

DESIRED

Differentiatieprocessen traceren met behulp van siderofiele elementen, van meteorieten tot gigantische ertsafzettingen

DUUR
15/12/2019 - 15/03/2024

BUDGET
643 755 €

PROJECT BESCHRIJVING

Het voornaamste doel van het DESIRED project bestaat erin **de oorsprong en verdeling van de (deels) siderofiele elementen** (inclusief goud [Au] en de platinumgroep-elementen [PGE: Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd], evenals Rhenium [Re]) **in terrestrische gesteenten en meteorieten te bestuderen om planetaire differentiatieprocessen en de vorming van (gigantische) ertsafzettingen beter in kaart te brengen**. Omdat de siderofiele elementen in de aardse korst en mantel gewoonlijk voorkomen in concentraties die grootteordes lager zijn dan hun abundantie in de zonnenevel, staan deze ook bekend als de edele metalen. Ontginbare afzettingen van deze metalen vormen zich gewoonlijk als gevolg van de erosie van (ultra)mafische gesteenten, die mogelijks specifieke manteldomeinen bemonsteren.

Combinaties van elementen met verschillende affiniteiten voor metaal kunnen bijzonder nuttig zijn om **de isotopische natuur van het materiaal, dat doorheen de tijd op de Aarde accreteerde**, te ontcijferen. Van bijzonder belang hierbij is de "Late Veneer", een volume meteoritisch materiaal dat aan de Aarde werd toegevoegd na de kern-mantel differentiatie. Door beter de relatieve bijdrage van de "Late veneer" aan specifieke manteldomeinen te bepalen, door magmatische gesteenten met verschillende ouderdommen en siderofiele elementconcentraties uit het Archeaan te karakteriseren, kunnen **meteoritische bijdragen aan de Aarde van voor de "Late veneer"** worden getraceerd en geïdentificeerd. Dit is cruciaal om **de bouwstenen van de Aarde beter te karakteriseren, tegengestelde observaties voor verschillende isotopische proxies te convergeren** (bijdragen rijk aan volatiele elementen versus droog), en **de unieke karakteristieken van onze planeet beter te begrijpen, met implicatie voor onder meer de aanwezigheid van water en andere volatiele elementen, een magnetisch veld, platentektoniek en leven**. Door het bestuderen van een unieke combinatie aan siderofiele elementabundanties (Cr, Co, Ni, Mo, PGE, W, Re, Au) en isotopenverhoudingen (Cr, Ni, Mo, Ru, Os, W) kan het DESIRED project als volgt worden samengevat:

Objectief 1: Vooreerst probeert dit project **de oorsprong van belangrijke zeldzame metaalafzettingen (PGE en Au) in het Kaapval Craton (Zuid-Afrika) te achterhalen en de transfer van deze elementen van magmatische reservoirs naar de korst te bestuderen**. Een selectie van mafische magmatische gesteenten (en gerelateerde schalies) met ouderdommen van ~3.5 tot 2 Ga staat reeds ter beschikking. Het Kaapvaal Craton is uniek onder de Archeaanse cratons wereldwijd omwille van het uitzonderlijk veel voorkomen van metallische mineraalafzettingen. Ondanks hun enorme economische betekenis bestaat nog geen algemeen model dat de vorming van de grote geochemische anomalieën in het Kaapvaal Craton kan verklaren. Dit eerste objectief bestaat erin de **isotopische karakteristieken van deze afzettingen te bepalen en te achterhalen of deze overeenkomen met de signatuur van de "Late veneer" of niet**, en mogelijks gelinkt zijn aan gechemisch anomale manteldomeinen. Zulke domeinen zouden **de overblijfselen kunnen zijn van onvolledige kern-mantel differentiatie in de vroege geschiedenis van de planeet of alternatief de late toevoeging vormen van ongedifferentieerd extraterrestrisch materiaal**.

Objectief 2: Om isotopische patronen van voor en na de "Late veneer" te onderscheiden, dient ook een set meteorieten te worden bestudeerd om na te gaan wat voor informatie de gebruikte isotopische proxies precies aanleveren. Op basis van de absolute concentraties van de geselecteerde elementen in deze meteorieten, hun isotopische variatie en recente partiticoëfficiënten bij hoge druk en temperatuur, **kunnen dan de bijdragen van specifieke meteoriettypes aan de Aarde tijdens de vroege en late stadia van accretie worden onderscheiden**. Terwijl verschillende elementen aangeven dat een grote fractie van dit materiaal isotopisch gelijkaardig was aan enstatiet chondrieten, heeft recent werk aangegeven dat de opgeslagen signaturen voor de late accretie (na kernvorming) mogelijk enkel overeenkomen met die van CI-type koolstofhoudende chondrieten. Deze interpretaties geven aan dat **de "Late veneer" misschien vanuit de buitenste delen van het zonnestelsel afkomstig was** en een lagere massa had dan eerder aangenomen. Voor dit objectief zal de focus liggen op enstatiet meteorieten (enstatiet chondrieten en aubrieten), evenals koolstofhoudende chondrieten en achondrieten.

DESIRED

Objectief 3: Om de extraterrestrische flux naar de Aarde doorheen de geologische tijd te bestuderen zullen enkele van de isotopische proxies ontwikkeld in *Objectieven 1 en 2* ook worden toegepast **om Belgische Fanerozoïsche kalsteenafzettingen te bestuderen, die aanrijkingen in Cr en dus ook mogelijke accumulaties van extraterrestrisch materiaal vertonen, bijvoorbeeld in de vorm van kosmisch stof.** Dit objectief van het DESIRED project laat toe om te achterhalen of isotopische signaturen gelinkt aan meteorietbombardementen worden bewaard doorheen de geologische tijd en mikt dus op een beter begrip van de bewaarde isotopische signaturen.

Objectief 4: Het DESIRED project mikt finaal ook op **het uitbreiden en verbeteren van een efficiënte curatie van alle Antarctische meteorieten in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN).** Dankzij twee expedities die het verzamelen van meteorieten tot doel hebben binnen het kader van dit project (2021-2022 en 2022-2023), zal de Antarctische RBINS meteorietcollectie (>1200 specimen tot op vandaag de dag) verder uitbreiden, waardoor voldoende grote meteorietmassa's beschikbaar worden gesteld voor hoge-precisie isotopenmethoden, nodig voor *Objectief 2*.

Door deze vier objectieven samen te brengen mikt dit consortium **op een beter begrip van de natuurlijke processen die leidden tot de aanrijking van siderofiele elementen, door een link te leggen tussen mantelheterogeniteit en vroege differentiatieprocessen of late accretie.** Het DESIRED project bouwt voort op nieuwe en reeds geconsolideerde analytische expertise gedeeld tussen de partnerinstellingen. De gemeten isotopenverhoudingen, bepaald in het G-time laboratorium van de ULB, zullen gekoppeld worden aan de studie van PGE, Au en Re concentraties, zowel *in situ* als op bulk stalen gemeten door de VUB partner, om de vereiste werktuigen te voorzien om alle wetenschappelijke vragen van dit project te kunnen beantwoorden. Tegelijkertijd zullen de mineralogische analyses en metallogene interpretaties van de verkregen data worden overzien door de KBIN partner. Het DESIRED project **zal dus de bestaande synergie tussen de drie Brusselse partnerinstellingen (VUB, ULB en KBIN)** versterken en de jonge onderzoekspartner van Zuid-Afrika helpen met het uitbouwen van een internationaal wetenschappelijk netwerk.

CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Sophie Decrée

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)

Sophie.decree@naturalsciences.be

Partners

Vinciane Debaille

Université Libre de Bruxelles (ULB)

Laboratoire G-Time

vdebaille@ulb.ac.be

Steven Goderis

Vrije Universiteit Brussel (VUB)

Analytical, Environmental and Geo-Chemistry

Steven.Goderis@vub.be