

VU Research Portal

Fluvial responses to orbital-forced climate changes in the North American Western Interior early Paleocene

Noorbergen, L.J.

2019

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Noorbergen, L. J. (2019). *Fluvial responses to orbital-forced climate changes in the North American Western Interior early Paleocene*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting in het Nederlands (Summary in Dutch)

De resultaten van het onderzoek in dit proefschrift tonen aan dat de in riviersystemen gevormde sedimentaire gesteentelagen (fluviaatle afzettingen) voor een belangrijk deel gevormd lijken te zijn onder invloed van klimaatveranderingen. Deze klimaatveranderingen werden (en worden) gestuurd door lang durende (100.000 – 400.000 jaar), cyclische veranderingen van de baan van de aarde om de zon (eccentriciteit) – omdat deze, op hun beurt, de amplitude bepalen van de kortere, circa 20.000 jaar durende cyclische tolbeweging van de aardas (precessie). De zogenoemde orbitale klimaatcontrole brengt vernieuwende inzichten, omdat men er vooralsnog vanuit ging dat de vorming van fluviaatle afzettingen dominant bepaald werden door processen die zich afspelen binnen het riviersysteem, bijvoorbeeld riviergeulverleggingen.

De invloed van het veranderende klimaat op de vorming van rivierafzettingen blijkt uit een drietal gedetailleerde lange afstand correlaties van meerdere stratigrafisch en sedimentologisch beschreven secties (logs) in de Fort Union Formatie (Hoofdstukken 2, 3 en 4). De logs van de stratigrafische opeenvolgingen, laten afwisselingen zien tussen zandige fluviaatle gesteentelagen en bruinkoollagen. Deze opeenvolgingen stammen uit het Paleoceen (66-56 miljoen jaar geleden) en dazomen nu aan het aardoppervlak in het noordoosten van Montana (Verenigde Staten). De correlaties van de gelogde secties zijn gebaseerd op drie typen stratigrafische markers. Het eerste type marker is vulkanisch as, waarvan meerdere unieke lagen werden gevonden in de bruinkoollagen. Daarnaast werd de correlatie gebaseerd op magnetostratigrafische analyse: een analyse van vroegere ompoling van het aardmagneetveld. Het laatste type marker is de Krijt-Paleoceen inslaglaag: een dun kleilaagje wat materiaal bevat uit een grote asteroïde inslag in Mexico waardoor er een massale uitsterving in het dierenrijk plaatsvond, waaronder het uitsterven van de niet-vliegende-dinosauriërs.

De orbitale klimaatcontrole is ook gebleken uit een tijdreeks van stabiele koolstofisotopen gemeten op specifieke ketens van verzadigde koolwaterstoffen uit een bruinkoollaag in de Fort Union Formatie (Hoofdstuk 5) op ca. 15 meter boven de Krijt-Paleoceen grens. Het vaststellen van orbitale klimaatcontrole op de formatie van fluviaatle sedimentaire opeenvolgingen vereist twee essentiële voorwaarden: 1) de mogelijkheid om van diverse stratigrafische niveaus de ouderdom te achterhalen en 2) de mogelijkheid om te testen of actieve sedimentatie in de hoofgeul(en) van de rivier gelijktijdig aanwezig was/waren met bodemvormende processen op de overstromingsvlakte van de rivier. Met dit proefschrift zijn op basis van de hiervoor beschreven methoden, afwisselingen gevonden tussen koollagen (gecompacteerd veen) en geulverwante zandige lagen, welke lateraal niet in elkaar overgaan en die een periode van 100.000 jaar betreffen. Hiermee kan er vanuit worden gegaan dat op deze tijdschaal, het vormen van de veenmoerasverwante koollagen los in de tijd stond van het vormen van de geulverwante zandige lagen.

Bovendien toonden deze laterale observaties uit deze studie aan, dat een bestaand afzettingsmodel, waarbij processen vanuit het riviersysteem een prominente rol spelen, de werkelijkheid niet volledig weergeeft omdat een interne controle op de vorming van fluviaatle afzettingen altijd een geul naast een overstromingsvlakte vereist. De gestelde hypothese voor de orbitaal gestuurde klimaatcontrole is dat een fase gedomineerd door veenvorming en geringe aanvoer van klastisch materiaal (zoals zanden en kleien) in de rivier plaatsvond tijdens een langdurig stabiel klimaat, in de eccentriciteit minima. De andere fase, gedomineerd door actieve sedimentatie in de riviergeulen en overspoeling met sediment vanuit de geul op de

overstromingsvlakte, zou dan hebben plaatsgevonden tijdens een langdurig instabiel klimaat, tijdens de eccentriciteit maxima.

De lange afstandscorrelatie van koollagen in de Fort Union Formatie toont aan dat de veenvorming op grote schaal heeft plaatsgevonden. Mogelijk werden er tijdens de veenfase significante hoeveelheden CO₂ onttrokken uit de atmosfeer door fotosynthese. Om te onderzoeken of de opslag van CO₂ mogelijk significant is in de globale koolstofcyclus is de hoeveelheid Gigaton C berekend er van uitgaande dat de orbitaal gestuurde veenfasen het hele Western Interior Bekken bestreken. Hiervan bleek de uitkomst op het eerste gezicht kleiner dan wat globaal verwacht kan worden op basis van massabalansberekeningen. Echter de veronderstelde hypothese dat de kolen een rol spelen in de globale koolstofcyclus lijkt plausibel als de orbitale klimaatcontrole niet alleen zorgde voor veenvorming op grote schaal in het Western Interior Bekken maar ook in andere grote continentale bekkens.

Naast de meerdere kool-klastische afwisselingen bevat de Fort Union Formatie, ook een aantal grote sedimentopvullingen van oude rivierdalen. Lateraal, liggen de rivierdalopvullingen veelal naast wituitgeloogde bodemlagen. Deze bodemvorming lijkt te zijn veroorzaakt door rivierinsnijding. Namelijk, ten tijde van de rivierinsnijding (vorming van het dal) vond afzetting en transport van sediment plaats in het dal en werd er gedurende lange tijd geen sediment afgezet op de overstromingsvlakte. Zolang de ingesneden rivier haar sediment niet op de overstromingsvlakte kon krijgen bleef de bodem zich vormen. De dalopvullingen en witte bodems gerelateerd aan rivierinsnijding komen met een zekere regelmaat een aantal keer terug in de stratigrafie van de Fort Union Formatie. Uit een stratigrafische tijdsanalyse in dit onderzoek blijkt dat het hier gaat om circa 400.000 jaar durende afwisselingen. Deze duur is in goede overeenstemming met de lange eccentriciteit cyclus. Uit de stratigrafische tijdsanalyse blijkt ook dat de insnijdingen waarschijnlijk plaatsvonden richting -of tijdens- de eccentriciteitsminima. Dit verband komt mogelijk doordat tijdens een stabielere (wordende) klimaat in (of naar) eccentriciteit minima minder extreme seizoenale neerslag valt in het achterland waardoor er minder sediment de rivier in stroomt. In plaats daarvan raakt het bekken dichtbegroeid met bos en zal tijdens verhoogde waterafvoer de stroomsnelheid in de rivier hoger liggen dan de sediment aanvoer. Als gevolg hiervan snijdt de riviergeul zich in.