

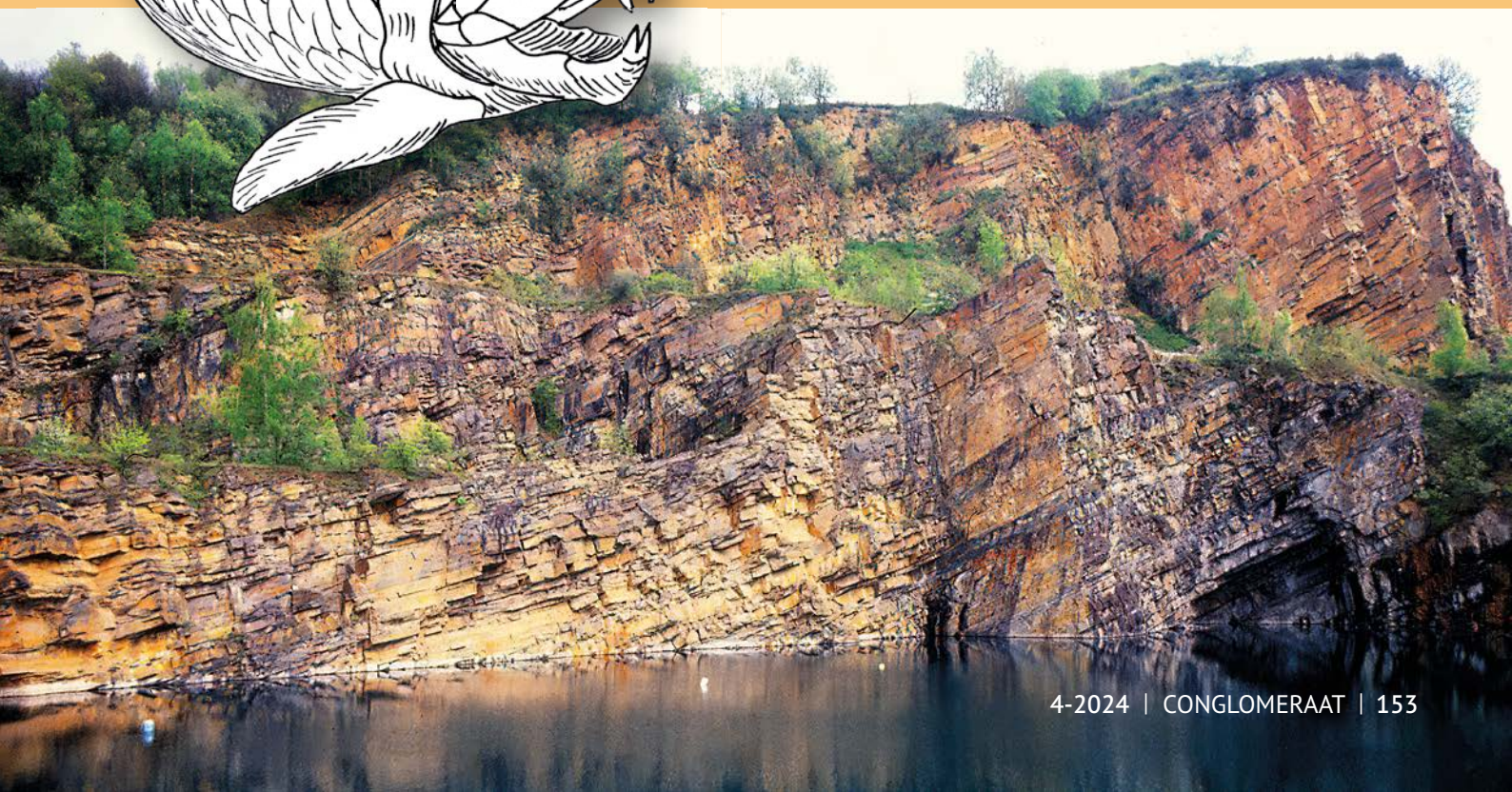
Beenplaten van pantservissen in Condroz zandsteen

Wim Dubelaar, Frank Nobel & Jan den Blaauwen

De vondst van een bijzonder fossiel in een groeve, ontsluiting, een omgeploegd bouwland of dieper uit de bodem is vaak de aanleiding voor een bijdrage aan dit tijdschrift. Zo schreef Lars Barten vorig jaar over de resten van een antiarche pantservis uit de Eifel gevonden op een strook land langs een wandelpad (Barten, 2023). In dit artikel zoomen de auteurs in op fossielfragmenten van pantservissen (*Placodermi*) die zichtbaar zijn in muren van natuursteen. Het gaat hier om beenplaten in harde zandsteen uit de Condroz, de landstreek tussen ruwweg Dinant en Luik in de Belgische Ardennen. In de Condroz komen in hoofdzaak zandsteen, kalksteen en schalies uit het Laat Devoon (Famennien) en kalksteen uit het Vroeg Carboon (Tournaisien) aan het oppervlak. De zandsteen uit het Devoon en de crinoïdenkalksteen uit het Tournaisien, bekend als blauwe hardsteen, worden voor de bouw in een aantal grote groeven gewonnen.



AFB. 1 | RECONSTRUCTIE VAN HET UITERLIJK VAN DE PANTSERVIS DINICHTHYS (*DUNKLEOSTEUS*). TEKENING NAAR HET ORIGINEEL VAN H. BONGERS IN GEYS, 1991, FIG. 9.36.



De beenplaten

De vondsten betreffen een tweetal fossielen van beenplaten die zijn aangetroffen in muren in Nederland en België. Het eerste fossiel komt voor in een zandsteenblok in een dragende muur van het elektriciteitsgebouw dat toebehoort aan de Artez Academie in Arnhem (Afb. 2 en 3). De zandsteen is hier verder gebruikt als decoratief element in de bekleding van het academiegebouw. Het tweede fragment is aangetroffen in een zandsteenblok van de muur in de onderdoorgang bij het station Gent Dampoort in België (Afb. 4 en 5). In beide gevallen gaat het om blokken harde, massieve zandsteen uit het Famennien afkomstig uit de Condroz.

Wij duiden de fossielen als min of meer verticaal (zijaanzicht) aangesneden beenplaten van pantservissen. Dit soort beenplaten wordt vaker aangetroffen in de Condroz zandsteen dan andere resten van vertebraten. Vermoedelijk komt dat door het verschil in grootte van de pantserplaten. De vaak grote beenplaten vallen eerder op dan de kleine pantserplaten en de resten (schubben of tanden) van andere vertebraten zoals haaien, longvissen, kwastvinnigen en beenvissen.

Het materiaal van de beenplaten (fosfaat) is in de loop van de begravingsgeschiedenis vervangen door kiezelzuur (silex). In het zandsteenblok uit Arnhem is aan de top van

de beenplaat een klein stukje door verwerking gebarsten en door afbrokkelen verdwenen (Afb. 3). De slijpplaat in afbeelding 6 laat de structuur van een verkieselde beenplaat zien, met verticaal enkele potentiële splijtvlakken. De gevonden doorsneden van de pantserplaten behoren vermoedelijk tot de pantservis soort *Dunkleosteus cf. terrelli* (Newberry 1873). De positie en weergave van de beenplaten van het koppantser van deze vis wordt getoond in afbeelding 7 (reconstructie, uit Heintz, 1931).

“De beenplaten van deze pantservis waren gevonden in schalies uit het Devoon van Ohio, Verenigde Staten.”

Pantservis *Dunkleosteus*

John Strong Newberry was de eerste die in 1873 de fossielen van *Dunkleosteus terrelli* beschreef. De beenplaten van deze pantservis waren gevonden in schalies uit het Devoon van Ohio, Verenigde Staten. Hij gaf de vis de geslachtsnaam *Dinichthys* en de soortnaam *terrelli* naar de vinder Jay Terrell.



AFB. 2 | MUUR VAN CONDROZ ZANDSTEEN BIJ ARTEZ ACADEMIE IN ARNHEM MET IN HET MIDDEN DE STEEN MET DE BEENPLAAT VAN DE PANTSERVIS.



AFB. 3 | DE CA.12 CM LANGE BEENPLAAT VAN *DUNKLEOSTEUS* SP. DETAIL VAN AFB. 2.

Later werd de geslachtsnaam veranderd door Lehman (1956) in *Dunkleosteus* naar de curator en paleontoloog David Dunkle van het Cleveland Museum of Natural History te Ohio. Verder onderzoek naar deze soort wordt de laatste decennia gedaan door Robert Carr van de Concordia Universiteit van Chicago (Carr & Hlavin, 1995, 2009). De soort is inmiddels aangetroffen in afzettingen uit het Devoon over de hele wereld, waaronder recentelijk zeer fraai ruimtelijk geprepareerde exemplaren uit Marokko. Van de vis worden alleen de pantserplaten gevonden. De staart was waarschijnlijk bedekt met een huid die niet goed fossiliseerde.

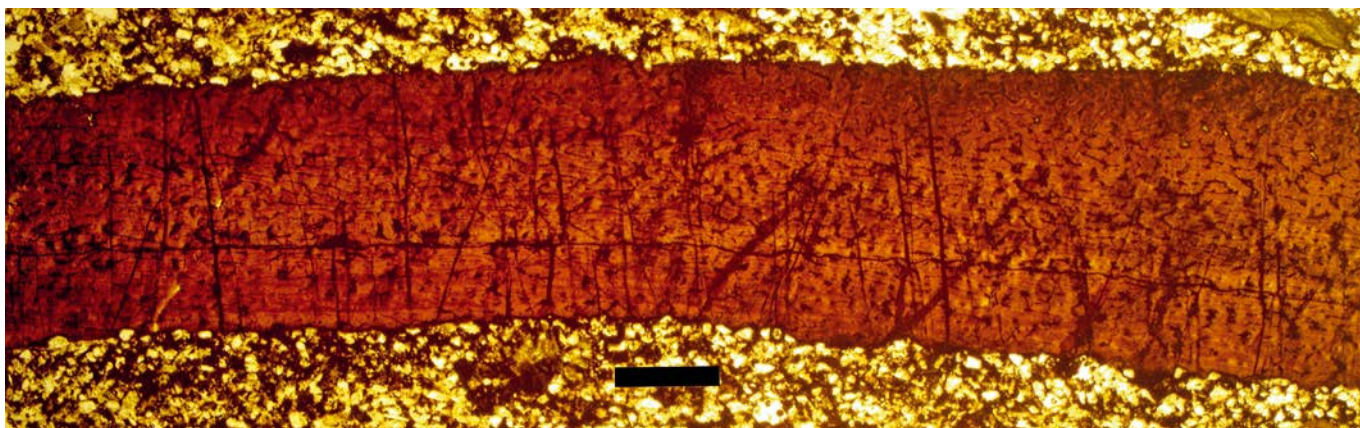
In zijn boekserie *De Geschiedenis van het Leven*, Deel 4 Devoon, geeft Geys (1991) een reconstructietekening van de pantservis *Dinichthys* (*Dunkleosteus*). De reconstructie, hier weergegeven in *afbeelding 1*, is deels speculatief; de beenplaten van de kop en rug zijn goed bekend van vele vondsten, maar er zijn nooit vinnen en staartdelen gevonden. Vermoedelijk is de tekening van Geys gebaseerd op *Coccosteus*, een pantservis uit het Midden-Devoon. De sterk ontwikkelde



AFB. 4 | MUUR VAN CONDROZ ZANDSTEEN IN DE ONDERDOORGANG BIJ STATION DAMPOORT GENT.



AFB. 5 | CIRCA 20 CM LANG FRAGMENT VAN, VERMOEDELIIK, EEN ANTERIOR DORSO LATERAAL PLAAT (AdL) VAN DE PANTSERVIS *DUNKLEOSTEUS* CF. *TERRELLI* IN GENT. ZIE AFBELDING 6 VOOR DE POSITIE VAN DE PLAAT AdL IN DE ROMP VAN DE VIS.



AFB. 6 | DWARSDOORSNEDEN VAN EEN VERKIEZELDE PANTSERPLAAT VAN *DUNKLEOSTEUS* IN EEN SLIPPLAAT. HET ZWARTE BALKJE IS 1 MM LANG. ZANDSTEEN MONSTER UIT DE GROEVE RIVAGE.

kaken met grote tandplaten en een lengte van twee tot drie meter maakte *Dunkleosteus* tot een geduchte roofvis. In veel publicaties worden afmetingen van vijf tot acht meter voor deze soort vermeld, maar deze schattingen berusten volgens Engelman (2023) op verkeerde vergelijkingen met andere vissoorten.

Ook uit het Frasnien, de tijdseenheid in het Laat-Devoon voorafgaand aan het Famennien, zijn resten van pantservissen bekend. In een kalksteenlaag nabij de plaats Mazy,

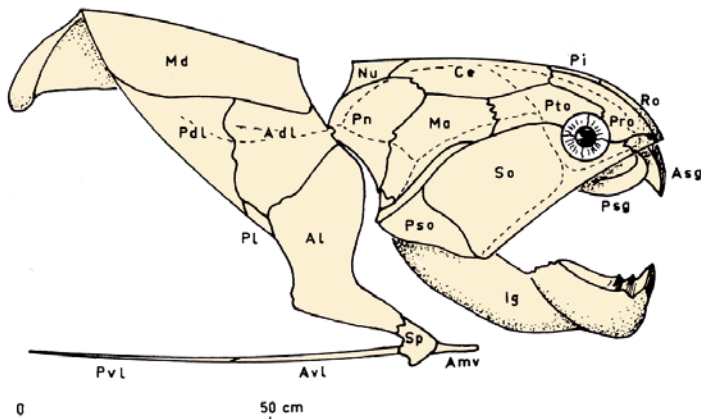
gelegen in het bekken van Namen, is rond 1925 een zo goed als compleet aantal pantserplaten van de vis *Dinichtys* aangetroffen. Deze resten van één vis, vrijwel in situ gepreserveerd, werden bij het doorzagen van de kalksteen blootgelegd. Deze unieke vondst werd in 1930 beschreven door Marlière. Bijgaande tekening (Afb. 8) is afkomstig uit de publicatie van deze auteur. De originele platen kalksteen zijn aanwezig in de geologische collectie van de Universiteit van Mons in België.

Geologie van de Condroz zandsteen

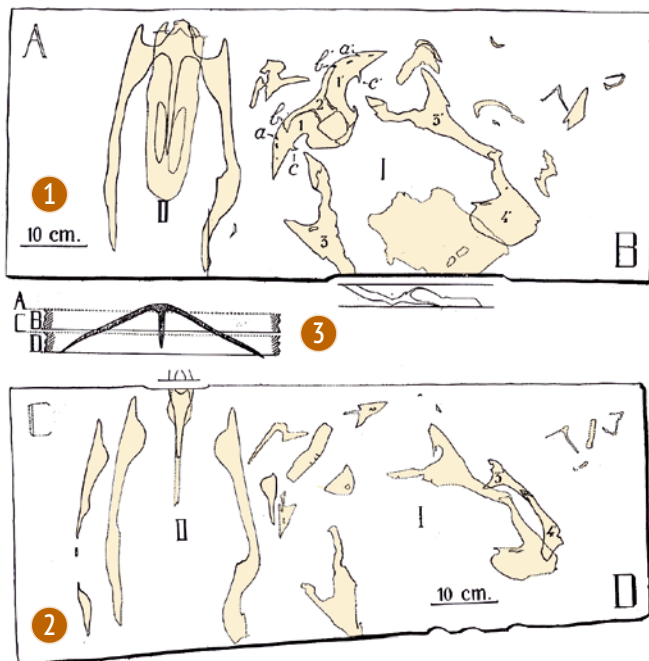
Het pakket sedimenten van de Condroz zandsteen bestaat in hoofdzaak uit goed gebankte, harde zandsteenlagen die worden afgewisseld met dunnere lagen van zachte, meer platige zandsteen. Ingeschakeld en aan de top van de eenheid, komen lagen schalies voor. De harde zandsteenlagen nemen in het totale zandsteenpakket een kleiner volume in dan de meer platige zandsteenlagen. De zandstenen zijn opgebouwd uit goed gesorteerde korrels van kwarts en veldspaat naast plaatjes van glimmers, hoofdzakelijk muscoviet. Aan de glimmers dankt het gesteente zijn naam 'psammites du Condroz'. De min of meer horizontaal in de laagvlakken gelegen glimmerplaatjes sturen de splijting van de zandsteen langs dit vlak (Dreesen *et al.* 2001; Duser & De Ceukelaire 2022).

De harde zandsteen is meestal grijs of grijsgroen van tint. De platige zandstenen kleuren in hoofdzaak lichtgeel en okergeel met lokaal ook bruine tinten. Een voor deze afzettingen kenmerkende brachiopode, *Cyrtospirifer verneulli*, komt veelvuldig voor in de zandsteen en schalies uit het Laat Devoon. Verder zijn in de wat minder homogene en vaak minder goed verkitte, platige zandstenen en tussengelegene schalies, fossielen van andere soorten brachiopoden (armpotigen) en bryozoën (mosdiertjes) aanwezig. In sommige lagen worden houtresten gevonden en zijn sedimentaire structuren zichtbaar, zoals stroom- en golfribbels, laagvlakken met graas- en graafsporen (Afb. 9) en niveaus met klei-klasten en paleo-bodems (Thorez 2002). In de goed gebankte zandstenen worden soms fraaie voorbeelden aangetroffen van vervorming van het nog niet verharde sediment (Afb. 10). De grotere beenplaten van pantservissen komen bijna uitsluitend voor in de harde zandsteen en zijn altijd in meer of mindere mate verkiezeld. Een enkele keer kan nog een deel van het oorspronkelijke organisch materiaal (fosfaat) in de beenplaat aanwezig zijn. De kleinere beenplaten, schubben en tandplaatjes worden hoofdzakelijk in de platige zandsteen aangetroffen.

Het milieu van afzetting van de zandige sedimenten was een ondiepe zee met zandbanken, delta's, stranden en hiermee geassocieerde lagunes. Deze zee lag aan de rand van het microcontinent Avalonia dat zich uitstrekte van Engeland



AFB. 7 | *DUNKLEOSTEUS CF. TERRELLI* (NEWBERRY 1873).
RECONSTRUCTIE NAAR HEINTZ 1931.



AFB. 8 | TEKENING VAN DE BEENPLATEN VAN DINICHTYS (*DUNKLEOSTEUS*) NAAR MARLIÈRE, 1930. IN DE TWEE PLATEN KALKSTEEN (1 EN 2) UIT DE STEENGROEVE VAN MAZY ZIJN HET LOS GESPOELDE KOPGEDEELTE (I) EN DE MEDIAAN DORSAAL PLAAT (II) DUIDELIJK ZICHTBAAR. DE TEKENING IN DE TUSSENLIJGENDE 3, MET DE TWEE GEZAAGDE PLATEN IN DE OORSPRONKELIJKE POSITIE, GEEFT EEN DOORSNEDE VAN DE MEDIAAN DORSAAL PLAAT.

naar België. Het gebied bevond zich 350 miljoen jaar geleden op ongeveer 20 graden zuiderbreedte. De dikte van het totale zandsteen- en schalie pakket uit het Laat Devoon in het oostelijke domein van de Condroz, het Ourthe-Amblève gebied, bedraagt meer dan vijfhonderd meter. De zandsteenlagen zijn rond 300 miljoen jaar geleden sterk geplooid en diep begraven waarbij een vrijwel volledige opvulling van de poriënruimten met carbonaat of kiezel plaatsvond. Het bindmiddel bepaalt in hoge mate de kleur van de zandsteen: bruin voor dolomiet, blauw voor calciet en grijs voor kiezel (Dusar & De Ceukelaire 2022). Door ontkalking en mobilisatie van ijzeroxiden kregen de zandstenen aan het oppervlak plaatselijk een okergele kleur.

Vertebraten uit het Carboon en Devoon van België

Een van de eerste beschrijvingen van fossiele vertebraten uit het Carboon van België is van de hand van Laurent Guillaume de Koninck uit 1842-1844. Deze hoogleraar scheikunde verbonden aan de Universiteit van Gent en tevens hoogleraar paleontologie te Luik, hield zich bezig met het bestuderen van de fossielen uit het Paleozoïcum van België. Max Lohest, hoogleraar in de geologie te Luik, beschreef in 1888 de eerste vertebraten uit het Devoon. Lohest publi-



AFB. 9 | LAAGVLAK MET GOLFRIBBELS EN GRAASSPOREN.
GROEVE BOIS D'ANTHISNES.

ceerde in 1889 een artikel waarin hij fossiele vertebraten uit het Devoon van België vergeleek met die uit het Devoon van de Catskill Formatie in de staat New York. Pas in 1931 kwam er een uitgebreide publicatie over de fossiele vertebraten van het Devoon van België geschreven door de Franse paleontoloog Maurice Leriche. Leriche was een deel van zijn leven in dienst als hoogleraar geologie aan de Vrije

Winning en toepassing van de Condroz zandsteen

Er zijn drie regio's waar winning van de Famennien zandsteen tot op vandaag plaats vindt: langs de rivieren Maas en Bocq tussen Namen en Dinant, nabij de rivier Houyoux ten zuiden van Huy, en langs de Ourthe en Amblève ten zuiden van Luik (Goemaere *et al.* 1998; Dreesen *et al.* 2001; Dusar & De Ceukelaire 2022). Zie *afbeelding 11*. Het gebruik van de zandstenen uit de Condroz bleef tot het midden van de negentiende eeuw beperkt tot de directe omgeving van de steengroeven. De zandsteen is zeer hard maar is goed te splijten langs het laagvlak en langs de vele verticale natuurlijke breuken. Met behulp van pneumatische boren wordt in de blokken een aantal gaten geboord. Daarin plaatst men stalen wiggen en beitels en worden de blokken met mokers gespleten tot kleinere formaten bouwsteen (*Afb. 12*). Dit ambachtelijke werk gebeurt in de open lucht waarbij de overdekte werkruimten enige bescherming bieden tegen weer en wind. De laatste decennia wordt de zandsteen in nog maar een paar grote, industriële groeves gewonnen (*Afb. 13*). Primair gaat het bij de winning om de harde, massieve zandsteen; de platige zandsteen is feitelijk 'bijvangst' voor de industrie.

De harde zandsteen vond in België in eerste instantie vooral toepassing als kasseisteen. Later wordt de steen gebruikt als hoekstenen voor muren en in sommige ge-

vallen voor de volledige bekleding van de muren. We zien dat bij de oudere huizen en in de tegenwoordig gebouwde grotere huizen en villa's. De steen is meestal te duur en te onregelmatig van vorm – en dus te arbeidsintensief – voor toepassing in goedkopere woningen. De zandsteen wordt verder gebruikt voor plinten, vloeren, vensterbanken en belangrijke dragende delen. Muurtjes die dienstdoen als afscheiding van de tuin of als barrière voor het vee zijn vaak opgebouwd uit Condroz zandsteen. Ook bij de geledingen van de loop van het water, zoals bijvoorbeeld bij de rivieren Ourthe en Amblève, maakt men gebruik van de zandsteen. De platige zandstenen vinden hun weg als 'flagstone' in de tuinarchitectuur (Dusar & De Ceukelaire 2022).

In Nederland is de Condroz zandsteen veel minder aanwezig in de gebouwde omgeving; de steen is met name toegepast in de woningbouw tijdens het interbellum en in de periode 1950-1960. Door het zandsteenbesluit is de bewerking van alle zandsteensoorten voor de bouw in Nederland vanaf 1951 verboden. Wel kan voor restauraties van monumenten ontheffing worden verleend. Gezien het beperkte gebruik van de steen in Nederland is het bijzonder dat de zandsteen in de jaren '60 van de vorige eeuw is geselecteerd voor de bekleding van de muren van de academie in Arnhem. Hierbij zijn zowel de harde zandsteen als de platige zandsteen in de muren verwerkt.

Universiteit van Brussel. In de afgelopen decennia vond er onderzoek plaats naar vertebraten van het Devoon van België door de musea van natuurlijke historie van Parijs en Brussel en door de universiteiten van onder meer Luik en Lille. In de groeve Strud bij Namen zijn in afzettingen uit het Laat Devoon naast fossielen van diverse vissoorten ook resten van de eerste tetrapoden aangetroffen (Clement *et al.* 2004, Denayer *et al.* 2016). De Antiarche pantservissen uit het Devoon van België, relatief kleine pantservissen met een soort van armen op de plaats waar normaal de pectoraal vinnen zich bevinden, zijn recentelijk gedocumenteerd door Olive (2015).

Geologisch veldwerk in het Ourthe-Amblève gebied

Hoe zijn wij op het spoor gekomen van de beenplaten van de pantservissen uit het Boven-Devoon van België? Dat heeft alles te maken met onze interesse in de geologie van de Ardennen en het uitgevoerde veldwerk in het Ourthe-Amblève gebied. Dit gebied (Afb. 15) heeft decennialang in de belangstelling gestaan van docenten in de geologie van de Universiteit van Amsterdam (UvA). De eerste naoorlogse excursie, in april 1946, ging naar de Ardennen op door de Zweedse regering geschonken legerschoenen. UvA studenten in de geologie hebben vanaf 1964 tot aan de laatste lichting

“Er was elk jaar wel een bijzondere vondst van een beenplaat van een pantservis te melden.”

in 1983-1984 langs Ourthe en Amblève hun eerstejaars veldkartering gedaan (www.sgia.nl). De goed herkenbare gesteentetypen, zoals zandsteen, kalksteen en schalie, de grootschalige plooiën en de goede ontsluitingsgraad vanwege de vele groeves maken dit gebied ideaal voor het onderwijs in de geologie. Ook de relatieve nabijheid van dit veldwerkgebied speelde een belangrijke rol bij de keuze van de oefenkartering. Het veldwerk resulteerde onder meer in rapportages van de vakgroep structurele geologie (Maier & Mäkel 1979) en in de publicatie van Langenberg *et al.* in 1977. Na beëindiging van hun onderwijstaken gingen Paul de Buissonjé en Otto Simon zelfstandig door met onderzoek naar fossiele vertebraten rond de Ourthe en Amblève met als uitvalbasis het dorp Aywaille. Dit vanwege het feit dat beenplaten van pantservissen onmiskenbaar aanwezig waren in één van de verlaten ontginningsleuven in de



AFB. 10 | SYN-SEDIMENTAIRE VERVORMING (BOVEN IN DE FOTO) IN CONDROZ ZANDSTEEN. GROEVE BOIS D'ANTHISNES.

Famennien zandsteen ten noorden van Aywaille (Afb. 14). In de loop der jaren sloten eerst Jan den Blaauwen en later ook de oud-studenten Frank Storbeck en Frank Nobel zich aan om jaarlijks, tot eind jaren '90, in een weekeinde rond Pasen, de zandsteen-groeves te bezoeken. Niet alleen laag voor laag, maar vooral ook het gesteentepuin in de groeves werd intensief op de aanwezigheid van vertebratenfragmenten onderzocht. Er was elk jaar wel een bijzondere vondst van een beenplaat van een pantservis of een fragment van een andere vertebraat te melden. Een deel van de in dit artikel getoonde foto's zijn afkomstig van deze 'fishing' expedities. We leerden de Condroz zandsteen met zijn diverse lithologische niveaus en de hieruit verzamelde fossiele vertebraatenresten goed kennen. De opbrengsten werden vervolgens geprepareerd en gedocumenteerd door Jan en Paul en uiteindelijk overgedragen aan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen in Brussel. Sébastien Olive, die als wetenschapper verbonden is aan het museum, ontdekte bij de donatie een plaat die wij niet konden identificeren maar wat later een onderkaak bleek te zijn van een vroege ctenacantide haai. De vondst is gepubliceerd door Olga Wilk in 2021. Paul de Buissonjé, dé specialist op het gebied van Paleozoïsche fossiele vissen bij de subfaculteit Geologie van de UvA, vatte het onderzoek uit de jaren '80 samen in een overzichtsartikel in het tijdschrift *Gea* (de Buissonjé 1991). Met de tijdens het veldwerk in de Ardennen opgedane kennis ontdekten Frank en Jan in de muren van Arnhem en Gent de twee hiervoor besproken beenplaten van pantservissen in de blokken harde Condroz zandsteen.



AFB. 11 | VOORKOMEN
CONDROZ ZANDSTEEN MET
DE DRIE ONTGINNINGSGBIEDEN
(RODE STIPPEN). VAN WEST NAAR OOST:
GROEVEN AAN DE RIVIEREN MAAS EN BOCQ, NABIJ DE RIVIER
HOUYOUX EN LANGS DE OURTHE EN AMBLÈVE.
UIT: DUSAR & DE CEUKELAIRE, 2022.

Geo-muur

De huidige, nog actieve groeves in het Ourthe en Amblève gebied zijn niet toegankelijk voor bezoekers. Ook de meeste verlaten groeves zijn afgesloten vanwege nieuwe bestemmingen of vanwege het gevaar van steenval. Langs de wegen in de dalen van de Ourthe en de Amblève zijn de Famennien zandsteen en schalies plaatselijk zichtbaar in kleine ontsluitingen. Niettegenstaande deze beperkingen is



AFB. 12 | HET KLOVEN VAN DE ZANDSTEEN MET STALEN WIG EN BEITEL.



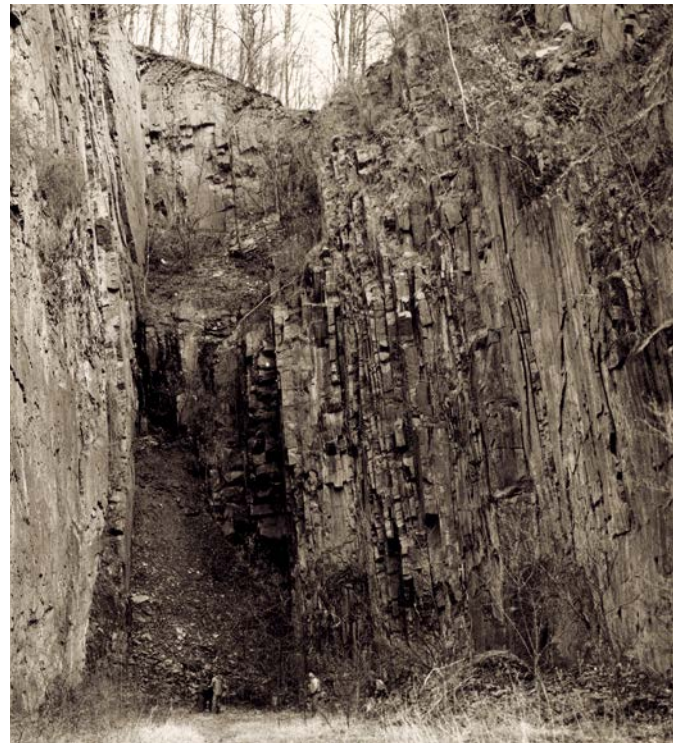
AFB. 13 | GROTE STEENGROEVE BIJ RIVAGE LANGS DE OURTHE.
OP DE VOORGROND GESORTEERDE RIJEN HOEKSTENEN BESTEMD
VOOR DE WONINGBOUW.

een geologische excursie naar het Ourthe-Amblève gebied nog altijd aan te raden. Een bezoek aan de in 2023 voltooide Geo-muur mag daarbij niet ontbreken. De 54 meter lange muur, onderdeel van een geologische wandeling rond de plaats Comblain-au-Pont, toont de opeenvolgende gesteentelagen in de Condroz over een tijdspanne van 540 miljoen jaar, van het Cambrium tot heden (Dreesen *et al.* 2023).

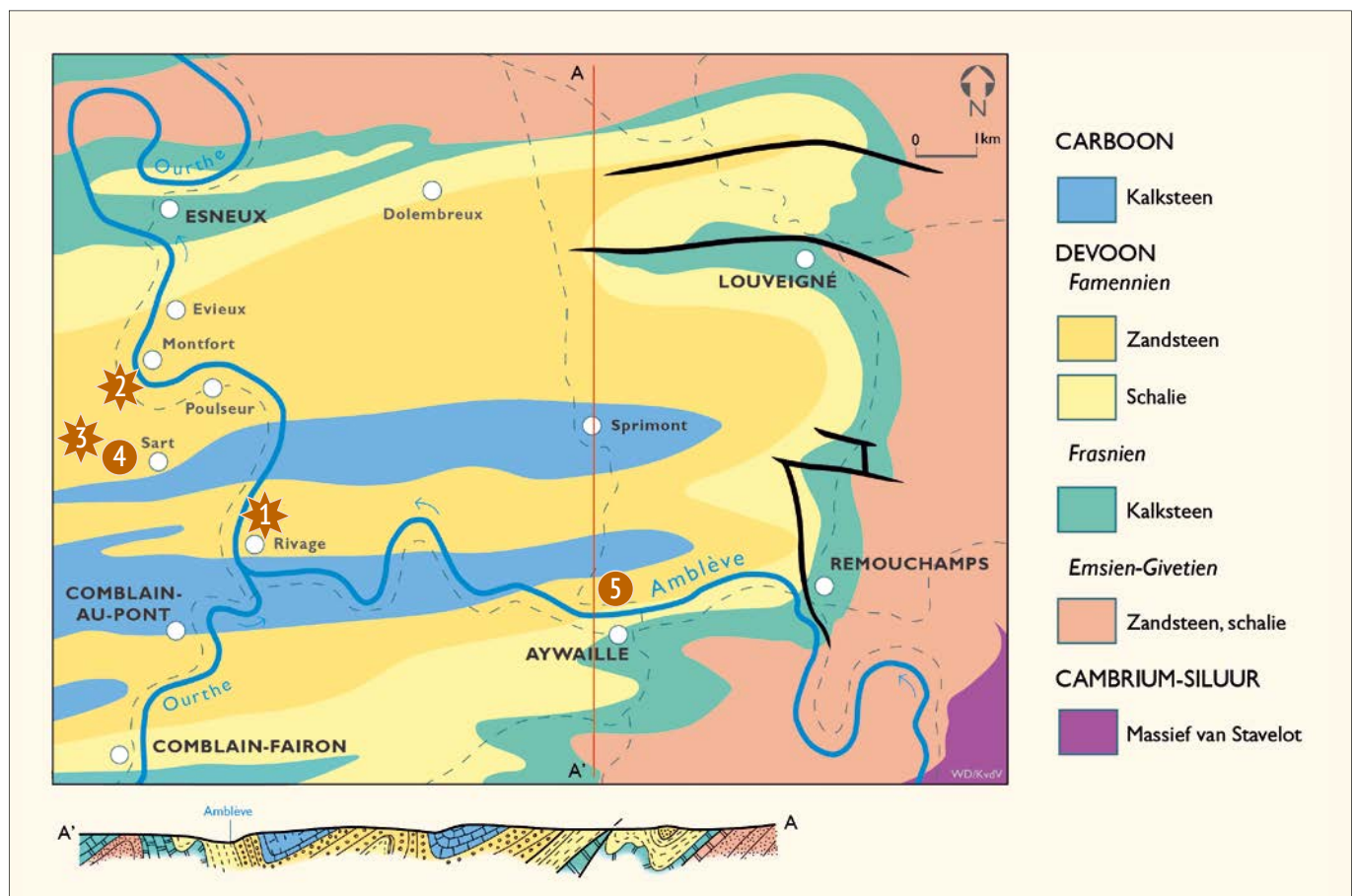
“In deze zandsteen kan men fragmenten van beenplaten van pantservissen aantreffen.”

Besluit

De harde Condroz zandsteen uit het Laat Devoon is door zijn karakteristieke uiterlijk een steensoort die goed te onderscheiden is van andere zandsteensoorten die in Nederland en België in de bouw zijn toegepast. In deze zandsteen kan men, met enig geluk en volhardend zoeken, fragmenten van



AFB. 14 | DOOR PLOOIING BIJNA LOODRECHT STAANDE ZANDSTEENLAGEN IN DE “SLEUF” TEN NOORDEN VAN AYWAILLE.



AFB. 15 | GEOLOGISCHE KAART VAN HET STUDIEGEBIED OURTHE-AMBLÈVE MET NOORD-ZUID PROFIEL A-A'. GEBASEERD OP FOURMARIER 1958 EN LANGENBERG *ET AL.* 1977. VAN DE EENHEDEN IN HET DEVOON EN CARBOON IS DE HOOFDLITHOLOGIE GEGEVEN. ACTIEVE STEENGROEVEN: 1 RIVAGE, 2 THOMAS, 3 BOIS D'ANTHISNES; VERLATEN STEENGROEVEN: 4 EN SART, 5 AYWAILLE.

beenplaten van pantservissen aantreffen. Het is moeilijk te zeggen van welk ontginningsgebied, laat staan van welke groeve, de in Arnhem en Gent gebruikte zandstenen met beenplaten afkomstig zijn. Veel van de genoemde sedimentaire kenmerken en de voor de Condroz zandsteen karakteristieke fossielen worden in het palet aan stenen in Arnhem en Gent aangetroffen. Dit artikel kan als handreiking worden gelezen voor de (amateur-) geoloog die tijdens een

wandeling door stad of dorp stuit op muren van Condroz zandsteen.

Michiel Dusar (Belgische Geologische Dienst) wordt bedankt voor het beschikbaar stellen van Afb. 11. Kees van der Veer verzorgde de opmaak van de geologische kaart in Afb. 15.

Contact Wim Dubelaar: [cwgubelaar@gmail.com](mailto:cwdubelaar@gmail.com)

Bronnen

Barten, L. 2023. *Resten van een antiarche placoderm uit de Eifel. Grondboor & Hamer*, 77, 26-29.

Buissonjé, P.H. de 1991. *Monsterachtige vissen ver weg en dichtbij: Pantservissen (Placodermen) uit het Laat Devoon van de Ardennen. GEA* 24, 101-107.

Carr, R.K. & Hlavin, W.J. 1995. *Dinichthyidae (Placodermi): a paleontological fiction? (Les Dinichthyidae). Geobios*, 19, 85-87.

Carr, R.K. & Hlavin, W.J. 2009. *Two new species of Dunkleosteus Lehman, 1956, from the Ohio Shale Formation (USA, Famennien) and the Kettle Point Formation (Canada, Upper Devonian), and a cladistic analysis of the Eubrachythoraci (Placodermi, Arthrodira). Zoological Journal of the Linnean Society*, 159, 195-222.

Clement, G., Ahlberg, P.E., Blieck, A., Blom, H., Clack, J.A., Poty, E., Thorez, J., & Janvier, P. 2004. *Devonian tetrapods from western Europe. Nature*, 427, 411-412.

Denayer, J., Prestianni, C., Gueriau, P., Olive, S. & Clement, G. 2016. *Stratigraphy and depositional environments of the Late Famennian (Late Devonian) of Southern Belgium and characterization of the Strud locality. Geological Magazine*, 153, 112-127.

Dreesen, R., Dusar, M., & Doperé, F. 2001. *Atlas Natuursteen in Limburgse monumenten. Geologie, beschrijving, herkomst en gebruik. Likona, Genk*, 294 p.

Dreesen, R., Neyens, B., & van Uytven, D. 2023. *De Gemeente van Comblain-au-Pont: 540 miljoen jaar geologische geschiedenis driedimensionaal in beeld. Jaarboek Aardrijkskunde*, 49-54.

Dusar, M. & De Ceukelaire, M. 2022. *Harde zandsteen onderbelicht. Famenniaan zandsteen. Natuursteen*, 4, 28-31.

Engelman, R. 2023. *Giant, swimming mouths: oral dimensions of extant sharks do not accurately body size in Dunkleosteus terrelli (Placodermi, Arthrodira). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10100833>*

Fourmarier, P. 1958. *Carte géologique de la Belgique*, 1: 25.000, Feuille Louveigné – Spa et Feuille Tavier – Esneux.

Geys, J.F. 1991. *De geschiedenis van het leven. Deel 4 Devoon. Publicatie van de Belgische Vereniging voor Paleontologie v.z.w.*, 364 p.

Goemaere, E., Paquet, B. & Vermeren, L. 1998. *Les carrières de grès famenniens en Wallonie. Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 288, 127 p.

Heintz, A. 1931. *A new reconstruction of Dinichthys. American Museum Novitates*, 457, 1-5.

Koninck, L. de 1842-1844. *Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain Carbonifère de Belgique (supp. 1851).*

Langenberg, C.W., Rondeel, H.E. & Charlesworth, H.A.K. 1977. *A structural study in the Belgian Ardennes with sections constructed using computer-based methods. Geologie en Mijnbouw*, 56, 145-154.

Lehman J.P. 1956. *Les arthrodiras du Dévonien supérieur du Tafilalet (sud marocain). Notes et Mémoires Service Géologique du Maroc* 129, 1-170.

Leriche, M. 1931. *Les Poissons Famenniens de la Belgique. Mémoires Academies Royal Belgique, deuxième série*, 10, 1-72.

Lohest, M. 1888. *Recherches sur les Poissons des Terrains Paléozoïques de Belgique. Poissons des Psammites du Condroz. Annales de la Société Géologique Belgique*, 15, 112-203.

Lohest, M. 1889. *De la découverte d'espèces américaines de poissons fossiles dans le Dévonien supérieur de Belgique. Annales de la Société Géologique de Belgique*, 16, 57-59.

Maier, G. & Mäkel, G.H. 1979. *De geometrische relatie van sets diaklazen in het gebied van Aywaille. Rapport vakgroep structurele geologie, Universiteit van Amsterdam*, 35 p.

Marlière, R. 1930. *Sur la présence d'un Poisson arthrodire du genre Dinichthys (Newberry) dans le Frasnien moyen de la Belgique. Annales de la Société Géologique de Belgique*, 53, 154-164.

Newberry, J.S. 1873. *Description of Fossil fishes, Geological Survey of Ohio, Vol. I-part II.*

Olive, S. 2015. *Devonian antiarch placoderms from Belgium revisited. Acta Palaeontologica Polonica*, 60, 711-731.

Thorez, J. 2002. *Palaeosols and inferred palaeoclimatology in the Condroz sandstone (Upper Famennian, northeastern part of the Dinant Synclinorium, Belgium). Aardkundige Mededelingen*, 12, 145-148.

Wilk, O., Olive, S., Pradel, A., den Blaauwen, J.L., & Szrek, P. 2021. *The first lower jaw of a ctenacanthid shark from the Late Devonian (Famennian) of Belgium. Journal of Vertebrate Paleontology. DOI: 10.1080/02724634.2021.1960537.*

Website <https://www.sgia.nl>