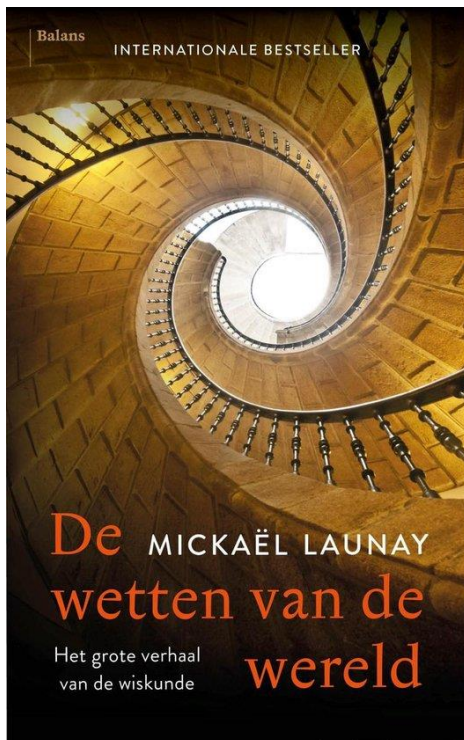


## De vorm van het virus

Simon van der Salm

### De Géode in Parijs

Een paar jaar geleden bezocht ik het wetenschapsmuseum *Cité des sciences et de l'industrie* in Parijs [2]. Eerlijk gezegd was ik niet zo onder de indruk: prachtige architectuur, maar inhoudelijk vond ik het vooral veel drukte en tamelijk veel rommelige oppervlakkigheid.



Buiten het museum staat echter een fraaie bolvormige bioscoop, de *Géode*, gebouwd in 1985 [3]. En als wiskundeleraar intrigeert je zo'n mathematische vorm. Ja, ik weet het, een afwijking. En ik ben kennelijk niet de enige want ik vond kortgeleden een heel aardig boek over wiskunde, waarvan je aanvankelijk denkt: het zoveelste exemplaar dat niet zo geslaagd wiskunde voor leken probeert duidelijk te maken. Maar dit boek vind ik toch echt een aanrader.



Fig. 1. Het boek van Launay: een aanrader.

Het boek bevat zoveel interessante wetenswaardigheden, teveel om samen te vatten, dat ik alleen maar kan zeggen: lees het boek zelf. Hier alleen iets bijzonders dat Launay schrijft over de *Géode*, maar dan verrassenderwijs in relatie tot wat de hele wereld momenteel bezighoudt: *virussen*.

Net zoals ik een paar jaar geleden heeft Launay staan turen naar die *Géode*, die natuurlijk geen bol is, maar door het grote aantal facetten wel sterk aan een bol doet denken. Figuur 2 toont een foto die duidelijk laat zien dat de 'bol' in feite een (opgeblazen) regelmatig twintigvlak is (basisvorm twintig gelijkzijdige driehoeken en twaalf hoekpunten, waar steeds de hoekpunten van vijf driehoeken samenkomen). Tussen haakjes: Je kunt bewijzen dat er precies vijf regelmatige veelvlakken bestaan, de zogenaamde *platonische* vormen.

De twintig grote basisdriehoeken van de *Géode* zijn verdeeld over 6433 kleinere driehoeken, waardoor de indruk van een bolvorm ontstaat, en door goed te kijken, kun je nog steeds een aantal van de twaalf oorspronkelijke hoekpunten vinden. Niet allemaal, immers de onderkant is afgeplat. Architectonisch bijzonder omdat het een zelfdragende constructie betreft, een 'zuinige' constructie.

Maar de Géode zien we veel meer om ons heen. Zoals u waarschijnlijk wel weet bestaat het oppervlak van een voetbal uit twintig gelijkzijdige (witte) zeshoeken en twaalf gelijkzijdige (zwarte) vijfhoeken. De oorspronkelijke twaalf hoekpunten van het twintigvlak zijn gewoon plat afgesneden, dus die herkennen we niet direct. Ook een zuinig product. Zie figuur 3.

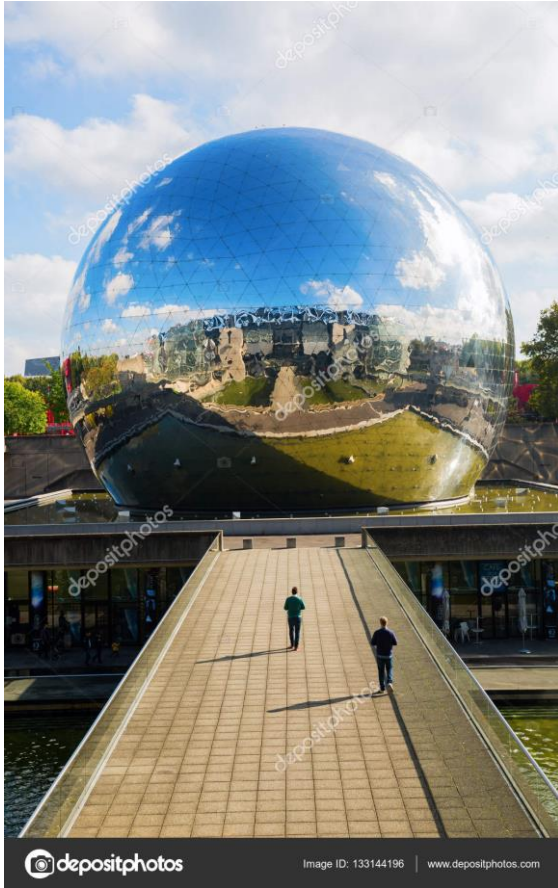


Fig. 2. Rechten-vrije foto van de Géode in Parijs. Bron: zie onderkant foto. Door de driehoeken op deze foto is goed te zien dat de 'bol' in feite een regelmatig twintigvlak is.



Fig. 3. Een voetbal: 20 regelmatige zeshoeken en 12 regelmatige vijfhoeken.

### Virussen

Nu is het aardig om te turen naar het gebouw en te proberen enkele van die twaalf oorspronkelijke hoekpunten te vinden, maar je realiseert je niet dat ook virussen goed kijken naar zo'n wiskundig platonische vorm en er dankbaar gebruik van maken. Launay legt uit dat virussen, net als architecten (en voetbalproducenten) gebruik maken van symmetrie omdat dat een slimme handeling van zuinigheid is. Het membraan van virussen is opgebouwd uit een zo klein mogelijk aantal moleculaire, informatie-dragende basisvormen, die efficiënt een zich herhalend patroon opleveren. "De genetische code die nodig is om zo'n omhulsel te fabriceren is veel beknopter dan in het geval van een structuur zonder enige symmetrie".

Al een paar maanden zien we overal afbeeldingen van het Coronavirus. Na het lezen van het boek van Launay kijk je daar ineens met andere ogen naar.

### Referenties

- [1] *De wetten van de wereld, het grote verhaal van de wiskunde*, door Mickaël Launay, uitgeverij Balans, augustus 2019.
- [2] <https://www.wegwijsnaarparijs.nl/musea-parijs/cite-des-sciences-et-lindustrie/>
- [3] <https://en.parisinfo.com/paris-museum-monument/71198/La-Geode>