en de uitzonderlijke precisie van de instrumenten van het atelier van Frisius worden geprezen door de Deen Tycho Brahe. Johannes Kepler weerhoudt enkele van zijn waarnemingen en maakt zich de methodiek van Frisius eigen. Frisius beschrijft ook

De medicus en wiskundige Gemma Frisius (1508-1555).

het

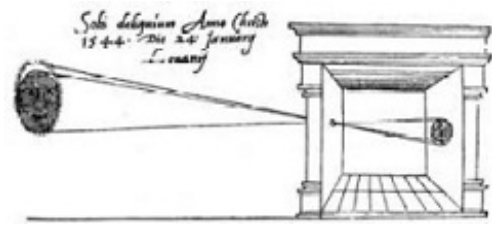
Astrolabium gemaakt door Frisius en Mercator (detail van de voorgaande gravure).

Astronomische ring vervaardigt door Gemma Frisius (detail van de voorgaande gravure).



gebruik van een camera obscura, een donkere kamer om zoneclipsen waar te nemen, een procedé later aangewend door Kepler en andere astronomen. [6]

Gemma Frisius beschreef het gebruik van een donkere kamer om een zoneclips waar te nemen, een procédé later aangewend door Johannes Kepler.

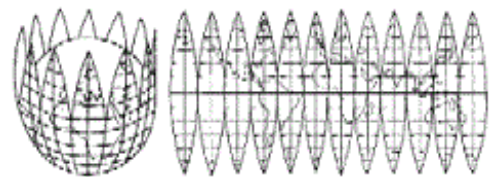


Frisius, officieel professor geneeskunde in Leuven, geeft ook privélessen aan studenten die zich boeien voor kosmografie. Men kan er nauwelijks aan twijfelen dat hij een uitstekende professor is geweest, aangezien vier van zijn leerlingen zelf grote namen werden van de Belgische wetenschap en op hun beurt wetenschappelijke revoluties zullen realiseren in hun eigen domein: Gerard Mercator in cartografie, Andreas Vesalius in anatomie, Rembert Dodoens in plantenkunst en Johannes Stadius in astronomie.

Zijn leerling, Mercator

Ook Mercator, geboren in Rupelmonde gelegen tussen Antwerpen en Brussel, kreeg opleiding bij de Broeders van het gemene Leven (Frères de la Vie commune) in 's Hertogenbosch [7], waarna hij ook naar de Universiteit van Leuven gaat studeren.

In plaats van elke aardbol handmatig te maken, zoals Martin Behaim het voor hen deed, wisten Frisius en Mercator handig het procédé van de gravure te gebruiken, zoals beschreven door de Duitse schilder en graveur Albrecht Dürer.



In twijfel gebracht door de fanatieke dictatuur van het Aristotelische gedachtegoed dat geleidelijk in Leuven alles overheerst, neemt Mercator contact op met Frisius en wordt op zijn beurt ontwerper en bouwer van wetenschappelijke instrumenten. Getraind in het graveren van koper werkt Mercator in Leuven en Antwerpen samen met Frisius in het vervaardigen van aardbollen, een lucratieve bezigheid welke hem een stabiel inkomen garandeert, wezenlijk voor zijn financiële onafhankelijkheid.

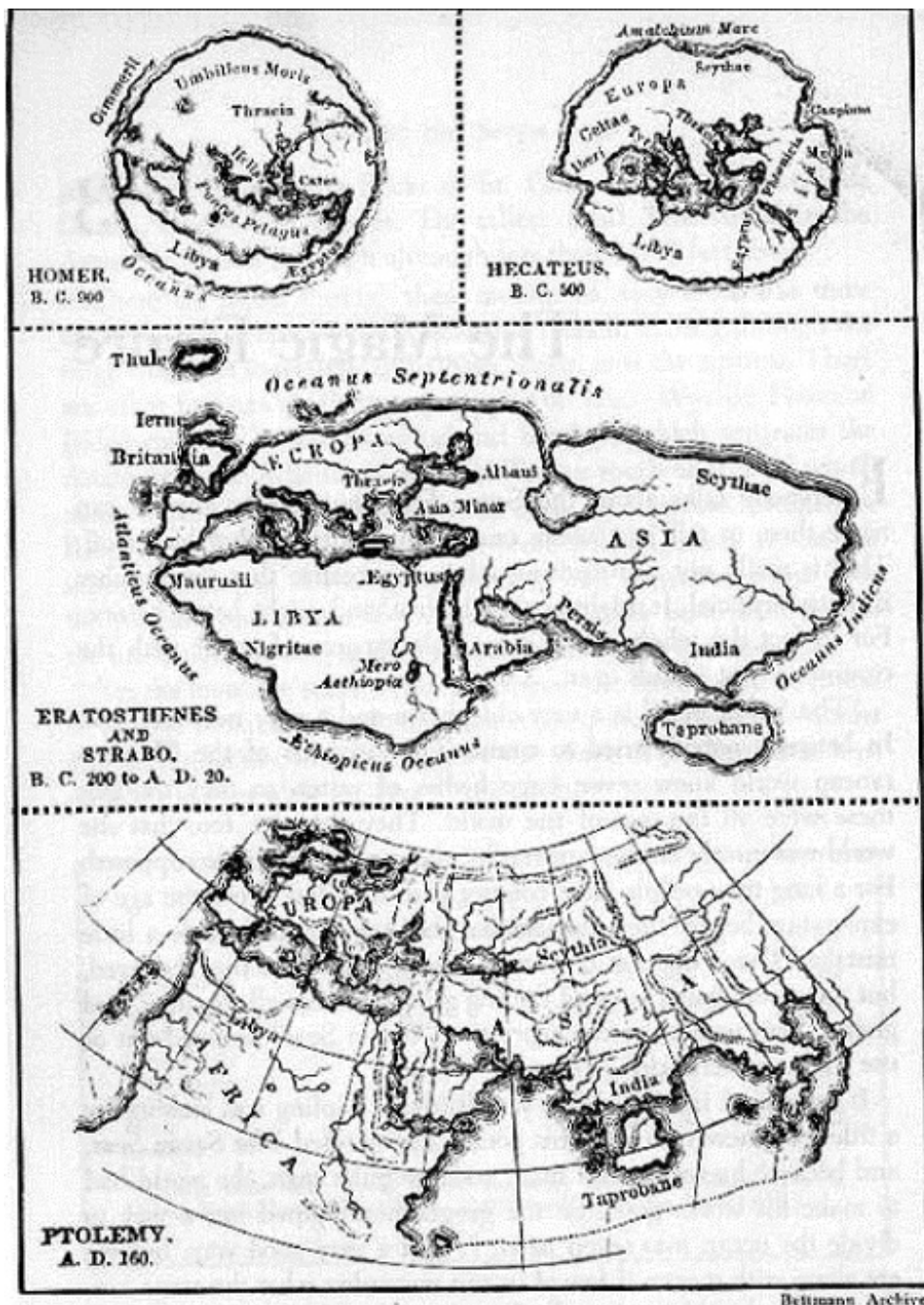
Samen maken ze sierlijke globes van uitzonderlijke precisie. In plaats van elke aardbol handmatig te maken, zoals Martin Behaim het voor hen deed, wisten Frisius en Mercator handig het procédé van de gravure te gebruiken [8]. Op elk blad zijn er vier spijlen van een globe ontvouwd volgens een methode beschreven door de Duitse schilder en graveur Albrecht Dürer in zijn handleiding voor meetkunde. We merken nog op dat Dürer, een vertegenwoordiger van de kring van Willibald Pirckheimer te Neurenberg, tot in 1521 ook in Antwerpen verbleef.

Een echte wetenschap die de eenvoudige zintuiglijke waarnemingen overstijgt

Hun wetenschappelijke methode is de tweede reden waarom we ons interesseren voor deze geleerden. Door de Griekse wetenschap te bewerken, leggen ze immers de basis

voor een wetenschap die bevrijd is van het empirisme. De mens heeft immers heel wat moeite om afstanden te schatten en het is onmogelijk die te meten met behulp van de zintuigen: smaakzin, zicht, tastzin, geur of gehoor.

Laten we tot de kern van de zaken komen. Stelt u voor dat u niet over vliegtuigen beschikt, geen satelliet hebt, geen GPS, geen Tom-Tom, geen Google kaarten, en dat u uw positie moet bepalen op het aardoppervlak. We wijzen er op dat een betrouwbare kaart u toelaat heel veel tijd te winnen; ze houdt ook de uitvinding van “het achteruitgaan” in, dit wil zeggen dat ze ons toelaat op onze passen terug te komen in de tijd.



De Romeinse astronoom Claudius Ptolemaeus (2de eeuw na Christus) beschrijft in zijn *Geographia* [een werk dat overleefde zonder de bijbehorende kaarten] een systeem van geografische coördinaten waarbij hij breedtegraad en lengtegraad invoert. De auteur geeft zelfs een lijst van 8000 plaatsen met hun coördinaten. Bovendien suggereert hij drie benaderingen om de bolvormige natuur aard van de Aarde op kaart te brengen. Sinds Cusanus (Nicolas van Cusa) slooft een generatie humanisten zich uit om de kaart van Ptolemaeus te reconstrueren.

Sinds millennia stelt de cartografie ons echter voor een dubbele uitdaging. Vooreerst is er de keuze van de schaal: hoe groter de kaart is, hoe meer precieze gegevens men er kan in opnemen. Omgekeerd, hoe kleiner ze is, hoe meer men aan precisie inboet. Hetzelfde geldt voor meetinstrumenten. [9]

Vervolgens stelt zich het probleem van de precisie van de plaatsbepaling. De Romeinse astronoom Claudius Ptolemaeus (2de eeuw na Christus), bouwend op de beste Griekse astronomen, stelt in zijn *Geographia* een systeem van coördinaten voor waarin hij breedtegraad en lengtegraad invoert. Hij voegt er zelfs een index bij met de coördinaten

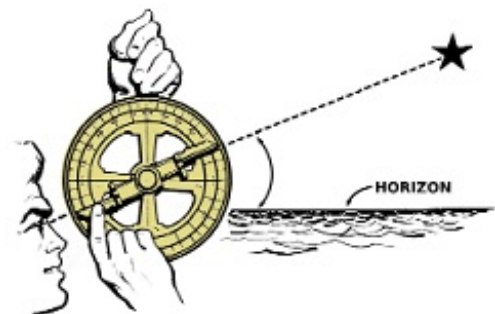
van 8.000 plaatsen. Het werk wordt voor de eerste maal in Europa gepubliceerd in Venetië in 1475, echter zonder kaarten want geen enkele heeft de tand des tijd overleefd. Sinds die dag hebben meerdere humanistische geleerden geprobeerd de kaart van Ptolemaeus te reconstrueren, waaronder de filosoof-kardinaal Nicolas van Cusa (Cusanus, 1401-1464).

Om te weten waar men zich op de aardbol bevindt is men verplicht de eenvoudige zintuiglijke waarnemingen te overstijgen. De eerste zeekaarten beschrijven uiteraard de waarnemingen die worden gemaakt van op een schip dat langs de kust vaart. Om in de Middellandse Zee te navigeren kan men wel zijn plan trekken, maar om een oceaan over te steken naar andere continenten is deze methode zeer riskant. Men zegt soms schertsend: "Om naar Amerika te zeilen zet eerst koers naar het zuiden tot men op een plaats komt waar de boter smelt; draai dan rechts naar het westen, en vanaf daar is het gewoonweg rechtdoor..."

Om deze beperking te overstijgen moest men verder kunnen zien en zich nauwkeurig lokaliseren op Aarde, vertrekkende van verafgelegen elementen (planeten, sterren, etc.) of zelfs van onzichtbare fysische principes zoals het aardmagnetisme en andere fenomenen. Net zoals Christoffel Colombus heeft ook Mercator zich lange tijd gebogen over het fenomeen van het magnetische veld van de Aarde. [10]

Breedtegraden en lengtegraden

Het zee-astrolabium laat toe om de hoek te meten tussen de horizon en een hemellichaam (ster, planeet, etc.)

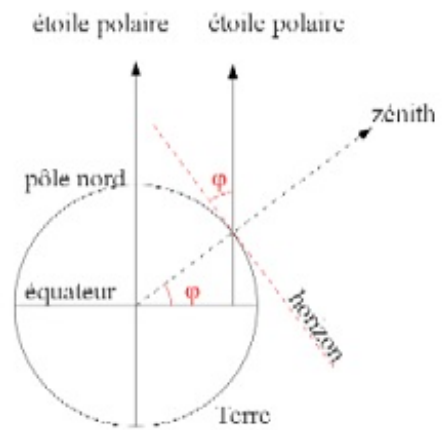


Op het noordelijk halfrond is de simpelste methode de hoek te meten tussen de poolster en de horizon, want het is zo dat deze hoek gelijk is aan de hoek van de breedtegraad; dit is de hoek gevormd tussen de evenaar, het middelpunt van de aarde en de plaats waar men zich bevindt.

De poolster bevindt zich (bijna) in het verlengde van aardas, en bevindt zich dus altijd op dezelfde plaats in het firmament (terwijl andere sterren, door de rotatie van de Aarde rond haar as, van uur tot uur van plaats veranderen; door de jaarlijkse baan van de Aarde rond de Zon, verplaatsen de andere sterren zich, voor hetzelfde uur van waarneming, ten opzichte van een waarnemer op de Aarde blijkbaar van dag tot dag). Op het noordelijk halfrond is de poolster zichtbaar als de spil waarrond het hemelgewelf rondwentelt. De poolster is acht keer groter en 1.600 keer helderder dan de Zon, waardoor ze gemakkelijk te lokaliseren is met behulp van het sterrenbeeld van de Grote Beer ("de steelpan")

Men kan de breedtegraad ook bepalen door dagelijks het hoogste punt van de koers van de Zon te meten (middag), een hoogte die specifiek is voor elke dag van het jaar voor een

De hoek tussen de horizon en de hoogte van de poolster is gelijk aan die van onze breedtegraad, dit is de hoek gevormd door de evenaar, het middelpunt van de aarde en de plaats waar we ons bevinden.



bepaalde breedtegraad. Samengevat, als men de datum kent, kan men de breedtegraad bepalen door met de gemeten hoek een zeealmanak te raadplegen. Wat geldt voor de Zon, geldt ook voor andere hemellichamen en sterren waarvan men de hoogte kan meten. Om de hoogte te meten rekent men vanaf de evenaar tot de Noordpool 90°N , en tot de Zuidpool 90°Z .

Voor de lengtegraad is het iets ingewikkelder. Men maakt eerst gebruik van een netwerk van grote cirkels die vertikaal door de polen gaan: de meridianen. Als referentiepunt wordt simpelweg, door een eenvoudige conventie, een nulmeridiaan gekozen. Ptolemaeus liet die door de archipel van de Canarische Eilanden lopen, anderen kozen als referentiepunt het Griekse eiland Rhodos, de stad Jeruzalem of zelfs Parijs.

Vandaag is de meridiaan van Greenwich bij conventie de nulmeridiaan, die dient als referentiepunt voor de tijdzones. Vertrekkende van deze referentie rekent men 180° naar het oosten en 180° naar het westen. Eén graad stelt dus 111,11 kilometer voor op de evenaar, één minuut (een zestigste van een graad) 1,85 kilometer (een zeemijl) en een seconde (een zestigste van een minuut) 30 meter. Zo ligt Brussel in België op $50^\circ 51$ minuten en 0 seconde noord en $4^\circ 21$ minuten en 0 seconde oost.

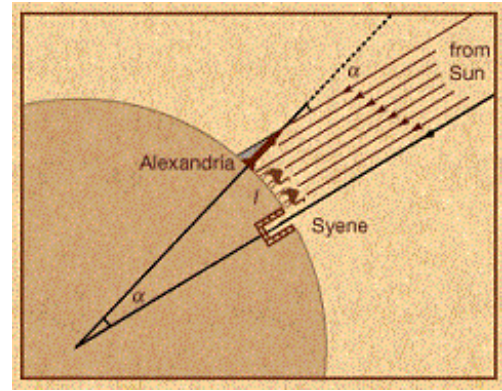


De les van Eratosthenes

Reeds in de 3de eeuw voor Christus had Eratosthenes de omtrek van de Aarde met een uitzonderlijke precisie berekend. Hij had vastgesteld, tijdens een zomerzonnenvende op het middaguur, dat de zon de bodem van een mijnschacht in Syène (Assouan) verlichtte, en zich dus loodrecht boven die schacht bevond (in het Zenit). Dit was niet het geval in Alexandria, waar op hetzelfde moment een obelisk een schaduw tekende op de grond.

Door de hoek te meten ($7,2^\circ$) die de zon maakte met de obelisk in Alexandria alsook de

In de 3de eeuw voor Christus had Eratosthenes in Syène (Assouan), tijdens een zomerzonnewende, vastgesteld dat de zon op de middag de bodem van een verticale mijnschacht verlichtte, en zich dus loodrecht boven die plaats bevond (in het Zenit). Dit was niet het geval in Alexandria, waar op hetzelfde moment een obelisk een schaduw wierp op de grond.



afstand tussen de twee steden (5.000 staden van 157,5 meter, of 787,5 km), kon Eratosthenes de omtrek van de Aarde (360°) berekenen, waarbij hij uitkwam op 250.000 staden (360° gedeeld door $7,2^\circ$ is 50; 50 keer 5.000 staden is 250.000 staden). 250.000 staden is 39.375 kilometer, wat zeer dicht is bij de reële omtrek van de aarde, namelijk 40.075,02 kilometer.

Hoe het Amerikaans continent het leven van Christopher Columbus zou redden

We illustreren de moeilijkheid van het vraagstuk van de lengtegraden met het volgende voorbeeld. De Italiaanse humanist Toscanelli, een vriend van Cusanus, had zich magistraal vergist bij het bepalen van de afstand die men moest afleggen om Cathay (toen de naam voor China) te bereiken door naar het oosten te varen, en dit op een kaart die hij had opgestuurd naar Christoffel Columbus.

In werkelijkheid had Toscanelli deze fout overgenomen van Ptolemaeus, die in zijn berekeningen de omtrek van de aarde had onderschat. Anderzijds hadden Ptolemaeus, en later ook Marco Polo, de uitgestrektheid van het Euraziatisch continent onderschat. Men bemerkt deze vergissing tevens of de wereldbol gemaakt door Martin Behaim te Neurenberg in 1492, de oudste die ons is nagelaten. Het jaar waarin deze aardbol werd gemaakt (1492) is toevallig hetzelfde als dat van het vertrek van Columbus en geldt dus als een goede illustratie van de wereld zoals Columbus zich die voorstelde.



Deze kaart, zoals ze verschijnt op de wereldbol gemaakt door Martin Behaim in 1492, vóór het vertrek van Christopher Colombus, wordt beschouwd als de eerste wereldkaart in Europa. Men ziet er de “nabijheid” van Azië met Europa. De voorstelling van (het onbekende) Amerikaanse continent (in het wit) laat toe om zich een idee te vormen van de werkelijke afstanden.

Het Aziatische continent strekt zich op de kaart uit over 225 lengtegraden, wat Europa en Azië “[via het westen] nader bij elkaar brengt”. De positie van Japan (Cipango) is gelokaliseerd op de lengtegraad van Mexico, waardoor de duur van een transoceanische reis naar Azië via het westen nog meer wordt ingekort. Met een tussenstop op de Canarische Eilanden is er zelfs hoop om onderweg de “Antillen” te vinden, die volgens sommige kaarten zich halverwege de Grote oceaan bevond. Men meende dus dat, door naar het westen te varen, Azië dichterbij was. Daarom zegt men soms ironisch dat “dankzij” de vergissing van Ptolemaeus men de reis heeft aangedurfd naar de Nieuwe Wereld.

Op basis van de kaarten van Marco Polo en anderen, schatte Toscanelli de afstand van Lissabon tot Azië op 6.500 zeemijlen of 9.600 kilometer. Columbus probeerde deze afstand te verifiëren door de berekeningen van Al-Farghani (Alfraganus, 9de eeuw) te bestuderen. Deze Perzische astronoom schatte dat, op de evenaar, elke van de 360 graden iets minder dan 57 mijlen was, waardoor hij de omtrek op 20.400 mijlen schatte.

En hier maakt Colombus een tweede fout: Alfraganus werkte met Arabische mijlen van 1973,5 meter, terwijl Colombus Romeinse mijlen van 1481 meter gebruikte... Volgens Colombus was de omtrek van de Aarde 30.000 km, 10.000 km minder dan Alfraganus! Het onverwachte bestaan van het Amerikaanse continent, dat niet vermeld wordt op de wereldkaart van Toscanelli, heeft dus het leven van Christopher Colombus gered!

De oplossing van het vraagstuk van het bepalen van de lengtegraad is in wezen relatief eenvoudig. Een volledige rotatie van de Aarde om haar as duurt 24 uren, waardoor de Aarde in 4 minuten 1° draait (24 uur maal 60 minuten gedeeld door 360° per 24 uur is 4 minuten per graad). Om de lengtegraad van een locatie te kennen, volstaat het om de locale tijd te vergelijken met de tijd op de referentiemeridiaan. Een tijdsverschil van vier minuten betekent dat men 1° verwijderd is van deze referentiemeridiaan.

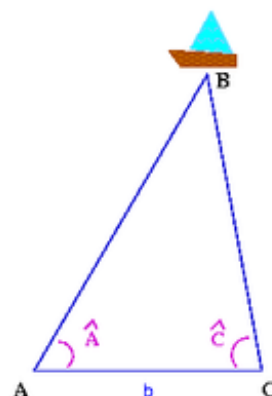
Als de gemeten locale tijd voorloopt op die van de referentiemeridiaan, betekent dit dat men ten oosten van de referentiemeridiaan is; men is ten westen van de referentiemeridiaan als de tijd achterloopt. Om het locale uur bepalen op volle zee is het voldoende de hoogte van de sterren te observeren. Het is plaatselijk middag als de zon op haar hoogste punt staat, het culminatiepunt.

Echter, om het juiste tijdstip te kennen op de referentiemeridiaan moet men beschikken over een uurwerk dat op deze referentie is geijkt.

In 1530 was Gemma Frisius de eerste die deze oplossing bedacht heeft, maar in zijn tijd was geen enkel uurwerk precies genoeg om zijn methode in de praktijk te brengen. Het nam twee eeuwen in beslag. Veel werk werd geleverd door de Franse Academie van de Wetenschappen van Jean-Baptiste Colbert en Christian Huygens. De uitvinding van de zeeklok, in 1761 door de Brit John Harrison, maakte het uiteindelijk mogelijk om de oplossing, die door Frisius bedacht was, operationeel te maken.

Door de driehoeksmeting wordt topografie een wetenschap

Het principe van de driehoeksmetkunde werd ontdekt door de Griekse geleerde Thales van Milete, die er gebruik van maakte om de afstand te meten tussen een boot op het water en de kust door de hoeken ($\hat{A}$ en $\hat{C}$) te meten tussen enerzijds twee referentiepunten (A en C) waarvan men de positie en de onderlinge afstand (b) kende, en anderzijds de positie van de boot op het water (B).



Frisius maakt nog een andere fundamentele bijdrage. In zijn *Libellus de locorum*

Tot dan toe wist men sinds lang dat de wetenschap van de hoeken van groot nut kan zijn, omdat ze toelaat verhoudingen te vergelijken. Met de driehoeksmmeetkunde kan men echter verder gaan, omdat ze de verbanden blootlegt tussen afstanden en hoeken.

Het principe van de driehoeksmmeetkunde werd ontdekt door de Griekse geleerde Thales van Milete, die er gebruik van maakte om de afstand te meten tussen een boot op het water en de kust, door de hoeken ($\hat{A}$ en $\hat{C}$) te meten tussen enerzijds twee referentiepunten (A en C) waarvan men de positie en de onderlinge afstand (b) kende, en anderzijds de positie van de boot op het water (B). De driehoeksmmeting maakt gebruik van de sinusregel, het feit dat de som van de hoeken van een driehoek 180° is, het theorema van Al-Kashi (de cosinusregel), en de stelling van Pythagoras voor rechthoekige driehoeken.



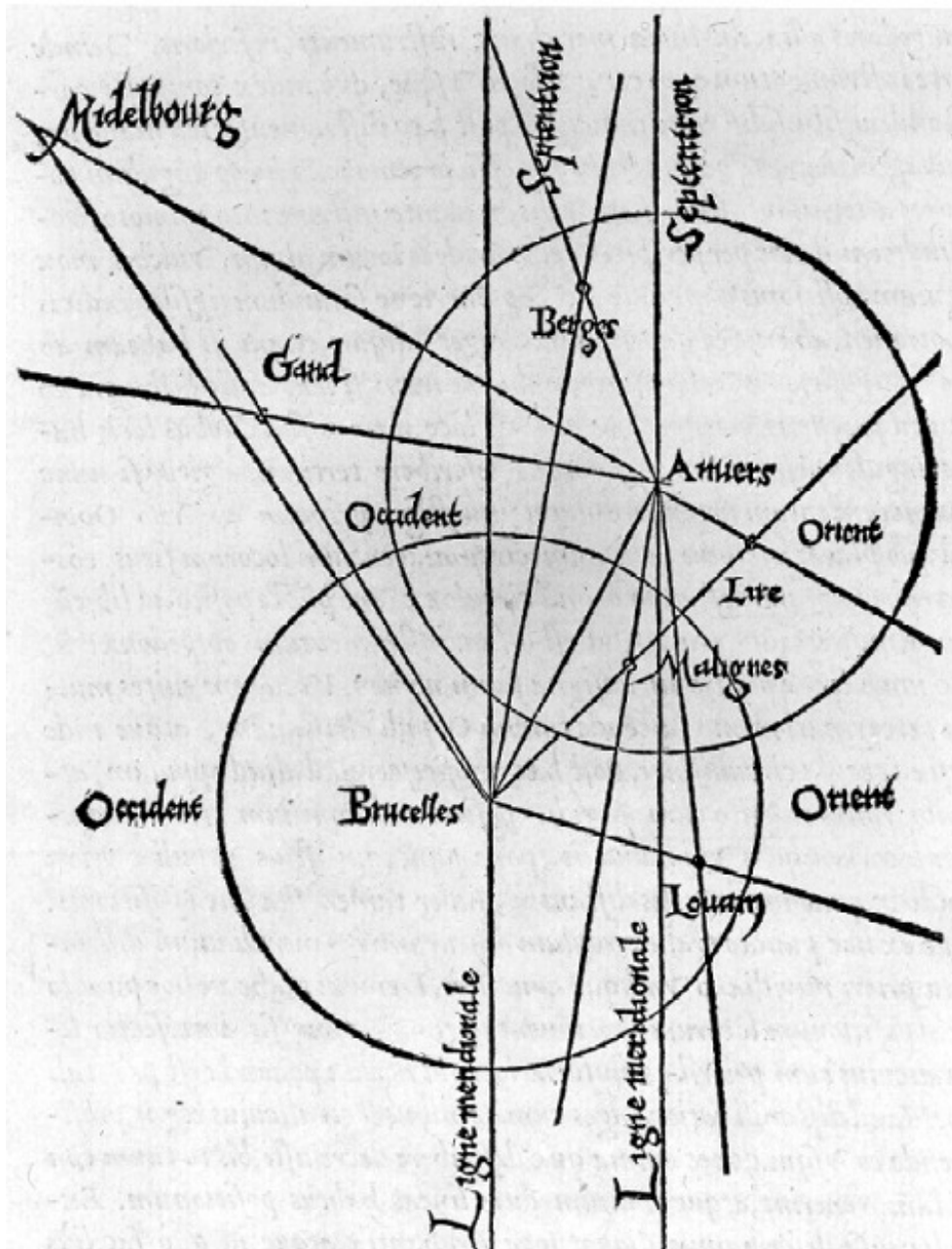
Frisius plaatste een kompas in het centrum van dit zee-astrolabium, dat hij “volcirkel” herdoopte. Het zee-astrolabium dat de zeelui toeliet om zich op zee te oriënteren door de sterren “te schieten”, vond op die manier een nieuwe nuttige toepassing aan land.

Frisius gaat in zijn boekje zeer pedagogisch tewerk. Eerst schetst hij op losse blaadjes cirkels met daarop een diameter getekend. Vervolgens stijgt hij naar de top van een groot gebouw, zoals de kathedraal van Antwerpen, en gebruikt zijn zee-astrolabium op een horizontale manier: de “volcirkel”. Het astrolabium dat de zeelui toeliet om zich op zee te oriënteren door de sterren “te schieten”, vond op die manier een nieuwe nuttige toepassing aan land.

In het midden van deze “volcirkel” plaatste Frisius een kompas. Met dit instrument kan de waarnemer zijn papieren cirkel met de getekende diameter oriënteren parallel aan de Noord-Zuid as, zoals aangegeven door het kompas. Hij richt in feite de diameter van de cirkel parallel aan een imaginaire plaatselijke meridiaan. Vervolgens meet hij de hoeken tussen deze meridiaan en de klokkentorens van de kerken in de omgeving.

We merken op dat de publicatie van Frisius over topologische opmetingen puur pedagogisch is, want in werkelijkheid kan men vanuit Antwerpen de verafgelegen steden op zijn schets niet zien omwille van de grote afstand en de kromming van de aarde. Laten we evenwel zijn principiële methode aanvaarden. We zien op zijn schets de richting van Middelburg, Gent, Brussel, Leuven, Mechelen en Lier, met telkens Antwerpen als middelpunt.

Vervolgens daalt Frisius van zijn toren en gaat hij naar de andere steden en bestijgt daar ook de torens en beiaards die hij bij de meting in Antwerpen als richtpunten had gebruikt. Hij herhaalt telkens dezelfde meting met zijn “volcirkel”. Eenmaal terug thuis legt hij de losse bladen neer op een willekeurige afstand van elkaar maar steeds gericht op de Noord-Zuid meridiaan. Door de verschillende lijnen van de “geschoten” torens te verlengen vindt hij op de snijpunten van deze lijnen aldus de exacte locatie van de steden. In zijn studie toont Frisius aan dat, als men vier eenheden toekent aan de afstand tussen Antwerpen en Mechelen, men dan de afstanden tussen de verschillende steden kan berekenen.

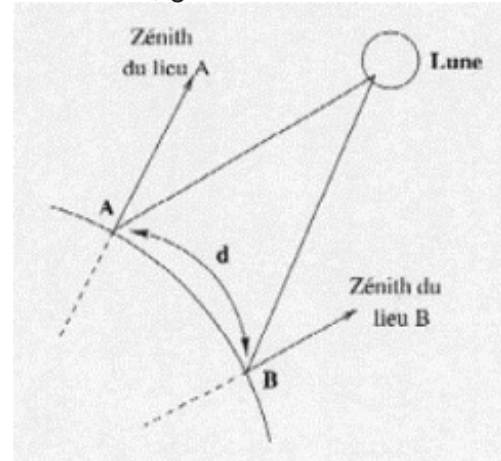


Om een topografische meting te doen, tekende Gemma Frisius op losse bladen cirkels met een diameter. Vervolgens stijgt hij naar de top van een groot gebouw, zoals de kathedraal van Antwerpen, en meet de hoeken die de torens in de omringende steden maken met de Noord-Zuid as die het kompas aangeeft. Vervolgens gaat hij naar de andere steden en bestijgt daar ook de torens en beiaards die hij bij de meting in Antwerpen als richtpunten had gebruikt. Hij herhaalt telkens dezelfde meting met zijn “volcirkel”. Eenmaal terug thuis legt hij de losse bladen neer op een willekeurige afstand van elkaar maar steeds gericht op de Noord-Zuid meridiaan. Door de verschillende lijnen van de “geschoten” torens te verlengen vindt hij op de snijpunten van deze lijnen aldus de exacte locatie van de steden.

Van Frisius tot Colbert

De eenvoudige methode van Frisius, met zijn zeer grote precisie, zal al vlug school maken. Wanneer in 1666 Jean-Baptiste Colbert de Academie voor de wetenschappen opricht, is hij ervan overtuigd dat betere landkaarten een beter beheer en ruimtelijke ordening van het Franse koninkrijk mogelijk zullen maken.

De abt Jean Picard, één van de medestichters van de Academie, gebruikt de methode van de driehoeksmetkunde zal de basis worden voor het meten van afstanden tussen de planeten.



de driehoeksmeting van Frisius zoals die was overgenomen door de Nederlandse wiskundige Snellius. Hij construeert een ketting van dertien driehoeken, vertrekkende van

In een ander voorbeeld beschrijft de abt hoe men vanuit een toegankelijke plaats de afstand kan meten tot een niet toegankelijke of een veraf gelegen plaats, vertrekkende van een voorwerp met een gekende lengte, een instrument dat toelaat hoeken te meten en de sinusregel. Men ziet onmiddellijk in hoe de vruchten van het “abstracte” astronomische en maritieme onderzoek de organisatie van onze directe omgeving veel efficiënter hebben kunnen maken.

Mercator : van gevangenis naar roem

In 1544 brengt Mercator zeven maanden door in deze gevangenis (toren van het kasteel van Rupelmonde), op verdenking dat hij zich niet volledig neerlegde bij de Aristotelische opvattingen.

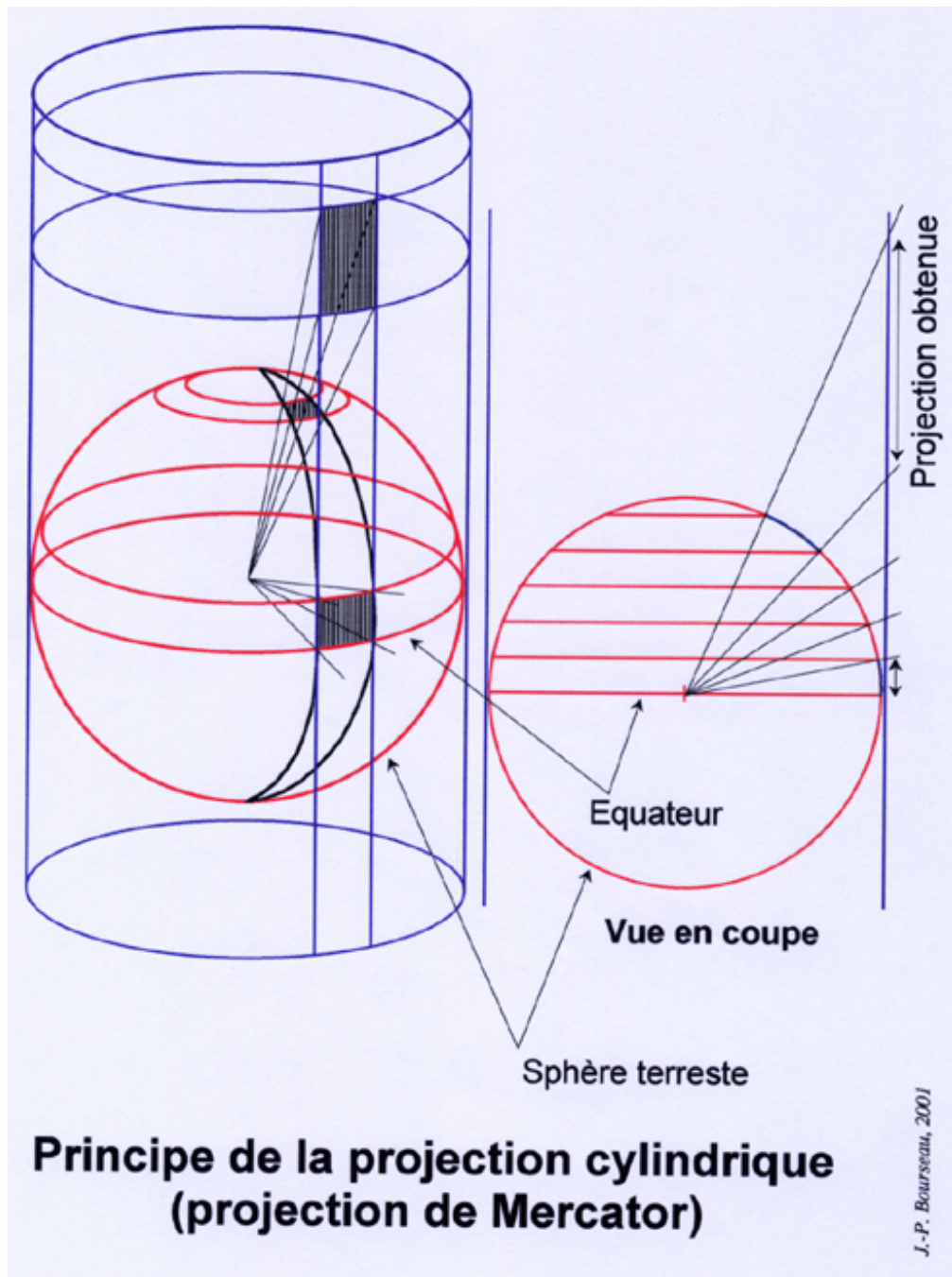


Aangehouden voor ketterij in 1544, maar na zeven maanden vrijgelaten uit de gevangenis, verlaten Mercator en zijn familie Antwerpen en Vlaanderen om zich in Duisburg te vestigen, een kleine stad van 3.000 inwoners in het hertogdom Kleef, een dorp in vergelijking met Antwerpen, waar de bevolking de 100.000 zielen overschreed.

Vanuit zijn nieuwe woonplaats houdt de cartograaf permanent contact met de Antwerpse drukker Christoffel Plantijn die het monopolie heeft voor de verdeling over gans Europa van de landkaarten van Mercator, en die hem regelmatig van papier voorziet.

Het is in Duisburg dat Mercator in 1569 zijn eerste zogenaamde “conforme” kaart uitwerkt. Hoewel op deze kaart de afstanden helemaal niet overeenstemmen met de werkelijkheid (de grootte van Groenland in het verre Noorden overtreft deze van Zuid-Amerika op de Evenaar), zijn de hoeken tussen de plaatsen waarheidsgetrouw. Terwijl architecten en

landmeters “afstandsgetrouwe” kaarten verkiezen (1cm op de kaart vertegenwoordigt x cm in realiteit), verkiezen zeevaarders de “wassende” conforme kaart van Mercator (ze varen immers op kompas en maken peilingen met hun astrolabium).



Op zijn wereldkaart van 1569 geeft Mercator duidelijk zijn projectiemethode aan: hij projecteert, vertrekkende van het middelpunt van de aardbol, ieder punt op het oppervlak van de bol op een cilinder. Door deze laatste dan te ontrollen bekomt men dan de beroemde vlakke “conforme” wereldkaart.

Wanneer Mercator zijn wereldkaart ontwierp, beschrijft zijn buurman Walther Ghim hem als “een man met een rustig temperament en een uitzonderlijke reinheid en oprechtheid”. Hij beweert verder “Mercator wou aan de geleerden, reizigers en zeelui toelaten om met hun

eigen ogen een precieze beschrijving van de wereld te zien in een groot formaat, door op een adequate manier de aardbol te projecteren op een plat oppervlak, wat zover overeenkomt met de kwadratuur van de cirkel dat er niets aan ontbreekt, zoals ik het uit zijn eigen mond gehoord heb, buiten een formeel bewijs is”.

De Griekse geleerden droomden ervan, Mercator heeft het gedaan

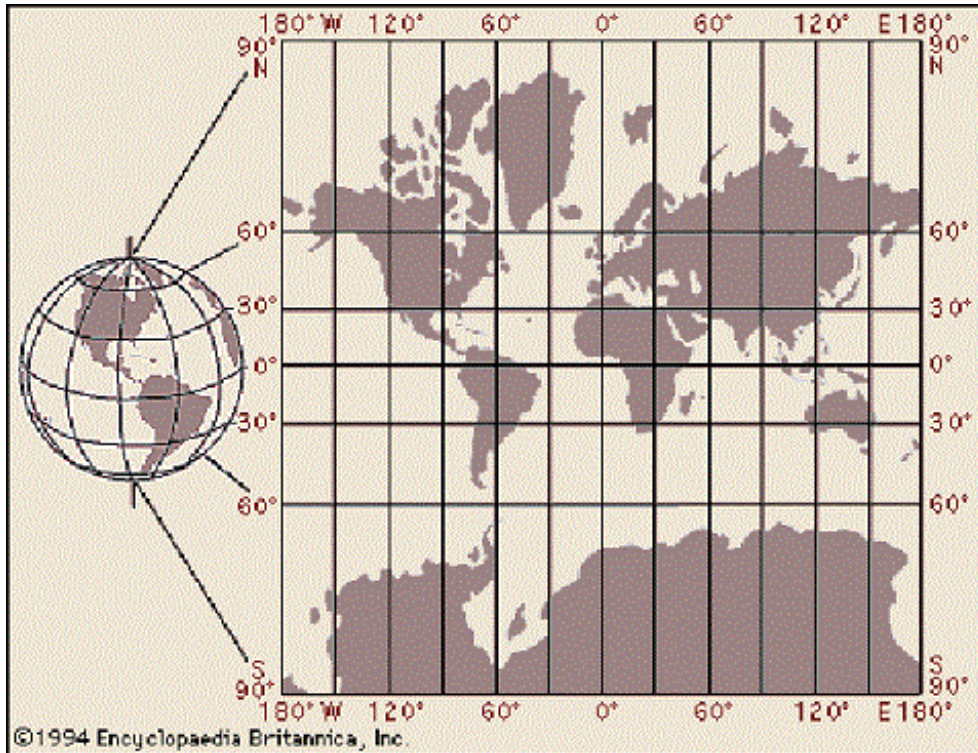
Waarvan de Griekse geleerden droomden en wat Frisius had vooropgesteld als doelwit van het wetenschappelijk onderzoek, heeft Mercator gerealiseerd, veertien jaar na de dood van zijn leermeester.

In *De Astrolabo Catholico (Het universeel astrolabium*, Antwerpen, 1556) heeft Frisius duidelijk de wetenschappelijke uitdaging beschreven:

“Het is nochtans mogelijk (...) om tot een beschrijving in een plat vlak te komen die ons dezelfde dingen laat zien wat we ergens anders in drie dimensies zien. Schilders tonen ons deze kunstgreep dagelijks, en Albrecht Dürer, die nobele schilder en wiskundige, heeft enkele mooie voorbeelden hierover op schrift gesteld. Hij leert ons inderdaad hoe men op een plat oppervlak, die hij als een venster beschouwt, gelijk welk voorwerp kan tekenen zoals ze voor ons oog zichtbaar zijn, maar in twee dimensies.

(...) Ptolemaeus heeft soortgelijke beginselen gevolgd op het einde van zijn eerste boek Geographia, in hoofdstuk 24 waarvan de titel is: “Hoe op een platvlak een kaart van de bewoonde wereld tekenen die in harmonie is met zijn aanblik op een bol”. In zijn zevende boek stelt hij hetzelfde iets duidelijker in deze termen: “Het is niet ongepast om enkele richtlijnen toe te voegen om in een plat vlak de hemisfeer die we zien en waarop de bewoonde wereld is gelegen te tekenen, omringd door een hemelbol (Armilarium of bolvormig astrolabium)”. In die passages van zijn boeken duid Ptolemaeus drie of vier manieren aan om een oppervlakte van de bewoonde wereld op aarde weer te geven op een plat vlak, en dit op een manier dat de afbeelding zo conform of gelijkaardig zou zijn aan de bolvormige oppervlakte, zoals men had aangetoond dat het aardoppervlak feitelijk was.

Er bestaan verschillende methoden om de cirkels van een bol op een plat vlak weer te geven (...), allen met hetzelfde doelwit voor ogen, maar sommige benaderen de bolvormige samenhang beter, terwijl andere er ver vanaf liggen. En hoewel Ptolemaeus in het eerste boek van zijn Geographia beweert dat het onmogelijk is dat alle breedtecirkels hun samenhang in een plat vlak bewaren zoals op een bol, is het toch mogelijk dat alle breedtecirkels zich niet van elkaar verwijderen en dat hun onderlinge samenhang en deze met de evenaar behouden blijven...



Met de “Mercatorprojectie” stemmen de afstanden helemaal niet overeen met de werkelijkheid (de grootte van Groenland in het verre Noorden overtreft deze van Zuid-Amerika op de Evenaar). Toch zijn de hoeken tussen de plaatsen waarheidsgetrouw (conform). Terwijl architecten en landmeters “afstandsgetrouwe” kaarten verkiezen (1 cm op de kaart vertegenwoordigt x cm in realiteit), verkiezen zeevaarders de “wassende” conforme kaart van Mercator (ze varen immers op kompas en maken peilingen met hun astrolabium).

Maar Gemma deelt blijkbaar de overtuiging van Cusanus over de kwadratuur van de cirkel, en hij legt de nadruk op het feit dat geen enkele projectie op een plat vlak alle eigenschappen van een bol kan bewaren:

“Ik wil enkel maar hierop wijzen: alles wat we hier hebben gezegd over de beschrijving op een vlakke kaart zal onvolmaakt zijn indien men het in detail zou onderzoeken. Nooit zal men op een plat vlak de beschrijving van een regio kunnen weergeven die alle karakteristieken behoud (hoeken, afstanden, oppervlakte...), zelfs niet wanneer Ptolemaeus in persoon zou terugkeren. Inderdaad, ofwel zal de lengtegraad niet worden nageleefd of de afstand zal niet worden gerespecteerd, of de juiste locatie zal verwaarloosd zijn, of twee van deze elementen zullen allebei fout zijn. Er bestaat immers geen enkele overeenkomst tussen een bol en een plat vlak, net zoals er geen bestaat tussen het volmaakte en het onvolmaakte, of tussen het eindige en het oneindige”.

(Nawoord van 1540 bij *Libellus* over driehoeksmmeetkunde)

Hoewel alles erop wijst dat Mercator zich indertijd vertrouwd heeft kunnen maken met het werk van Cusanus, worden de wetenschappelijke methode en de gevonden oplossing van Mercator, namelijk het goed samengaan tussen een bol, een cilinder en een plat vlak, dikwijls voorgesteld als een mysterie, of het resultaat van een eenvoudig toeval, aangezien de wiskundige formules om de kaart te realiseren pas van veel later dateren.

Wat wel zeker is, is dat Mercator, net zoals Johannes Kepler en later ook Leibniz, er diep van overtuigd was dat het leven en het universum niets anders waren dan de weerspiegeling van een “voorafbestaande harmonie” en een scheppend principe.

Vooreerst laat hij duidelijk blijken dat *“wijsheid betekent het kennen van de oorzaken en de finaliteit der dingen, zaken zijn die men niet beter kan leren kennen dan door de [studie van] de constructie van de wereld, die prachtig ingericht is en die bedacht is door de meest wijze Architect volgens de oorzaken ingeschreven in hun ordening”.*

“Ik heb een bijzonder genoeg beleefd aan de studie van de vorming van de wereld als een geheel” schrijft Mercator in een dedicatie. Het is de hangende omwentelingsbaan van de Aarde, zegt hij, *“die de meest perfecte orde bevat, de meeste harmonieuze verhouding en de bewonderenswaardige en bijzondere uitmuntendheid van alle gecreëerde dingen”.*

De uitdaging die intercontinentale reizen toen stelden, is vergelijkbaar met die van interplanetaire reizen vandaag. Om daartoe te komen moeten we de geniale geest van Frisius en Mercator eren en doen verderleven.

Bibliografie:

- **Gemma Frisius** : Les Principes d’Astronomie et Cosmographie (1556), Kessinger Reprints.
- **Fernand Hallyn**, Gemma Frisius, arpenteur de la terre et du ciel, Honoré Champion, Paris, 2008.
- **John Noble Wilford**, The mapmakers, Pimlico, 1981.
- **Llyod A. Brown**, The Story of Maps, Dover, 1949.
- **Gérard Marcel Watelet**, Gérard Mercator, cosmographe, Fonds Mercator, 1994, Antwerpen.
- **Ann Heinrichs**, Gerardus Mercator, Father of Modern Mapmaking, Compass Point Books, Minneapolis, 2008.
- **Nicholas Crane**, Mercator, The Man Who Mapped the Planet, Phoenix 2002.
- **Andrew Taylor**, The World of Gerard Mercator, Walker & Cie, New York, 2004.
- Mercator, Reizen in het onbekende, Museum Plantijn-Moretus, BAI Publishers,

Antwerpen, 2012.

- Gerard Mercator en de geografie in de zuidelijke Nederlanden, Museum Plantin Moretus en Stedelijk prentenkabinet, Antwerpen, 1994.
- Le cartographe Gerard Mercator (1512-1594), Crédit Communal, Bruxelles.
- Van Mercator tot computerkaart, Brepols, 2001, Turnhout.
- Recht uit Brecht, De Leuvense hoogleraar Gabriel Mudaëus (1500-1560) als Europees humanist en jurist, Brecht, 2011.

[1] In *De Leuvense hoogleraar Gabriel Mudaëus (1500-1560) als Europees humanist en jurist* (Catalogus van de tentoonstelling Recht uit Brecht, 2011), schetst de Leuvense professor Jan Papy de intellectuele en internationale uitstraling van het Drietalencollege van Erasmus:

“Eerst een observatie: oud-studenten van het Trilingue hebben na hun studies aan niet minder dan 27 Europese universiteiten als professoren leerstoelen bekleed. Dan het overzicht: de lijst van prominente geleerden of uitvinders die de nieuwe Leuvense methode met succes in hun vakgebied hebben geïmplementeerd, is meer dan indrukwekkend. Naast Willem Lindanus in de exegese, staan een Hubertus Barlandus in de geneeskunde, een Viglius van Aytta uit Friesland als uitgever van rechtshistorische werken, en een Juan Luis Vives als eerste moderne pedagoog. Voorts passeert Gemma Frisius als de uitvinder van verscheidene nieuwe wetenschappelijke instrumenten en grondlegger van de moderne geografie. Zijn spoor werd verdergezet door Mercator. Dan volgen in dit palmares Cornelis Kiliaan, de historici Lambertus Hortensius, Johannes Laurinus et Nicolaus Mameranus, de oudheidkundigen Antonius Morillon, de gebrouders Laurinus en Augerius Gislenius Busbecquius. Deze laatste was op zijn diplomatieke missie in het Ottomaanse Rijk de ontdekker van het Momentum Ancyranum en detecteerde de laatste sporen van het Gotisch of de Krim. Ook bevat de lijst de namen van geleerden die nieuw disciplines uit de grond hebben gestampt: Andreas Masius het orientalisme, Joris Cassander de studie van de liturgie, Jan de Coster en Jan Vlimmer de patristiek, Stephanus Pighius en Martinus Smetius de epigrafie, Rembert Dodoens en Carolus Clusius de botanica... Tot slot is ook de doorbraak van een Andreas Vesalius ondenkbaar zonder de filologische geest van Erasmus. Al was Vesalius misschien geen echte student van het Drietalencollege, hij volgde er toch lessen en heeft in de sporen gelopen van oud-studenten als Hieronymus Thriverius. Een diepgaande kennis van het Grieks en de filologische studie van Galenus-handschriften in de oorspronkelijke taal hebben Vesalius op de weg gezet naar een vrij onderzoek, naar een legitimatie van autopsie en, als gevolg daarvan, naar nieuw anatomische inzichten. De renaissance van de wetenschap, zoveel is hier duidelijk geworden, was mogelijk door een renaissance van de taalwetenschap.”

Het Drietalencollege stond ook model voor de oprichting in 1530 door de Frans koning François I, van het *Collège des lecteurs royaux* (vandaag *Collège de France*). Margareta van Navarre (grootmoeder van Hendrik IV), lezeres van Erasmus et beschermvrouw van François Rabelais, was er de bezielster van.

[2] We denken hierbij aan de werken van Francesco Petrarca, van Lorenzo Valla, Bessarion, Cusanus en tenslotte Erasmus van Rotterdam.

[3] Meer precies door de humanist en orgelspeler Rudolf Agricola en de uitmuntende pedagoog die Alexander Hegius was.

[4] Deze instelling zag de dageraad dankzij een belangrijke financiële donatie van een vriend van Erasmus, de Mechelse humanist Jeroen van Busleyden.

[5] De leermeesters van Frisius waren de Duitse filosoof Rudolf Goclenius (Latijn), de vlaamse drukker Rugerus Rescius (Grieks) en Johannes Campensis (Hebreeus).

[6] Dit is geen ontdekking van Frisius zelf. Het gebruik van een donkere kamer voor de observatie van zonne-eclipsen werd ingevoerd door de Franse geleerde Guillaume de Saint-Cloud. In zijn manuscript *Almanach* (1290), geschreven in opdracht van de koningin Maria van Brabant (1260-1321), beschrijft hij hoe hij hiermee het visuele comfort van de waarnemer verbetert: "Om dergelijke ongeval te vermijden [de verblinding die onverwacht optrad bij een waarnemer tijdens de eclips van juni 1258] en om zonder gevaar het begin, het einde en de grootte van de eclips te kunnen waarnemen, wat men kan doen binnenshuis, of in een venster, of een opening die gericht is op dat deel van de hemel waar de zonne-eclips moet zichtbaar zijn, kan men een opening gebruiken zo groot als een gat in een ton om er wijn af te tappen. Men plaatse op 20 tot 30 voet van de opening een plat voorwerp, bijvoorbeeld een houten plank. Het licht van de zon, dat door de opening binnenvalt, zal men zien in de vorm van een lichtbundel die een ronde vorm op die plank zal vallen, zelfs als de opening niet perfect rond is. De lichtvlek zal groter zijn dan de opening, en hoe verder de plank verwijderd is hoe groter de lichtvlek zal zijn; in dat geval zal de lichtvlek zwakker zijn dan wanneer de plank dichterbij de opening is geplaatst. (...) Wanneer het centrum van de zon door het centrum van de opening passeert, zullen de zonnestralen van de bovenkant van de zon onderaan de plank zichtbaar zijn, en omgekeerd". (Bibliothèque Nationale, Mss. 7281, fonds latin, folios 143 verso et 144 recto).

[7] Mercator heeft onderwijs genoten van Georgius Macropedius (1487-1558), een correspondent van Erasmus en dramaturg waarvan sommige comedies werden opgenomen in de werken van Shakespeare.

[8] Albrecht Dürer, *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheit* or *Instructions for Measuring with Compass and Ruler*, 1525.

[9] De Portugese ontdekkingsreiziger Vasco da Gama, eens hij de Kaap Goede Hoop gerond had in 1487, is aan land gegaan om een reuze astrolabium te construeren die hem toeliet om met grote precisie te bepalen waar hij zich bevond op het vasteland.

[10] Aangezien de magnetische Noordpool niet samenvalt met de geografische Noordpool, hoopte Mercator, die zijn portret had laten maken waarop hij met zijn passer op een aardbol een eiland aanwees waarvan hij dacht dat het hét centrum was van de magnetische Noordpool, hiervan gebruik te kunnen maken om een vereenvoudigde oplossing te vinden voor het probleem van de lengtegraden.