

# De aardbevingszwerm tussen 2008 en 2010 te Court-Saint-Etienne

## 237 AARDBEVINGEN IN 1,5 JAAR TIJD

De aardbevingen vonden plaats nabij Faux, 3,5 km ten zuiden van Court-Saint-Etienne, diep onder de vallei van de Thyle. Geofysische metingen op het terrein konden echter niet bevestigen of de geactiveerde breuk tot aan de oppervlakte reikt.

Koen Van Noten,  
Thomas Lecocq  
en Thierry Camelbeeck

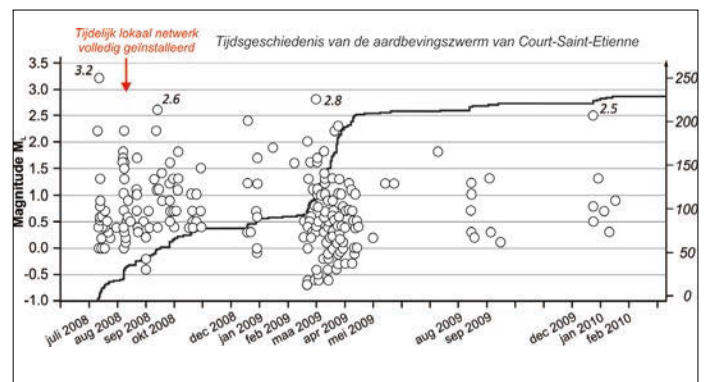
Kijk de krantenkoppen er maar op na, tussen 12 juli 2008 en 18 januari 2010 kon je er niet naast kijken: de aarde beefde te Court-Saint-Etienne in Waals-Brabant. Niet één of twee keer maar wel 237 keer! Seismologen van de Koninklijke Sterrenwacht van België verwijzen naar deze verhoogde aardbevingsactiviteit als de 'aardbevingszwerm van Court-Saint-Etienne'. In een multidisciplinair onderzoek gingen zij op zoek naar de bron en het mechanisme van deze aardbevingen.

### Een aardbevingszwerm?

De grootte van een aardbeving wordt steeds uitgedrukt in een magnitudeschaal die logaritmisches oploopt. De 'lokale magnitudo' (aangeduid als  $M_L$ ) van een aardbeving wordt berekend aan de hand van de maximale verplaatsingsamplitude op een seismogram. Seismogrammen worden geregistreerd door een seismometer, zoals diegene geplaatst in de vaste stations van het netwerk van de Sterrenwacht dat dient ter observatie van de aardbevingsactiviteit in en rond België.

### Enkele krantenkoppen

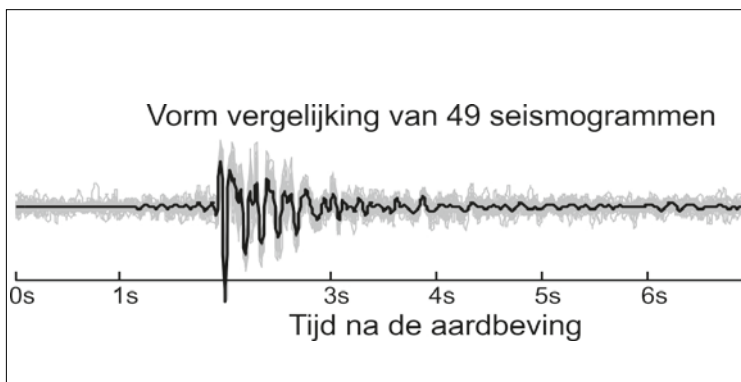
*'Aarde blijft maar beven in Wallonië'*  
Gazet van Antwerpen 14 juli 2008  
*'Al 100 aardbevingen in Waals-Brabant sinds zomer 2008'*  
Het Laatste Nieuws 25 februari 2009  
*'Opnieuw lichte aardbeving in Waals-Brabant'*  
De Redactie 3 maart 2009  
*'Tremblement de Terre à Court-Saint-Etienne'*  
RTBF Belgique 28 december 2009  
*'La terre a encore tremblé à Court-Saint-Etienne'*  
Le Soir 31 december 2009



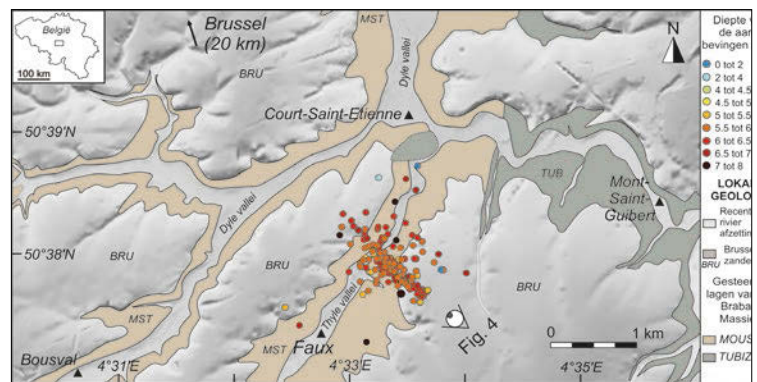
Figuur 1: De evolutie van de aardbevingszwerm van Court-Saint-Etienne. Typisch voor aardbevingszwermen is de afwezigheid van een duidelijke relatie tussen magnitudo en de tijd.

Aardbevingszwermen zijn series van kleine aardbevingen die in een korte tijdsperiode en in een klein gebied optreden. In tegenstelling tot grote aardbevingen, die voorafgegaan worden door eventuele voorschokken en gevolgd worden door vele naschokken waarvan de frequentie en magnitudo afnemen in de tijd, kennen aardbevingszwermen een eerder willekeurig verloop. Ook in de zwerm van Court-Saint-Etienne vertoont de magnitudo geen enkele relatie met de tijd (Figuur 1). De eerste aardbeving in de zwerm vond plaats op 12 juli 2008 en had een lokale magnitudo van  $M_L$  2,2. Onmiddellijk de dag erna, op 13 juli 2008, vond de sterkste aardbeving van de zwerm plaats met een magnitudo van  $M_L$  3,2.

Naar aanleiding van deze twee eerste aardbevingen installeerden wetenschappers van de afdeling Seismologie-Gravimetrie van de Koninklijke Sterrenwacht van België in de zomer van 2008 zeven lokale seismische stations die gedurende 1,5 jaar de seismische activiteit rondom Court-Saint-Etienne en Ottignies maten. Dit lokaal netwerk liet



Figuur 2: Vormvergelijking van 49 aardbevingen die in de lente van 2009 werden opgemeten in het lokale seismische station OTT te Ottignies. Doordat aardbevingen dicht bij elkaar (enkele tientallen tot honderden meters) plaatsvonden, zijn alle seismogrammen bijna identiek. Subtiële vormveranderingen zijn enkel gerelateerd aan kleine afstandsverschillen tussen de aardbevingen.



Figuur 3: De oplotting van de aardbevingen van de seismische zwerm nabij Court-Saint-Etienne duidt op een noordwest-zuidoostelijk georiënteerde breuk op een diepte tussen 5 en 7 km. De kleuren geven de geologische lagen weer die aan de oppervlakte op de geologische kaart voorkomen. Een zijaanzicht (let op het oogje) op de zwerm is in Figuur 4 weergegeven.

toe om ook zeer kleine aardbevingen te meten die niet met het Belgisch netwerk gemeten konden worden omdat de meeste vaste stations zich op een te grote epicentrale afstand bevonden. Dankzij dit lokaal netwerk werden tussen 12 juli 2008 en 18 januari 2010 welgeteld 237 aardbevingen gemeten waarvan de magnitude varieerde tussen  $M_L$  -0,7 (aangezien de magnitudeschaal logaritmisch is, kunnen zeer kleine aardbevingen een negatieve magnitude hebben, wat eenvoudig betekent dat ze kleiner zijn dan een referentie-aardbeving) en  $M_L$  3,2. Het valt op dat de zwerm het actiefst was in de zomer van 2008 en in de lente van 2009, met soms wel 10 aardbevingen per dag.

### Diepte en locatie van de zwerm

Omdat vele aardbevingen in de zwerm dicht bij elkaar plaatsvonden, zien de seismogrammen van verschillende aardbevingen gemeten in één seismisch station er zeer gelijkaardig uit (Figuur 2). Subtiële veranderingen zijn enkel gerelateerd aan kleine afstandsverschillen tussen de aardbevingen onderling. Door de vorm van de seismogrammen van alle aardbevingen in de zwerm met elkaar te vergelijken, kon hun diepte en locatie nauwkeurig bepaald worden. Het resultaat toont dat de aardbevingen in de zwerm duidelijk opgelijnd zijn in een noordwest-zuidoostelijke richting en dat ze zich voordeden onder het gehucht Faux in de vallei van de Thyle ten zuiden van Court-Saint-Etienne. De seismische gegevens tonen bovendien aan dat de zwerm zich voordeed op één breuk die gesitueerd is op een diepte tussen 5 en 7 kilometer, ongeveer 1,5 km lang is (Figuur 3) en in een hoek van  $87^\circ$  steil naar het noordoosten duikt (Figuur 4).

### Heb jij het gevoeld?

De relatief ondiepe aardbevingslocatie en het feit dat veel woningen in Waals-Brabant bijna direct op het harde gesteente gebouwd zijn van het Massief van Brabant, een

belangrijke geologische structuur, verklaart waarom deze seismische sequentie bijzonder goed waarneembaar was voor de lokale populatie. De aardbeving van  $M_L$  3,2 op 13 juli 2008 werd gevoeld tot in Luik, ruim 75 km ten oosten van het epicentrum, en tot net voorbij de noordrand van Brussel, ruim 45 km ver (Figuur 5).

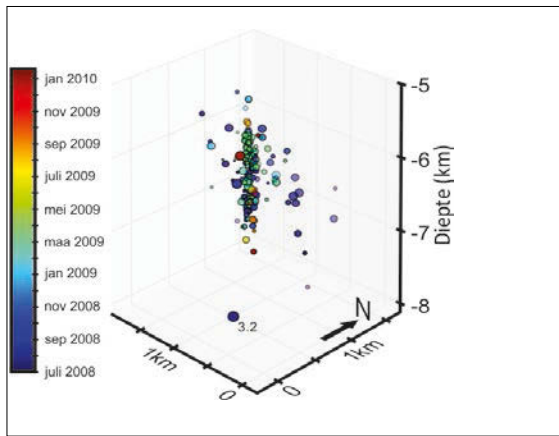
In totaal werden 60 van de 237 aardbevingen lokaal gevoeld of soms zelfs enkel 'gehoord'. In de online-enquête die naar aanleiding van een aardbeving steeds geopend wordt op de website [seismologie.be](http://seismologie.be), werd door de lokale populatie dikwijls een luide 'knal' gerapporteerd bij kleinere aardbevingen, of een laag geroffel zoals 'een vrachtwagen die door de straat reed' of 'het geluid van de donder op verre afstand' bij aardbevingen met een grotere magnitude.

### Hoe heeft de breuk bewogen?

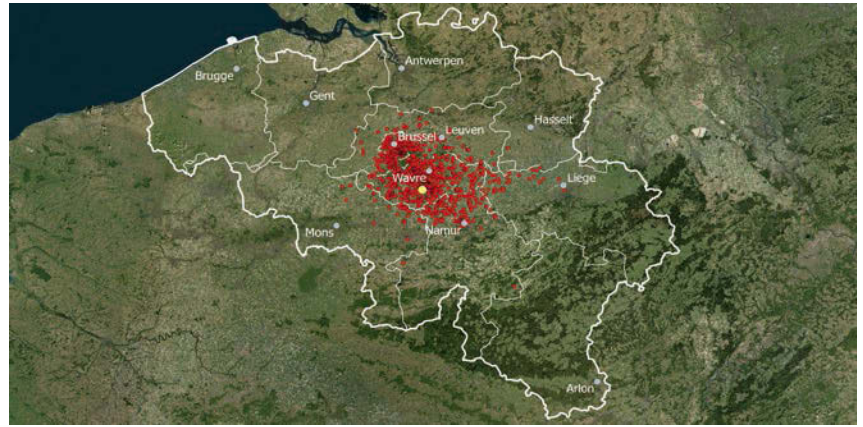
Aardbevingen vinden plaats wanneer twee gesteenteblokken langs elkaar schuren in de aardkorst. De energie die bij dergelijke beweging vrijkomt, plant zich door het gesteente voort als trillingen die aan de oppervlakte als een aardbeving worden ervaren en schade kunnen opleveren als de



© Kroll, Le Soir, 4 maart 2009



Figuur 4: Het zijaanzicht van de seismische zwerm toont de verticaliteit van de breuk tussen 5 en 7 km aan. De locatie van de  $M_L$  3,2 aardbeving is aangeduid op een diepte van 7,7 km.



Figuur 5: Resultaten van de online macroseismische enquête 'Heb jij het gevoeld?' naar aanleiding van de aardbeving van  $M_L$  3,2 op 13 juli 2008. De gele bol geeft het epicentrum weer en de 1500 rode punten de individuele locaties waar deze aardbeving werd gevoeld.

aardbeving groot genoeg is. De magnitude van een aardbeving staat in directe relatie met de grootte van het deel van een breukvlak dat bewogen heeft. Het feit dat er zich enkel kleine aardbevingen voordeden impliceert dat er tijdens elk van de 237 aardbevingen enkel een kleine verplaatsing langsheen het breukvlak heeft plaatsgevonden.

De totale verplaatsing veroorzaakt door de 237 aardbevingen in de seismische zwerm bedraagt slechts enkele centimeters. De  $M_L$  3,2 aardbeving droeg bij tot de grootste verplaatsing die plaatsvond langsheen een breukoppervlak ter grootte van anderhalf voetbalveld ( $\sim 1$  ha). Aardbevingen kleiner dan  $M_L$  2 veroorzaakten slechts millimetrische verplaatsingen langs oppervlaktes ter grootte van enkele tot enkele tientallen vierkante meters. Als we deze kleine verplaatsingen vergelijken met deze die optrad tijdens de magnitude 7,8 aardbeving in Nepal op 25 april 2015, zijnde 6 meter verplaatsing over een breukoppervlakte van ongeveer 600 km<sup>2</sup>, dan wordt al snel duidelijk waarom de aardbevingen tijdens de seismische zwerm enkel gevoeld werden en geen schade opleverden te Court-Saint-Etienne.

#### Kunnen we de breuk 'zien'?

Hoewel een 3D-visualisatie (Figuur 4) werd gemaakt van de breuk met behulp van de locaties van de verschillende aardbevingen, laat deze figuur niet toe de relatie tussen de breuk en de lokale geologie in de diepte te begrijpen. In een bijkomend onderzoek werd er beroep gedaan op een geofysische studie die toelaat variaties in de magnetische eigenschappen van de verschillende gesteenteformaties rondom de breukzone in de ondergrond in beeld te brengen. In het Massief van Brabant komt de Formatie van Tubize overal voor (Figuur 6). Deze formatie is sterk aangerijkt aan magnetische mineralen, wat toelaat het verloop van deze formatie in het Massief van Brabant te achterhalen, ook waar ze niet aan de oppervlakte komt. In onze studie hebben we gebruikt gemaakt van een aeromagnetische studie die in 1994 door de Belgische Geologische Dienst (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen) werd uitgevoerd en waarin de magnetische variatie over heel België werd gemeten vanuit de lucht (Figuur 7).

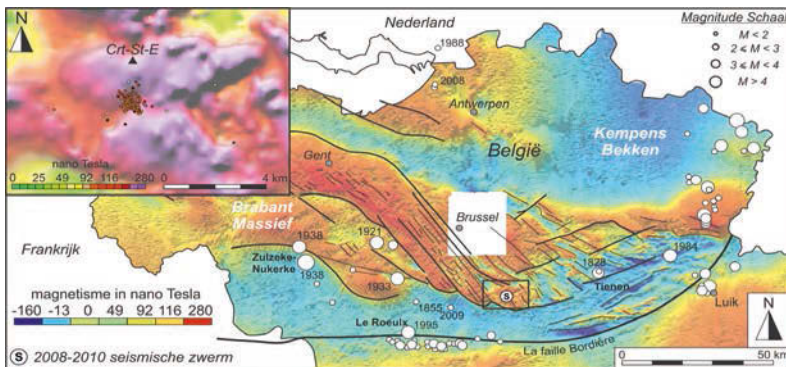
In samenwerking met geofysicus Anjana K. Shah van de Amerikaanse Geologische Dienst (USGS) werden de magnetische gegevens van Waals-Brabant gefilterd met als doel enkel het magnetisch signaal te bestuderen van de gesteenten die zich tussen 5 en 7 km diepte bevinden. Het resultaat van deze methode toont aan dat de aardbevingszwerm plaatvond langsheen een breuk die zich situeert in een laag-magnetische gesteenteformatie die langs beide zijden begrensd is door hoog-magnetische gesteentelichamen van de Formatie van Tubize (zie detail in Figuur 7). Deze ontdekking wijst erop dat de breuk geassocieerd met de zwerm eerder beperkt is in lengte. Aangezien breuklengte in direct verband staat met magnitude, verklaart dit waarom er zich geen grotere aardbevingen hebben voorgedaan op deze structuur in Waals-Brabant.

Tussen 1953 en 1957 gebeurde er een gelijkaardige zwerm op exact dezelfde plaats als de recente zwerm. De grootste aardbeving van deze zwerm vond plaats op 6 januari 1953 en had een magnitude van  $M_L$  4,0. Dergelijke magnitude komt overeen met verplaatsing over een breukoppervlakte van 1,4 km<sup>2</sup>, wat aantoont dat onze ontdekking van een gelimiteerde actieve breuk steek houdt.

Dit sluit echter niet uit dat elders in het Massief van Brabant geen grotere aardbevingen kunnen voorkomen in de toekomst. De grootste aardbeving die we tot nog toe hebben waargenomen in het Massief van Brabant was de  $M_L$  5,6 aardbeving op 11 juni 1938 te Zulzeke-Nukerke (nabij Oudenaarde), een seismische gebeurtenis waarvan het mechanisme nog steeds niet begrepen is. De methodologie ontwikkeld in deze studie, namelijk het verband aantonen tussen seismische activiteit en lokale geologie met behulp van magnetische gegevens, biedt seismologen en geologen enkele interessante nieuwe pistes om de oorzaak van intraplaat-aardbevingen, zowel in onze regio als elders in de wereld, beter te begrijpen.



Figuur 6: Verticale gesteentelagen van de Formatie van Tubize ontsloten onder de kerk van Mont-Saint-Guibert. Hamer (rechts) als schaal.  
Foto © Alain Herbosch



Figuur 7: De warme kleuren op de aeromagnetische kaart wijzen op plaatsen waar een hoger magnetische signaal is gemeten. Dergelijk hoog magnetisme komt in het Massief van Brabant meestal overeen met de verspreiding van de magnetische Formatie van Tubize. De donkere lijnen op de kaart worden geïnterpreteerd als breuken die het Massief van Brabant doorsnijden. De seismische zwerm (S) vond plaats op één van de kleinere breuken. De detailfiguur toont hoe de breuk tussen twee hoog-magnetische gesteentelichamen (zie paarse gedeelten) in zit en dus beperkt is in lengte.

### Meer

Dit artikel werd geschreven naar aanleiding van de wetenschappelijke publicatie over de aardbevingszwerm van Court-Saint-Etienne in het geologische vakblad *Tectonophysics* waarvan het onderzoek gefinancierd werd door het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo) en FNRS.

Koen Van Noten, Thomas Lecocq, Anjana K. Shah & Thierry Camelbeeck. 2015. *The seismotectonic significance of the 2008-2010 seismic swarm in the Brabant Massif (Belgium)*, in: *Tectonophysics* 656, 20-38.

Ga naar <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2015.05.026>

### De auteurs

Koen Van Noten is structureel geoloog en FNRS-postdoctoraal onderzoeker aan de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB). Zijn onderzoek richt zich voornamelijk op het verband tussen aardbevingen en geologie en ook op de vraag waarom mensen in België aardbevingen verschillend waarnemen afhankelijk van de lokale geologische ondergrond waarop ze wonen.

Thomas Lecocq is geoloog/seismoloog aan de KSB gespecialiseerd in (vulkaan)seismologie en bestudeert voornamelijk hoe de erupties van actieve vulkanen over heel de wereld met seismologische monitoring beter begrepen kunnen worden.

Seismoloog Thierry Camelbeeck was tussen 2004 en 2015 hoofd van de afdeling Seismologie-Gravimetrie van de KSB. Zijn onderzoek richt zich op het achterhalen van de oorzaken van de seismische activiteit in 'stabiele' continentale regio's.