

De seismometer van Eben-Emael Le sismomètre d'Eben Emael

Koen Van Noten & Thomas Lecocq

***Koninklijke Sterrenwacht van België
Observatoire royal de Belgique***

Eben Emael Gidsendag – Journée des guides - 24.02.2024

Seismo.info@oma.be
<https://www.astro.oma.be/nl/>
<https://seismologie.be/nl>



Thomas.Lecocq@seismology.be
<https://twitter.com/seismotom>
<https://www.linkedin.com/in/thomaslecocq/>
<https://bsky.app/profile/seismotom.bsky.social>

koen.vannoten@seismology.be
https://twitter.com/Koen_VanNoten
<https://www.linkedin.com/koenvannoten>
<https://sites.google.com/site/koenvannoten/>



De Koninklijke Sterrenwacht van België



Observatoire royal de Belgique



@Uccle

A Federal Scientific Institute within Belspo



FPS Science Policy

Thomas Dermine - State secretary

Art Pole

KMKG-MRAH
KMSKB-MRBAB
KIK-IRPA

Nature Pole

RMMA-MRAC
KBIN-IRSNB

Documentation Pole

KBR
RA-AE

Space Pole

BIRA-IASB
KMI-RMI
KSB-ORB

ROYAL OBSERVATORY OF BELGIUM

since 1823

GD Ronald Van der Linden



SEISMOLOGY-GRAVIMETRY

since 1904

Afdeling Seismologie

Le service Séismologie

Département avec 10 à 15 personnes :

- 1 chef de service
- 4 scientifiques statutaires
- 3 techniciens
- 1 ingénieur
- ~ 4 doctorants
- ~ 1 à 2 postdocs
- Ma & étudiants en stage dans toutes les universités BE



Afdeling met 10 à 15 personeelsleden:

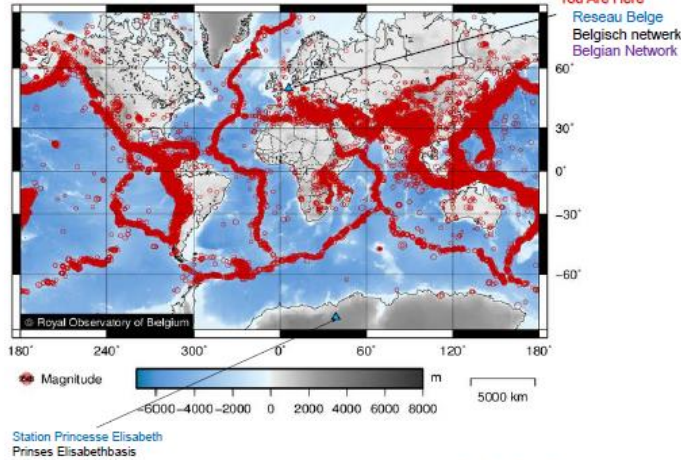
- 1 Afdelingshoofd
- 4 statutaire wetenschappers
- 3 techniekers
- 1 ingenieur
- ~ 4 PhD studenten
- ~ 1 à 2 Postdocs
- Ma & Stage studenten via alle BE universiteiten



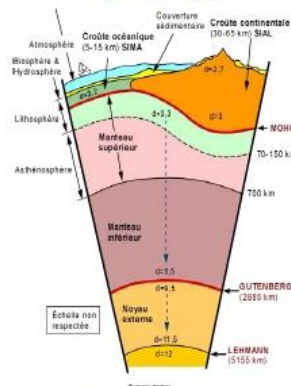
Aardbevingen meten Mésurer des séismes

L'Observatoire contribue à l'étude de la sismicité globale en envoyant les mesures sismiques des stations du réseau belge aux centres sismologiques internationaux.
De Sterrenwacht draagt bij aan de studie van aardbevingen wereldwijd door seismische golven op te meten in de stations van het Belgisch netwerk en deze metingen door te sturen naar internationale seismologische centra.
The Observatory contributes to the study of global seismicity by sending seismic measurements from stations in the Belgian network to international seismological centers.

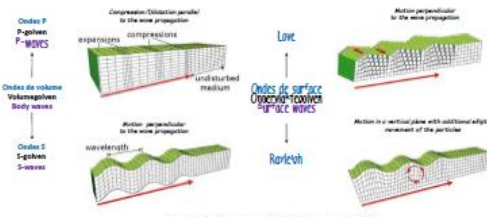
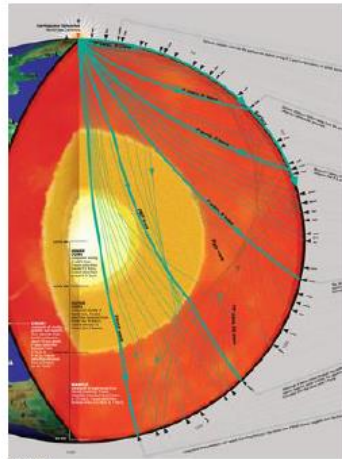
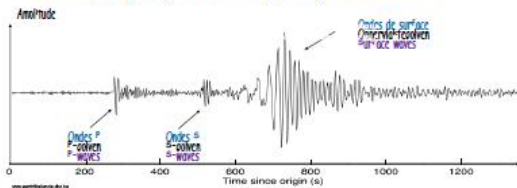
Les séismes dans le monde / Aardbevingen wereldwijd / Global earthquakes
(1-1-2000 → 30-08-2022)



Structure de la Terre
De Structuur van de aarde
Earth's Structure



Ondes sismiques / Seismische golven / Seismic waves



La magnitude d'un tremblement de terre

La magnitude est la mesure de l'énergie libérée au foyer d'un séisme. Plus le séisme a libéré d'énergie, plus la magnitude est élevée. Il s'agit d'une échelle logarithmique, c'est-à-dire : chaque augmentation de la magnitude (+1) correspond à 30 x énergie et 10 x amplitude du mouvement.

De magnitude van een aardbeving

De magnitude is een maat van de hoeveelheid energie die is vrijgekomen tijdens een aardbeving. Hoe meer energie vrijkomt, des te hoger de magnitude zal zijn. Het betreft hier een logaritmische schaal wat wil zeggen dat elke verhoging van de magnitude (+1) overeenkomt met 30 x meer energie die vrijkomt en 10 x grotere bewegingsamplitude.

Earthquake magnitude

The magnitude is a measure of the energy released at the focus of an earthquake. The more energy the earthquake has released, the higher the magnitude. The scale is logarithmic: each magnitude step (+1) corresponds to 30 x energy and 10 x amplitude of movement.

Aardbevingen meten wereldwijd

Poster

Mesurer la séismicité global



Aardbevingen in België ?
Séismes en Belgique?

Aardbevingen in België ? Séismes en Belgique?





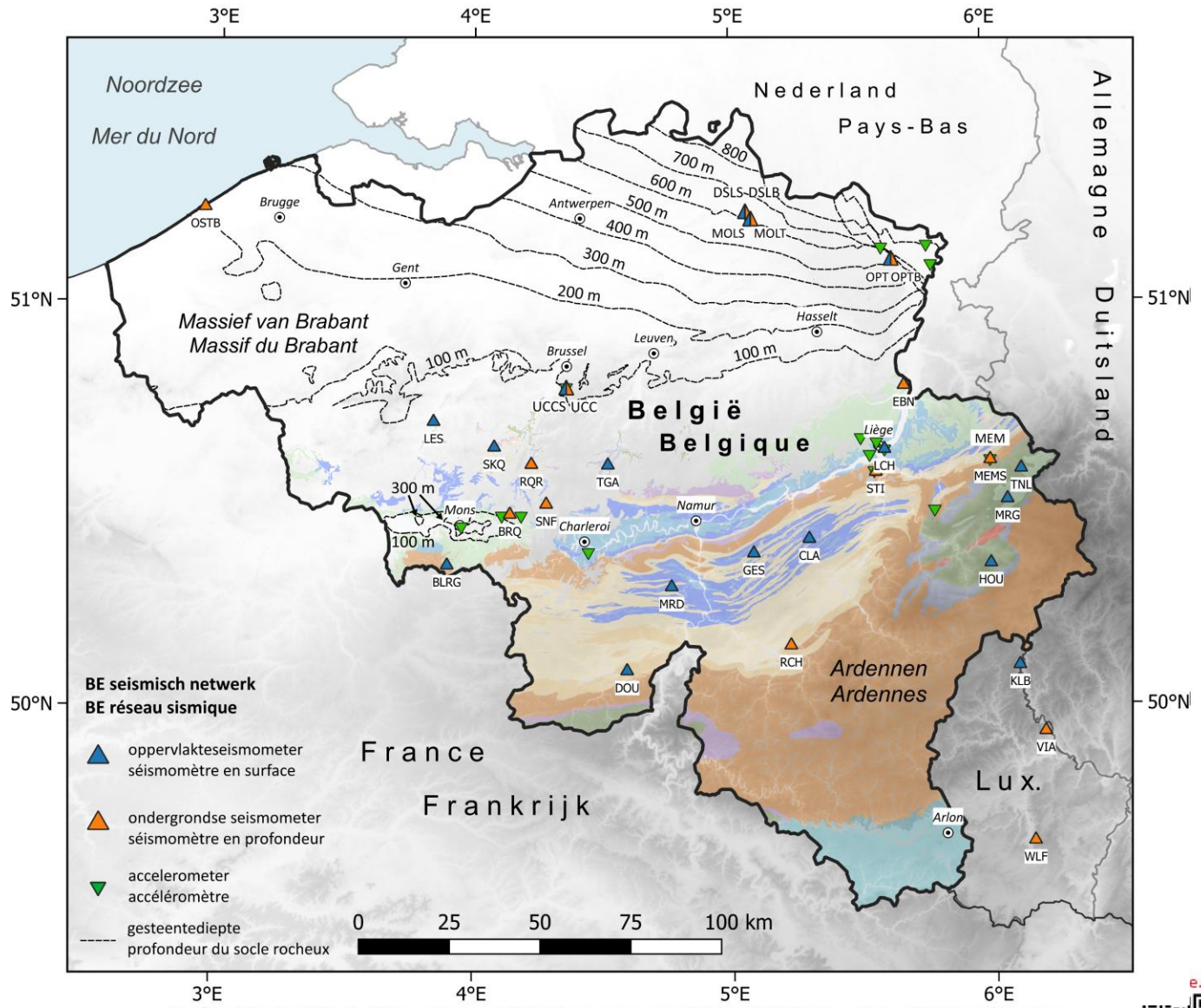
Le Réseau Sismique Belge

Het Belgisch Seismisch Network

The Belgian Seismic Network



Het Belgisch seismisch netwerk



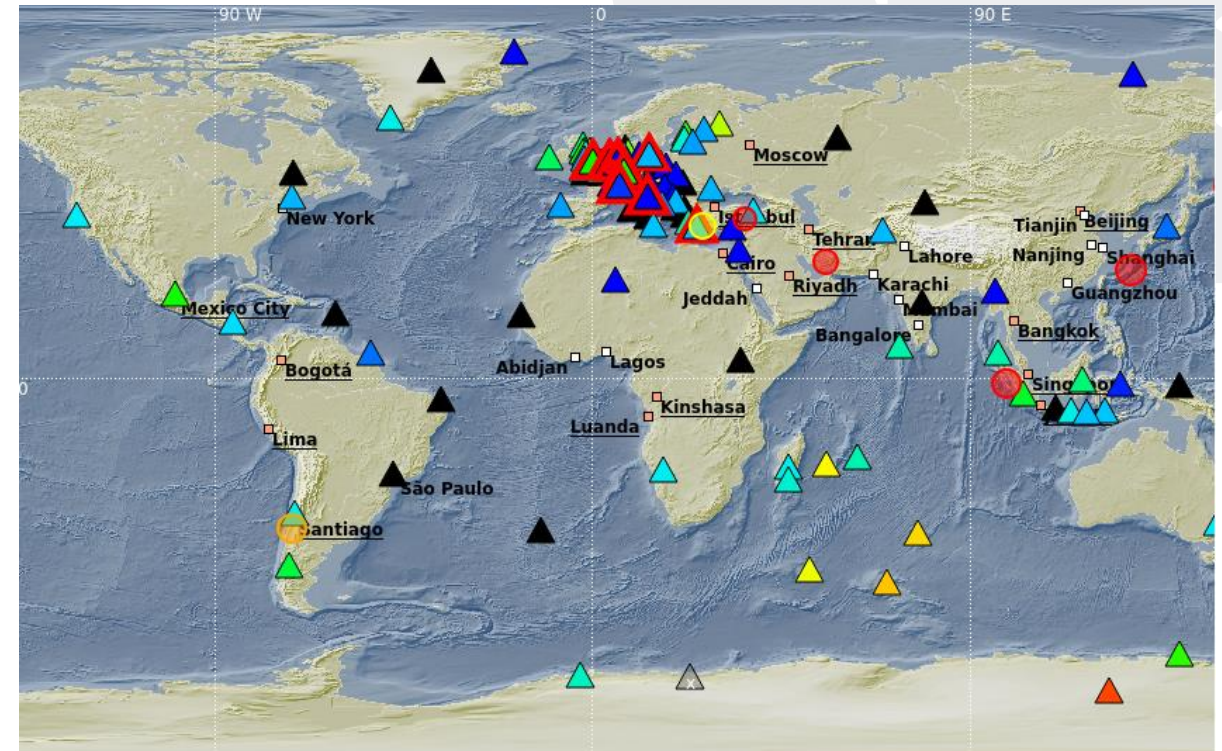
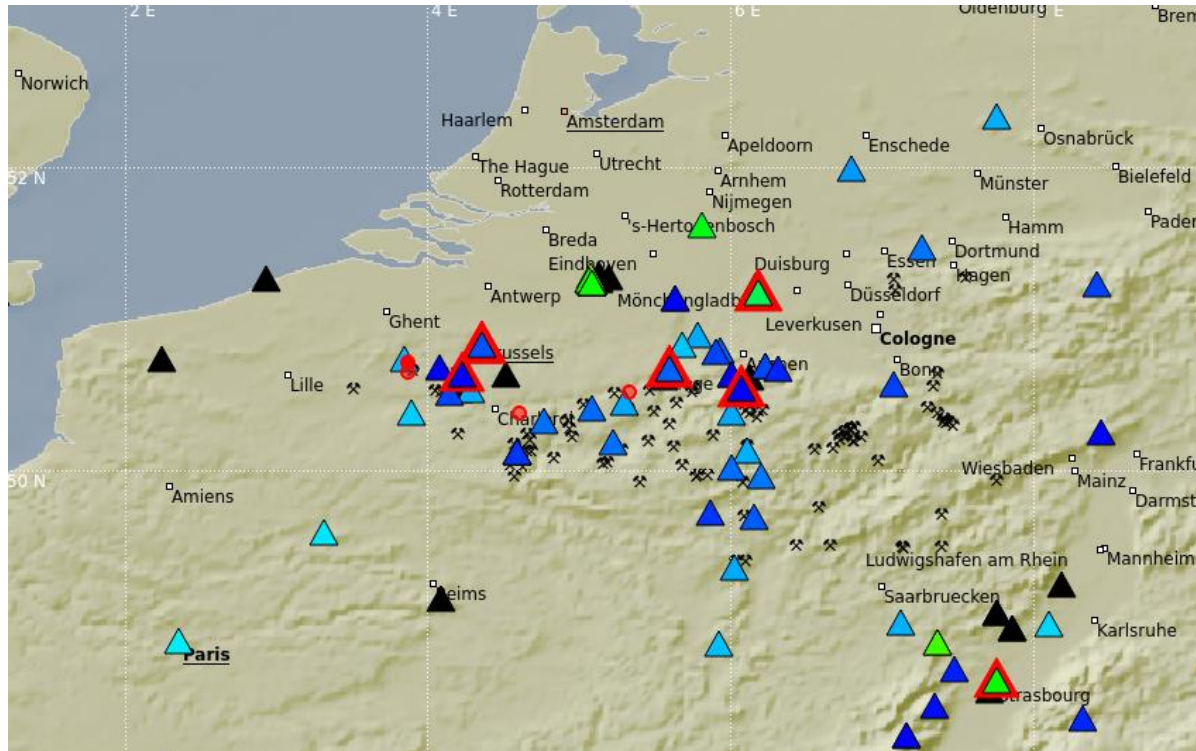
Poster

Le Réseau Sismique Belge

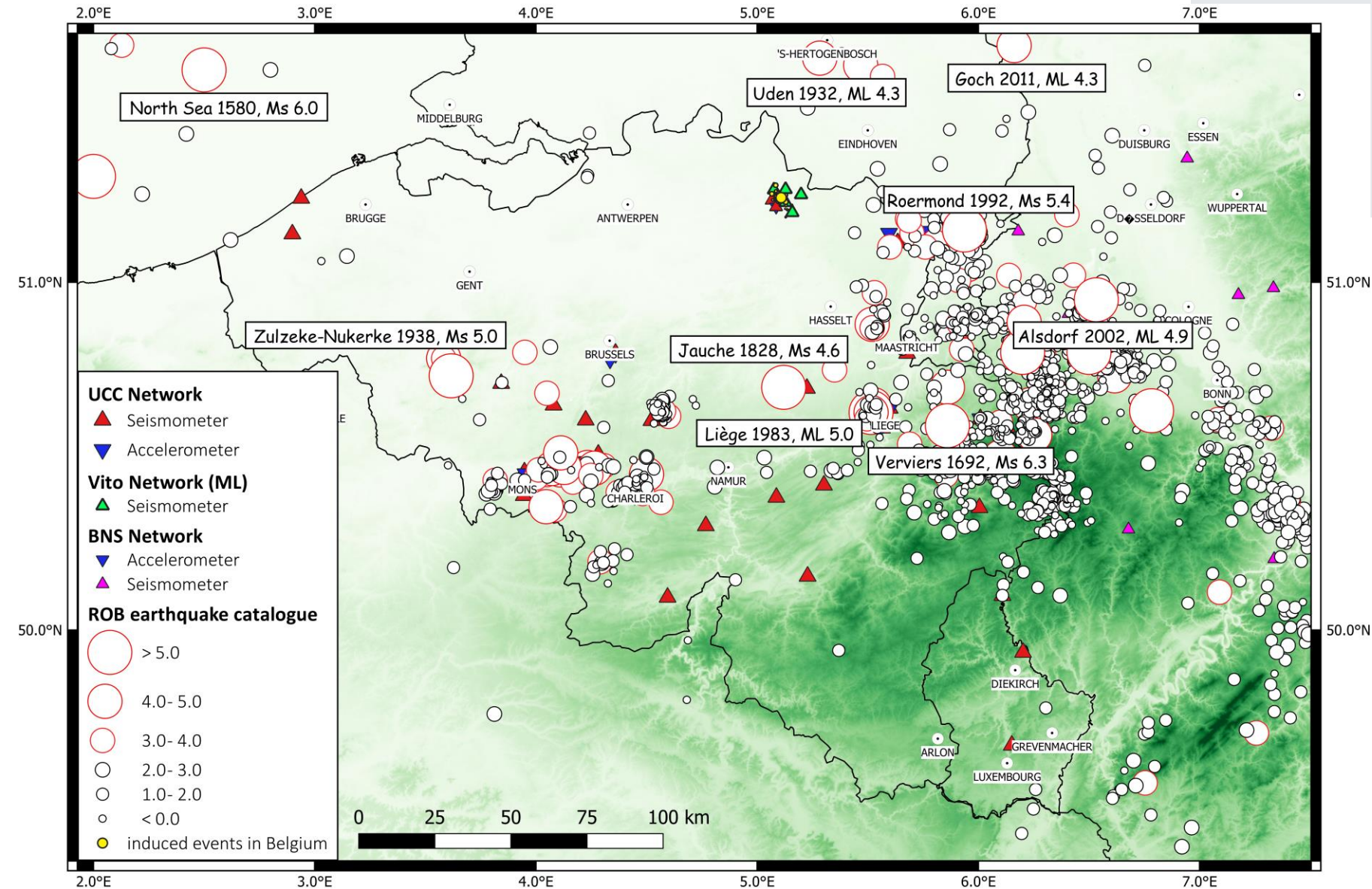
Le Réseau Sismique Belge de l'Observatoire royal de Belgique se compose actuellement de 29 sismomètres et de 16 accéléromètres.
Het Belgisch Seismisch Network van de Koninklijke Sterrenwacht van België bestaat momenteel uit 29 seismometers en 16 accelerometers.
The Belgian seismic network of the Royal Observatory of Belgium currently comprises 29 seismometers and 16 accelerometers.



Deel van een global network Fait partie d'un réseau global



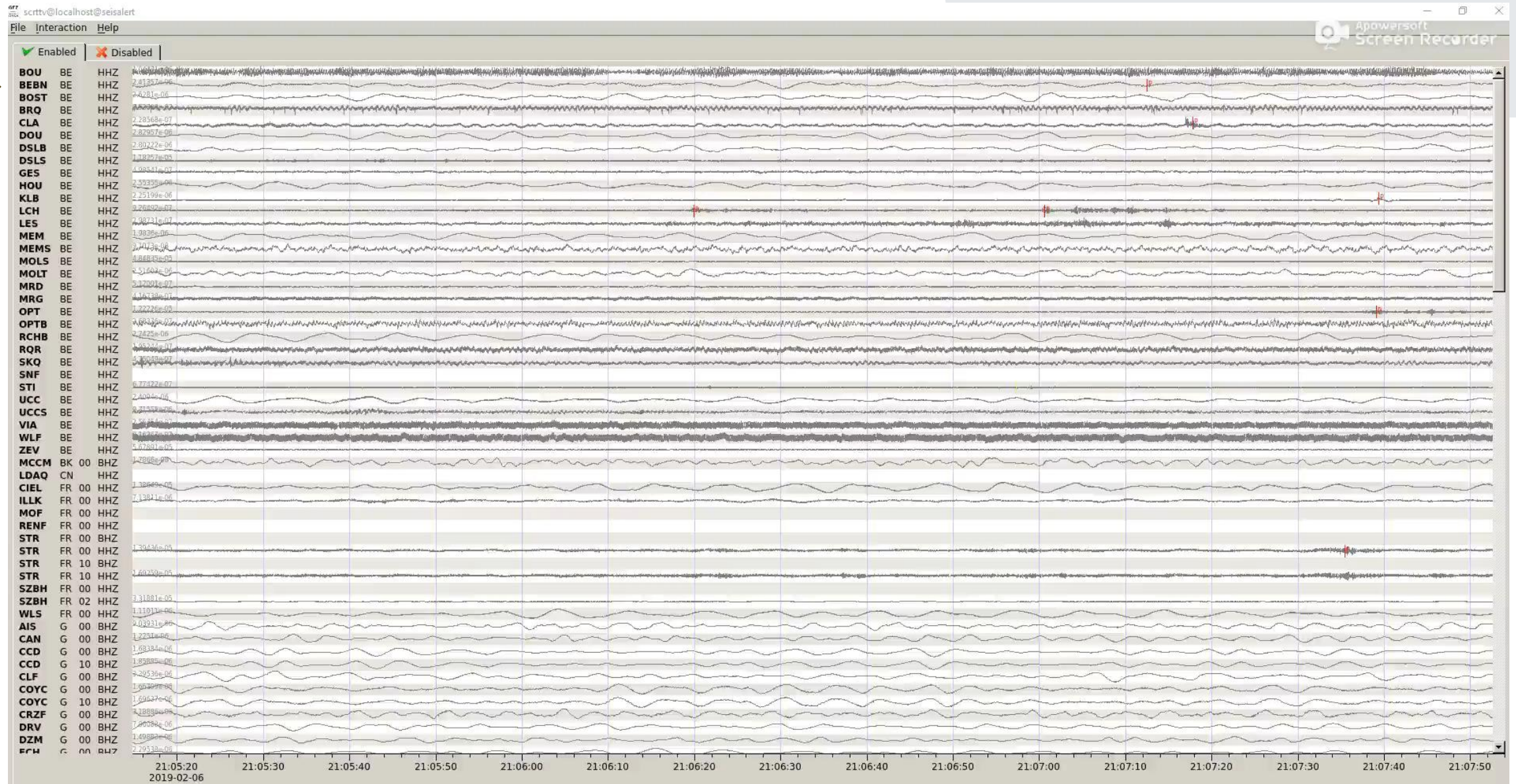
Aardbevingen in België



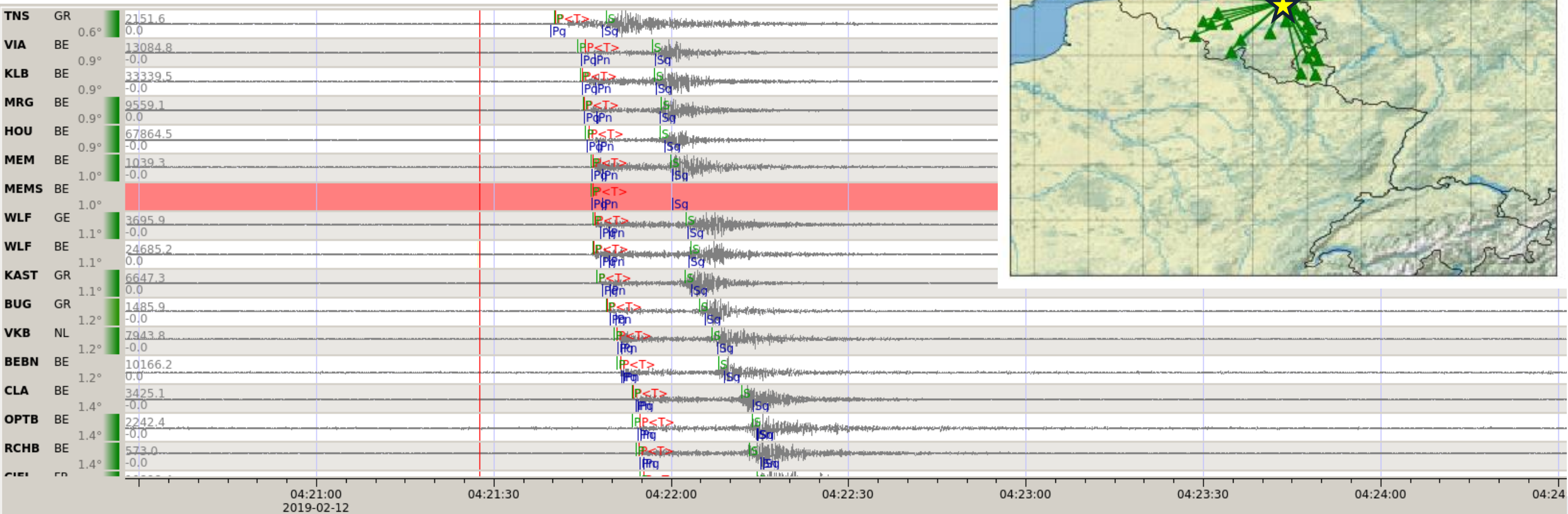
Magnitude	Event Statistics
≥ 6	1 every 315 years
≥ 5	1 every 40 years
≥ 4	1 every 5 years
≥ 3	1.5 per year
≥ 2	11 per year

Séismes en Belgique

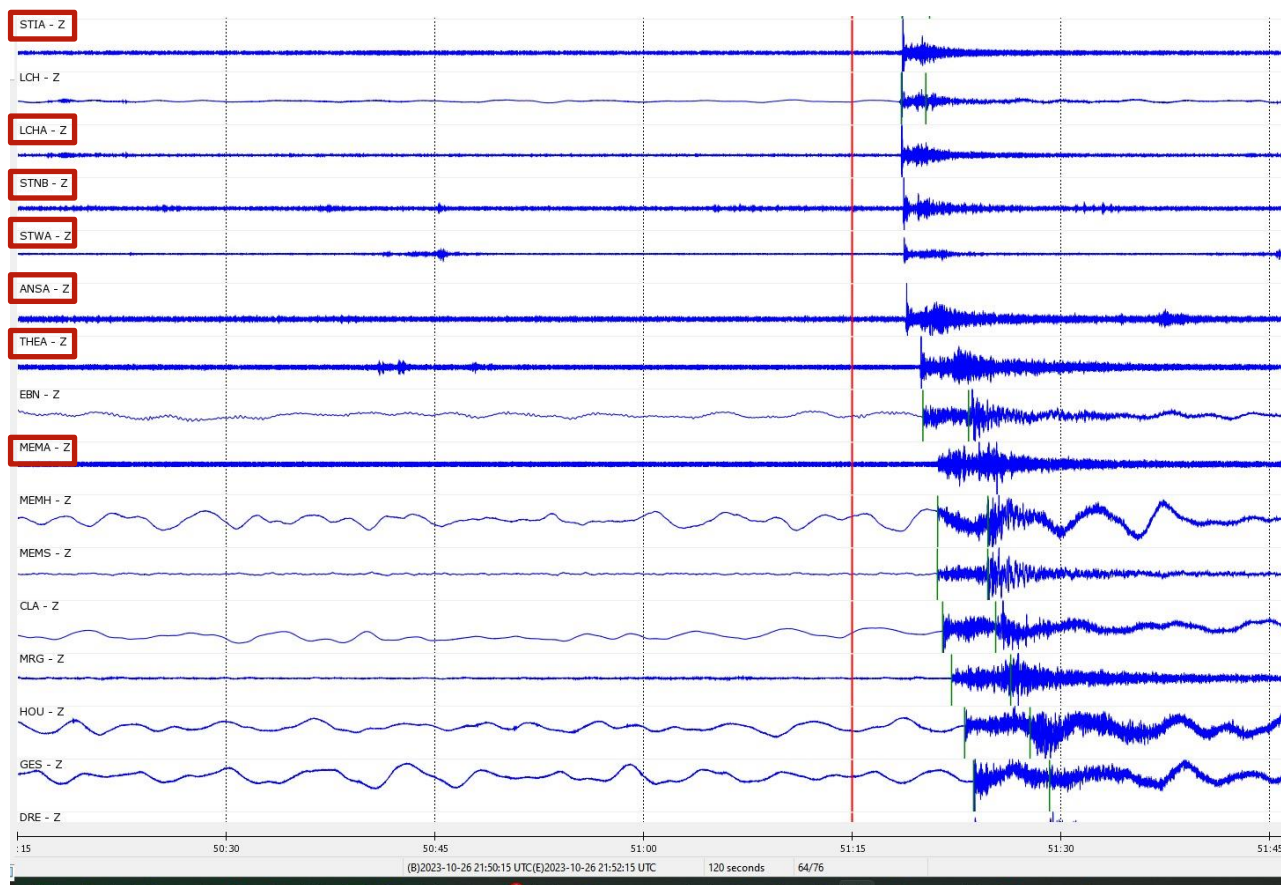
Real time data



Seismometers Séismomètres



& Accelerometers Accélérómetros



Real-time

Earthquakes in Belgium

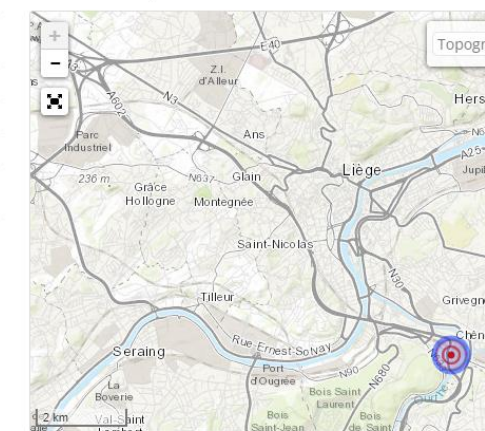
ANGLEUR (BE) - 2023-10-26 21:51:15 - **MAGNITUDE 1.3**

LAST UPDATE : 2023-10-27 00:54:38 BELGIAN TIME

Main parameters

Date and time	2023-10-26 21:51:15 UTC 2023-10-26 23:51:15 Belgian time
Type	Earthquake
Magnitude	M _L 1.3
Region	ANGLEUR (BE)
Epicentral coordinates	50.609° N, 5.608° E Uncertainty ± 0.4 km
Depth of hypocenter	16.5 ± 0.4 km
Data source	ROB (Royal Observatory of Belgium)

Location map



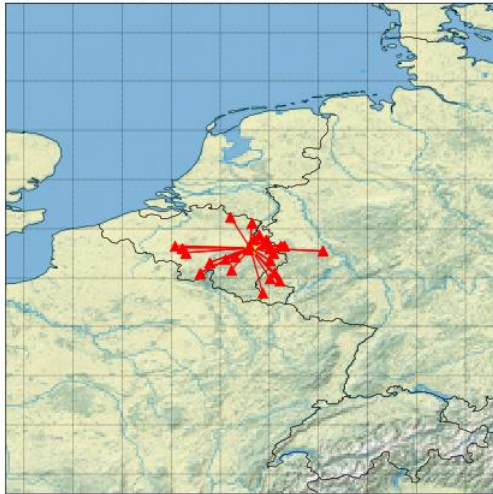
LIEGE (BE) - MLv 1.36

Origin Time: 2023-10-26 21:51:16.03 +/- 0.17 s
Latitude: 50.602 ° +/- 1.29 km
Longitude: 5.613 ° +/- 1.00 km
Depth: 14.1 km +/- 2.31 km
Event Type: unknown
Location Type: automatic solution
First Location: 2023-10-26 21:51:30.467
This Location: 2023-10-26 21:51:50.797
eventID: be2023vade

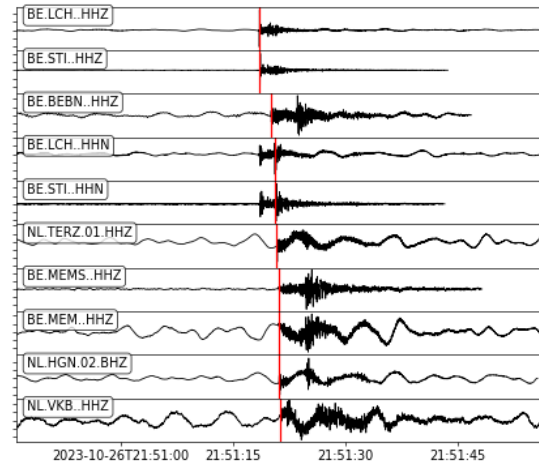
MLv 1.36 - LIEGE (BE)
2023-10-26 21:51:16.033



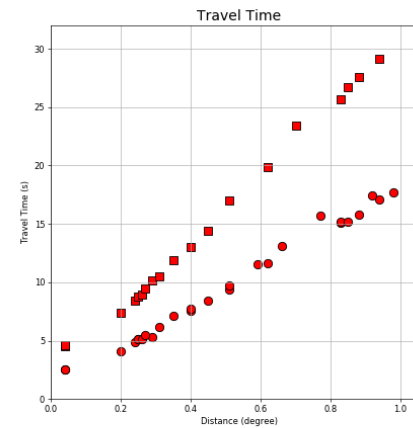
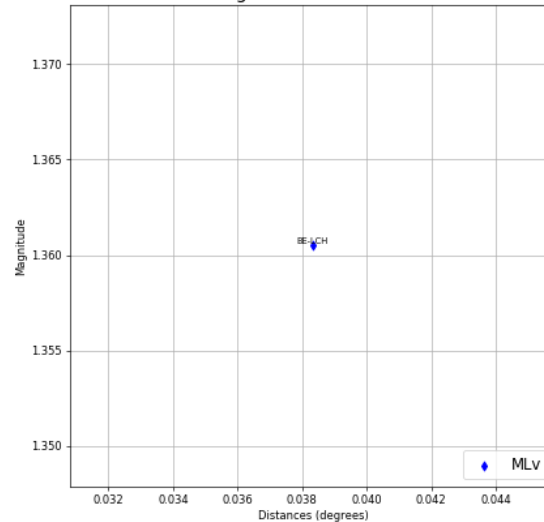
MLv 1.36 - LIEGE (BE)
2023-10-26 21:51:16.033



Seismograms and Magnitudes



Magnitude vs Distance



Cities at distances ≤ 200 km

City	Distance	Population
Liège	3.9 km	749110
Maastricht	28.3 km	122378
Hasselt	41.3 km	69222
Namur	54.7 km	106284
Charleroi	84.9 km	345367
Diekirch	89.2 km	6242
Eindhoven	92.4 km	398053
Brussels	93.9 km	1743000
Cologne	101.1 km	1004000
Arlon	103.2 km	26179
Bonn	104.6 km	680543
Düsseldorf	107.1 km	1220000
Antwerpen	108.7 km	920000
Grevenmacher	112.8 km	3958
Luxembourg	116.2 km	107260
Mons	120.0 km	91277
Duisburg	121.9 km	1276757
s-Hertogenbosch	122.1 km	134520

Automatic Alert

First location:
T0 + 14 seconds !

This location:
T0 + 34 seconds !

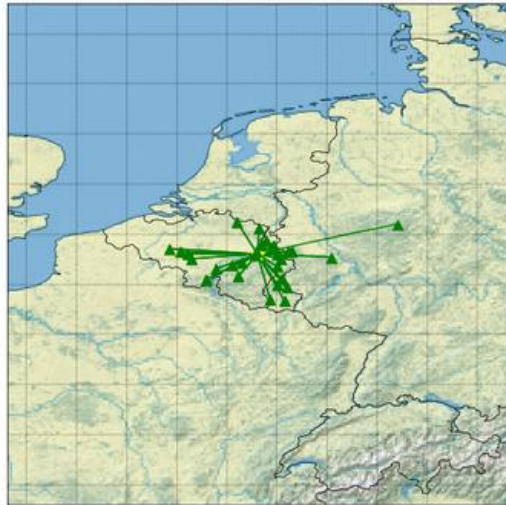
LIEGE (BE) - MLv 1.60

Origin Time: 2023-10-26 21:51:16.04 +/- 0.17 s
Latitude: 50.602 ° +/- 1.28 km
Longitude: 5.613 ° +/- 0.98 km
Depth: 14.1 km +/- 2.30 km
Event Type: earthquake
Location Type: automatic solution
First Location: 2023-10-26 21:51:30.467
This Location: 2023-10-26 22:02:24.789
eventID: be2023vade

MLv 1.60 - LIEGE (BE)
2023-10-26 21:51:16.035



MLv 1.60 - LIEGE (BE)
2023-10-26 21:51:16.035



Earthquakes in Belgium

ANGLEUR (BE) - 2023-10-26 21:51:15 - MAGNITUDE 1.3

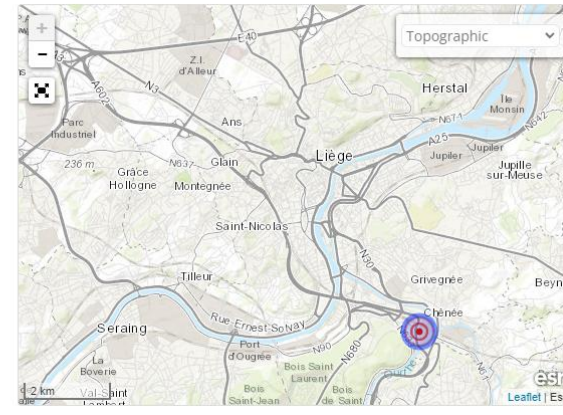
LAST UPDATE : 2023-10-27 00:54:38 BELGIAN TIME

Main parameters

Date and time	2023-10-26 21:51:15 UTC 2023-10-26 23:51:15 Belgian time
Type	Earthquake
Magnitude	M _L 1.3
Region	ANGLEUR (BE)
Epicentral coordinates	50.609° N, 5.608° E Uncertainty ± 0.4 km
Depth of hypocenter	16.5 ± 0.4 km

Data source : ROB (Royal Observatory of Belgium)

Location map



& Manual location

First location:
T0 + 14 seconds !

Manual Alert
T0 + 25 min

Revision
T0 + 60 min

Distance: 870 m



Ook U bent een seismometer !

Heeft U een aardbeving gevoeld?
Meld uw ervaring op onze website !

Intensiteitsschaal

- I. Niet gevoeld.
- II. Binnenshuis gevoeld door enkele mensen (<1%).
- III. Hangende voorwerpen slingeren licht heen en weer.
- IV. Binnenshuis gevoeld door veel mensen. Meubilair trilt zachtjes.
- V. Sterk gevoeld door de meeste mensen. Hangende voorwerpen slingeren aanzienlijk.
- VI. Gevoeld door iedereen. Meubilair kan verschuiven.
- VII. De meeste mensen zijn bang. Meubilair verschuift of valt om.
- VIII. Mensen hebben moeite om overvloed te blijven. Gebouwen worden zwaar beschadigd.
- IX. Algemene paniek. Veel gebouwen storten in.
- X. De meest solide gebouwen lopen zware schade op.

Vous êtes aussi un sismomètre !

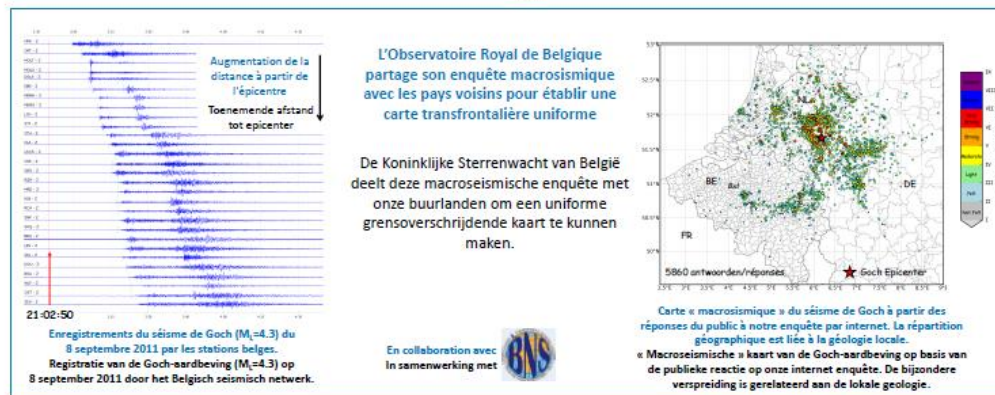
Vous avez ressenti un tremblement de Terre ?
Venez témoigner sur notre site !

Echelle d'intensité

- I. Non ressenti.
- II. Ressenti par peu de personnes (<1%).
- III. Des objets suspendus oscillent légèrement.
- IV. Ressenti à l'intérieur par de nombreuses personnes. Le mobilier oscille légèrement.
- V. Fortement ressenti par un grand nombre de personnes. Balancement important des objets suspendus.
- VI. Ressenti par tous. Du mobilier peut se déplacer.
- VII. La plupart des personnes sont effrayées. Le mobilier est déplacé ou renversé.
- VIII. Les personnes ont du mal à se tenir debout. Les objets aux bâtiments sont importants.
- IX. Panique générale. De nombreux bâtiments s'effondrent.
- X. Les bâtiments les plus solides subissent des dégâts importants.

www.seismologie.be
www.sismologie.be

[@Seismologie_be](https://twitter.com/Seismologie_be)
[seismologie.be](https://www.facebook.com/seismologie.be)



Toezicht

Poster

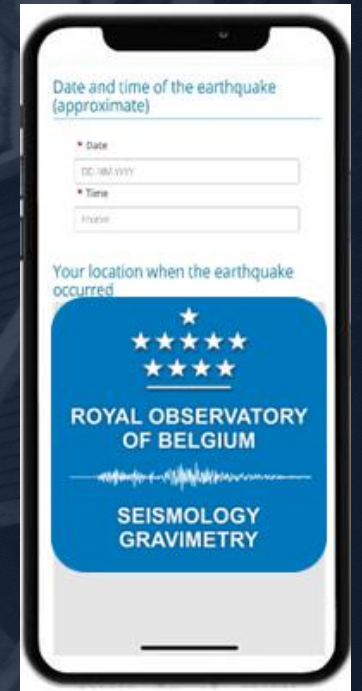
La surveillance



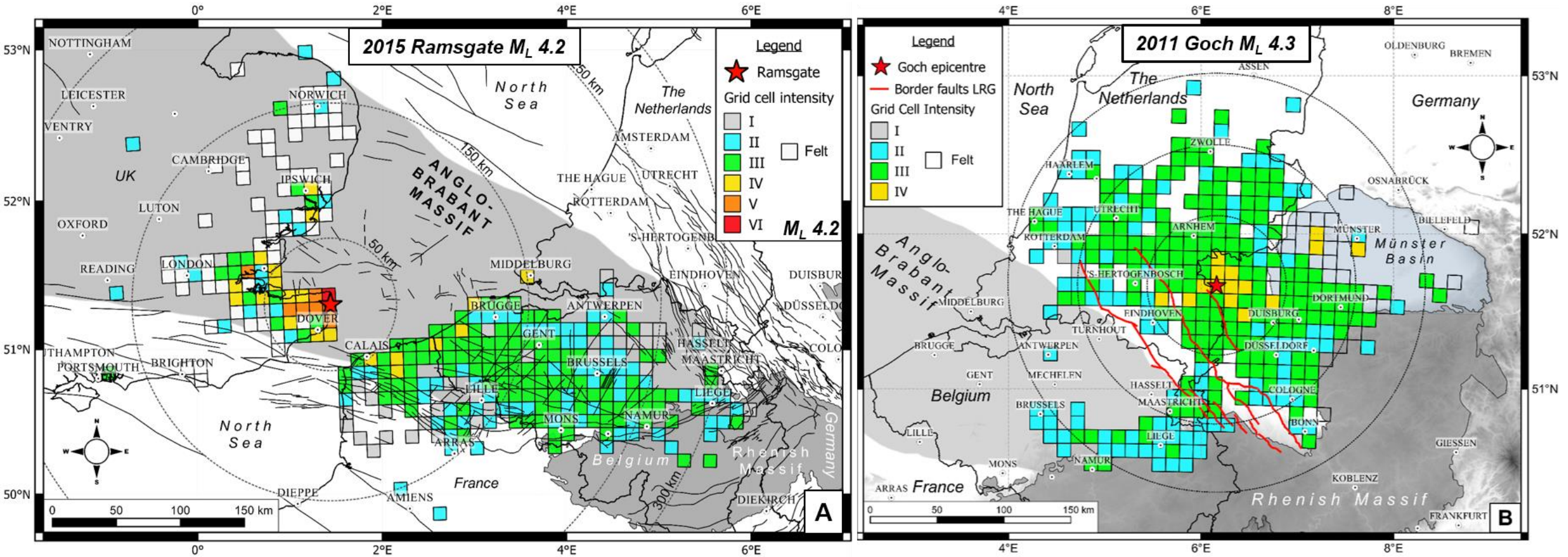
Human Seismometers

We are all made of *sensors*

- ✓ Did you feel it? (Yes – No)
- ✓ Situation ?
(outside – building – driving vehicle)
- ✓ If in a building, at what floor where you?
- ✓ Were you asleep?
- ✓ Did others nearby feel it?
- ✓ Describe the shaking? (Not felt – Weak - ... - Strong – Violent)



Goch 2011 & Ramsgate 2015



Did You Feel It ?

Dégâts dûs aux séismes, en et autour de la Belgique Aardbevingsschade in en rondom België Earthquake damage in and around Belgium

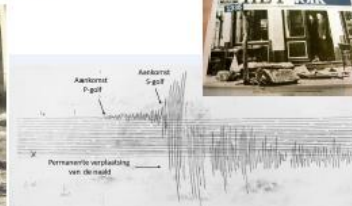
Malgré une sismicité modérée, la Belgique a connu des tremblements de Terre destructeurs.
Ondanks zijn matige seismische activiteit, heeft België toch enkele destructieve aardbevingen gekend.
Despite moderate seismicity, Belgium has experienced some destructive earthquakes.

Zulzeke-Nukerke 1938, M_L 5.6

11-06-1938 10:57:36 UTC



Dégâts dans les rues de Lille (FR)
Schade in de straten van Rijsel (FR)
Damage in the streets of Lille (FR)



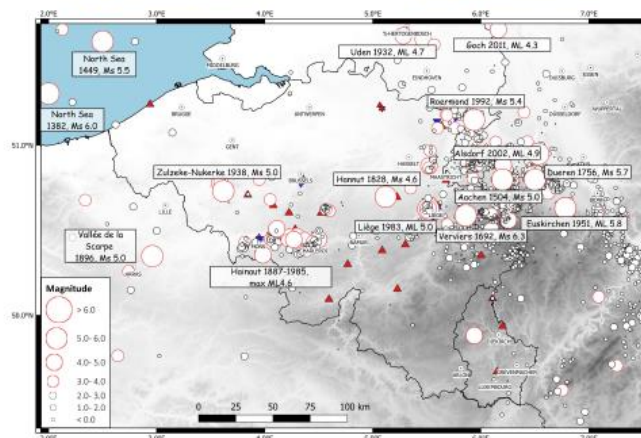
Séismogramme à Strasbourg (FR)
Seismogram opgenomen te Strasbourg (FR)
Seismogram in Strasbourg (FR)

Roermond 1992, M_L 5.8

13-04-1992 01:20:02 UTC



Dégâts à l'église Minderbroederskerk à Roermond (NL)
Schade aan de Minderbroederskerk te Roermond (NL)
Damage to the Minderbroederskerk church in Roermond (NL)



Havré-Boussoit 1949, M_L 4.6

03-04-1949 12:33:41 UTC



Série de séismes dans le Hainaut entre 1887 et 1985. Photo prise à Havré lors de la visite des sismologues de l'ORS dans la zone épicentrale.
Aardbevingenreeks te Henegouwen tussen 1887 en 1985. Foto te Havré wanneer 158 sismologen het 1949 epicentrale gebied besochten.
Earthquake series in Hainaut between 1887 and 1985. Photo at Havré when ROB seismologists visited the 1949 epicentral area.

Seismologie.be



Hannut 1828, M_W 5.1

23-02-1828 entre/tussen/between 8:15 en/et/and 8:30



Les réparations des dégâts causés par ce séisme à l'église de Marilles reste visible.
Reparaties van de schade aan de kerktoren van Marilles is nog steeds te zien.
Repairs to the earthquake damage to the Marilles church are still visible.



Lettre du bourgmestre de Grand Hallet à l'arrondissement de Waremmes pour la réparation du clocher de l'église.
Brief van de burgemeester van Grand Hallet aan het district van Waremmes om de kerktoren te repareren.
Letter from the burgmaster of Grand Hallet to the arrondissement of Waremmes concerning the repair of the church tower.

Liège 1983, M_L 5.0

08-11-1983 00:49:34 UTC



Dégâts aux maisons et voitures dans les rues de Liège
Schade aan huizen en auto's in de straten van Luik
Damage to houses and cars in the streets of Liège

Schade

Poster

Dégâts



Alleen maar aardbevingen ?
Seulement des séismes ?

Geïnduceerde events
Sismicité induite
Geothermie

Quarry blasts
Jemelle, Lhoist



Not only
earthquakes

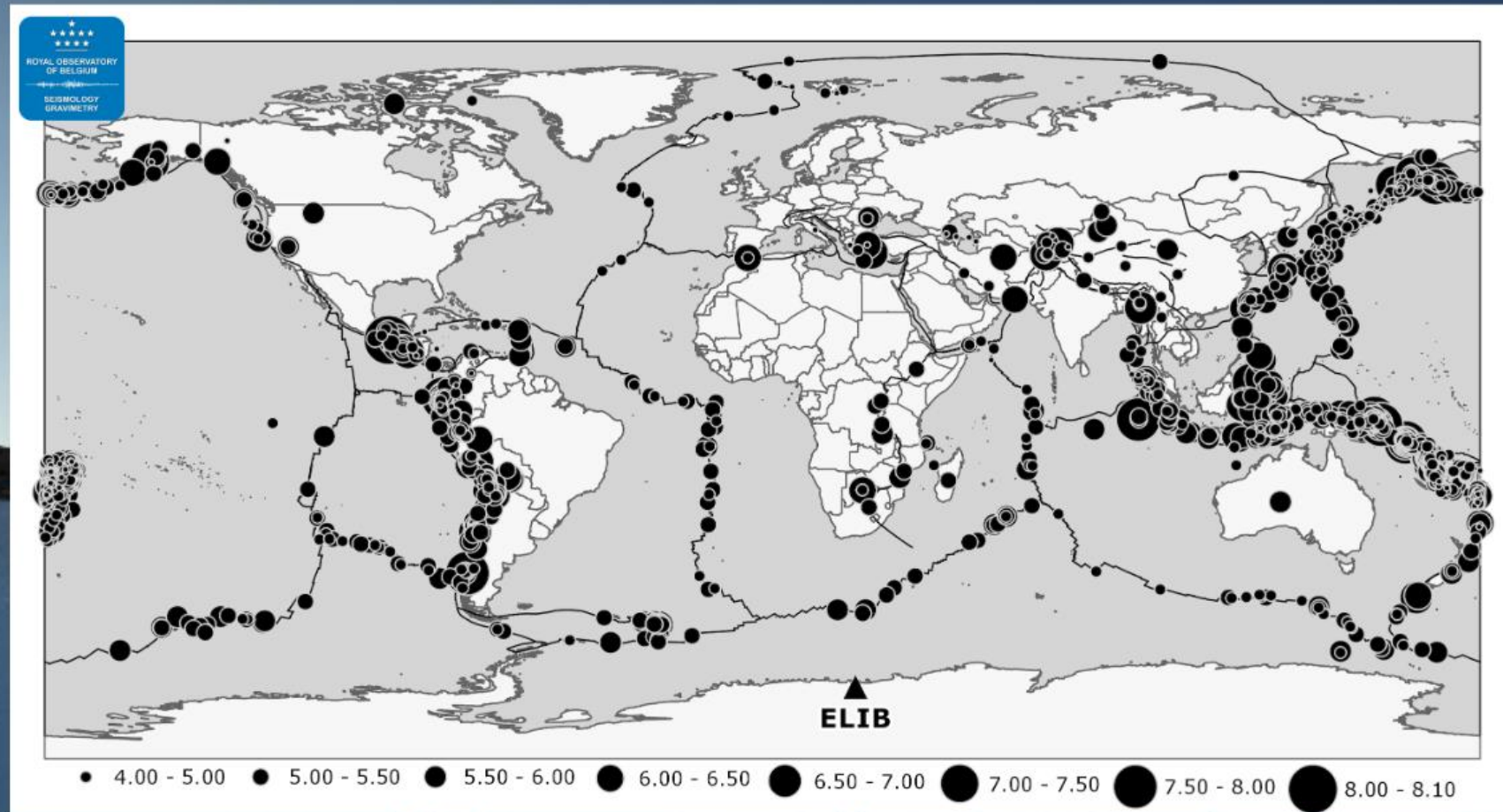
Sonic Booms



WW II explosions at sea

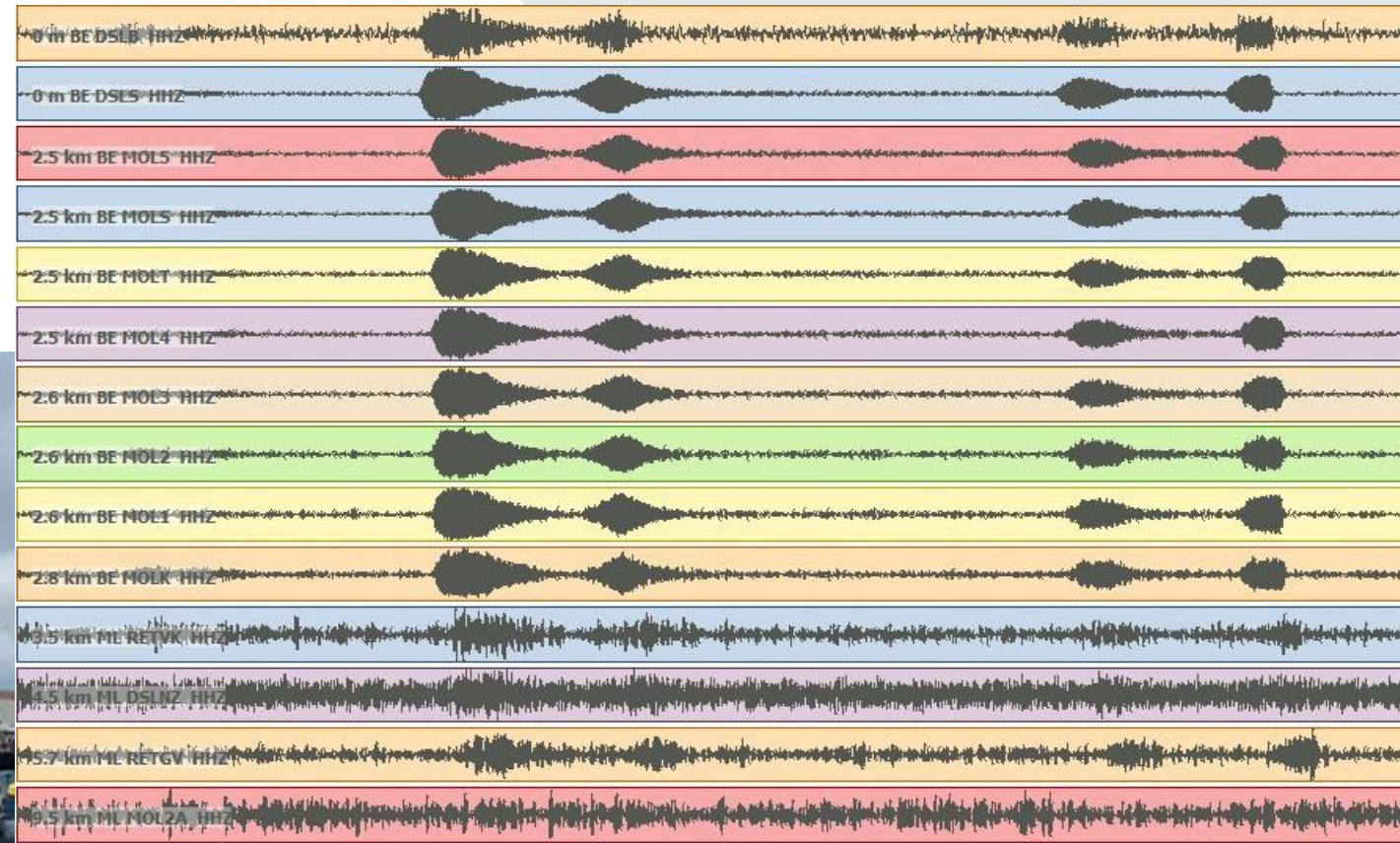


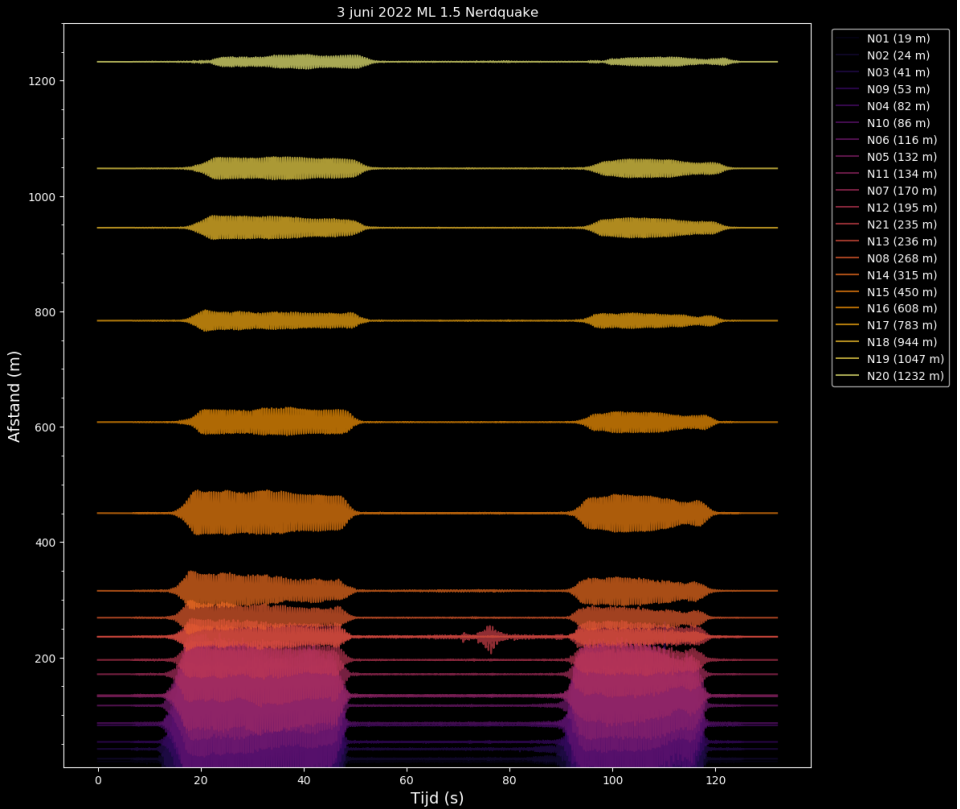
Far(Far) Away Seismicity



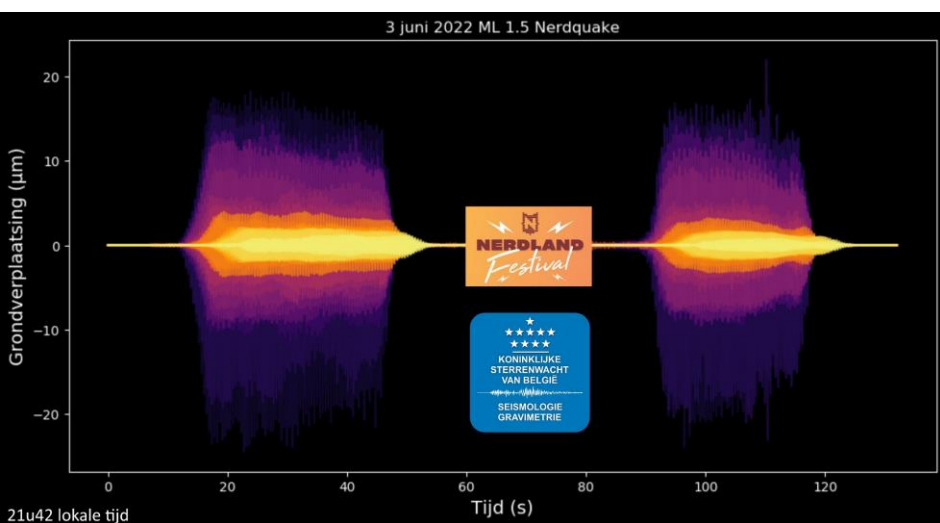
Global events measured from the ELIB station since 2010

Concerts/Festivals





Outreach

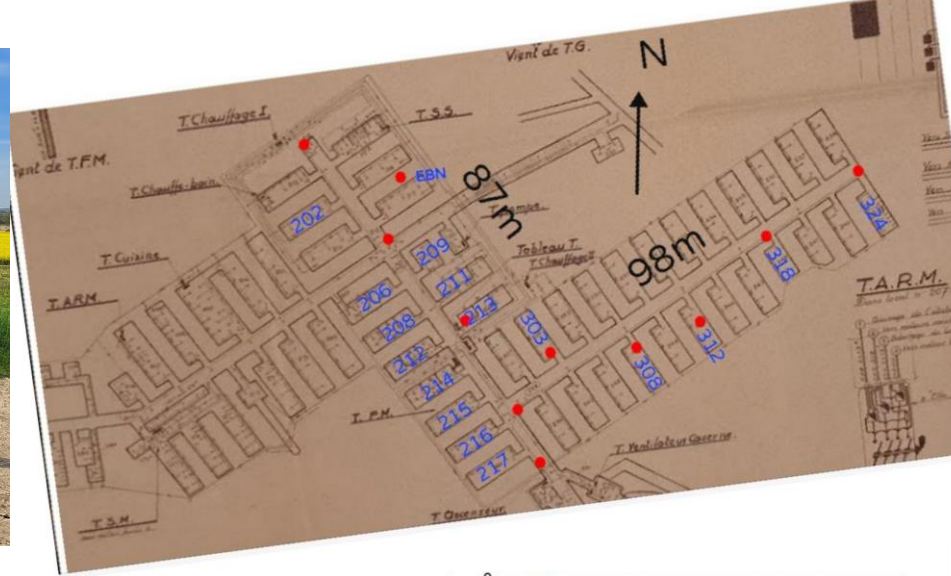




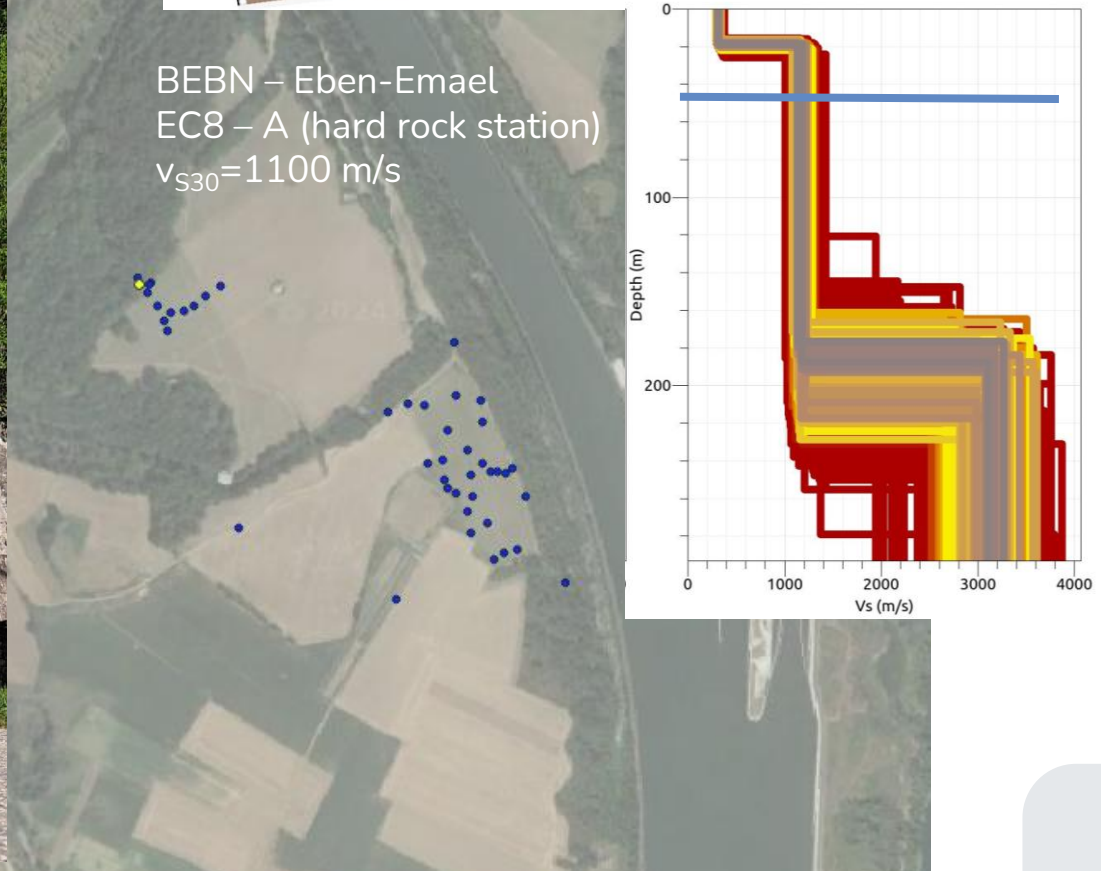
Eben-Emael

EBN

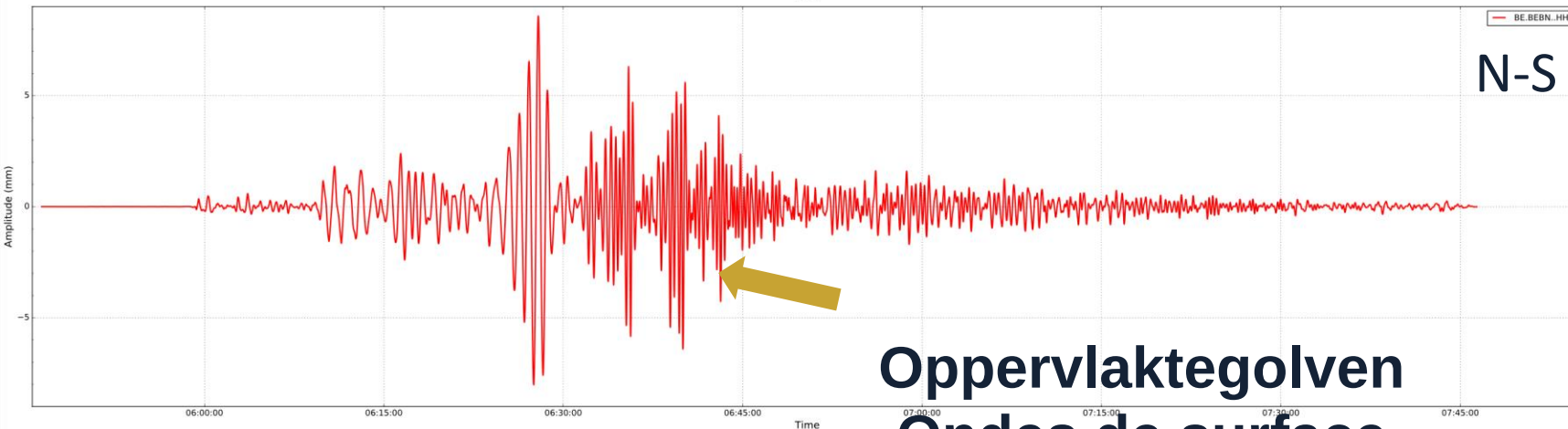
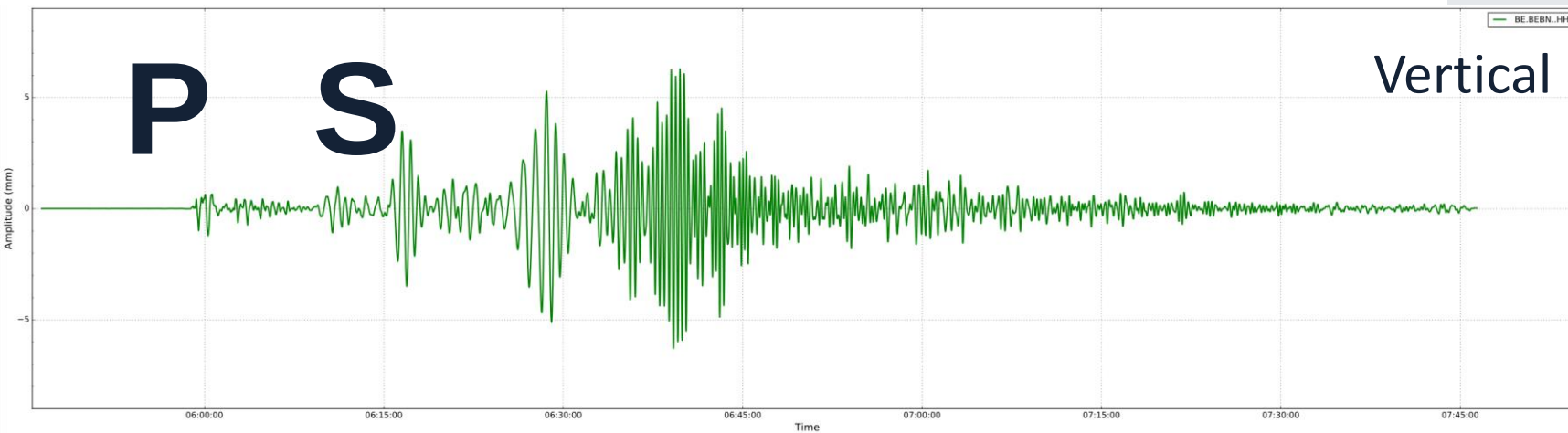




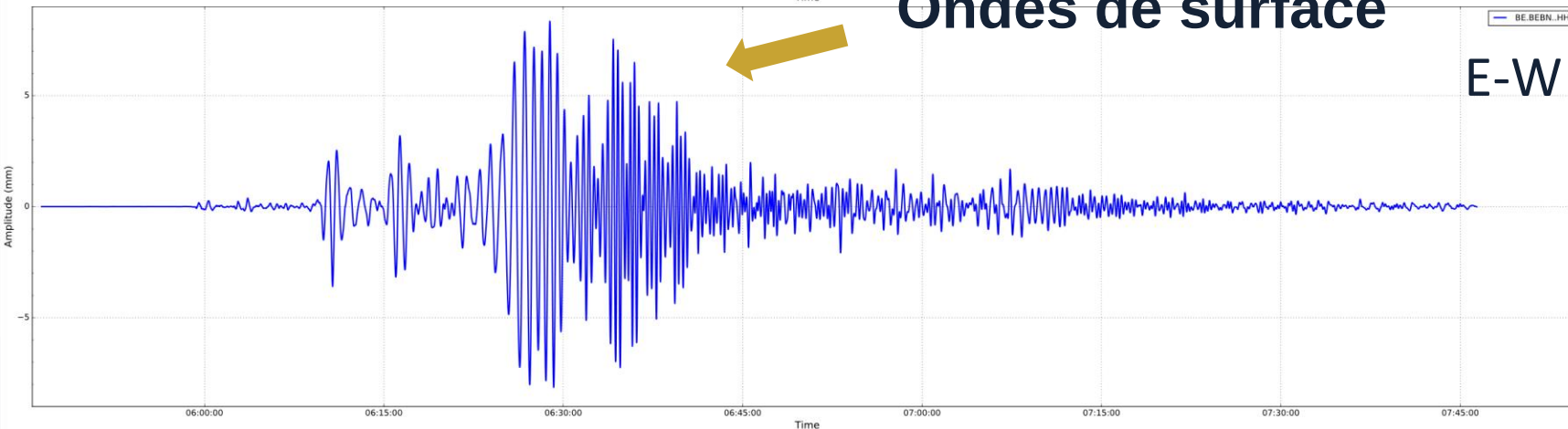
BEBN – Eben-Emael
EC8 – A (hard rock station)
 $v_{S30} = 1100 \text{ m/s}$



The Great Japan Earthquake 2011



Oppervlaktegolven
Ondes de surface



*Aerial photo of tsunami hitting the Sendai Plain
in northern Japan on 11 March, 2011*

2011-03-11
Japan: 06u46 (BE tijd)
EBN: 12min later
Surface waves: 5-9 mm!

Sendai Earthquake Global Displacement Wavefield



 Data from the IRIS-USGS Global Seismographic Network

 Figure prepared by Richard Aster, New Mexico Tech

