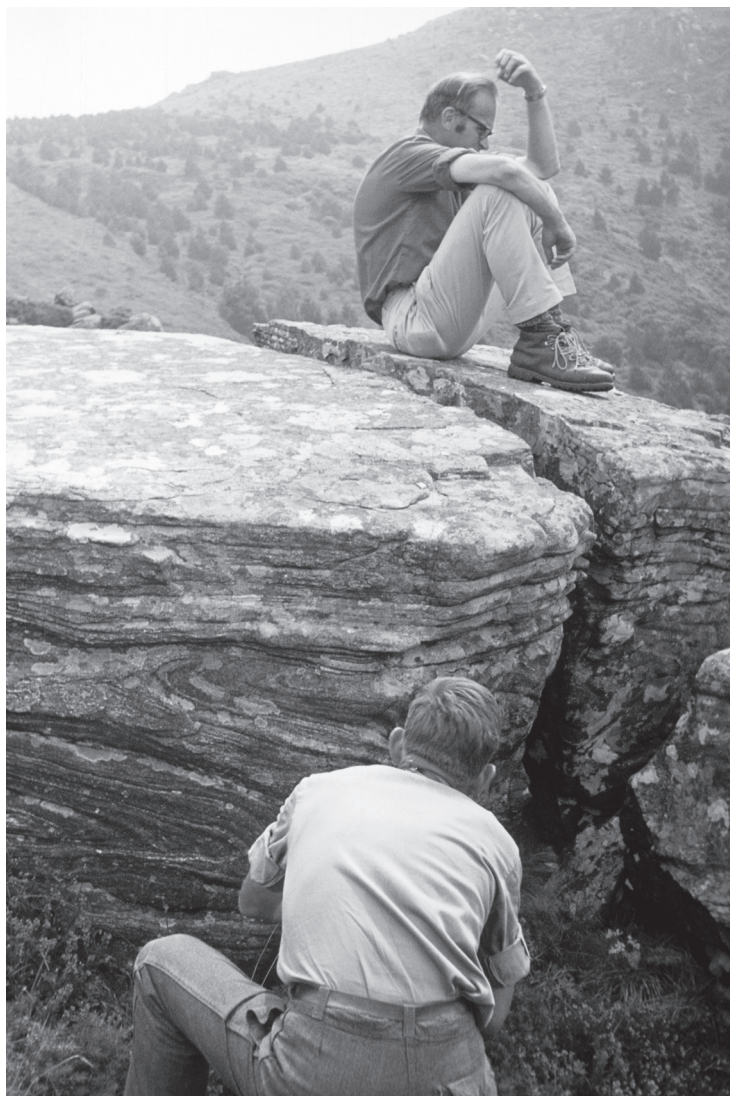


Hendrik Jan Zwart

30 maart 1924 – 18 november 2012



Veldwerk in Galicië tijdens een excursie in 1971 ter voorbereiding van een excursie voor de Association pour l'Etude Géologique des Zones Profondes de l'Ecorce Terrestre. Met Peter Floor. (foto van Jordi Carreras Planells)

Op 18 november 2012 overleed op achtentachtigjarige leeftijd Henk Zwart, als emeritus hoogleraar verbonden aan de Universiteit Utrecht en sinds 1973 lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW). Hij is een van de voornaamste naoorlogse geologen in Nederland.

Toen Henk Zwart zich in 1945 inschreef aan de universiteit van Leiden, had hij het voornemen zich te gaan bekwamen in de kwartairgeologie. Echter, de boeiende colleges van een jonge, recent benoemde, Zwitserse hoogleraar, Ernst Niggli (zoon van Paul Niggli), deden hem van mening veranderen en ertoe besluiten zich te specialiseren in de studie van metamorfe gesteenten, gesteenten die nauw verbonden zijn met de vorming van bergketens. Er was toen nog maar weinig bekend over dit specifieke onderzoeksveld, dat nog steeds beschouwd wordt als het meest gecompliceerde binnen de geologie. De promotor van Henk, Lamoraal Ulbo de Sitter¹, een internationale autoriteit op het gebied van de sedimentologie, begeleidde voornamelijk promovendi die werkzaam waren in de sedimentaire bekkens van de Franse of Spaanse Pyreneeën. Ook Henk kreeg deze onderzoekslocatie aangeboden, maar bij nader inzien gaf hij er de voorkeur aan het Saint Barthelemy massief te bestuderen, een bekend metamorf gesteentecomplex in de Franse Pyreneeën. De Sitter had daar aanvankelijk bezwaar tegen, met als reden dat dit massief veel te gecompliceerd zou zijn voor een beginnend geoloog. Henk had echter een rotsvast vertrouwen in zijn ambitie, volhardde daarom en kreeg uiteindelijk na vele discussies de gewenste toestemming van zijn promotor.

In 1954 kon Henk Zwart zijn proefschrift verdedigen, geschreven in het Frans, zoals toentertijd gebruikelijk was onder Nederlandse geologen actief in Frankrijk.² Vrijwel onmiddellijk werd dit een standaardwerk over de geologie van de Pyreneeën, en nog steeds wordt het veelvuldig geciteerd en vragen antiquairs hoge prijzen voor tweedehands exemplaren. Een zodanig goed proefschrift bleek tevens de basis te vormen voor een internationale wetenschappelijke loopbaan. Na enkele postdoc-posities in de Verenigde

1 Zwart, H.J., 'Levensbericht van Lamoraal Ulbo de Sitter', in: *Jaarboek van de KNAW* 1980, p. 180-183.

2 Zwart, H.J., *La géologie du Massif du Saint-Barthélémy, Pyrénées, France*, dissertatie Universiteit Leiden, 1954, p. 228.

Staten (aan respectievelijk de universiteiten van Washington en Illinois), werd Henk Zwart in 1961 benoemd tot hoogleraar geologie aan de universiteit van Aarhus, in Denemarken. Daar, in Scandinavië, ontdekte hij de Noorse Caledoniden, waar hij als geoloog bijzonder van onder de indruk raakte, met allerlei wetenschappelijke gevolgen van dien, zodat een groep Nederlandse aardwetenschappers jaren later in het zuidwesten van Noorwegen onderzoek deed, kon profiteren van de bevindingen van Henk.³

Na acht vruchtbare jaren in Denemarken, toen Henk Zwart zijn reputatie reeds gevestigd had als een van de meest vooraanstaande structureel geologen van zijn tijd, keerde hij terug naar zijn Alma Mater. De Sitter had inmiddels de leeftijd bereikt om met emeritaat te gaan, hoewel hij nog volop in het onderzoek stond en slechts enkele jaren daarvoor nog een boek geschreven had⁴ dat een klassieker zal blijven voor komende generaties structureel geologen. Hiertoe had hij een omvangrijk project op zich genomen om het Cantabrische Gebergte en de Pyreneeën geologisch gezien in kaart te brengen. Maar na het publiceren van enkele van de kaarten had De Sitter besloten om het merendeel van de overige kaartbladen te handhaven tot de uiteindelijke voltooiing van het project (met als reden dat werk aan nieuwe kaartbladen gevolgen kon hebben voor reeds bestaande aangrenzende kaartbladen). Om dit monnikenwerk voort te zetten, kon hij zich geen betere kandidaat voor de leerstoel indenken dan Henk Zwart, en dus werd Henk in 1959 hoogleraar structurele geologie in Leiden, als opvolger van een promotor met wie hij ten tijde van zijn promotieonderzoek talloze meningsverschillen had gehad. De uiteindelijke voltooiing van het project waarbij de Pyreneeën in kaart werden gebracht, een van de meest ambitieuze projecten die een universiteit ooit heeft ondernomen, nam uiteindelijk twintig jaar in beslag. Het resultaat was een indrukwekkende stapel proefschriften en niet minder dan negentien kaarten op een schaal van 1/50.000, die op de dag van vandaag de standaardverwijzing zijn voor de geologie van de Pyreneeën.^{5,6}

3 Tobi, A.C. en Touret, J.L.R. (red.), *The deep Proterozoic crust in the North Atlantic provinces*, NATO ASI Series, C-158, D. Reidel Pub., Dordrecht 1985, p. 603.

4 Sitter, L.U. de, *Structural Geology*, McGraw-Hill, Londen 1956 (herdrukt in 1959 en in 1964), p. 552.

5 Zwart, H.J., 'The Geology of the Central Pyrenees', in: *Leidsche Geologische Mededelingen*, 50-1, 1979, p. 74.

6 Savage, J.F. en Boschma, D., 'Geological Maps of the Southern Cantabrian Mountains, Spain', in: *Leidsche Geologische Mededelingen*, 50-2, 1980, p. 75-114.

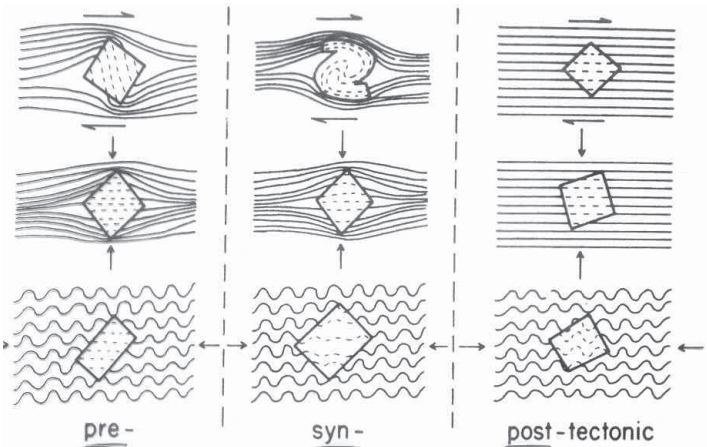
In de jaren zeventig was de Leidse groep zonder twijfel een van de beste ter wereld, met drie leiders van internationale statuut: Emile den Tex op het gebied van de magmatische petrologie, Piet Hartman op het gebied van de kristallografie, en Henk Zwart op het gebied van de structurele geologie en de metamorfe petrologie. Het waren drie grote persoonlijkheden die, in plaats van elkaar te beconcurreren (elders zijn legio voorbeelden van dergelijke praktijken), hun expertise bundelden ter bevordering van het eigen onderzoek en om daarmee resultaten te bereiken die de gehele geologische gemeenschap ten goede zouden komen. De 'Leidsche school', zoals de groep al snel door collega's werd genoemd, was vooruitstrevend, open en internationaal georiënteerd. Wetenschappers uit het buitenland werden ontvangen voor trainingen, er was een groot aantal studenten en promovendi en de groep was erg actief in het organiseren van conferenties en deelnemen aan internationale commissies. Bijzonder noemenswaardig is hier de 'Leiden Conference', het eerste congres ter wereld in zijn soort, waar geologen, fysici, ingenieurs en metallurgen hun kennis omtrent de materiaalwetenschappen deelden. Ook hier bewees Henk zijn tijd vooruit te zijn. Hij was in die tijd ook nauw betrokken bij de activiteiten van de Subcommission Metamorphism van de UNESCO Commission for the Geological Map of the World. De eerste metamorfe kaart van de Alpen, op een schaal van 1/1.000.000, werd gepubliceerd in 1973 en was volledig samengesteld en getekend in Leiden.⁷

Field mapping is essentieel voor elke structureel geoloog, maar dient aangevuld te worden door meer fundamenteel onderzoek naar de mechanismen van vervorming. Dit was toentertijd een nieuw onderzoeksveld in Nederland, waardoor Henk genoodzaakt was zijn medewerkers in het buitenland te zoeken, voornamelijk in Australië. Zij gaven hun colleges in het Engels, wat in die jaren vrij ongebruikelijk was en tot protesten van de studenten leidde.

Metamorfe gesteenten worden gekenmerkt door de progressieve verschijning van nieuwe mineralen na veranderende omstandigheden van druk en temperatuur, maar het was nog niet duidelijk hoe en wanneer de opeenvolging van mineralen zich voordeed. Tijdens het voorbereidend werk voor zijn proefschrift had Henk min of meer toevallig ontdekt (dankzij een fout van degene die doorsneden (slijpplaatjes) maakte!) dat de beste manier om

⁷ Metamorphic map of the Alps 1:1.000.000 (1973) Compiled by the Sub-Commission for the Cartography of the Metamorphic Belts of the World (Commission for the Geological Map of the World); General Coordinator: H.J. Zwart; Associate Coordinator: V.S. Sobolev; Drawn at the Geological Institute, Leiden University, by C.P.J. Roest.

deze chronologische verbanden aan het licht te brengen niet was om ze in dunne schijfjes te splijten tegen de structuur aan, zoals gebruikelijk was bij het bestuderen van gesteenten onder een microscoop, maar parallel daaraan. Hij verwerkte zijn bevindingen met als resultaat de negen beoordelings-criteria voor het meten van groeisnelheid van mineralen in verhouding tot vervorming, een beroemd diagram dat elke student geologie tot vandaag de dag moet kennen.



Het is onmogelijk in enkele regels alles te beschrijven wat de Leidse groep gedurende de 'gouden jaren' bereikt heeft. Maar twee belangrijke semantische papers dienen genoemd te worden, aangezien beide een cruciale invloed hebben gehad op de perceptie van de vorming en de evolutie van de continenten. De eerste paper was van Emile den Tex uit 1965⁸ en de tweede van Henk Zwart uit 1967.⁹ In het laatstgenoemde worden overduidelijk twee types contrasterende gebergten geïdentificeerd: enerzijds hoge-drukgebergten, gerelateerd met continentale subductie, anderzijds hoge-temperatuurgebergten, gerelateerd aan continent-continentcollisies. Henk had zijn model gebaseerd op bergketens in Europa. Later zou de Japanse aardwetenschapper Akiho Miyashiro dit model uitbreiden door het toe te passen op de gehele wereld.¹⁰

8 Tex, E. den, 'Metamorphic lineages of orogenic plutonism', in: *Geologie en Mijnbouw* 44, 1965, p. 105-132.
 9 Zwart, H.J., 'The duality of orogenic belts', in: *Geologie en Mijnbouw* 46(8), 1967, p. 283-309.
 10 Miyashiro, A., *Metamorphism and metamorphic belts*, John Wiley & Sons, New York 1973, p. 492.

Een enorme hoeveelheid navolgend werk van generaties petrologen en geochemici zal het later mogelijk maken te de vervormingsgeschiedenis, voor het eerst beschreven op basis van microscopie, ook in de tijd te kwantificeren.¹¹ Het is juist dat geochronologie significante veranderingen heeft aangebracht aan het model zoals dat door Henk Zwart in 1967 was voorgesteld: hoge-druk- en hoge-temperatuurorogeenen zijn niet onderscheiden in ruimte (bv. Alpen en Variscisch gebergte), maar ze komen overeen met twee opeenvolgende fases in een enkel orogeen. Het uitgangspunt was hoe dan ook juist, en vormt nog steeds de kern van de huidige ideeën over de vorming en evolutie van de continentale korst.

Aan de glorieuze zegetocht van de geologie in Leiden kwam tegen het einde van de jaren zeventig abrupt een einde, toen door hoger hand besloten werd het aantal geologische faculteiten in Nederland te verminderen. 'Grote' meetinstrumenten, die onontbeerlijk zijn voor geologisch onderzoek, waren te kostbaar geworden om op meerdere locaties in Nederland te plaatsen. De faculteiten van Leiden en Utrecht moesten fuseren en na veel getouwtrek bleek Utrecht aan het langste eind te trekken. Henks eerste reactie op dit nieuws was kenmerkend: 'Ach, aan alles komt een eind, ja!'. Helaas heeft de uiteindelijke samenvoeging geleid tot veel onrust en ongenoegen onder alle betrokkenen in Leiden en Utrecht, een situatie die nog een tijd voortduurde nadat de fusie in 1979 een feit was.

Echter, in wetenschappelijk opzicht leek Henk niet gehinderd door de verhuizing naar het nieuwe Utrechtse instituut. Hij slaagde er voor de tweede keer in het roer drastisch om te gooien en betrad het pad der experimentele gesteentevervorming. Opnieuw selecteerde hij de vereiste (internationale) deskundige staf.¹² De eerste innovatieve aanzet binnen de nieuwe universiteit was het opbouwen van een hoge druk/hoge temperatuur (HPT) laboratorium, met steenzout als eerste studiemateriaal.¹³ Hiermee concretiseerde Henk zijn visie dat het verrichten van fundamenteel onderzoek naar de onderliggende fysische en chemische processen de enige manier was om

11 Zwart, H.J., 'Mountains have to be studied on the microscope', voordracht afscheidscollege Universiteit Utrecht, 1989.

12 Lister, G.S., Boland, J.N. en Zwart, H.J., 'Step-wise growth of biotite porphyroblasts in pelitic schists of the western Lys-Caillaouas massif (Pyrenees)', in: *J Struct Geol* 8, 1986, p. 543-562.

13 Urai, J.L., Spiers, C.J., Zwart, H.J. en Lister, G.S., 'Water weakening effects in rock salt during long term creep', in: *Nature* 324, no. 6097, 1986, p. 554-557.

(micro-)structuren in de natuur beter te begrijpen.¹⁴

Naast experimenteel werk in het HPT-laboratorium stimuleerde Henk Zwart de elektronenmicroscopie als een specialisme van de Nederlandse structurele geologie.¹⁵ Gecombineerd met een niet-aflatende aandacht voor de veldgeologie leidden deze activiteiten tot een enorme reputatie van zijn Utrechtse team. Naast deze nieuwe ontwikkelingen bleef hij het onderwijs sterk beïnvloeden door het organiseren van talloze excursies naar de Pyreneeën en de Alpen. Zijn internationale reputatie werd benadrukt door een toonaangevende rol als vicevoorzitter van de International Commission on the Lithosphere. De ‘Leiden Conference’ werd gevolgd door een reeks van internationale congressen, sinds 1999 bekend onder de naam ‘Deformation Mechanisms, Rheology and Tectonics’, kortweg DRT. Na de eerste bijeenkomst in Leiden in 1976, hebben niet minder dan negentien van dergelijke bijeenkomsten plaatsgevonden, de laatste daarvan in 2013 in Leuven, België.¹⁶ Tijdens deze gelegenheid werd de eerste ‘Henk Zwart Award’ (ingesteld door de Commission on Structural Geology and Tectonics (TecTask) van de International Union of Geological Science (IUGS) ter ere van ‘a person of excellence, having contributed to elevate science in structural geology’) uitgereikt aan Paul F. Williams, hoogleraar aan de University of New Brunswick in Canada, en voormalig medewerker van Henk in Leiden.

Toen Henk in 1989 met emeritaat ging, was de Utrechtse structurele geologie groep, zoals die van Leiden daarvoor, uitgegroeid tot een wereldbekend centrum voor onderzoek en onderwijs in de (micro)structurele geologie en gesteentevervorming. Dankzij Henks bezielende leiding is de groep een van de bekendste ter wereld geworden. Zijn passie voor het vak, zijn visie, zijn strategie om zijn groep te internationaliseren, zijn vermogen om studenten en promovendi op een bezielende wijze op te leiden (en niet te vergeten zijn koppigheid), hebben een onuitwisbaar stempel gedrukt op het vakgebied, op alle daarbij betrokkenen en op de ontwikkeling van de structurele geologie.

Met dank aan H. de Bresser, J. Carreras Planells, J.A. Oele, C. Passchier, M. Sintubin, A. Speksnijder, C.J. Spiers en R.L.M. Vissers.

14 Passchier, C.W., Trouw, R.A.J., Zwart, H.J. en Vissers, R.L.M., ‘Porphyroblast rotation: eppur si muove?’, in: *J metamorphic Geol* 10, 1992, p. 283-29.

15 Bons, A.J., Drury, M.R., Schryvers, D. en Zwart, H.J., ‘The nature of grain boundaries in slates: implications for mass transport processes during low temperature metamorphism’, in: *Physics and Chemistry of Minerals* 17, 1990, p. 402-408.

16 <http://ees.kuleuven.be/drt2013/index.html>.