

Altération des sables bruxelliens

Genèse et méthodes de reconnaissance

C. Treve, CT-GeoConsult



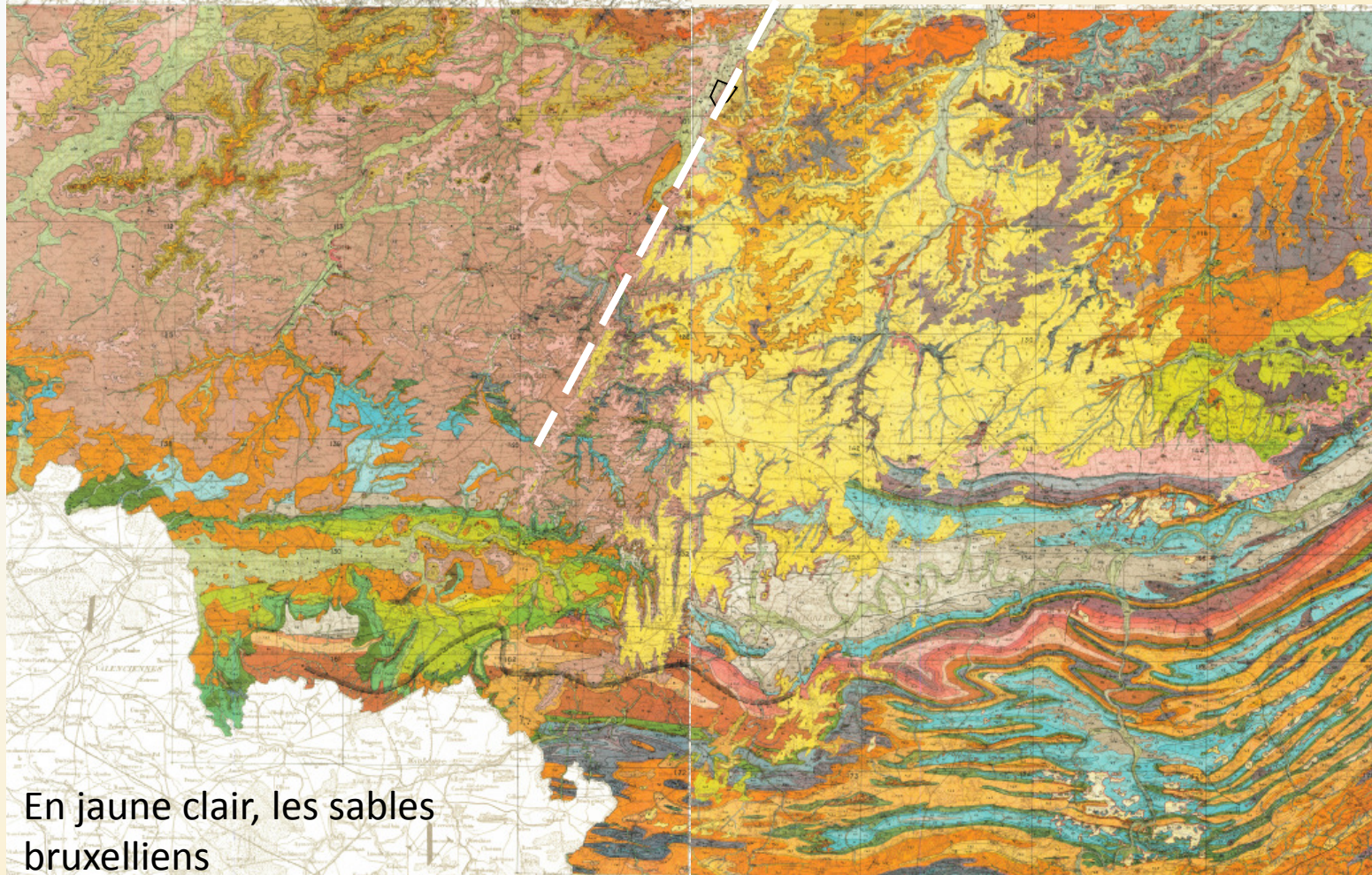
Construire sur des roches altérées / évolutives – 21 novembre 2019

De quoi allons-nous parler?

- Origine des sables Bruxelliens
- Composition des sables Bxl
 - Teneur en CaCo_3
- Phénomène de décalcification
- Reconnaissance
 - Gravimétrie
 - Pénétrromètre statique CPT
- Conclusions



Origine des sables bruxelliens



En jaune clair, les sables bruxelliens



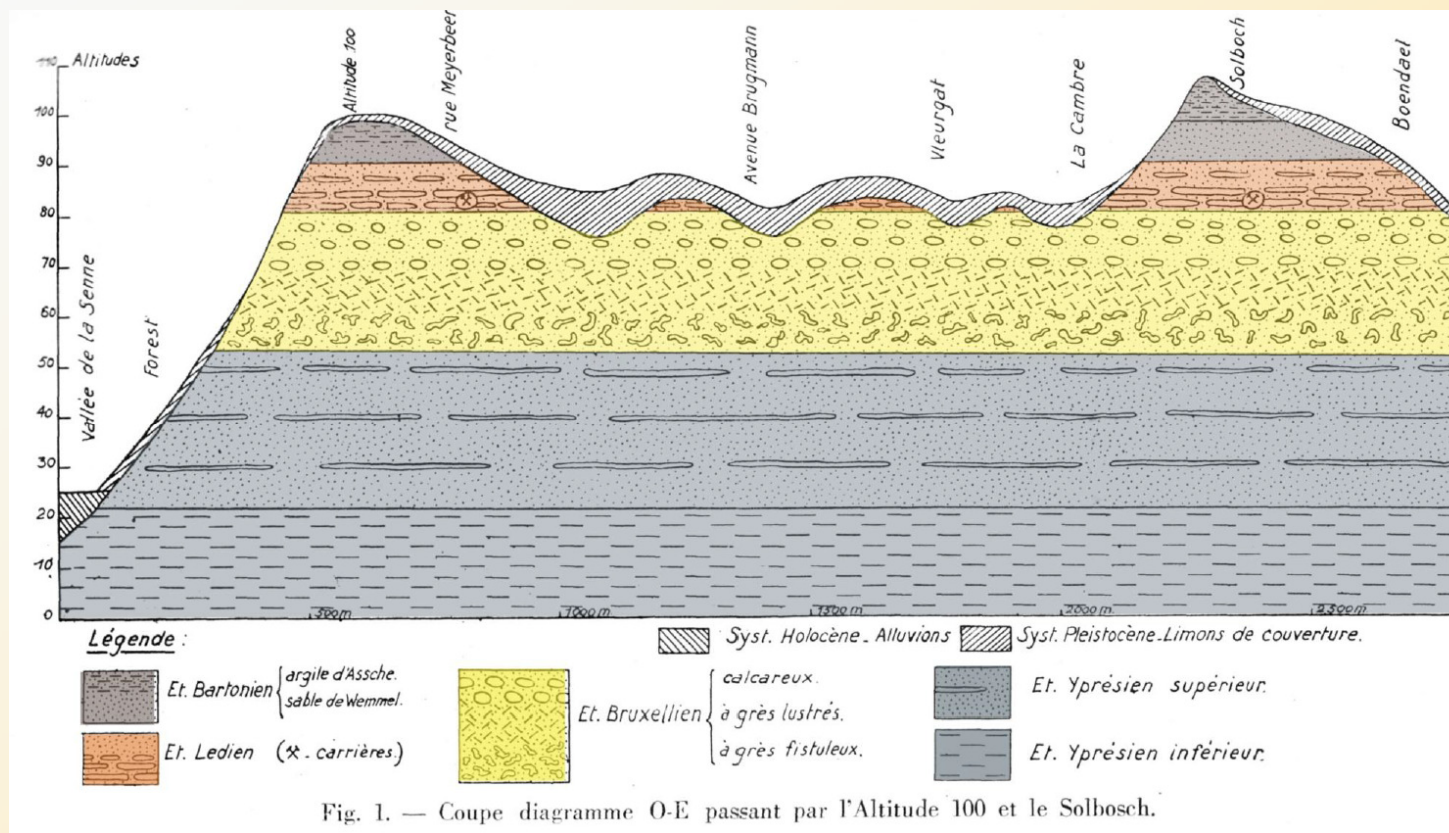
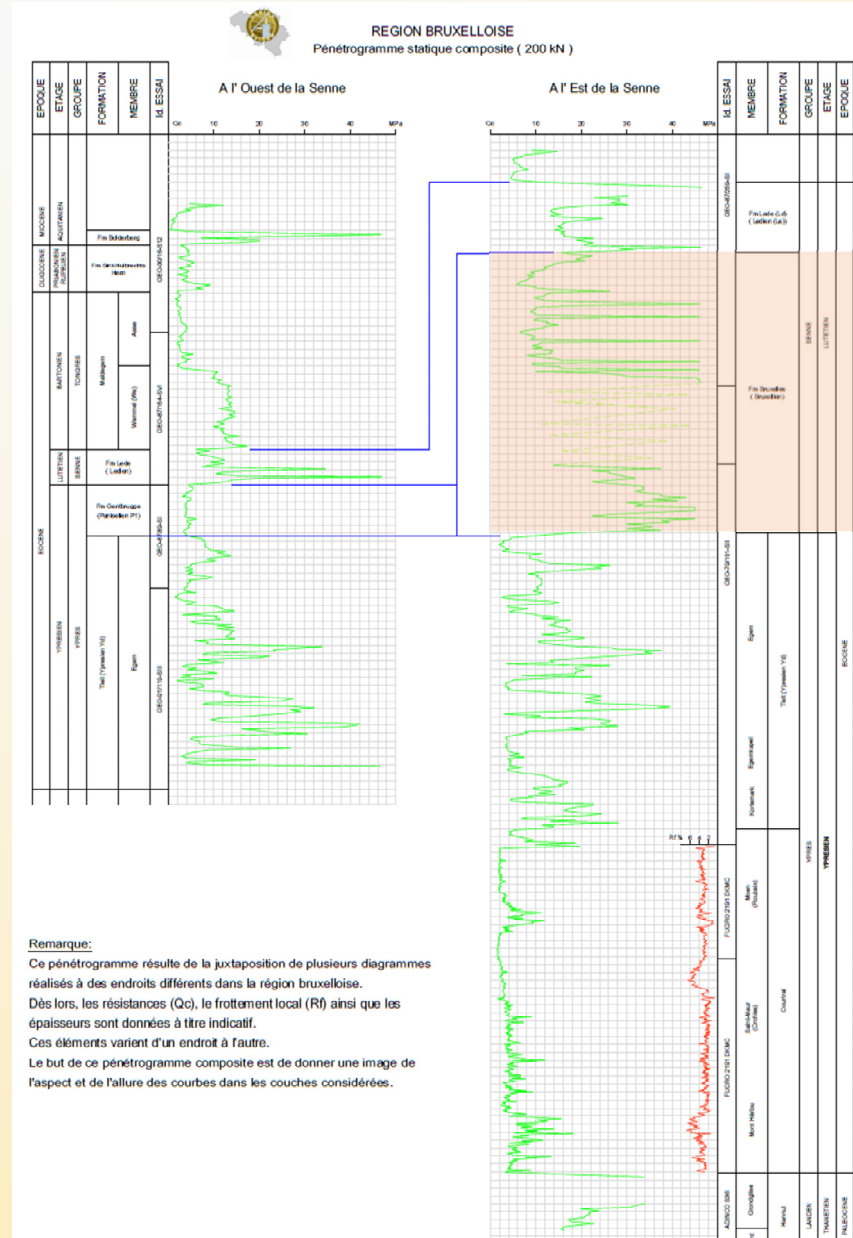
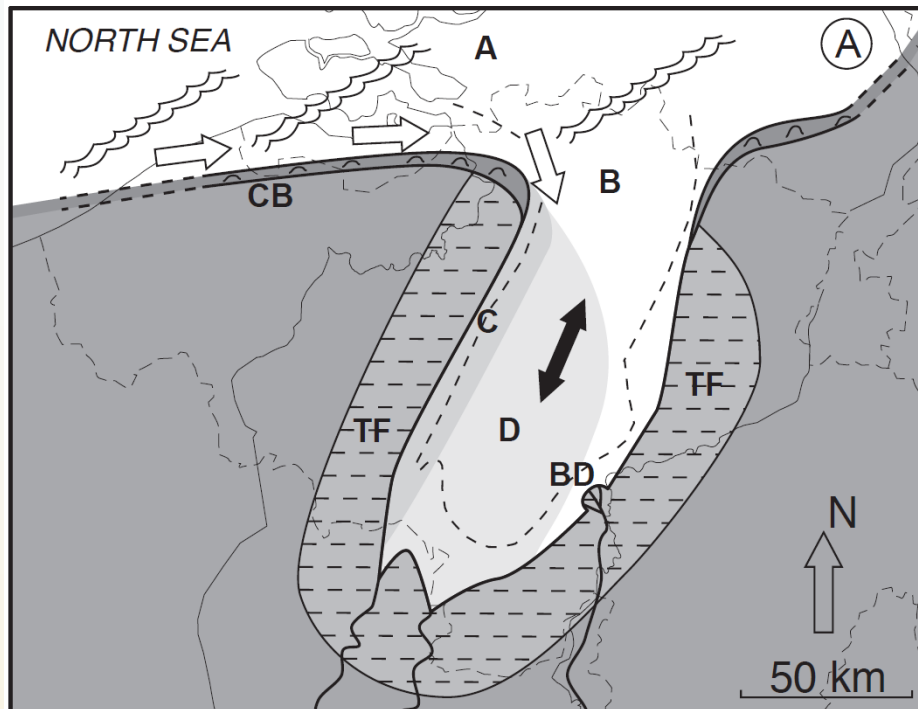


Fig. 1. — Coupe diagramme O-E passant par l'Altitude 100 et le Solbosch.

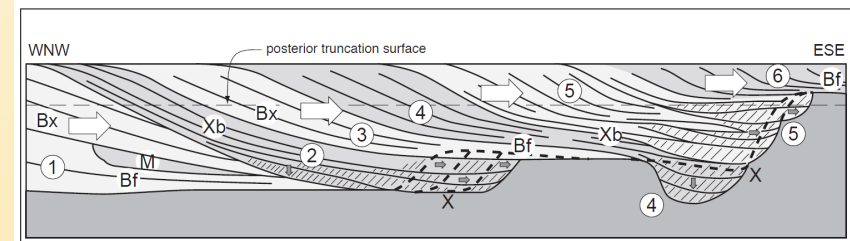
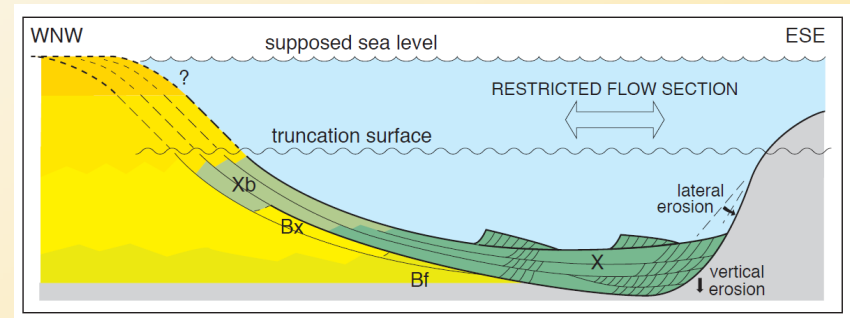




Origine des sables bruxelliens



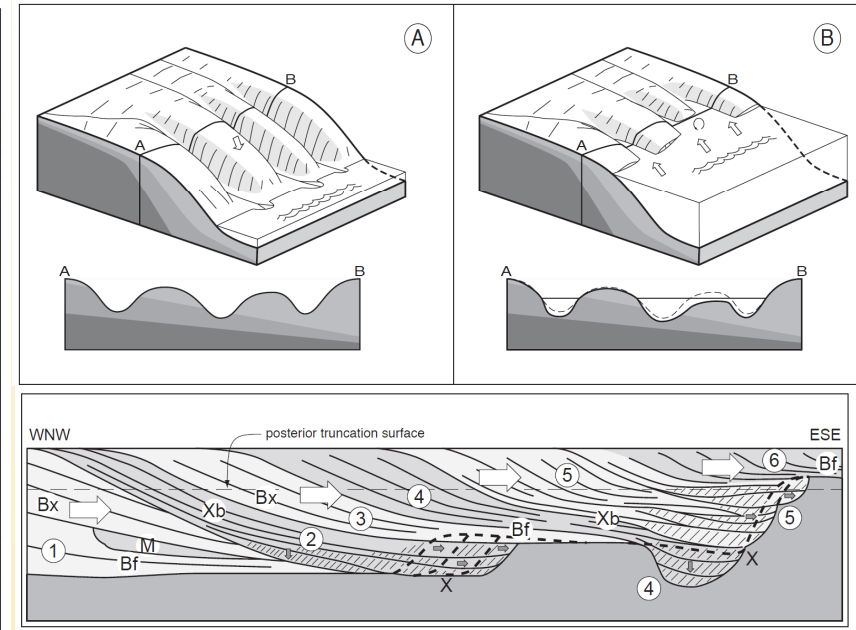
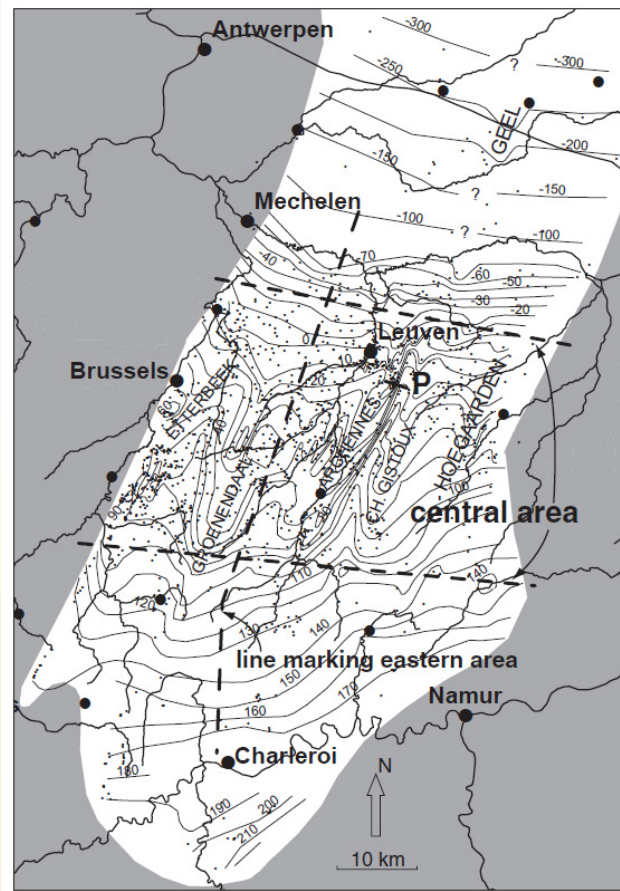
- Transition de l'Eocène inférieur - moyen
- +/- 48-50 millions d'années



Référence : HOUTHUYS R., 2011, - A sedimentary model of the brussels sands, Eocene, Belgium – *Geologica belgica* 14/1-2:55-74



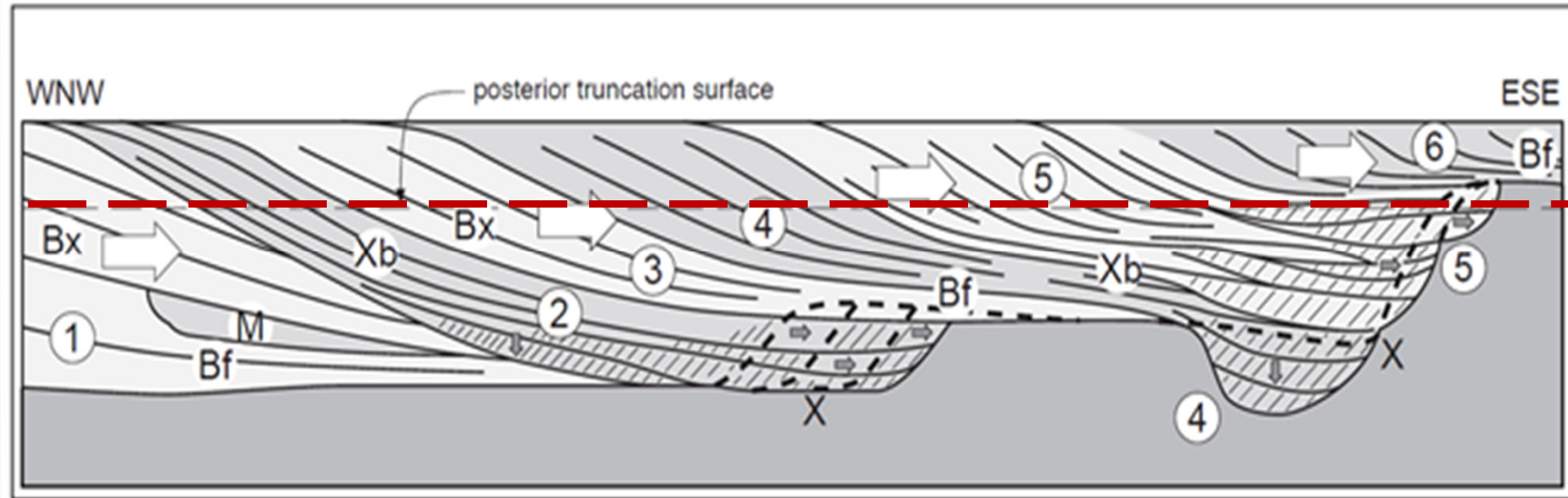
Origine des sables bruxelliens



Référence : HOUTHUYS R., 2011,



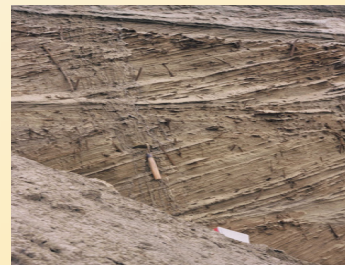
Différents faciès



Facies Bx, Bc, Bm
Sable moyen à grossier
+ concrétions silico-calcaires



Facies Bf
Sable fin, calcaire (ici décalcifié)
+ concrétions silico-calcaires



Facies X
Sable moyen à grossier
Peu de concrétions



Facies M
Sable grossier
+ concrétions ferrugineuses



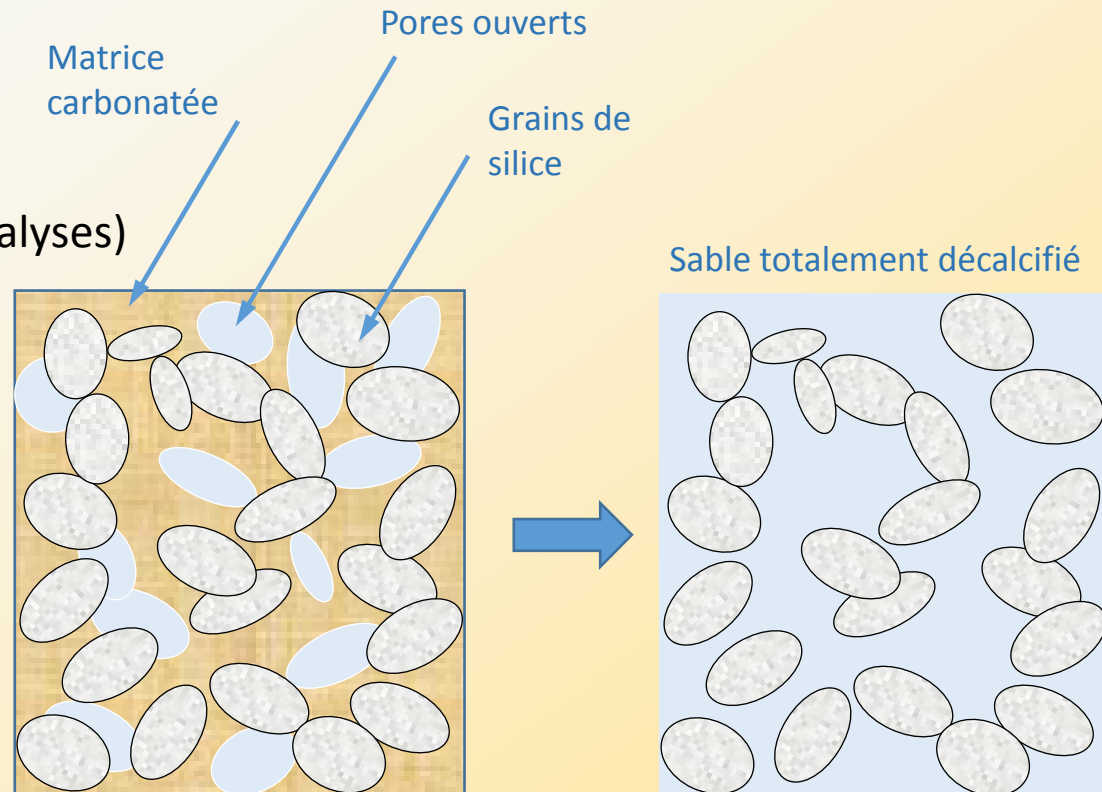
Phénomène de décalcification

Composition chimique

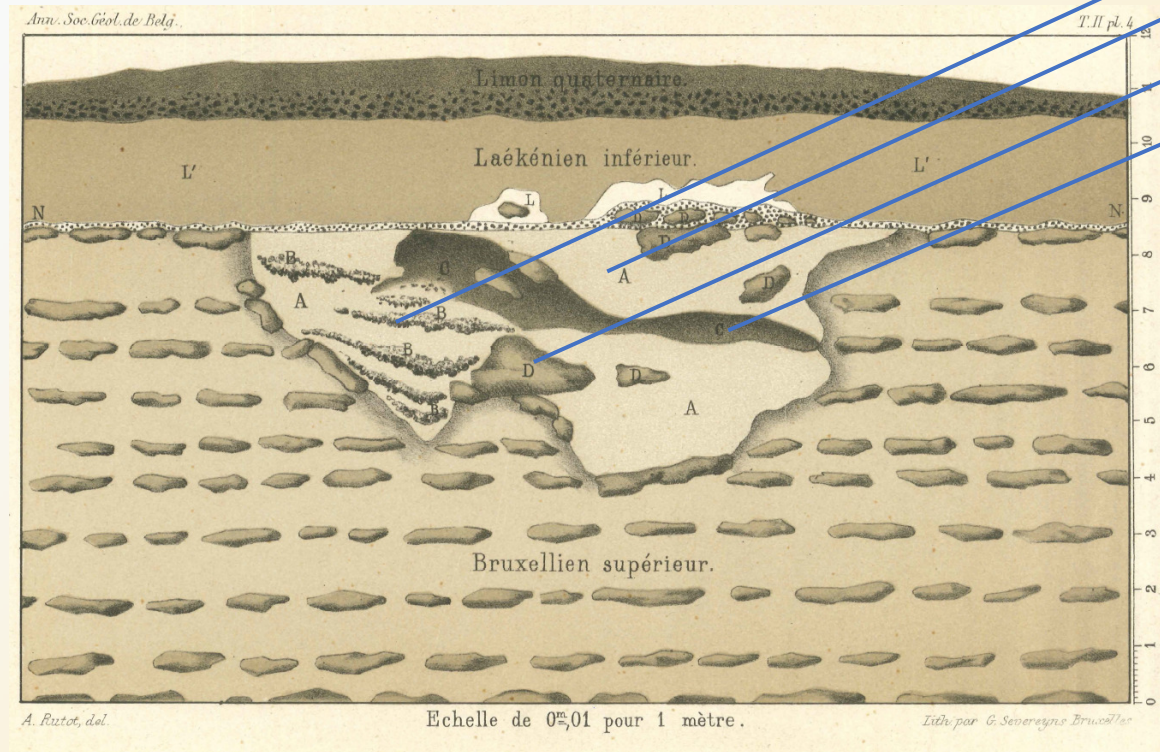
Teneur en CaCO₃ (sur 171 analyses)

Maximum	48,0%
Moyenne	11,8%
Minimum	0,1%

Référence : Cartes géotechniques Bruxelles



Phénomène de décalcification Altération diagénétique



- B Grès fossilifère
- A Sable blanc
- D Grès calcarifère
- C Banc ferrugineux

- A. Sable blanc remplissant la poche.
- B. Blocs de grès fossilifères.
- C. Bancs ferrugineux fossilifères.
- D. Blocs de grès calcarifères, non fossilifères, provenant du bruxellien supérieur.
- L. Laekenien inférieur, non altéré.
- L' Laekenien inférieur, altéré et changé en sable verdâtre.
- N. N. Couche roulée à Nummulites.

Référence : A. RUTOT – 1875 - Notes sur une coupe du système bruxellien observée à Ixelles – *Annales de la Société Géologique de Belgique -Cartes géotechniques Bruxelles T2 pp M212-M225*



Phénomène de décalcification Altération quaternaire

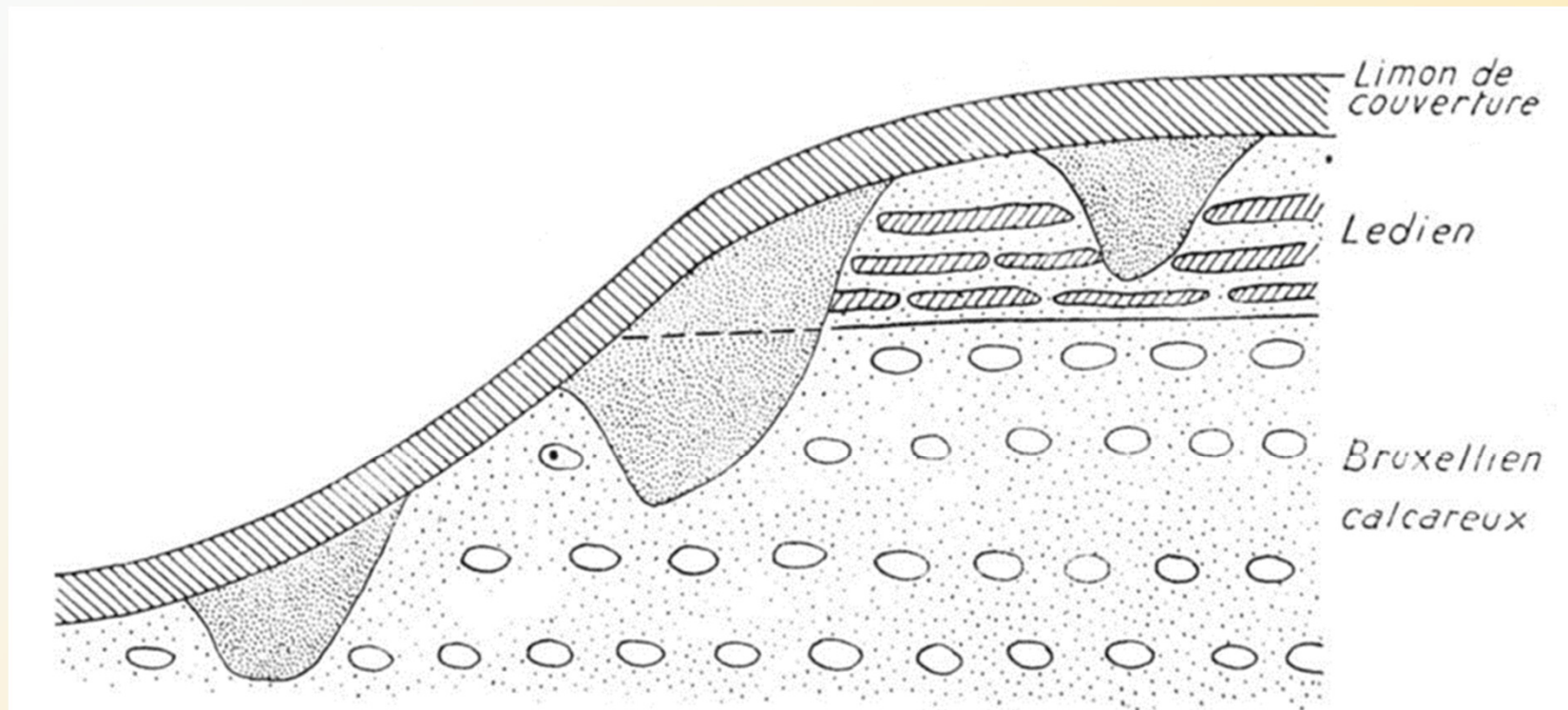


Fig. 2. — Poches de dissolution dans le Ledien et le Bruxellien.



Méthodes de reconnaissance

Micro-gravimétrie

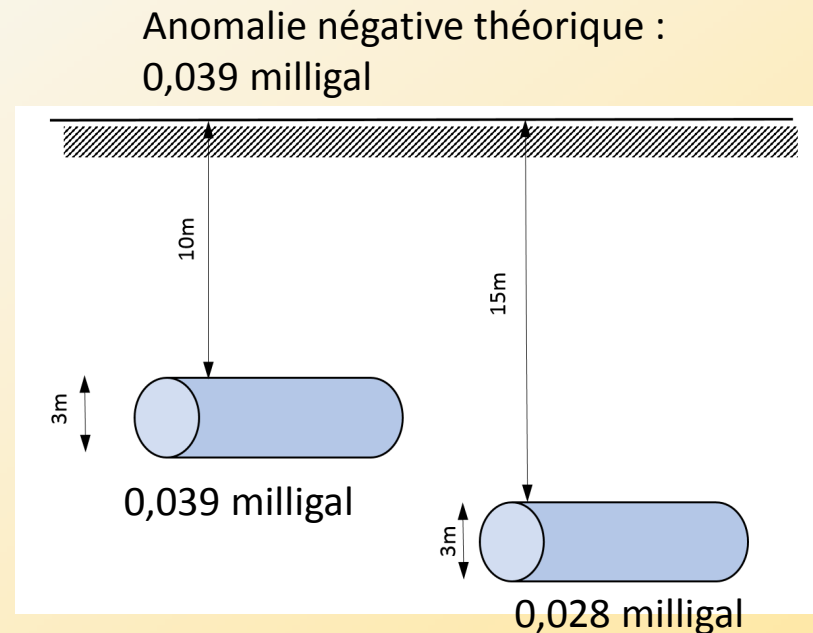


Méthodes de reconnaissance

Micro-gravimétrie

Principe :

- Détection d'anomalies dans la distribution des masses autour de l'appareil.
- Permet de détecter des cavités ou des objets – géotechniques – de +forte ou +faible densité
- Des zones décalcifiées (perte de masse) auront une signature comparable
- Marge d'erreur significative sur la mesure



Erreur moyenne sur les mesures :
0,004 milligal = 4 microgal

Micro-gravimétrie

Chantier et équipement

Gravimètre de terrain



Mesures à corriger de la présence du talus

Gravimètre de terrain

Station totale GPS

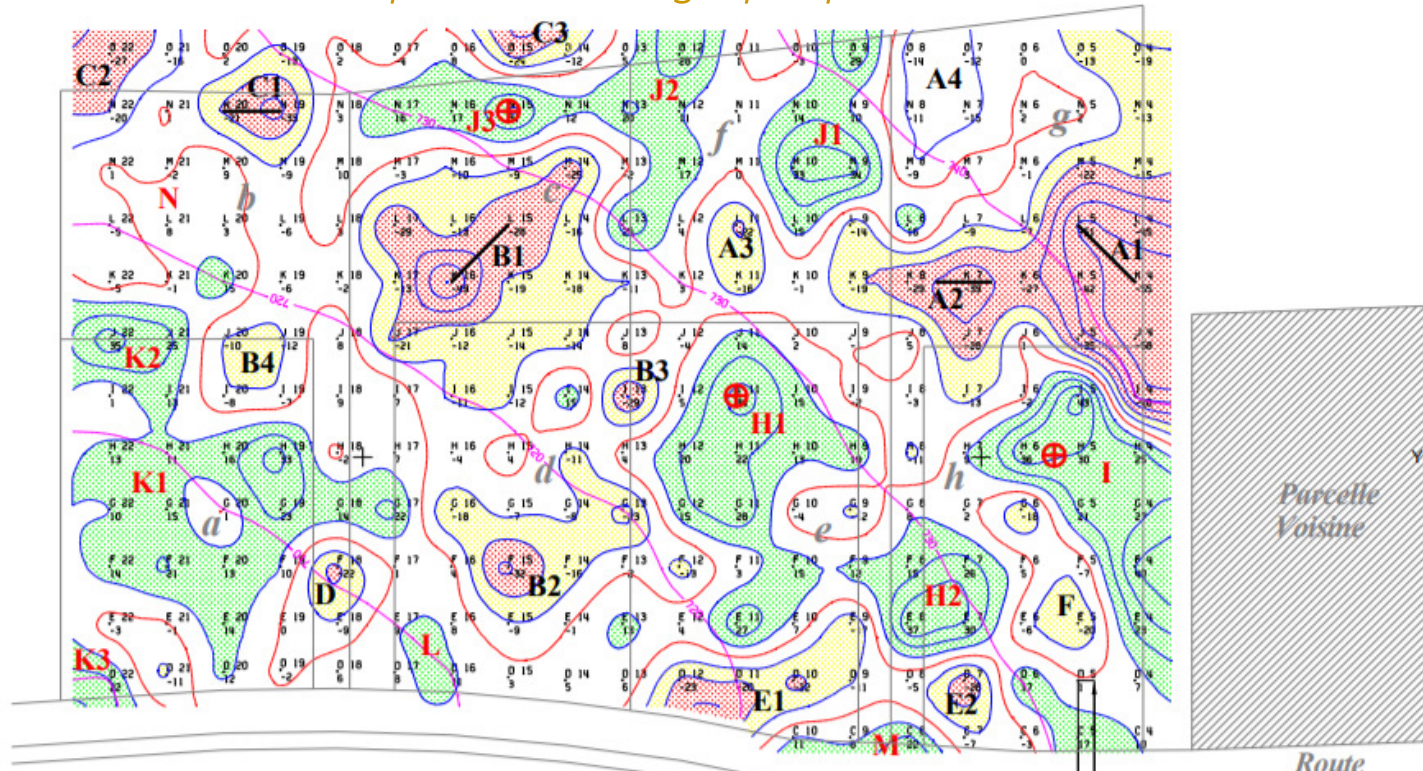


Photo Calcis – Tim Nzali



Micro-gravimétrie

Anomalies résiduelles - représentation graphique



- Zones négatives au dessous de -20 microgals
- Zones négatives comprises entre -10 et -20 microgals
- Zones neutres comprises entre -10 et +10 microgals
- Zones positives au dessus de +10 microgals

- ⊕ Contrôles sur les anomalies positives
- Lignes de contrôles sur les anomalies négatives

- A1** Anomalie négative
- H2** Anomalie positive

-2m

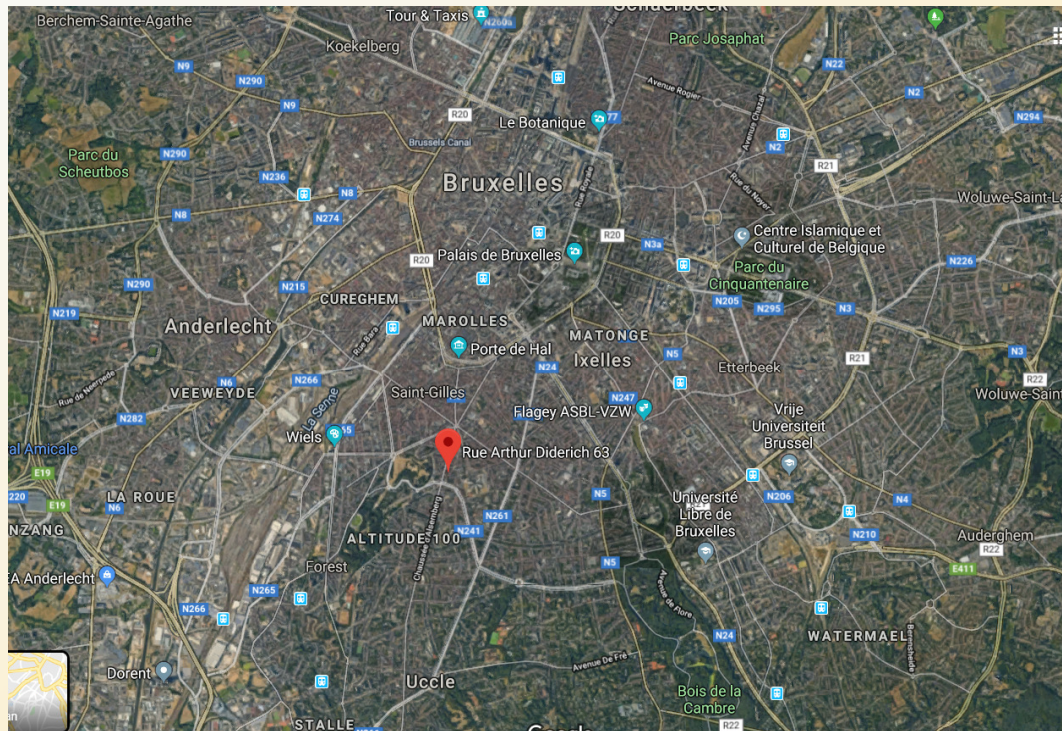
Carte de l'anomalie résiduelle (Régionale graphique)

GRAVIMEP
1/ 500
Planche 02-02R-07

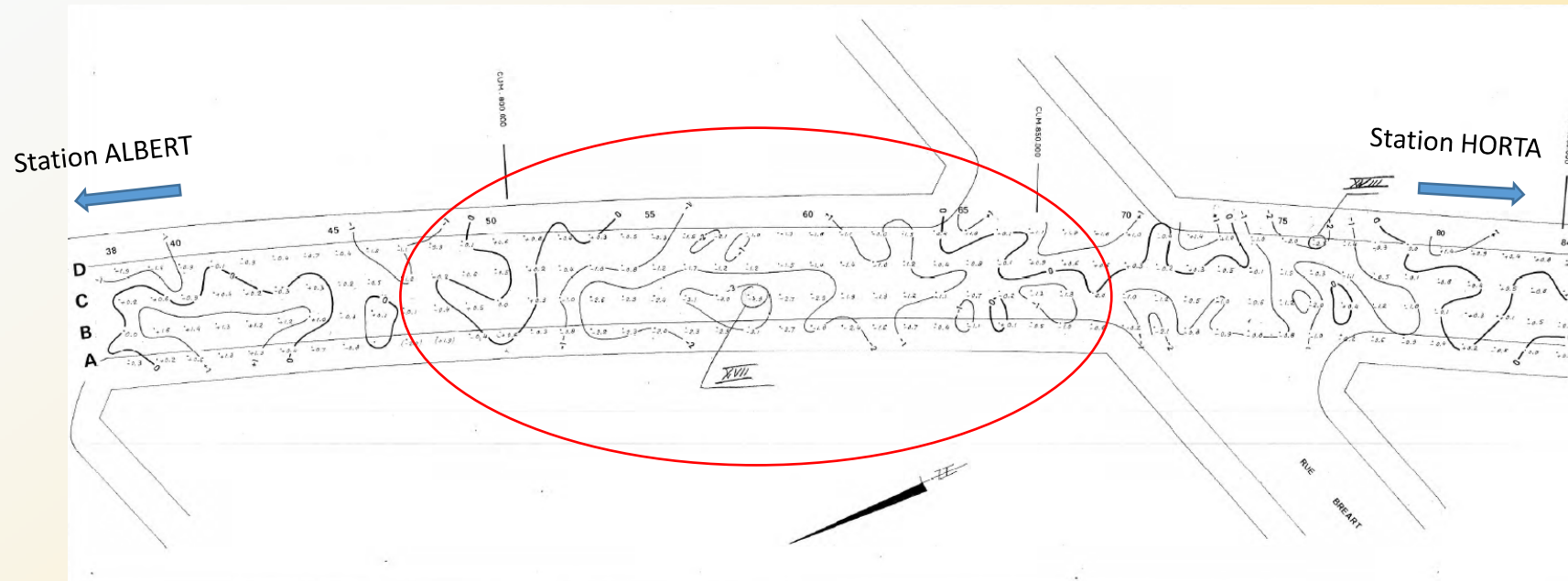


Méthodes de reconnaissance

- Bruxelles - Ligne métro Nord-Sud
- Station Horta (St-Gilles) - Station Albert (Forest)



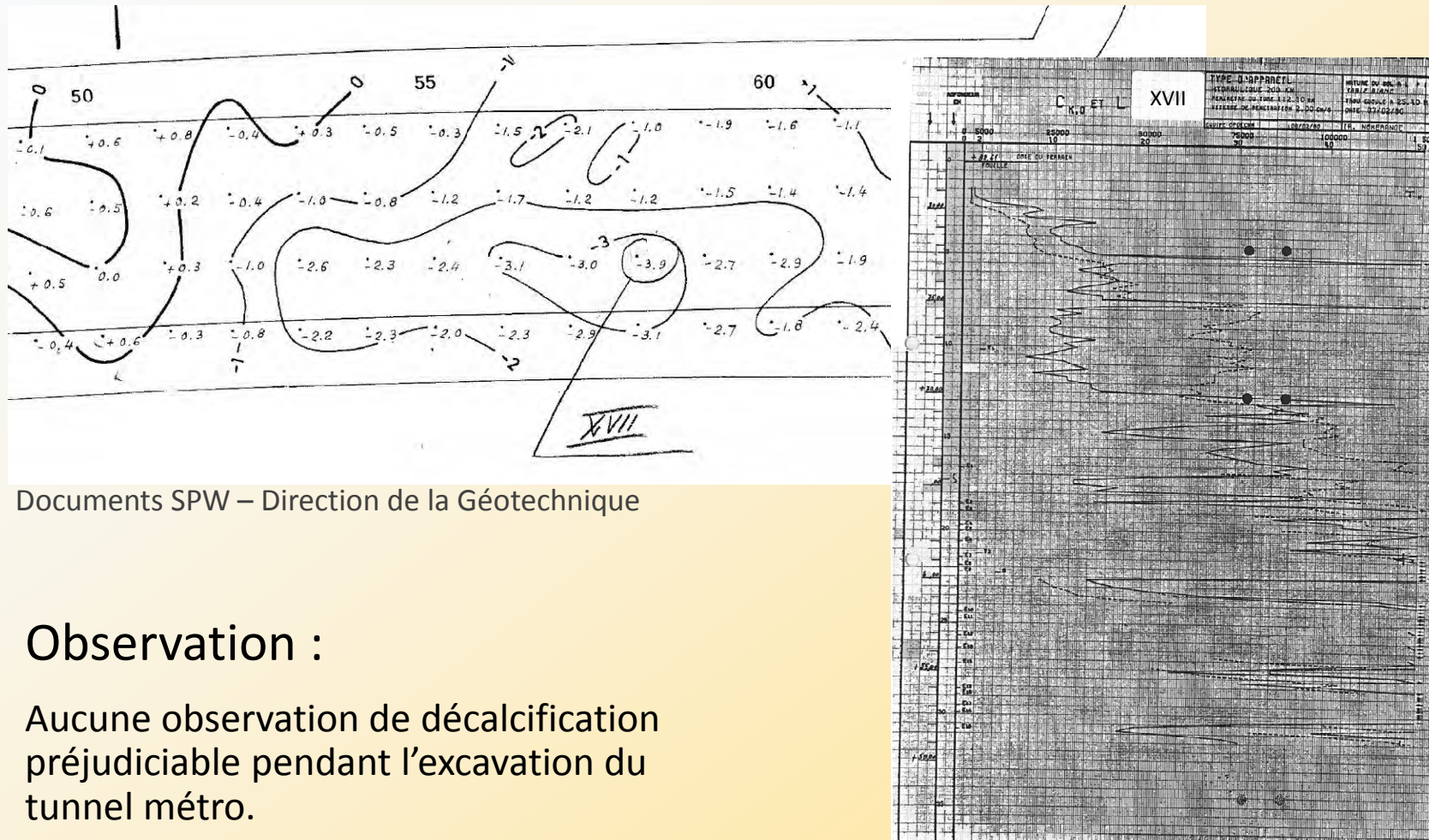
Exemple : Rue Arthur Diderich St-Gilles (métro C7-C8)



Document SPW – Direction de la Géotechnique

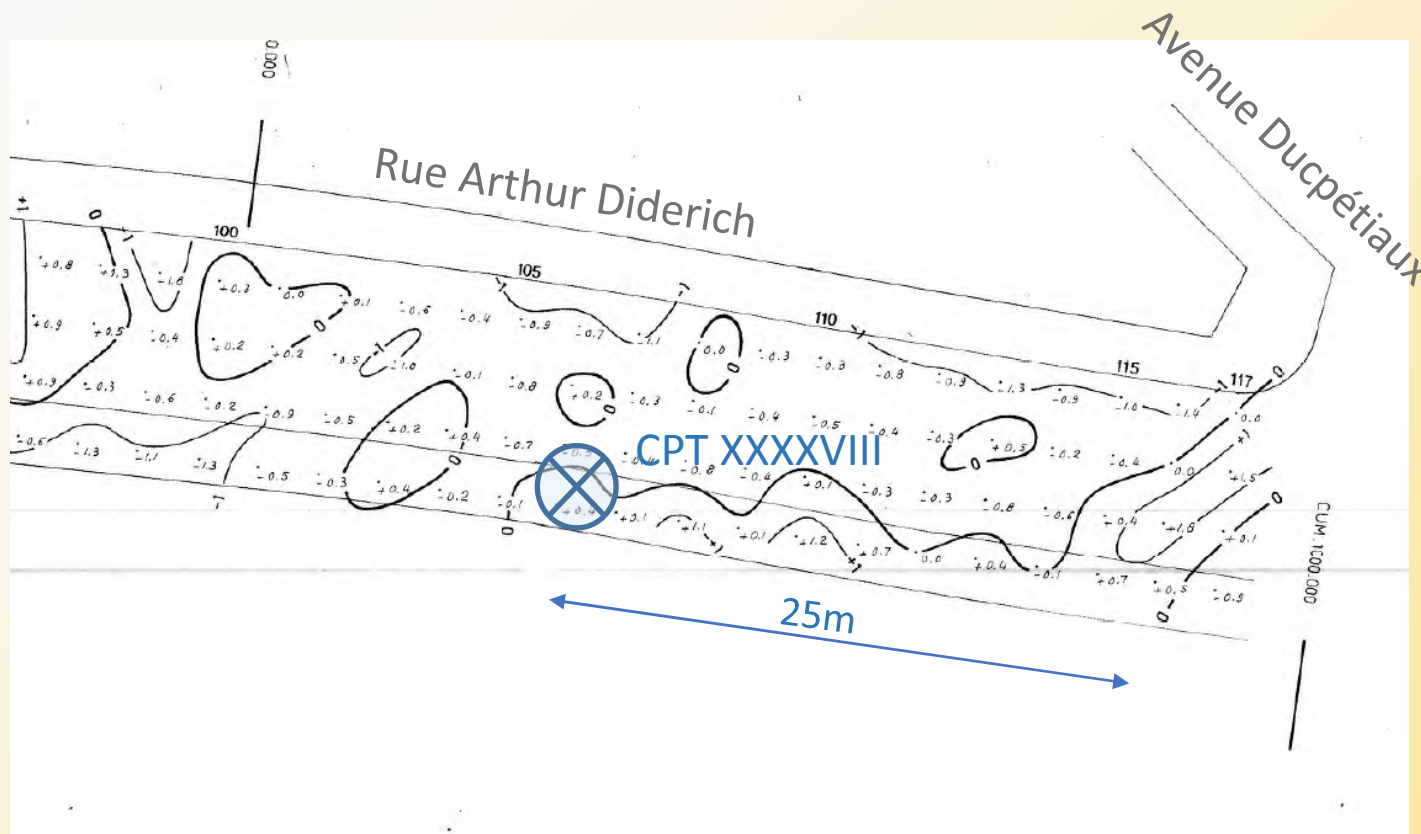


Exemple : Rue Arthur Diderich St-Gilles (métro C7-C8)



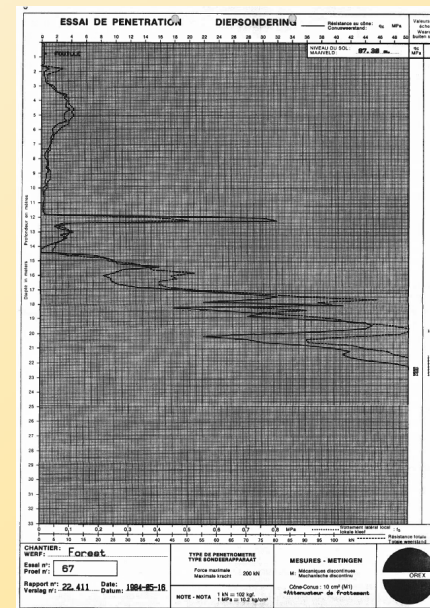
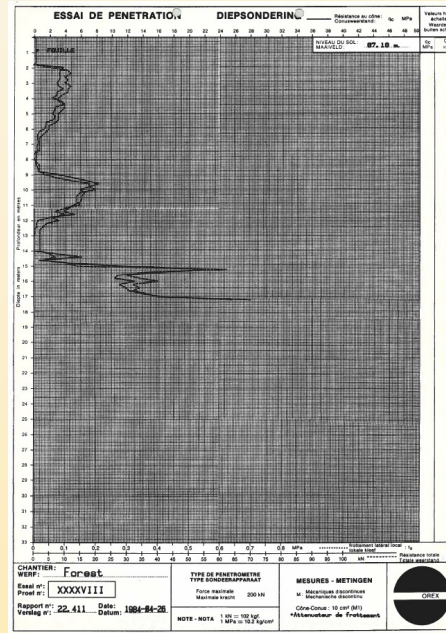
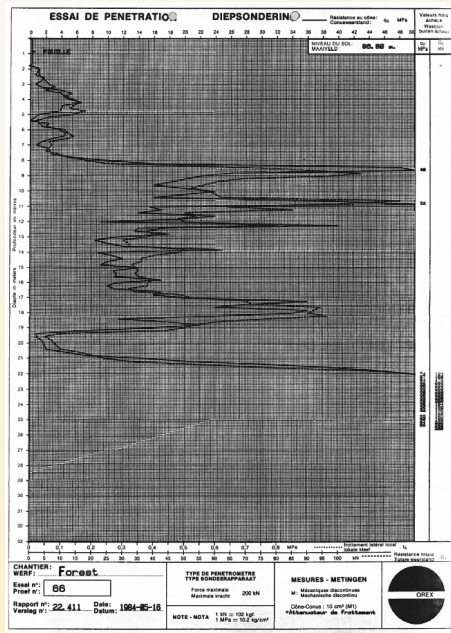
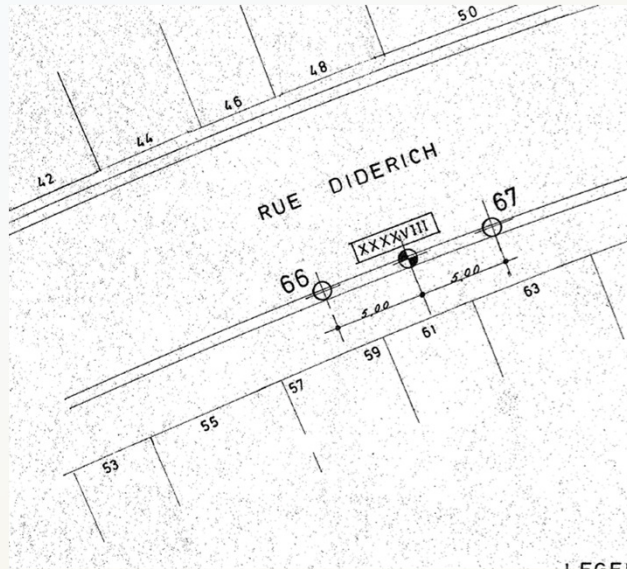
Méthodes de reconnaissance

Cone penetration test - CPT

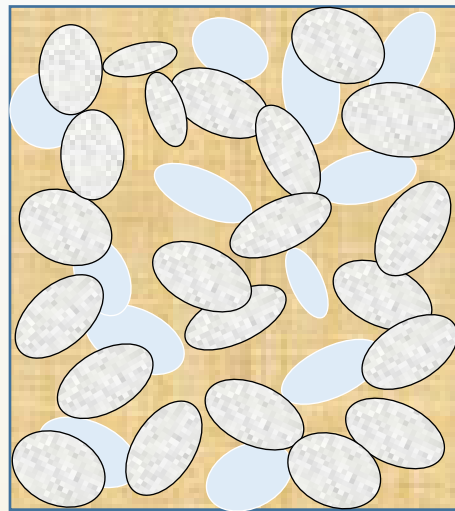


Documents SPW – Direction de la Géotechnique

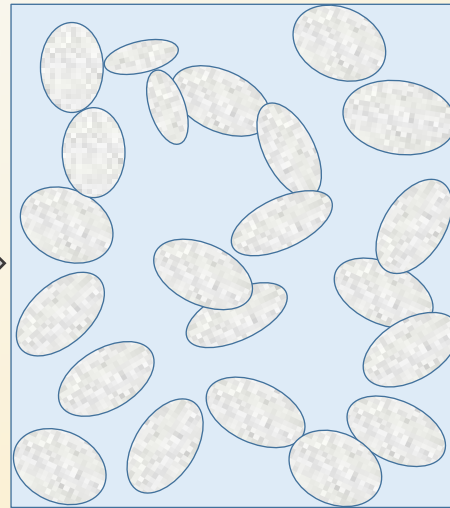
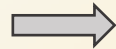




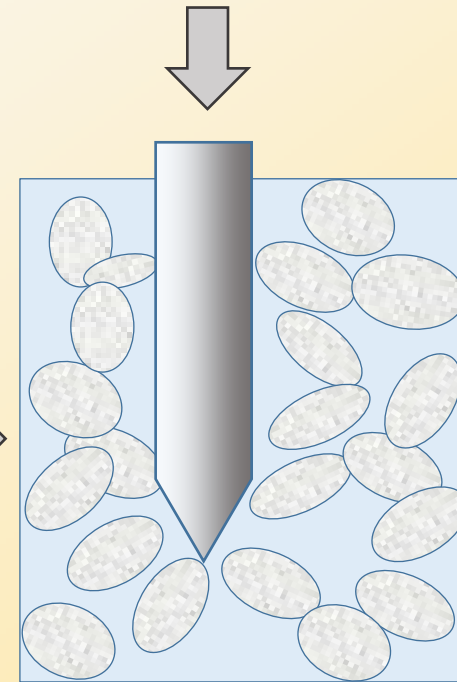
Cone penetration test – CPT Interprétation



Sable à matrice calcaire
abondante (jusqu'à 48% CaCO₃)



Sable décalcifié, le squelette
siliceux résultant est lâche : $D_r \approx 0$
Structure instable

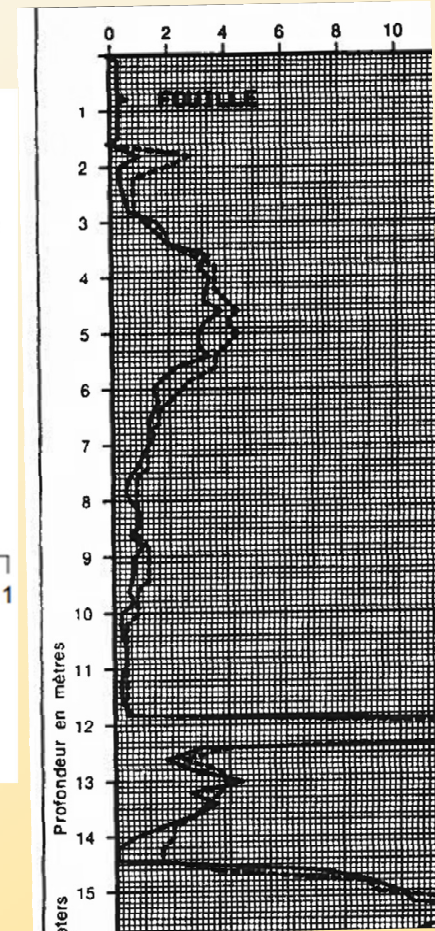
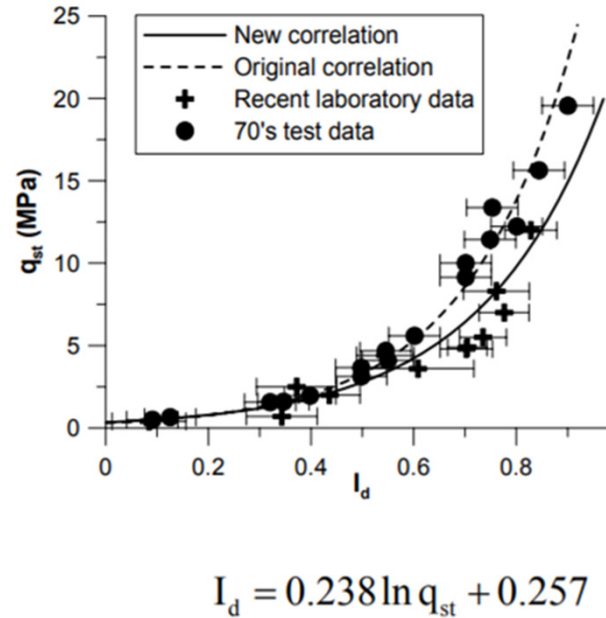
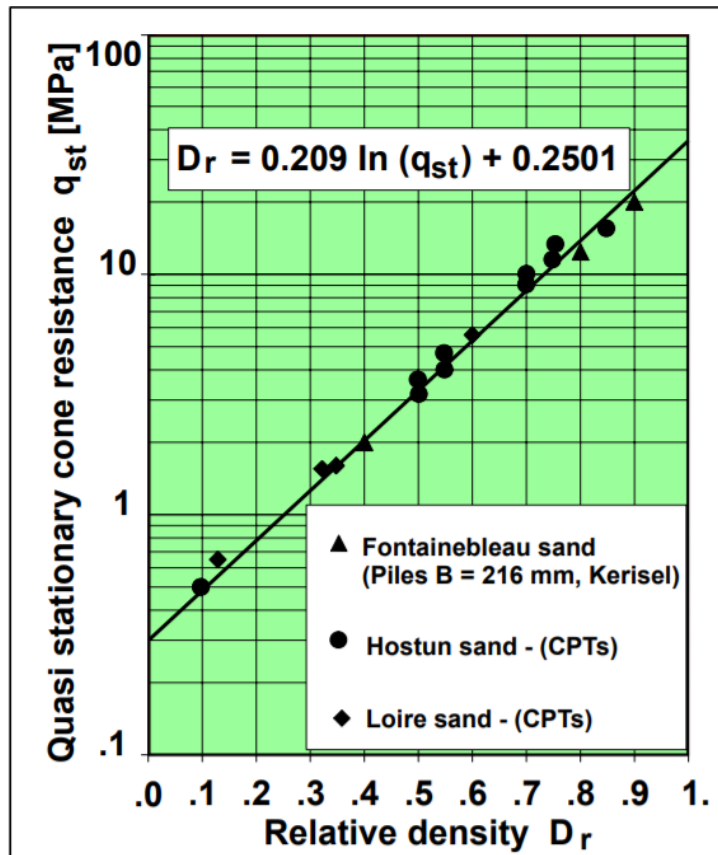


Pénétration du cône
Effondrement de la structure et
densification

En l'absence d'agents extérieurs : vibrations, saturation ou circulation d'eau, ...
la structure avec densité subcritique peut persister mais est instable
Une poche décalcifiée de petite dimension, peut subsister longtemps.

Lorsque un agent extérieur intervient, la structure peut se densifier tout en
restant très lâche : $D_r \geq 0\%$. La perte de volume reste minime



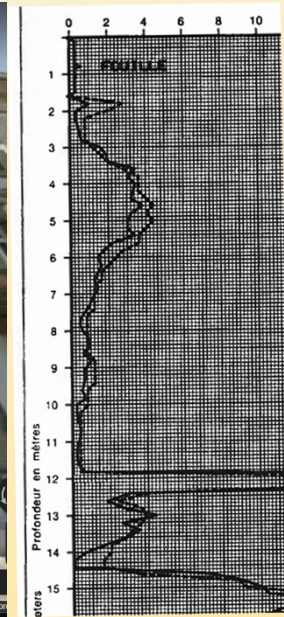


P. Foray & A. Puech Journée CFMS "J. Biarez" 12 mars 2008



Risques pour les constructeurs

Observations



Rue A. Diderich

Pas de dommage particuliers sur les habitations

Parois du tunnel en parois moulées : Pas de problème particulier lié à la décalcification

Pas d'observation lors du creusement du tunnel

Place Albert

Une fouille blindée test réalisée jusqu'à 23m de profondeur dans une zone décalcifiée.

Pas de difficulté particulière. Les contraintes d'appui ont été réduites par prudence

Pas de tassement des appuis observé



Risques pour les constructions

Conclusions

- Les incidents de fondations reliés à la décalcification sont rares.
- Explications possibles :
 - Les zones décalcifiées en état critique sont localisées
 - La plupart des zones décalcifiées se sont déjà « effondrées » et présentent une $D_r > 0$
 - Les zones les plus critiques se présentent sous forme de « cheminées » d'un diamètre pluri-décimétrique
 - En absence de circulations d'eau ou de vibration, leur état est stable
 - Sous la nappe, les zones décalcifiées se sont naturellement densifiées.



Altération des sables bruxelliens

Genèse et méthodes de reconnaissance

Christian Treve, CT-GeoConsult

Merci pour votre attention

Questions ?

