

« Les données satellitaires en Wallonie 4.0 »

23 octobre 2015

Boite à outil des archives géotechniques pour la conservation architecturale en Belgique. GEPATAR

Belgian Research Action through Interdisciplinary Networks
(Axis 6 Collection)

*Declercq Pierre-Yves, Géologue, Service Géologique de Belgique
(IRSNB)*



Wallonie



Wallonia.be



GEPATAR dans les grandes lignes:

- Hypothèse que le patrimoine construit est confronté aux risques d'affaissements.
- Qu'il existe un danger de déformation du sol à proximité (anciennes mines de charbon, captages d'eau, un sol non consolidé).
- Utilise l'interférométrie radar (PS-InSAR) pour mesurer les mouvements du sol au niveau du mm/an.
- Fournir aux utilisateurs finaux un outil en ligne (BDD et cartographique) afin de caractériser ce risque .

GEPATAR, INFORMATION DE BASE:

Durée: 2014-2018

Budget total: 750 K€

PARTENAIRES & Personnes de contact:

Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (RBINS), Coordinateur	Jan Walstra, Pierre-Yves Declercq
Institut Royal du Patrimoine artistique (RICH)	Hilde De Clercq, Roald Hayen
Académie Royale Militaire (RMA)	Michal Shimoni, Christiaan Perneel
Université de Liège (ULG)	Christian Barbier, Dominique Derauw
Université de Louvain (KUL)	Koenraad Van Balen, Els Verstringe

PSI (Persistent Scatterer Interferometry) est une technique de

- télédétection active (Radar)
- capable de mesurer des mouvements du sol à l'échelle mm
- grande surface (100*100 Km)
- prise de mesure 35 jours (ERS-ENVISAT)
- exploite archive d'image radar depuis 1992 (ERS 1)
- possibilité d'établir des séries temporelles
- qui peuvent être utilisés pour mesurer les déplacements du sol.

L'algorithme PSI identifie spécifiquement des points persistants et fiables qui reflètent le signal radar dans chacune des scènes.

Ces points sont en général:

- **structures humaines**
- **affleurements**

Ils sont reconnus comme PS grâce à :

- géométrie, orientation
- rugosité de surface
- conductivité électrique



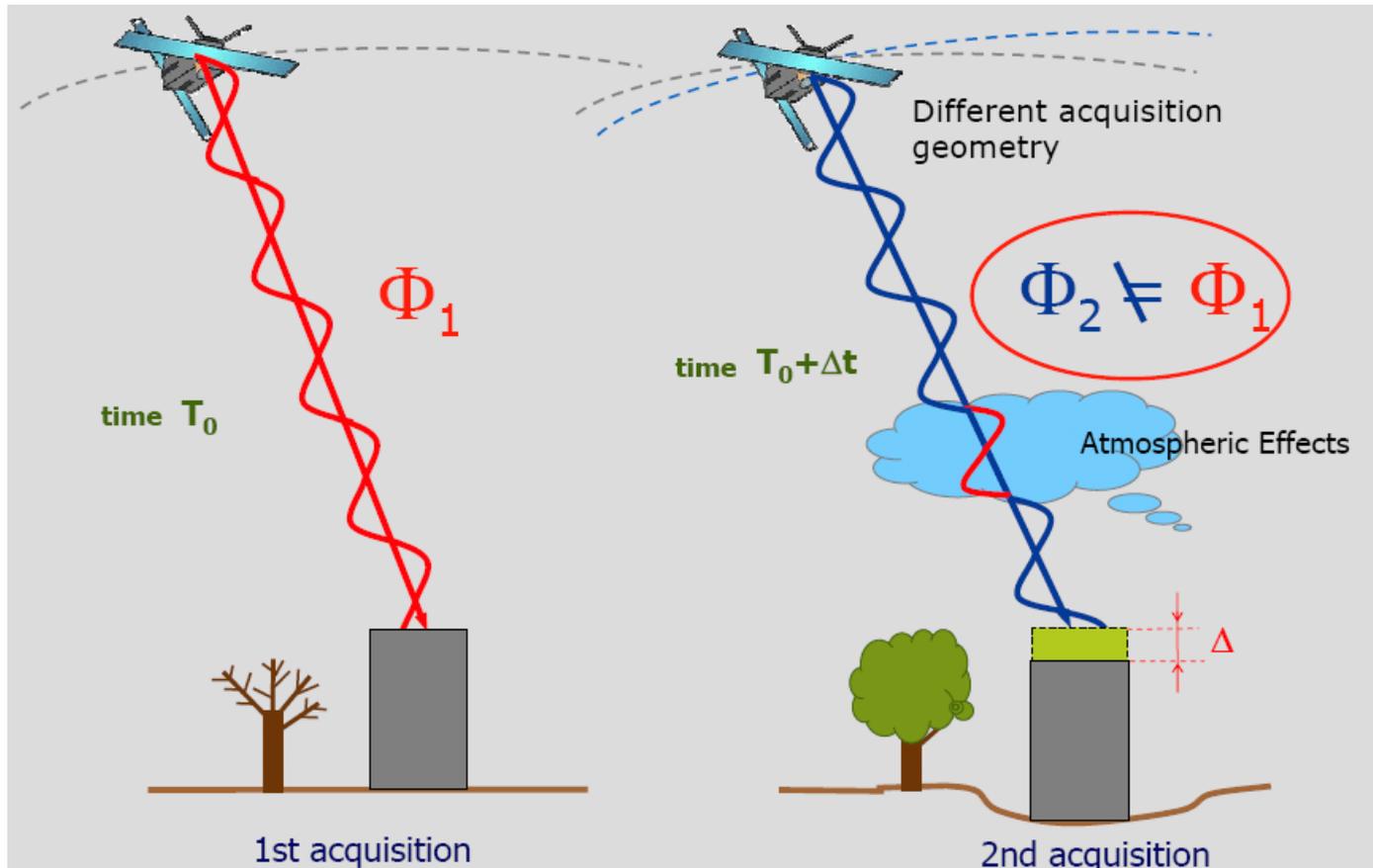
Fortuit

Principaux satellites SAR couvrant le territoire

Caractéristiques et prix

Satellite	From	To	Wavelength (cm)	Repeat frequency (days)	Resolution (m)	σ_{defo} (mm)	Approx. Price per image
ERS-1/2	1991	2001	5,6	35	4 x 20	3-5	Free cat1
Envisat	2003	2010	5,6	35	4 x 20	3-5	Free cat1
Radarsat-2 standard	2007		5,6	24	10 x 9	3-5	1900€
Radarsat-2 hi res	2007		5,6	24	3 x 3	3-5	2700€
TerraSAR-X	2007		3,1	11	1 x 1 - 3 x 3	1-2	2250€ (/2 for archive)
Cosmo-Skymed	2007		3,1	4, 8	1 x 1 - 3 x 3	1-2	1800€
Sentinel-1a	2014		5,6	6	20 x 4	3-5	free

Variation de la phase du signal radar en retour et «déplacement»



$$\varphi = -\frac{4\pi}{\lambda}\Delta r + \text{Atmosphère} + \text{Décorrelation} + \text{Altitude} + \text{Erreur altitude}$$

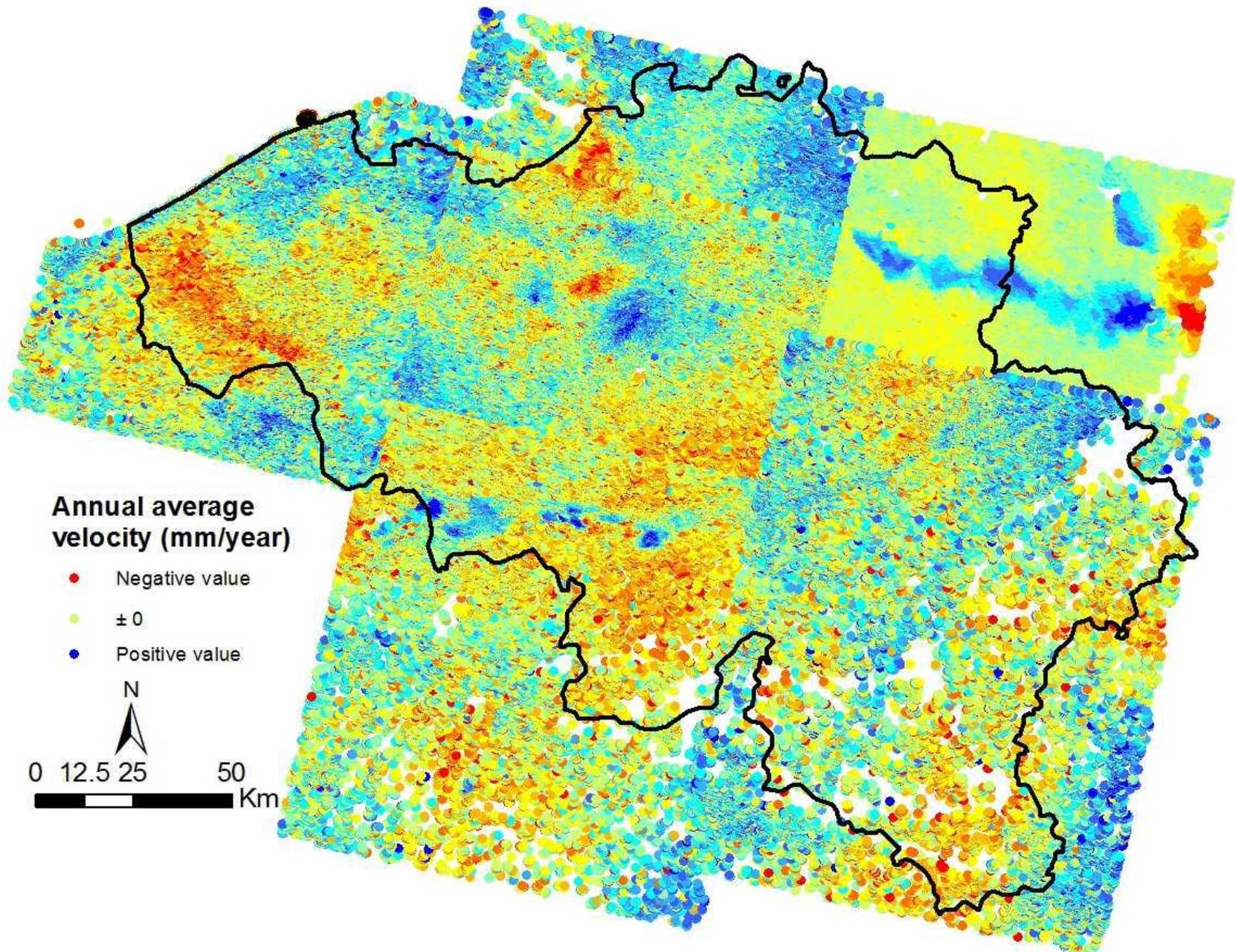
Faiblesses

- pas/peu de réflecteur(s) en milieu rural
- vitesse de mouvement du sol/objet <10cm/an
- utilisation d'un modèle de déformation connu au préalable. En générale on assume un mouvement linéaire.
- les vitesses calculées sont relatives à un point de référence considéré comme stable pour toutes les acquisitions
- nécessite au minimum l'acquisition de 15-20 images

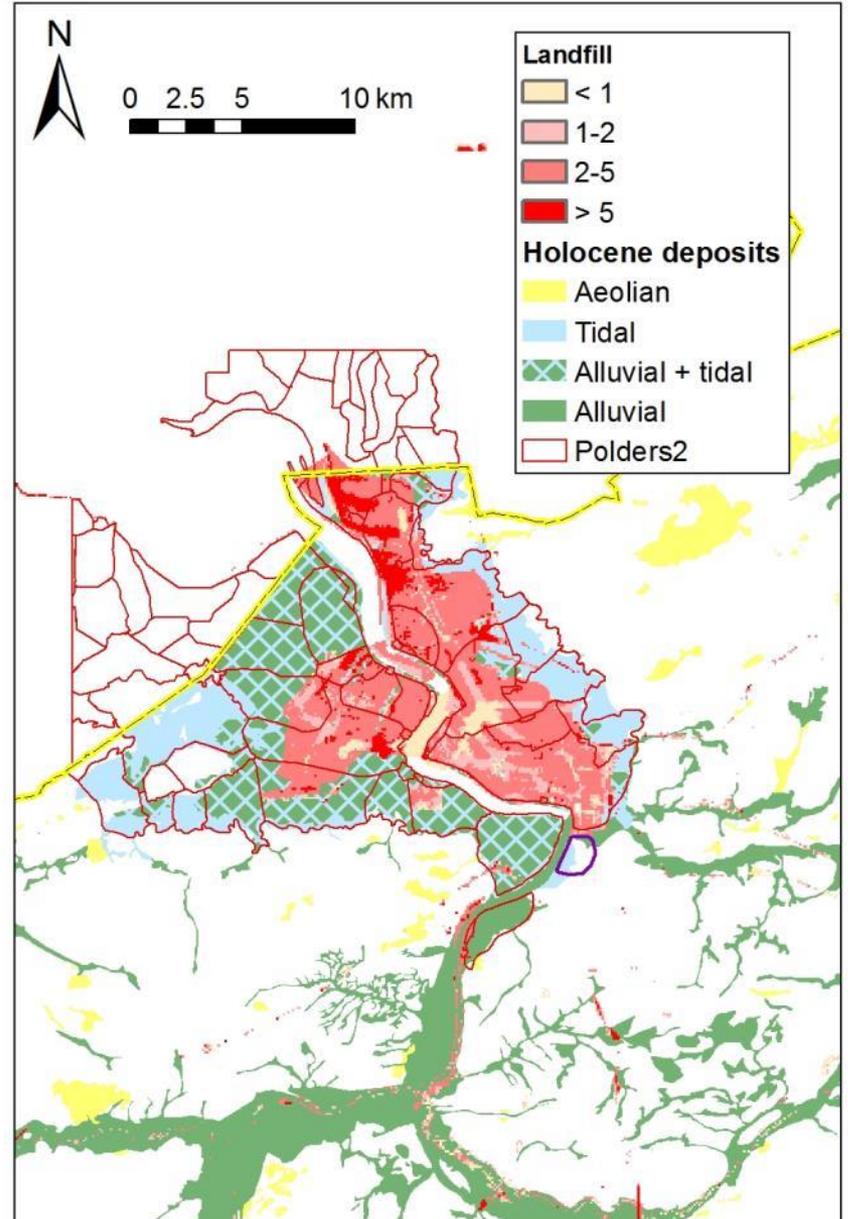
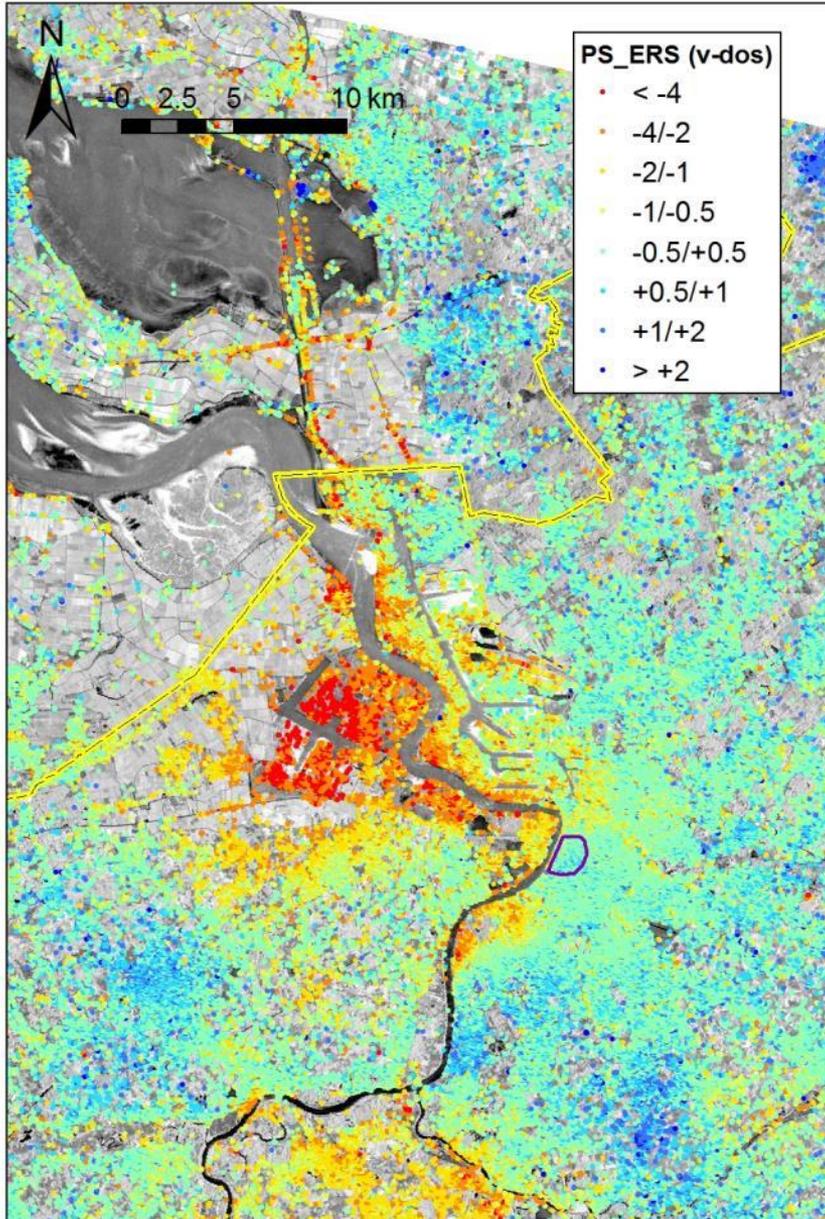
Avantages

- Couverture large et une précision relativement fine.
- Discernement de plusieurs réflecteurs sur un même building.
- Densité de mesures élevée 400-800 PS/Km² (villes)
- Analyse de séries temporelles pour chaque PS.
- Sensible à des déformations faibles de l'ordre du 1 mm/an.
- Chaque PS a une estimation de sa qualité (cohérence)
- Monitoring systématique 35 J.
- Archive d'images SAR depuis 1991 (ERS)

Mouvements du sol en Belgique (2003-2010)

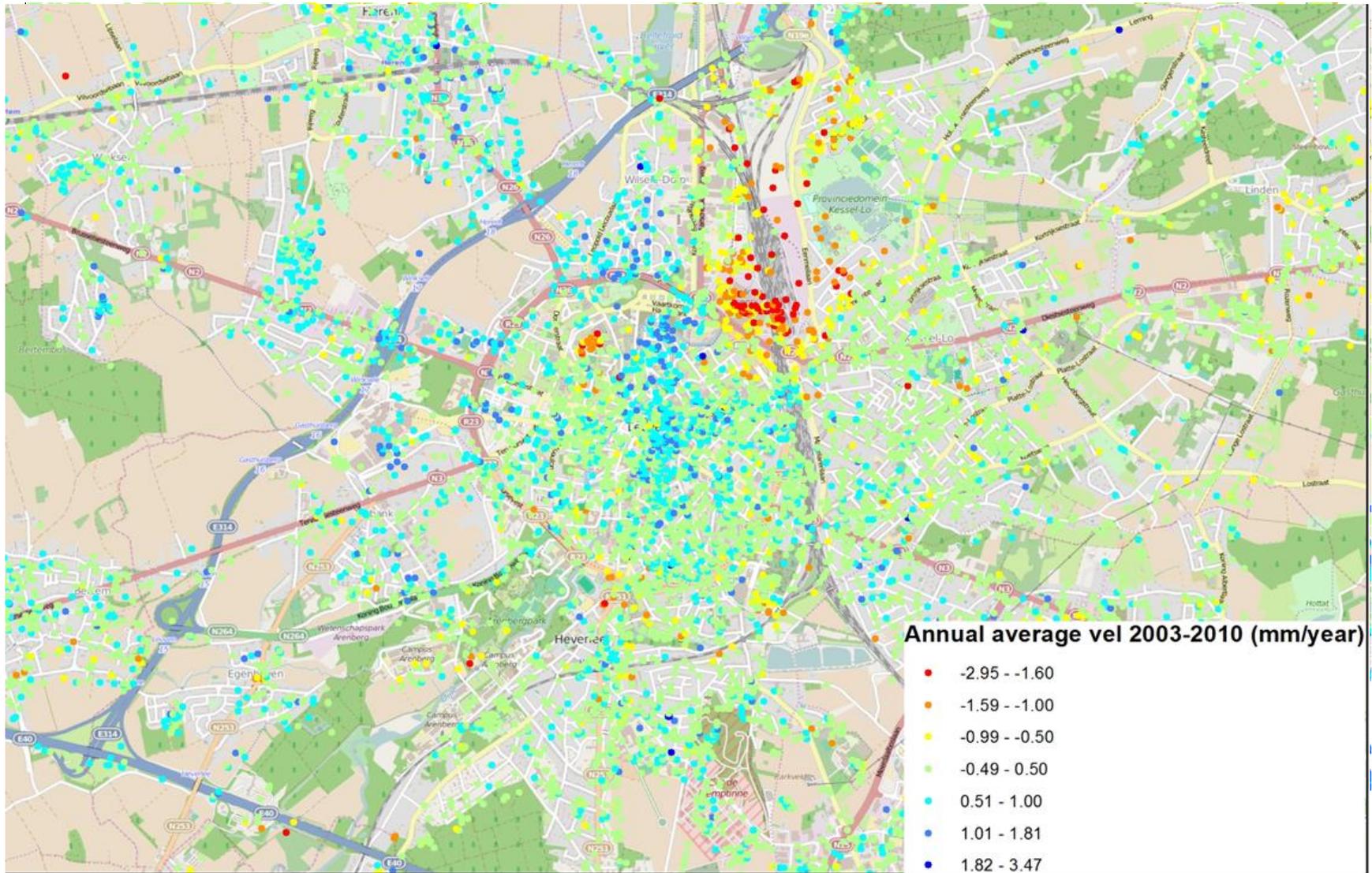


Port Anvers

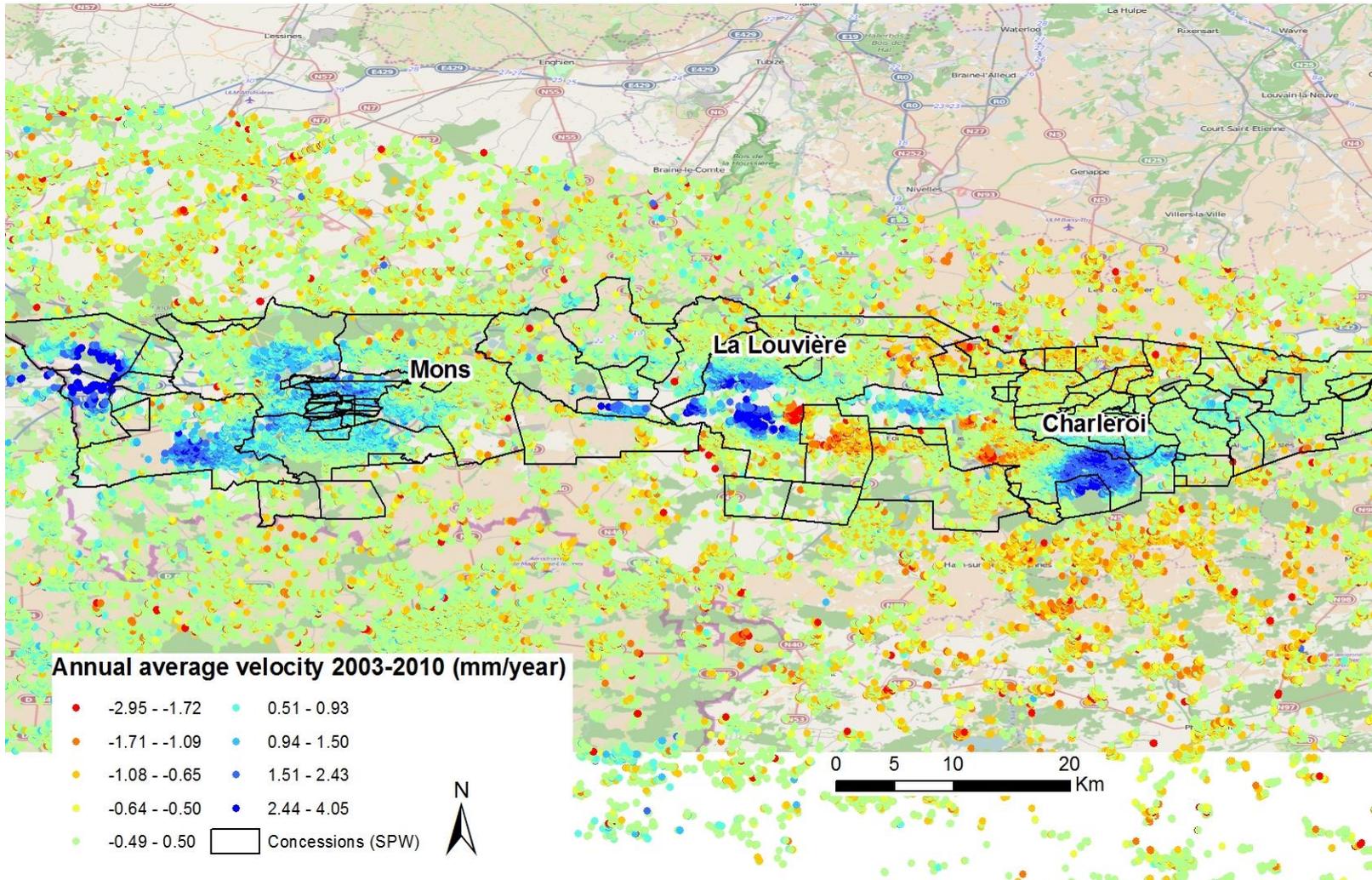


Belgique, pays de la Bière?

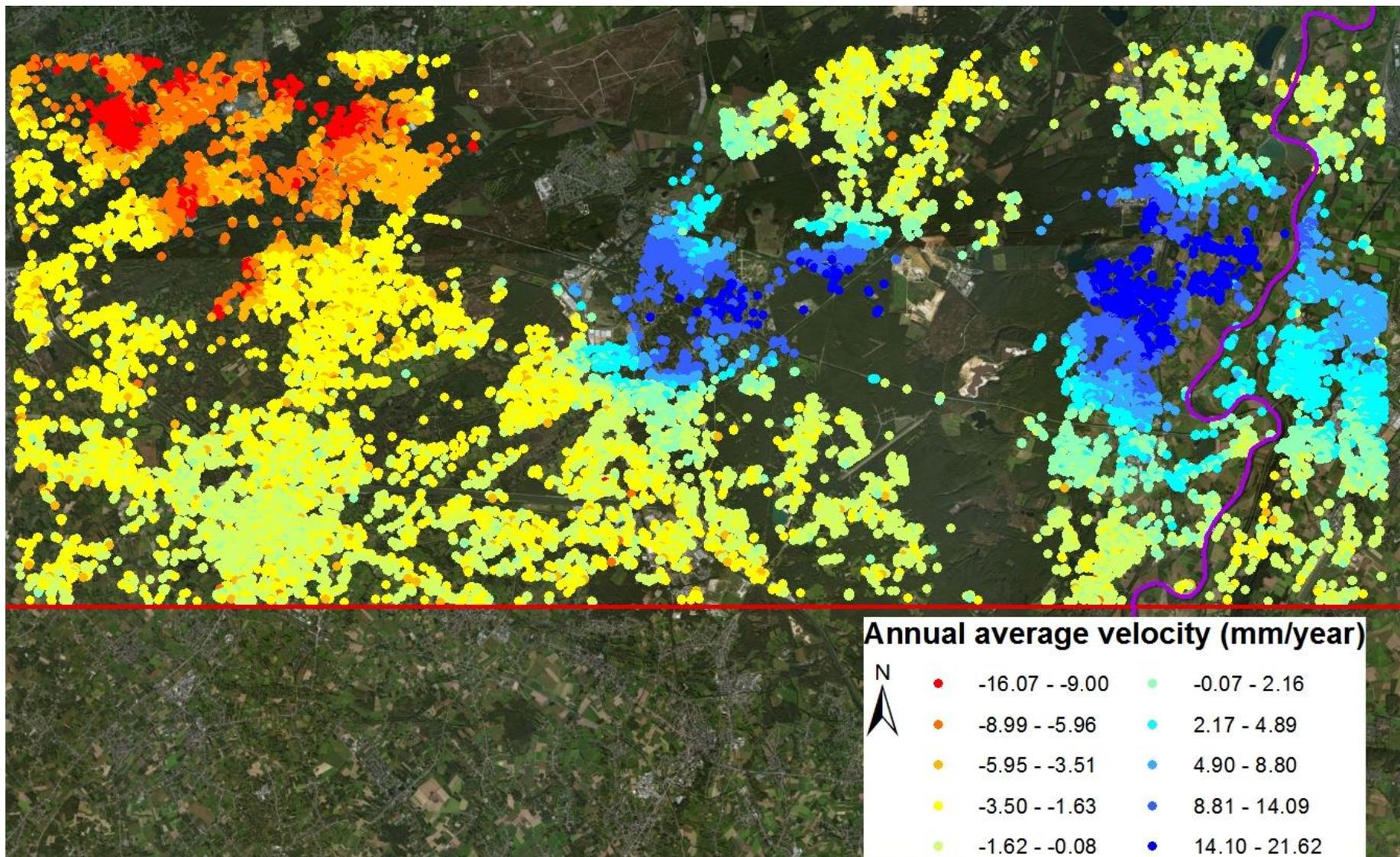
Ex. Brasseries Affligem et Stella Artois



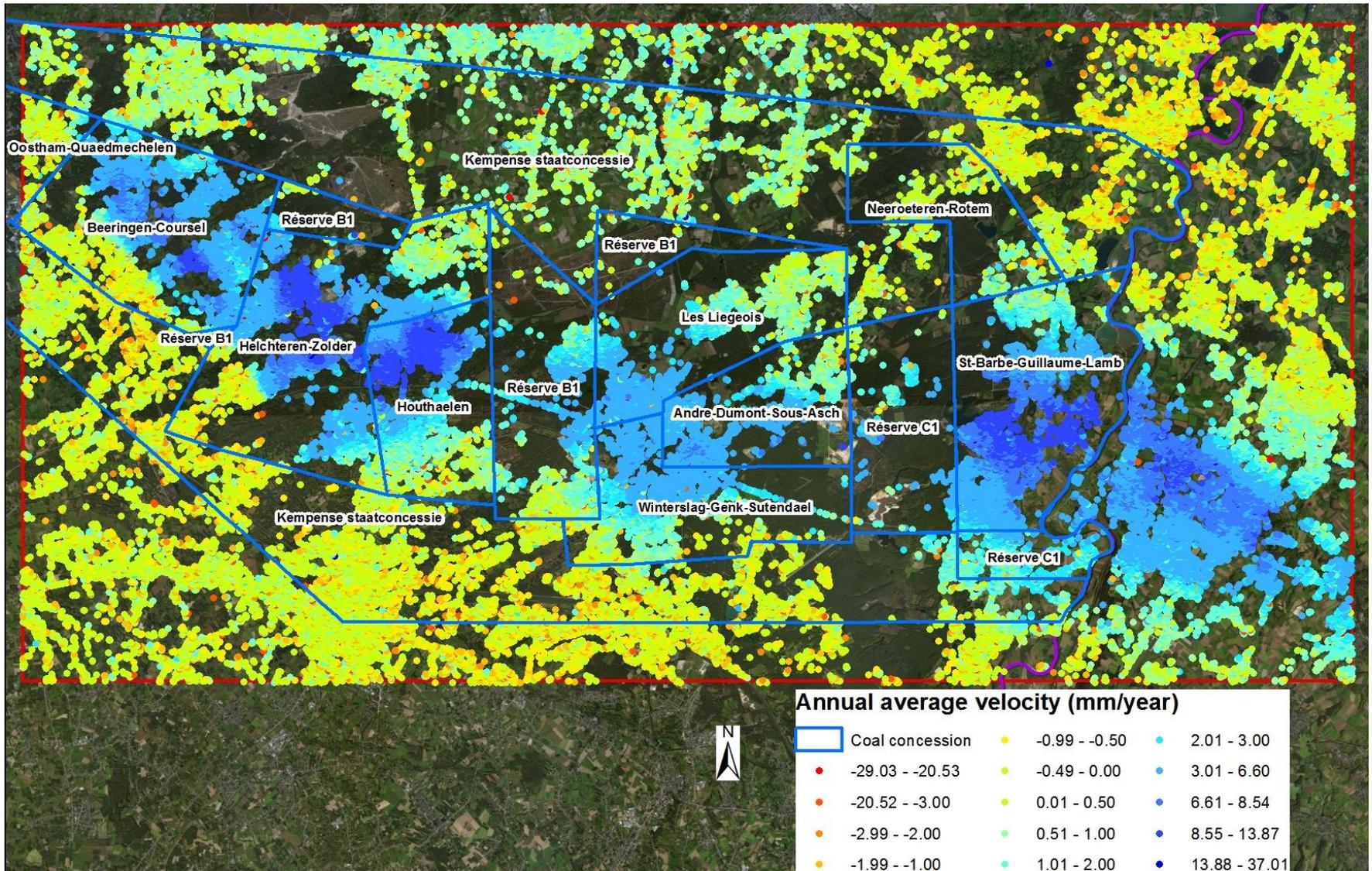
Bassin minier du Hainaut (2003-2010)



Bassin minier de Campinne (1992-2001)



Bassin minier de Campinne (1993-2010)



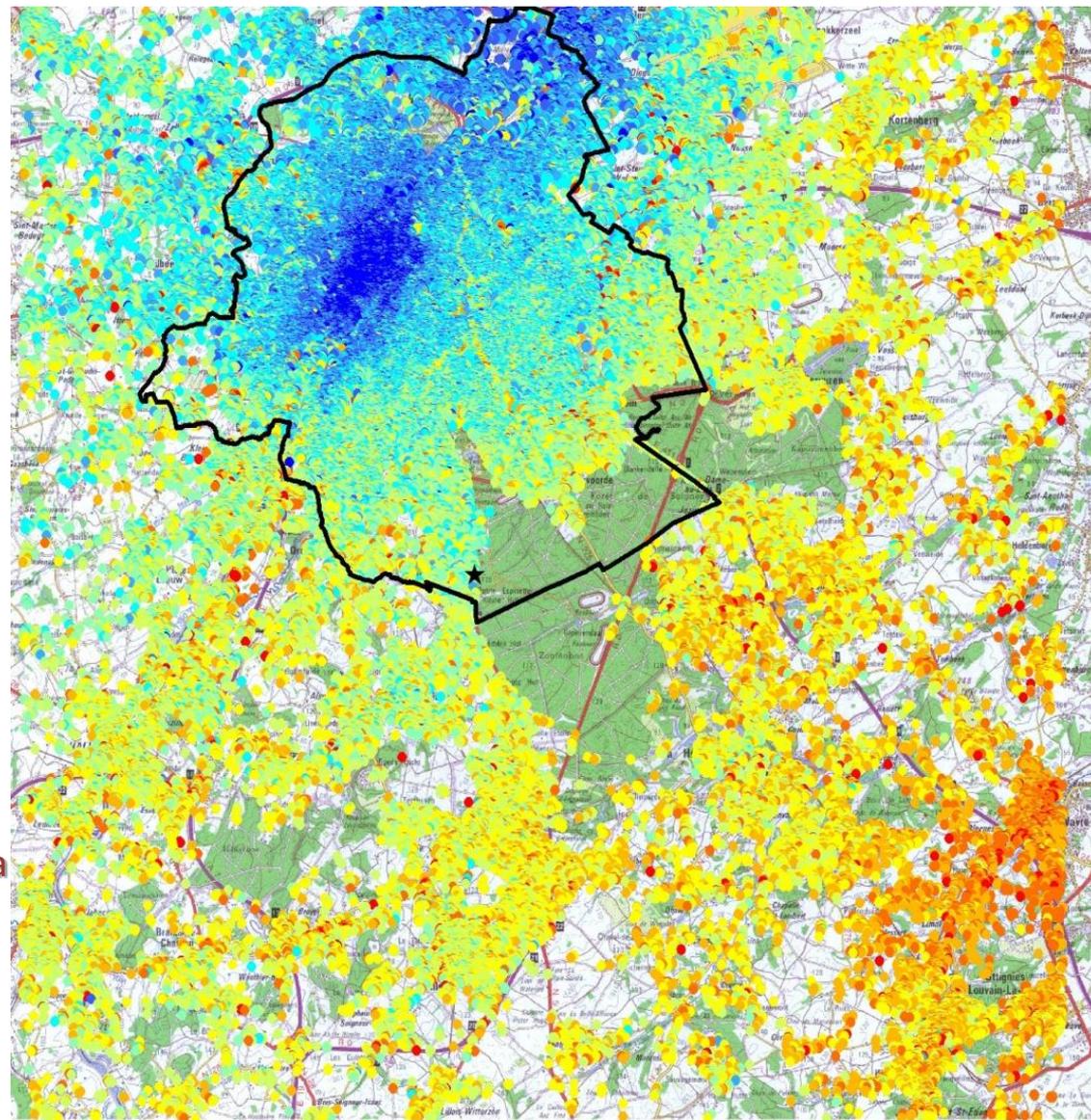
Bruxelles (1992-2005)

173 767 PS ayant une cohérence $> 0,6$.

Densité centre de Bruxelles > 1000 PS/Km²

La zone bleue orientée NE-SO correspond à un uplift de plus de 6 mm/an (max) du centre de la ville de Bruxelles.

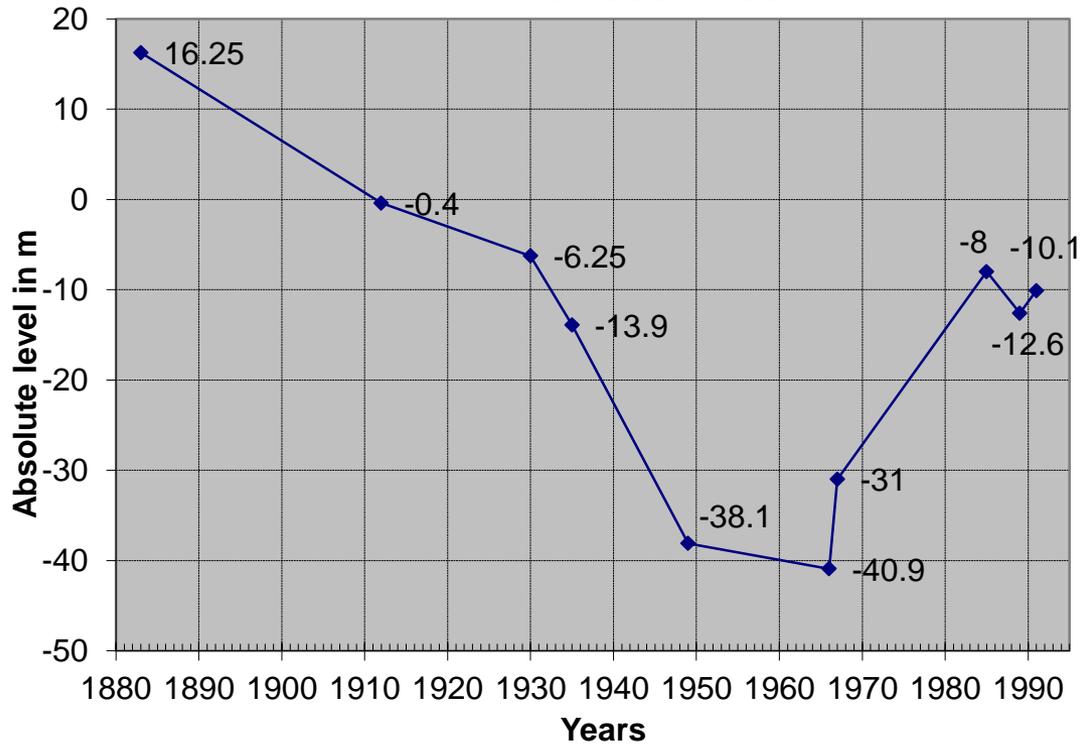
La ville de Wavre montre des vitesses généralement négatives. Au sud-ouest de la ville les PS sont presque à l'équilibre ou présentent des vitesses positives.



Vitesse moyenne annuelle (mm/an)



Evolution du niveau piézométrique moyen du Crétacé de 1883 à 1991



Niveau piézométrique de la nappe artésienne du Crétacé est 16,25 m en 1883 et -40,9 m au début des années 1970.

La remontée du niveau piézométrique de la nappe du Crétacé est de 57 m

Le soulèvement mesuré par interférométrie radar est de 3-4 cm dans le centre de Bruxelles pour 1992-2003.

Le soulèvement a certainement démarré dès le début des années 1980 comme l'atteste le relèvement des niveaux piézométriques en relation avec la première période de recharge de la nappe du Crétacé.