



**RISSC**

**Le contexte « cavités » en Wallonie et en Hauts-de-France**

**Les cavités en Wallonie**

D. Pacyna (Service géologique de Wallonie)

***Journée technique***

***« Gestion transfrontalière du risque cavités »***

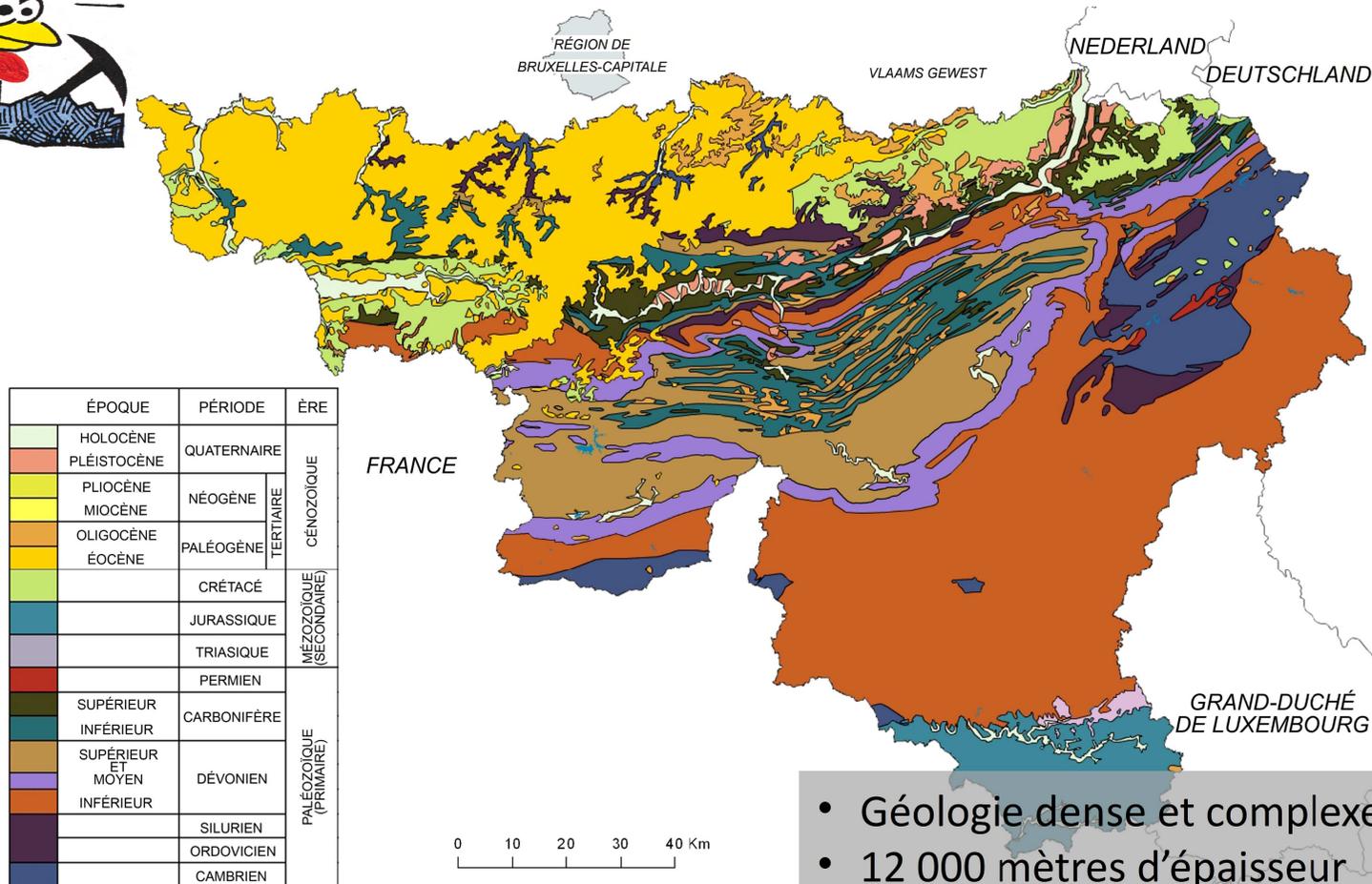


# Les cavités en Wallonie

- Cavités karstiques
  - Cavités ouvertes et cavités colmatées
- Puits de mines – Travaux miniers
- Carrières souterraines
  - Carrières de craie et de silex
  - Carrières de « tuffeau » maastrichtien
  - Carrières de craie phosphatée
  - Carrières de sable et de grès du Brabant wallon
  - Carrières de calcaire (« marbres », moellons) et de grès paléozoïque
  - Ardoisières
  - Carrières de phosphate (Hesbaye)
  - Minières de silex préhistoriques
  - Carrières de sables thanétiens (Mons)
  - Carrières de terres plastiques du Condroz et du Hainaut

- Minières de fer

# La variété et la richesse de la géologie en Wallonie



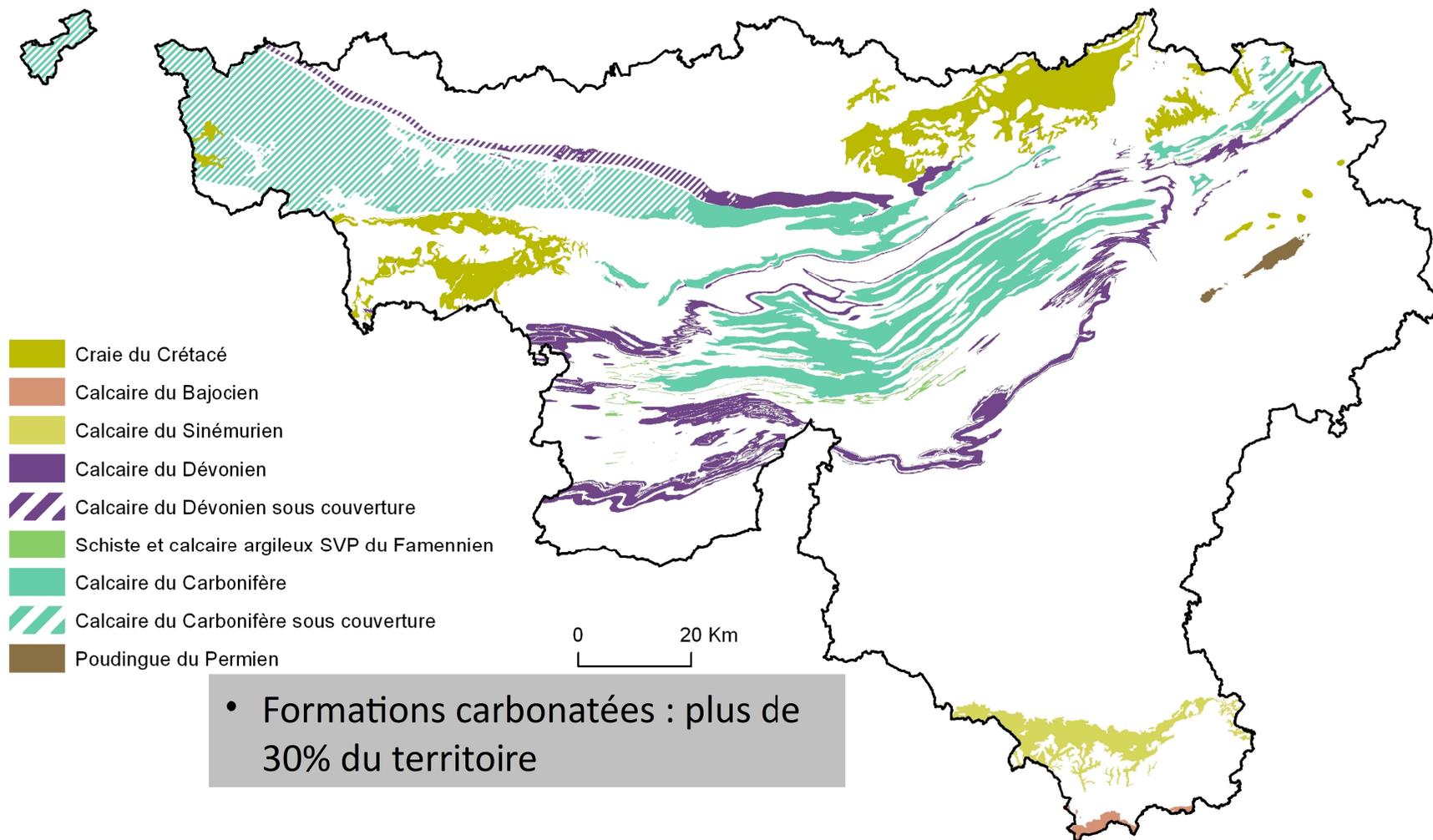
- Géologie dense et complexe
- 12 000 mètres d'épaisseur
- Du Cambrien au Quaternaire
- Juste quelques lacunes



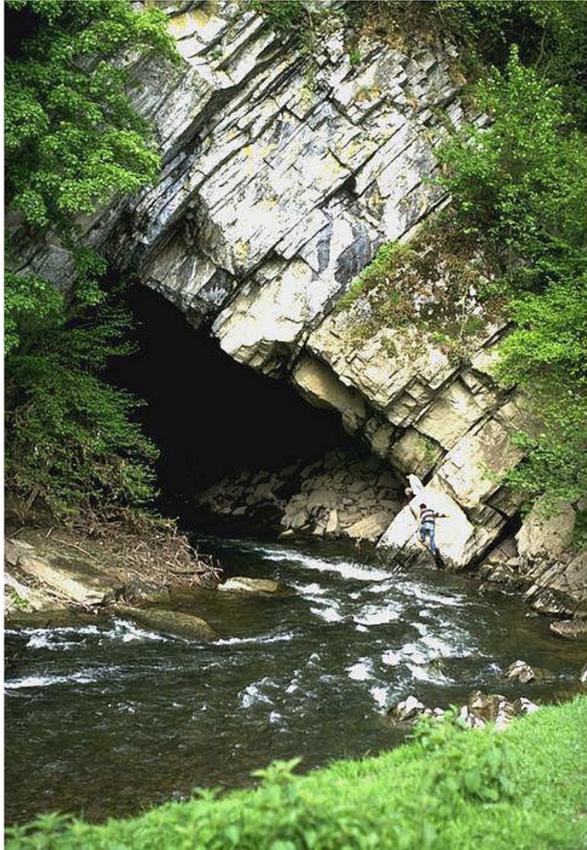
Lille 14 novembre 2019

RISSC

# Le karst



# Le karst



- Des cavités et conduits libres
- D'autres colmatés ou en cours de décolmatisation...



- Grottes, chantoirs, rivières souterraines, dolines, résurgences, dépressions paléokarstiques, ...

# Le karst

- Il existe plusieurs centaines de grottes et conduits ouverts en Wallonie. Il s'agit de cavités présentant des vides plus ou moins importants, parfois jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes. On y compte toutefois que de rares accidents, même si certaines salles sont à surveiller.
- La plupart des cavités sont colmatées. Les accidents, assez fréquents, surviennent lorsque les réseaux karstiques se décolmatent suite à la circulation de l'eau (circulation normalement naturelle mais souvent d'origine anthropique ou influencée par l'anthropisation des milieux).

# Le karst

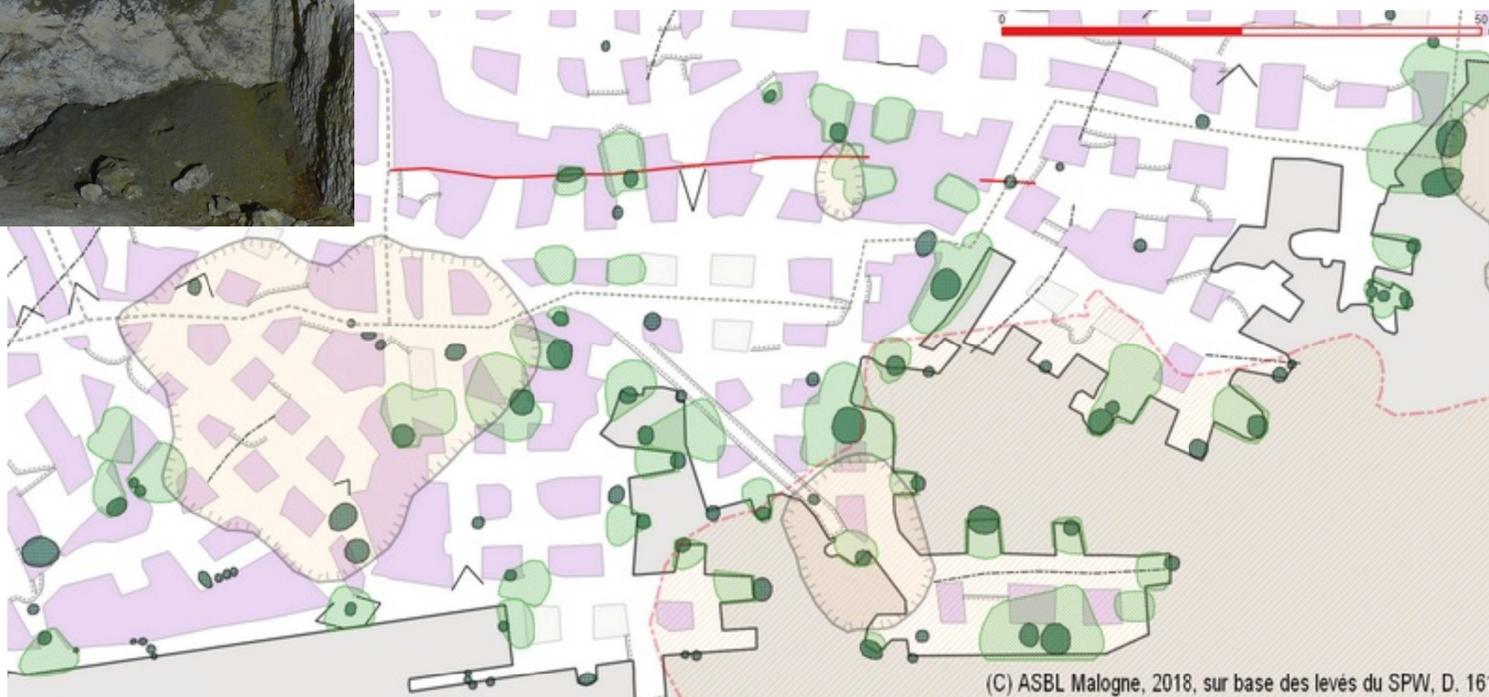
Il peut alors s'agir:

- d'un effondrement à l'aplomb d'une cavité en roche (assez rare);
- d'un effondrement sur une poche à remplissage meuble, résultant de l'évolution vers un fontis d'une cavité apparue en profondeur dans la poche;
- Une cavité peut apparaître au sein d'une poche meuble :
  - par soutirage par une circulation d'eau dans le système karstique;
  - par déplacement des matériaux meubles dans les fractures (naturelles ou induites) du massif rocheux (craie du Hainaut et de Hesbaye), sous l'effet d'infiltration *per descensum* ou de baisse du niveau de la nappe;
  - par éboulement ou vidange des matériaux meubles dans une cavité ouverte (carrière souterraine, puits, carrière à ciel ouvert...)
- d'un affaissement par suffosion lente en pied de poche meuble.

# Le karst



Poches de sables tertiaires dans la craie phosphatée, visibles depuis les carrières souterraines de la Malogne.



# Le karst

Il peut aussi s'agir :

- d'une cavité apparue dans une roche complètement altérée ayant conservé sa structure (« fantôme de roche »). Cette cavité pourra évoluer ensuite en remontant en surface par éboulements successifs de sa voûte. C'est une des causes d'apparition des « puits naturels » du Tournaisis;
- de cavités nées à très grande profondeur (1500 à 2500 m), de très grandes dimensions, apparues au sein des anhydrites, sous le Houiller, et dont le cheminée de fontis (jusqu'à 300 m de diamètre), comblée de dépôts paléozoïques et secondaires, remonte au moins jusque vers le sommet du Houiller et sans doute jusque dans les dépôts crétacés. L'exemple le plus connu est le « cran aux iguanodons » de Bernissart.



# Le karst

Karst visible après accident



# Les exploitations souterraines

- **Mines**

- exploitation de substances définies par la loi (combustibles, minerais métalliques, fer si travaux d'art, alun, or,...)
- exploitations à ciel ouvert ou souterraine
- en vertu d'un acte de concession (propriété privée perpétuelle des substances énumérées et des travaux)
- retrait possible par le Gouvernement
- **responsabilité du concessionnaire** (sécurité, dommages)
- **responsabilité objective pour les dommages miniers** (civil)
- **surveillance perpétuelle par l'Administration des Mines** (auj. DRIGM)

- **Minières de fer** (régime < 1988)

- exploitations de minerais de fer oxydés et hydratés à ciel ouvert ou en souterrain (sans travaux d'art réguliers)

- **Carrières souterraines**

- exploitation de toutes substances non définies comme mines (calcaires, grès, ardoises, ...)
- en vertu du droit civil du propriétaire de la surface à exploiter son bien (sauf les mines)
- le sous-sol (sauf les mines concédées) appartient au propriétaire de la surface (par ex. en concession houillère, il possède tout son sous-sol, sauf les couches de houille).

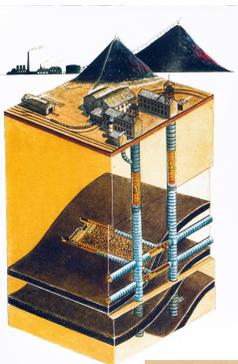
# Les mines et les puits de mines

Il subsiste moins de 100 concessions minières sur 361 (houille, fer, plomb, zinc, calamine, manganèse, cuivre, or, alun, graphite, lignite, ...)

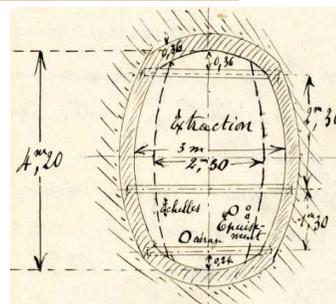
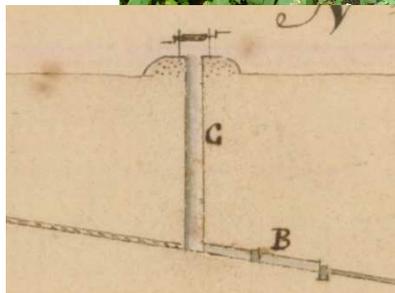
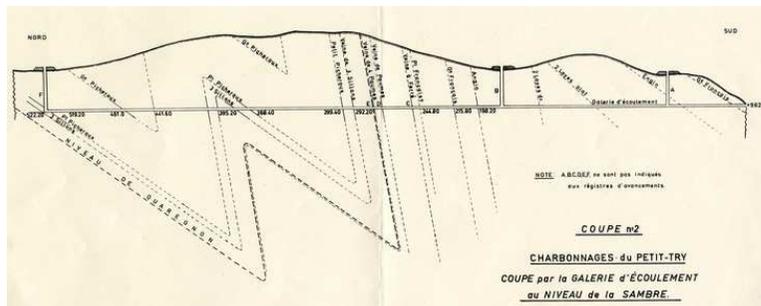
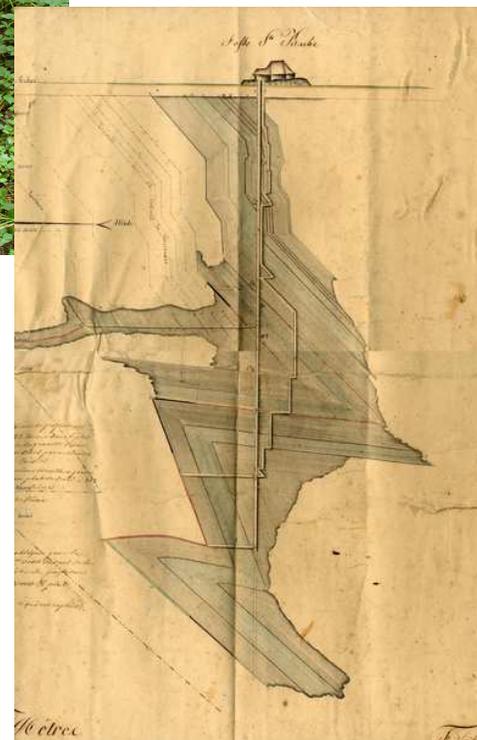
Sur 361 concessions (état final), près de 200 ont été exploitées par travaux souterrains



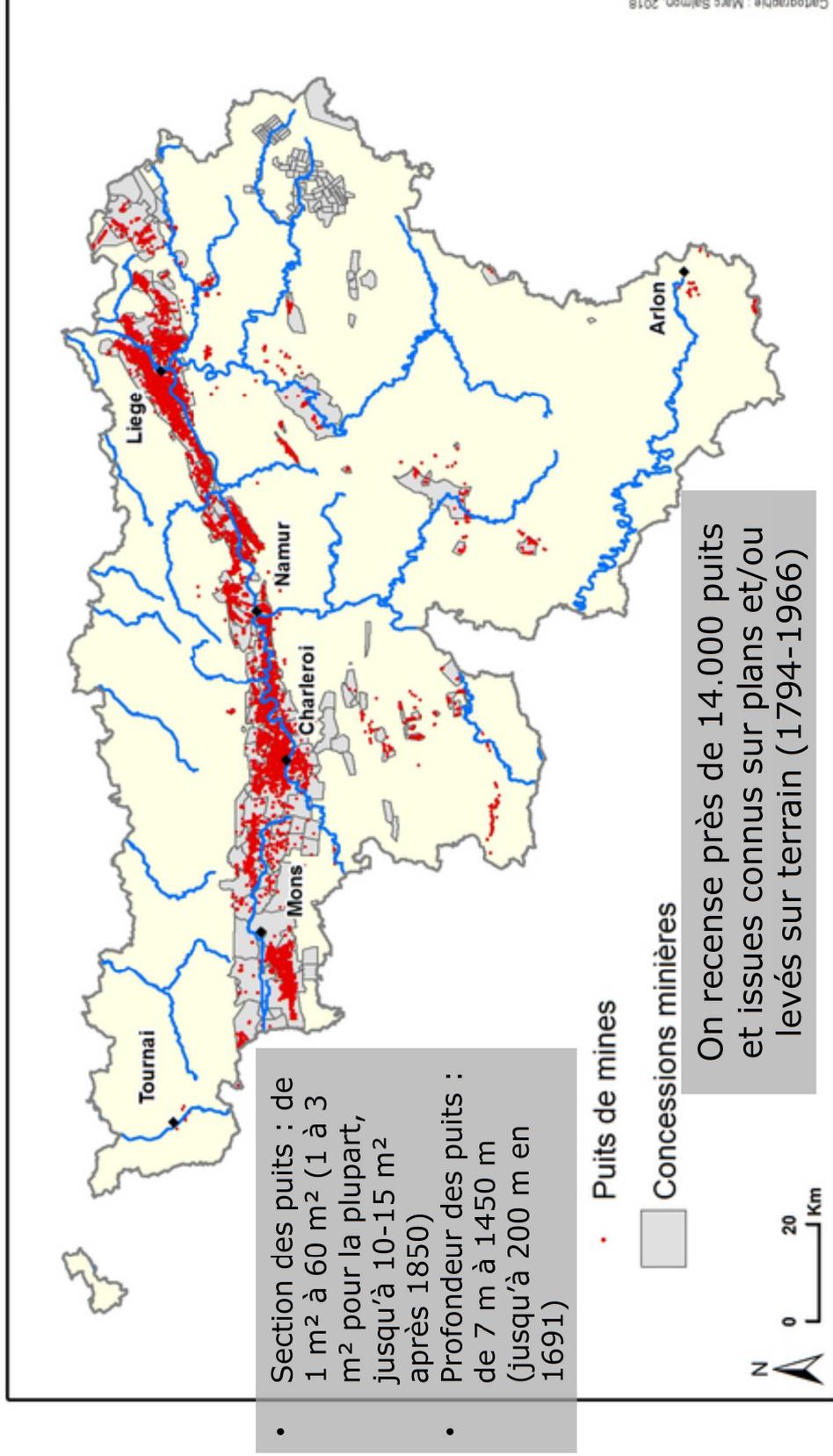
# Les mines et puits de mines



Puits « anciens » (10<sup>ème</sup> siècle => fin 18<sup>ème</sup> siècle)



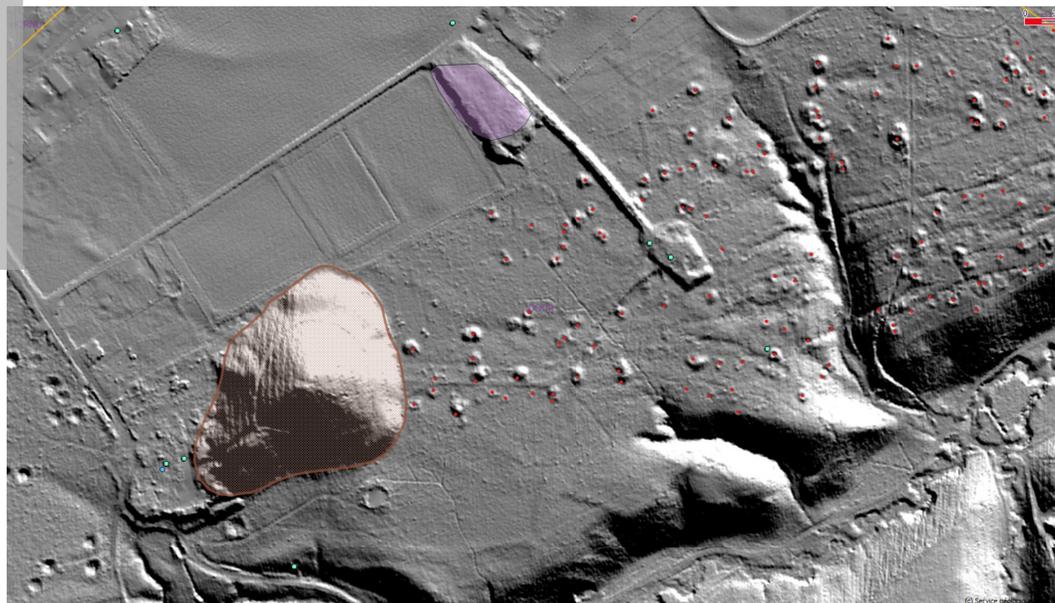
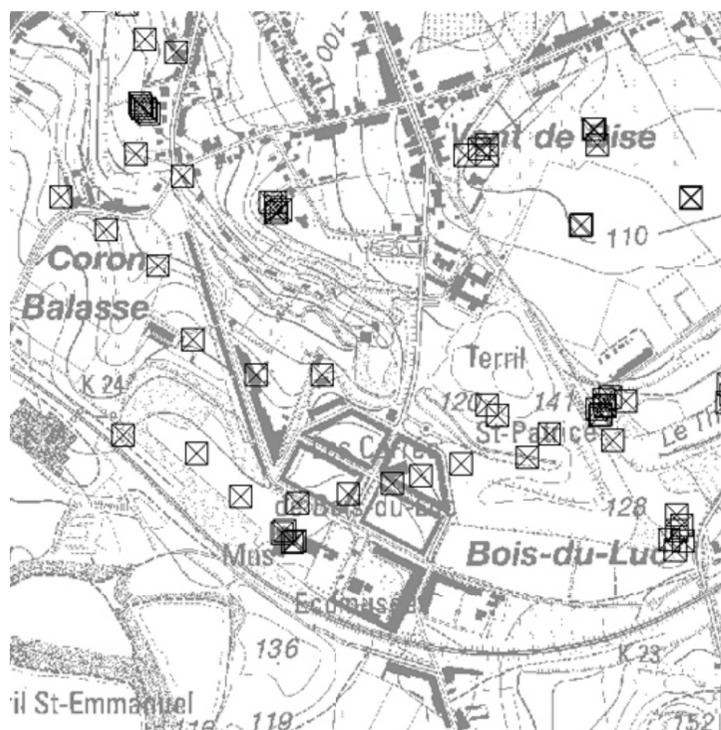
# Les mines et puits de mines



On estime leur nombre total à plus de 50.000 (10<sup>ème</sup> siècle => 20<sup>ème</sup> siècle)

# Les mines et puits de mines

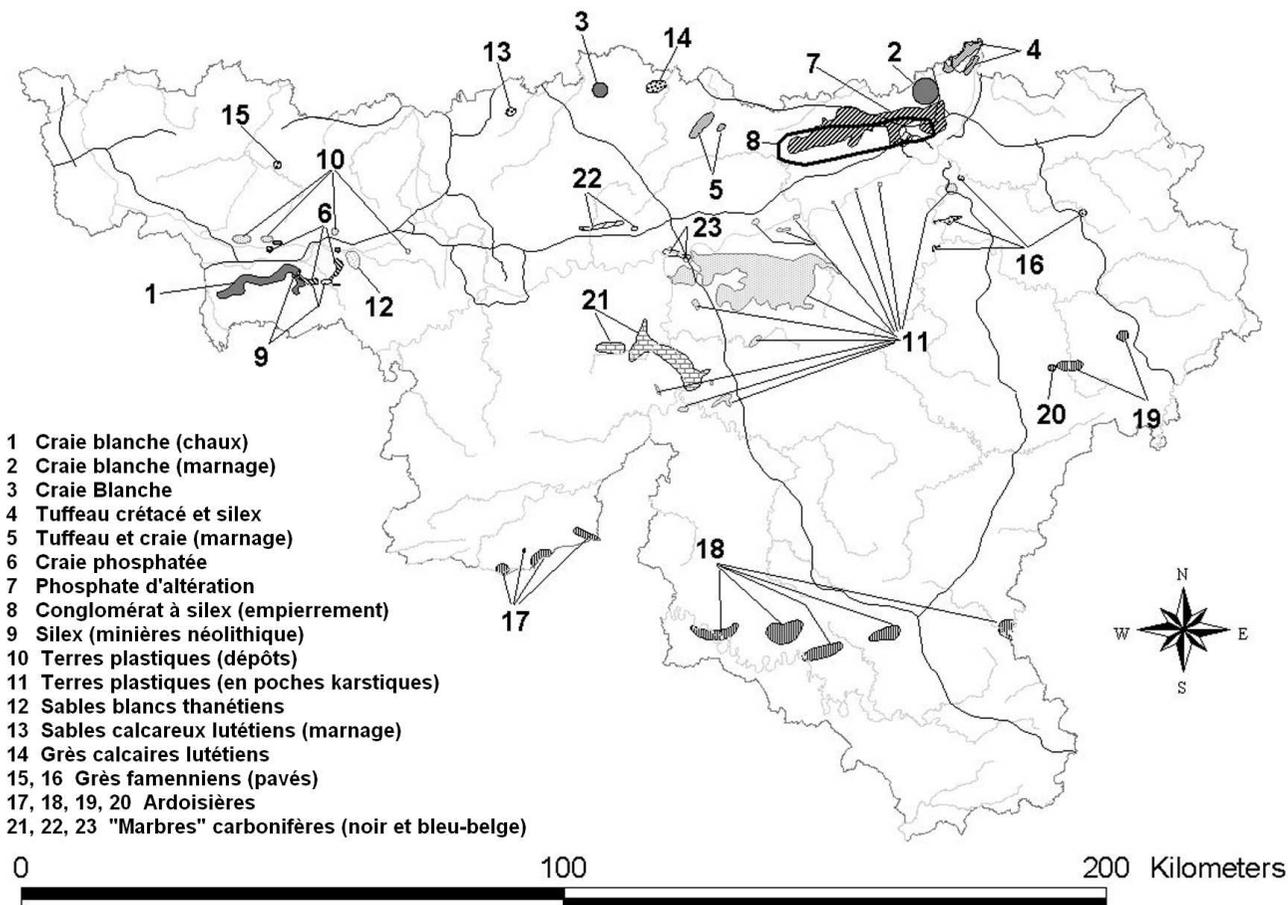
- Puits de 7 à 1450 m de profondeur
- 1 à 60 m<sup>2</sup> de section
- En moyenne : de 2 à 10 m<sup>2</sup>
- Remblayés en général sauf
- puits sur galerie d'exhaure (1 ) 2 m<sup>2</sup>)
- Pas de « cavité »
- Mais on considère vide possible de 30 m



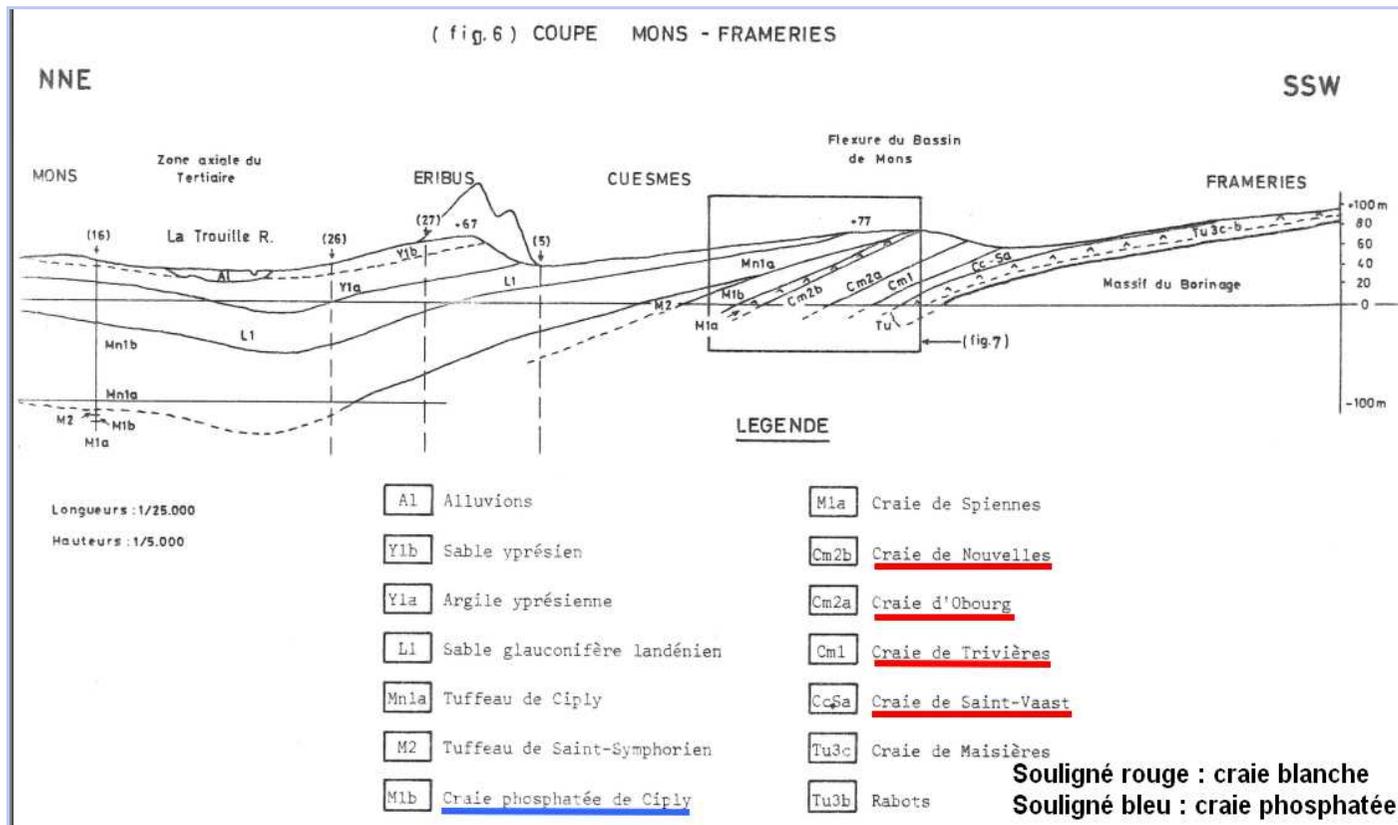
- Les opérations de retrait de 155 concessions minières, comportant plus de 6.000 puits et issues, permettent de vérifier cette cartographie sur le terrain, de la corriger et de compléter les données.
- Taux de puits et issues retrouvés : 10 à 30%.
- Les images LIDAR montrent des milliers d'anciens puits en zones boisées, sur d'anciennes concessions déjà retirées.

# Les carrières souterraines

- Exploitation libre avant 1852 (pas de traces administratives)
- Déclaration d'ouverture à partir de 1852.
- Tenue de plans obligatoire en 1935.
- Près de 4.500 carrières connues après 1852.
- Plus de 500 carrières connues avant 1852 (indices : accidents, point géologique, histoire locale, carrière accessible,...).
- Inventaire 2000-2003 (interne + marché de services).
- Compléments 2014-2019.

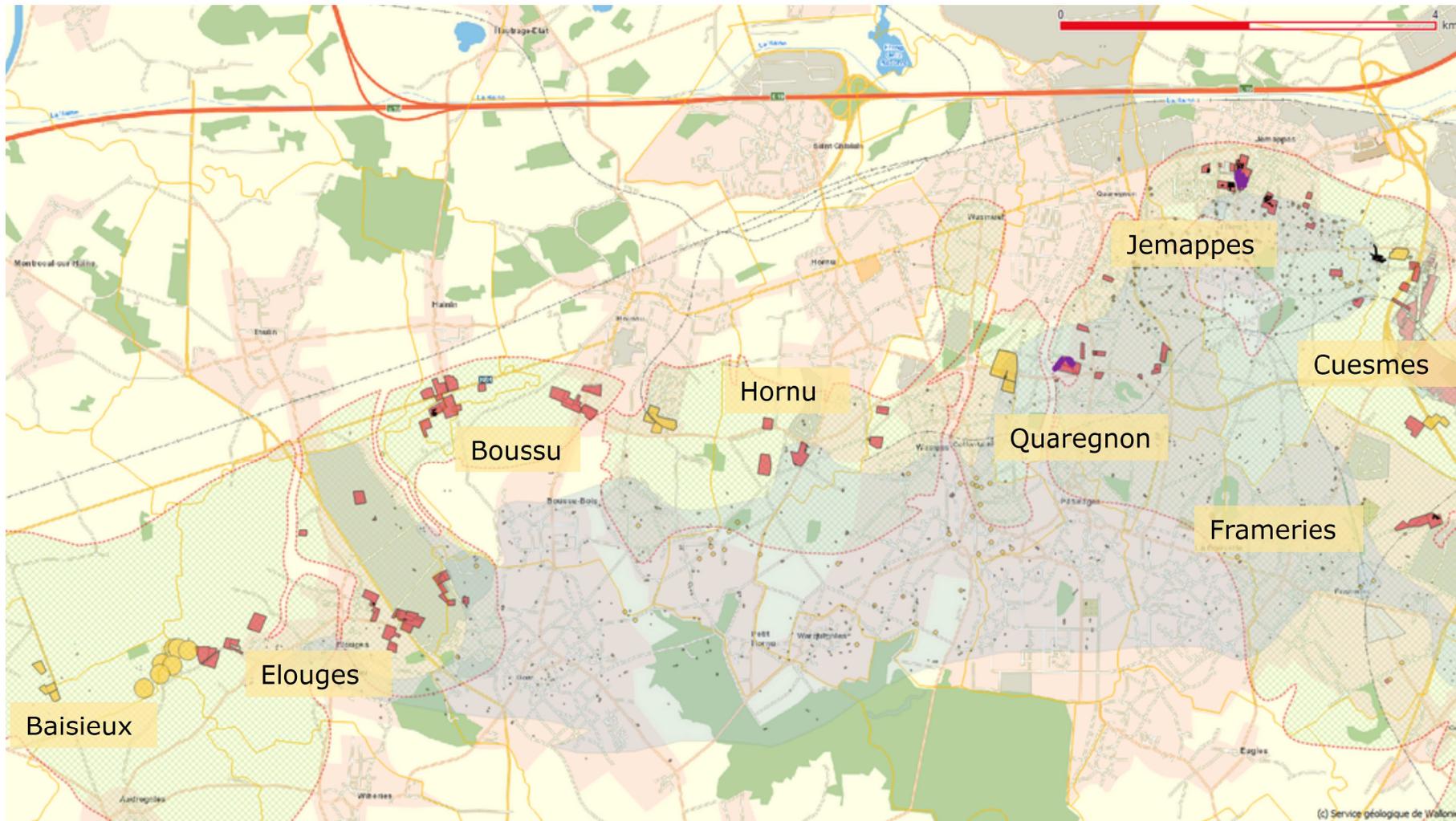


# Les carrières de craie du Hainaut



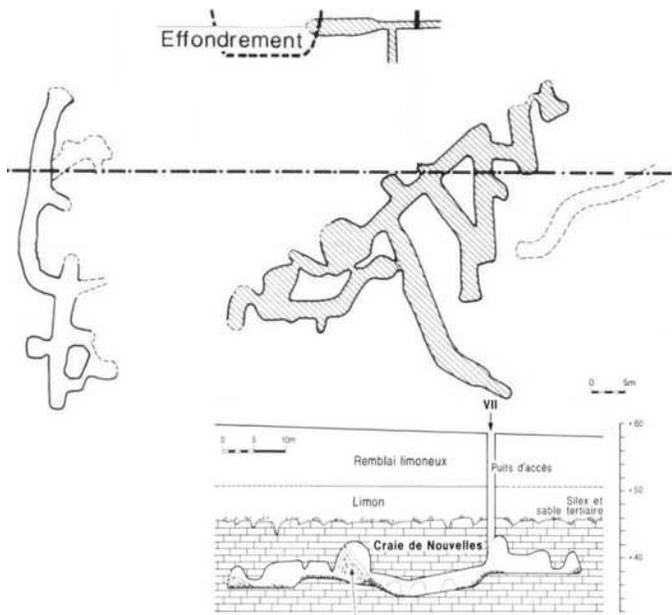
- Craie blanche, presque sans silex : du Coniacien au Campanien supérieur (formations de Saint-Vaast, de Trivières et d'Obourg-Nouvelles)
- Pour la fabrication de chaux
- Depuis le 15<sup>ème</sup> siècle au moins.
- Toutes inaccessibles, sauf 2.
- Presque toutes en zone d'influence minière.

# Les carrières de craie du Hainaut

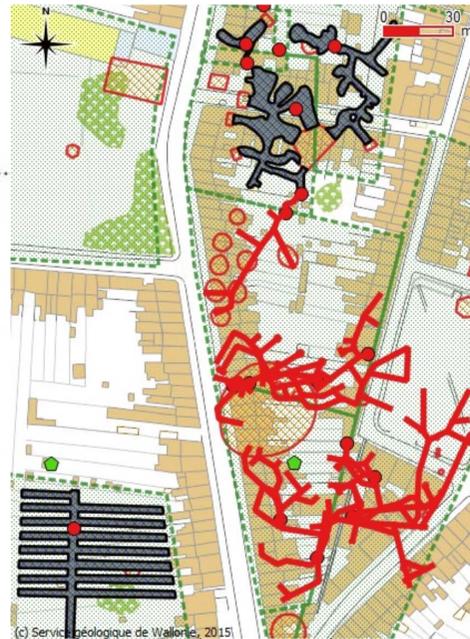


- Sur la bande d'affleurement des craies.
- A la limite nord du bassin houiller historique du Couchant de Mons

# Les carrières de craie du Hainaut



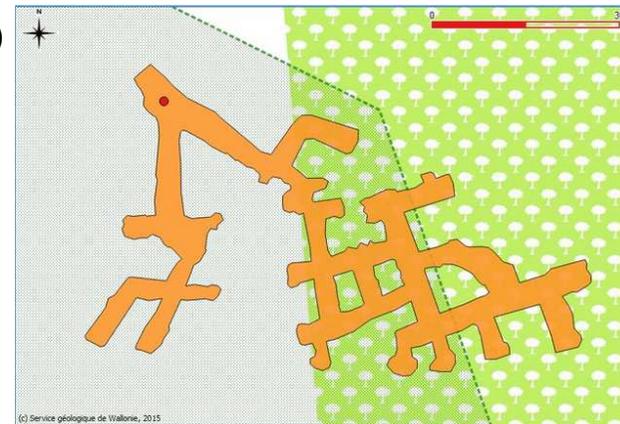
Plan et coupe d'une carrière sous le R5 à Cuesmes  
(Raedschelders *et al*, Institut géotechnique de l'Etat, 1987)



Jemappes, d'avant 1850 à 1895,  
deux niveaux (archives SPW, DRIGM)



Cuesmes, sur deux niveaux (vers 1850-70,  
archives Charb. du Borinage)



Frameries, à moins de 8 m de profondeur  
(< 1850, arch. SPW, DRIGM)

- Largeur des galeries : 2 à 4m
- Hauteur des galeries : 2 à 5 m (9m)
- Profondeur au toit : 6 à 30 m

# Les carrières de craie du Hainaut



Quaregnon (famille Taine, vers 1850-70, archives SPW, DRIGM)

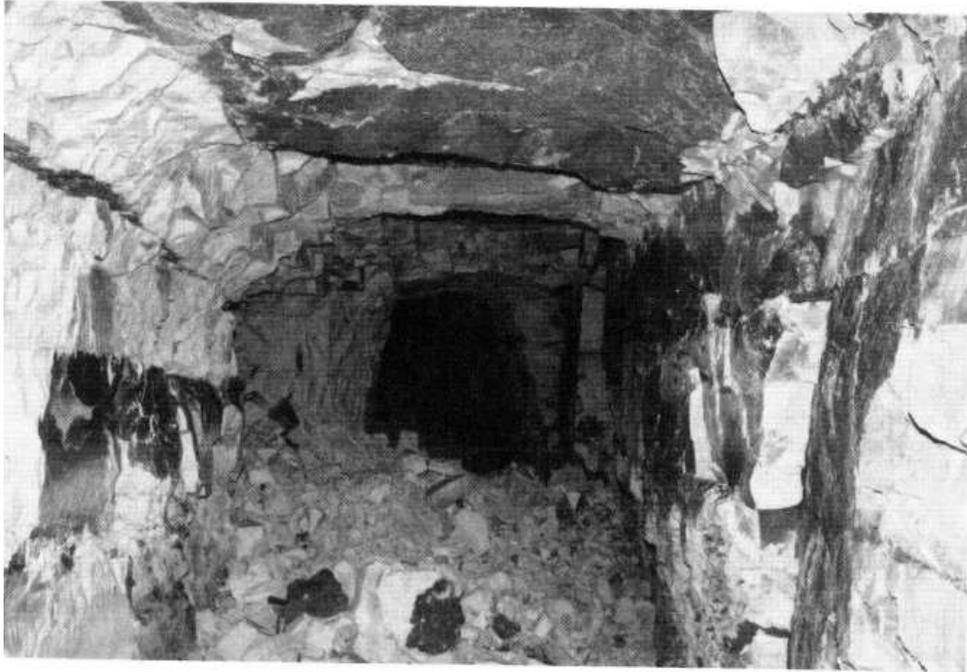


Elouges, vers 1860 (archives SPW, DRIGM)

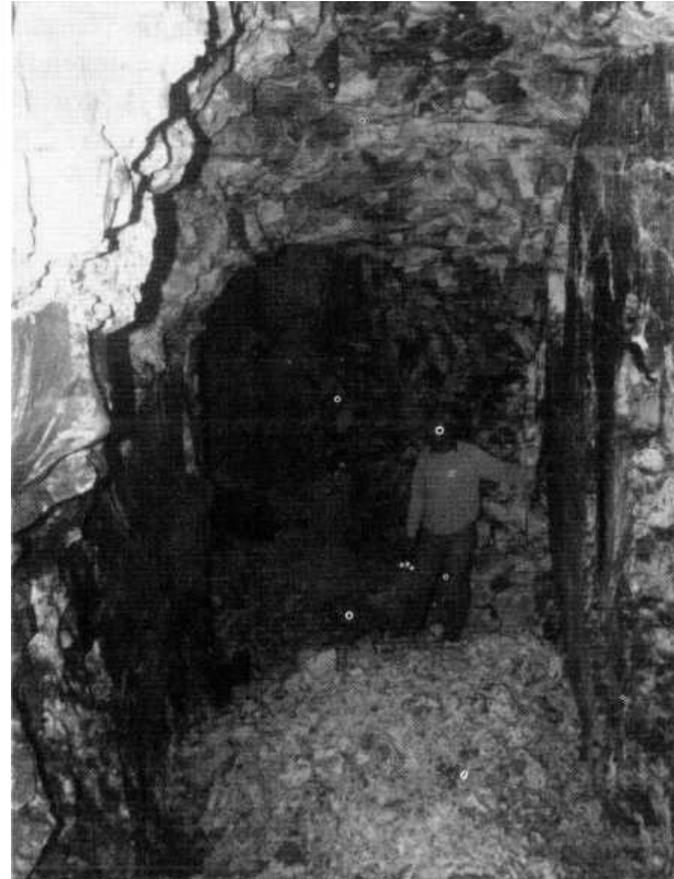
Caractéristiques de la cavité	Volume primaire disponible dans la cavité	Volume secondaire de la cheminée de fontis	Section fontis à la base	Rayon de base (diam. Majoré en surface) du fontis initial	Profondeur du fontis initial depuis la surface	Rayon (diamètre) du cratère secondaire en surface	Profondeur du cratère secondaire en surface
Carrefour de 4 galeries : largeur 3,5 m ; hauteur 5 m	269,5 m <sup>3</sup>	224,6 m <sup>3</sup>	12,2 m <sup>2</sup>	2,0 m (4,4 m)	18,3 m	6,75 m (13,5 m)	4,7 m
Carrefour de 4 galeries : largeur 2 m ; hauteur 3,5 m	72 m <sup>3</sup>	60 m <sup>3</sup>	4 m <sup>2</sup>	1,15 m (2,5 m)	15,0 m	4,35 m (8,7 m)	3,0 m
Galerie linéaire : largeur 3,5 m ; hauteur 5 m	196 m <sup>3</sup>	163,3 m <sup>3</sup>	21 m <sup>2</sup>	2,6 m (5,7 m)	7,8 m	6,1 m (12,2 m)	4,2 m
Galerie linéaire : largeur 2 m ; hauteur 3,5 m	50,2 m <sup>3</sup>	41,8 m <sup>3</sup>	6 m <sup>2</sup>	1,4 m (3,1 m)	7,0 m	3,85 m (6,7 m)	2,7 m

Calcul des dimensions des effets en surface sur des carrières de craie (A. Kheffi et D. Pacyna, 2018)

# Les carrières de craie du Hainaut



Carrière sous le R5 à Cuesmes  
(Raedschelders *et al*, Institut géotechnique de l'Etat, 1987)



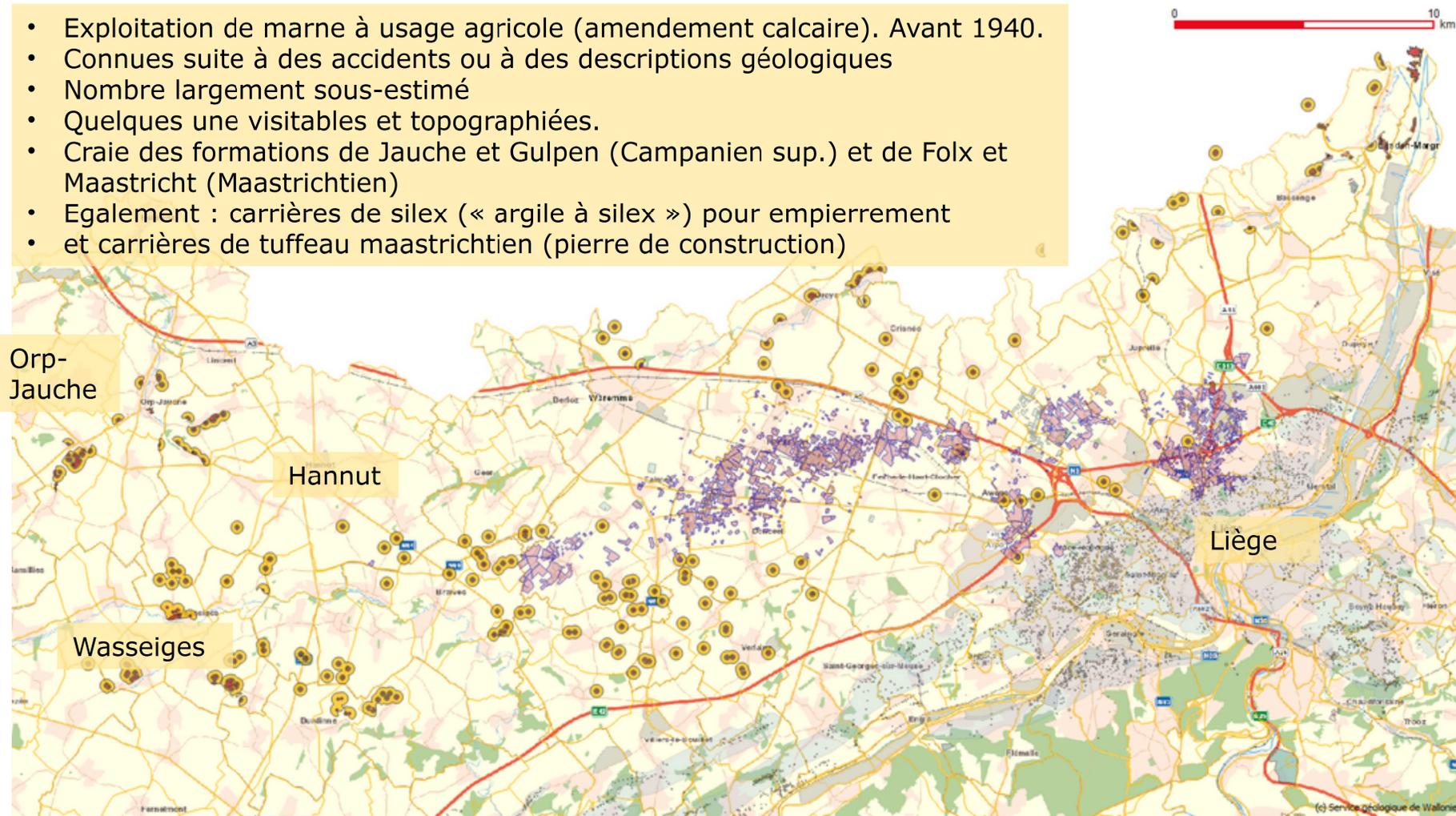
# Les carrières de craie du Hainaut



- Quelques rares topographies, toutes de l'époque de l'exploitation (sauf 2).
- Interaction avec la zone charbonnière (puits, zone d'influence)

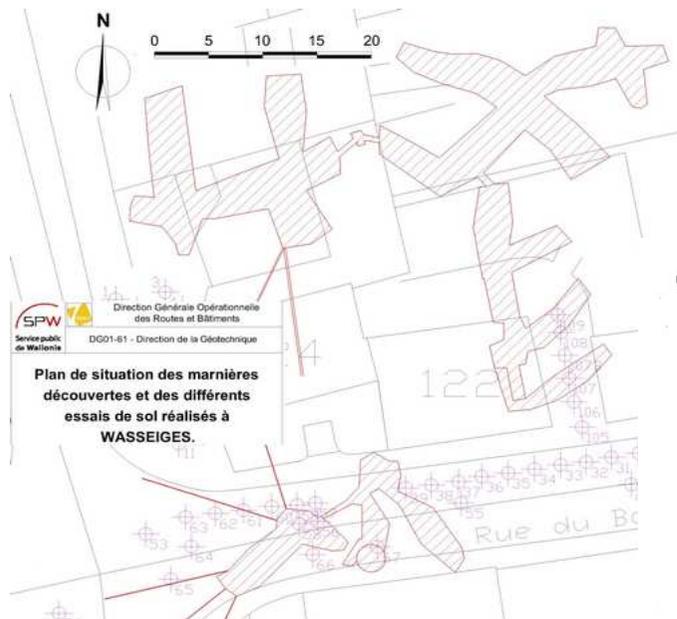
# Les carrières de craie de Hesbaye liégeoise « marnières »

- Exploitation de marne à usage agricole (amendement calcaire). Avant 1940.
- Connues suite à des accidents ou à des descriptions géologiques
- Nombre largement sous-estimé
- Quelques une visitables et topographiées.
- Craie des formations de Jauche et Gulpen (Campanien sup.) et de Folx et Maastricht (Maastrichtien)
- Egalement : carrières de silex (« argile à silex ») pour empierrement
- et carrières de tuffeau maastrichtien (pierre de construction)

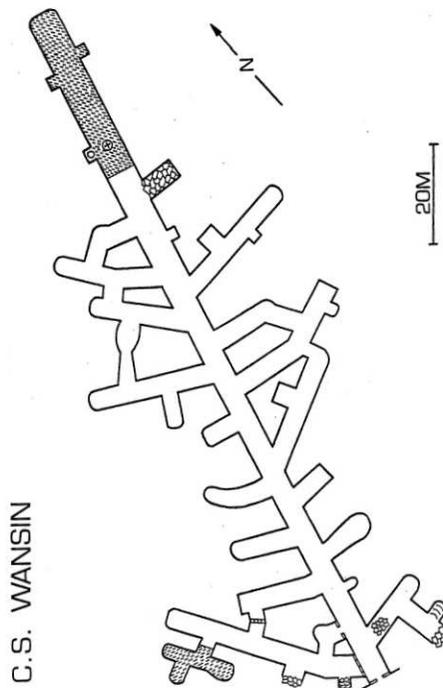




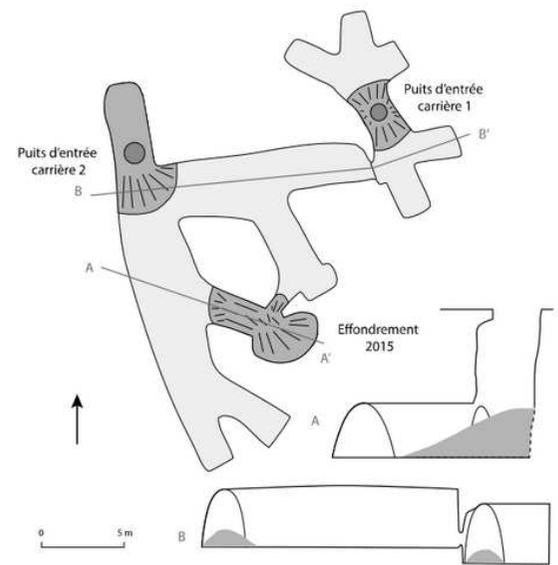
# Les carrières de craie de Hesbaye liégeoise « marnières »



Wasseiges (carrières du centre, topo SPW)

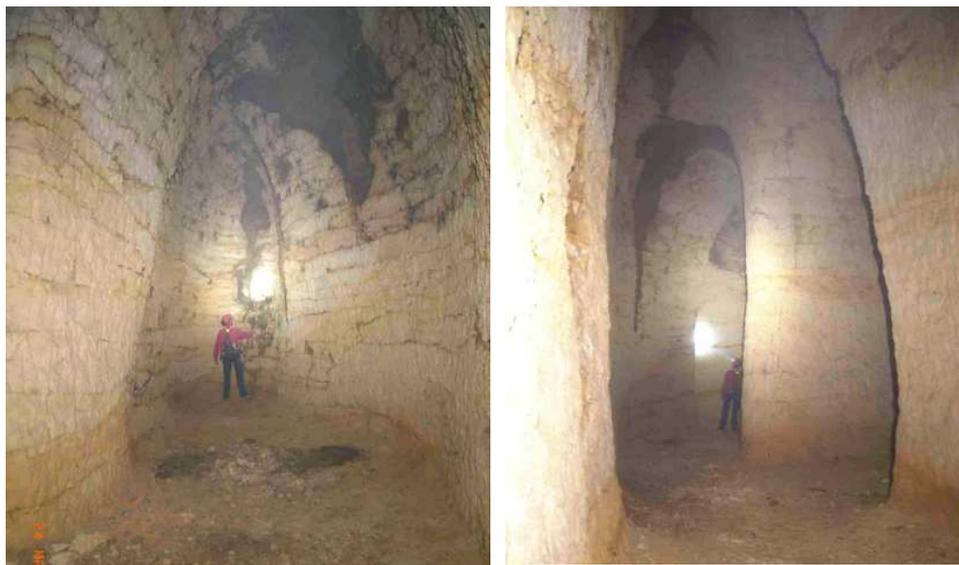


Wansin (Orp-Jauche) (carrière à flanc de vallée)  
Caubergs, 1991



Jauche-la-Marne (carrière de l'étang, topo SPW)

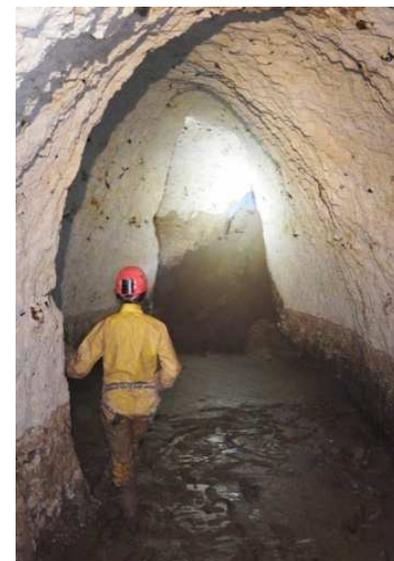
# Les carrières de craie de Hesbaye liégeoise « marnières »



Wasseiges (carrière de la grange, photo SPW)



Grâce-Hollogne (carrière du bassin d'orage, photo SPW)



Jauche-la-Marne (carrière de l'étang, photo SPW)

Photos SPW : L. Funcken et O. Vrielynck)

# Les carrières de craie de Hesbaye liégeoise « marnières »



Bassenge. Carrière Pach-Lauw (silex, à flanc de coteau)

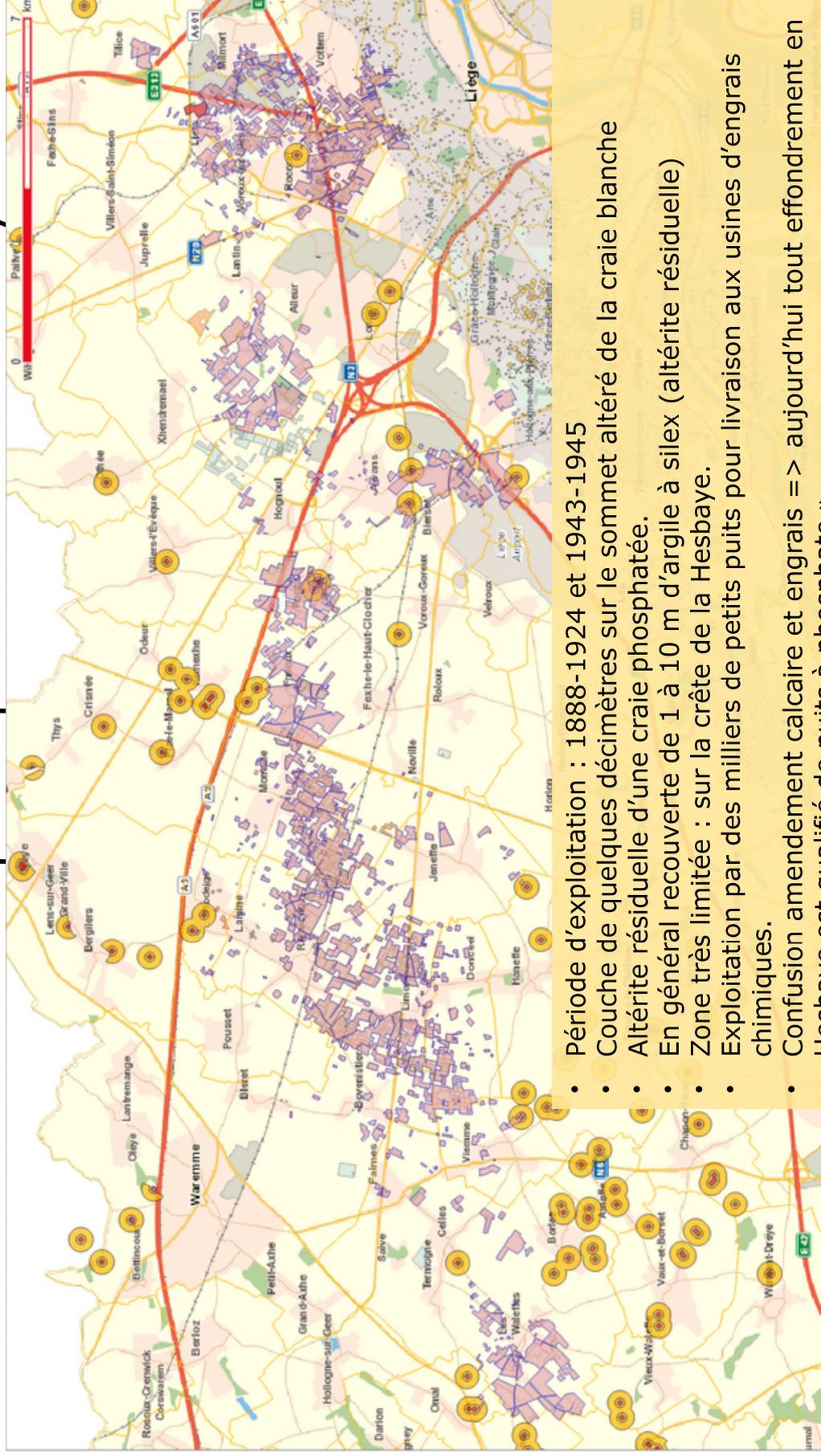
## C.S. CASTER PARTIE BELGE



TOPO: Breula-1983

Lanaye. Carrières de Caster (Tuffeau, Caubergs, 1991)

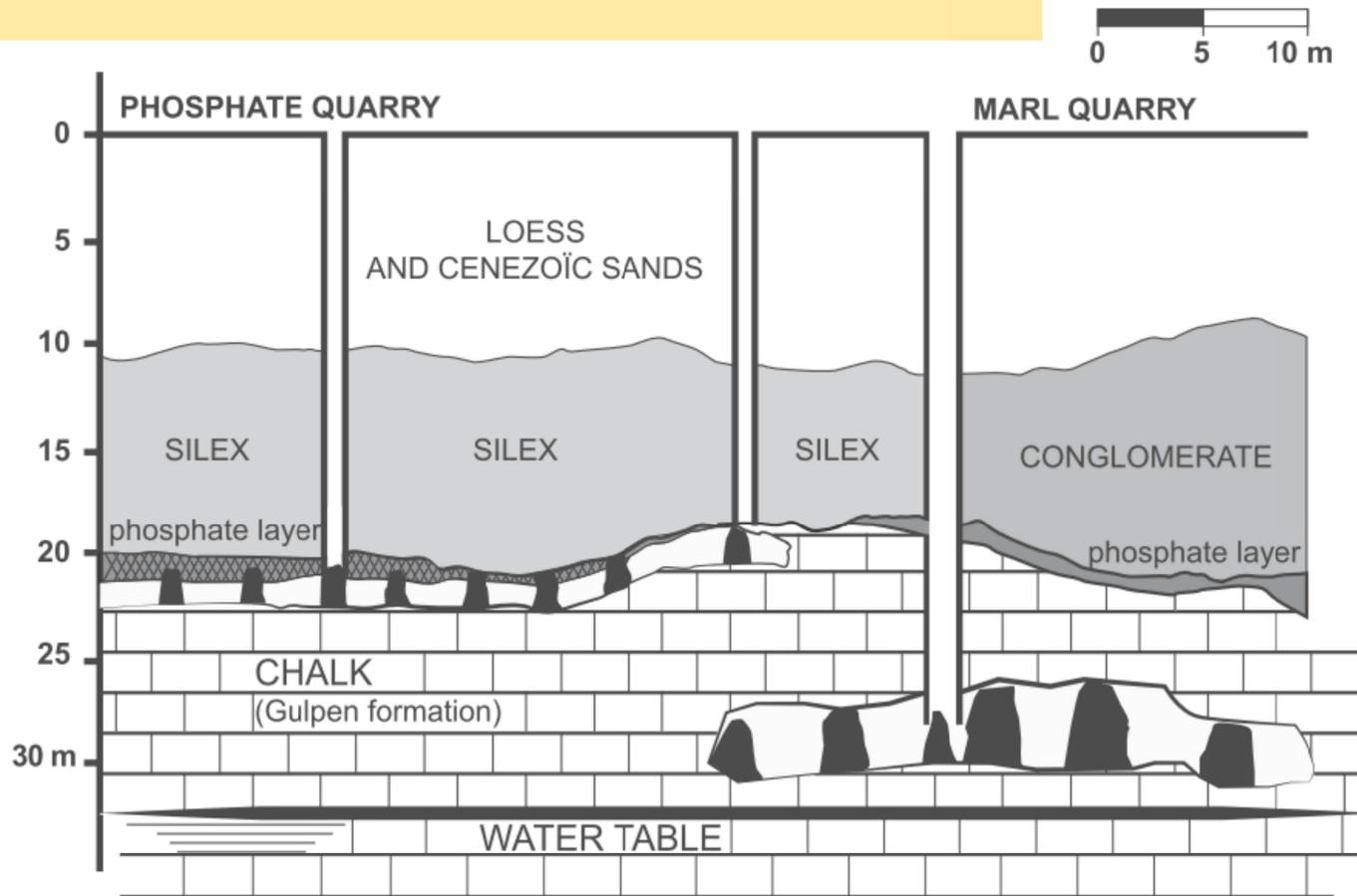
# Les carrières de phosphate de Hesbaye



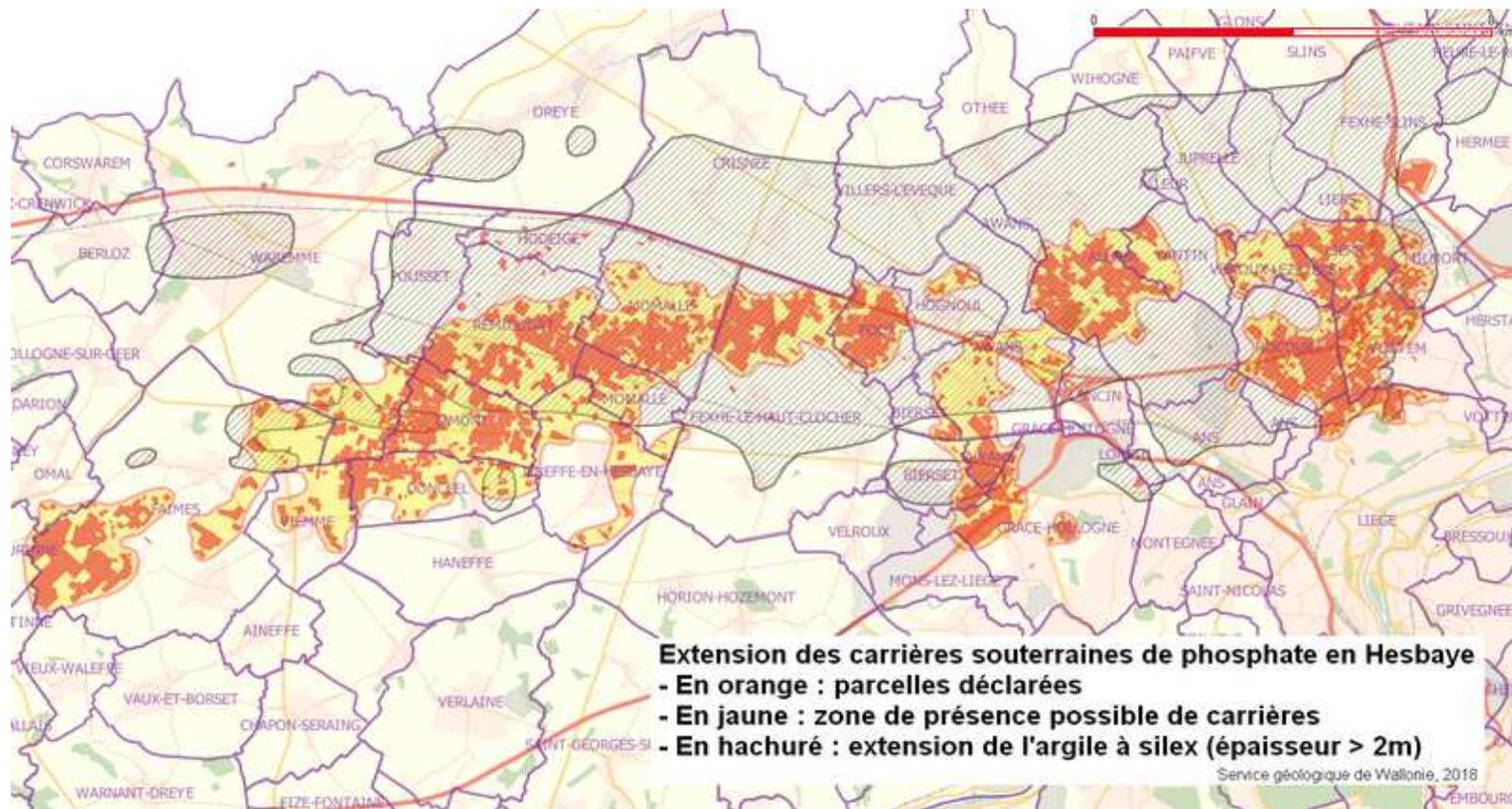
- Période d'exploitation : 1888-1924 et 1943-1945
- Couche de quelques décimètres sur le sommet altéré de la craie blanche
- Altérite résiduelle d'une craie phosphatée.
- En général recouverte de 1 à 10 m d'argile à silex (altérite résiduelle)
- Zone très limitée : sur la crête de la Hesbaye.
- Exploitation par des milliers de petits puits pour livraison aux usines d'engrais chimiques.
- Confusion amendement calcaire et engrais => aujourd'hui tout effondrement en Hesbaye est qualifié de puits à phosphate » *prophète en son exploitation (voir 57)*.
- => sous-estimation des risques liés aux marnières.

# Les carrières de phosphate de Hesbaye

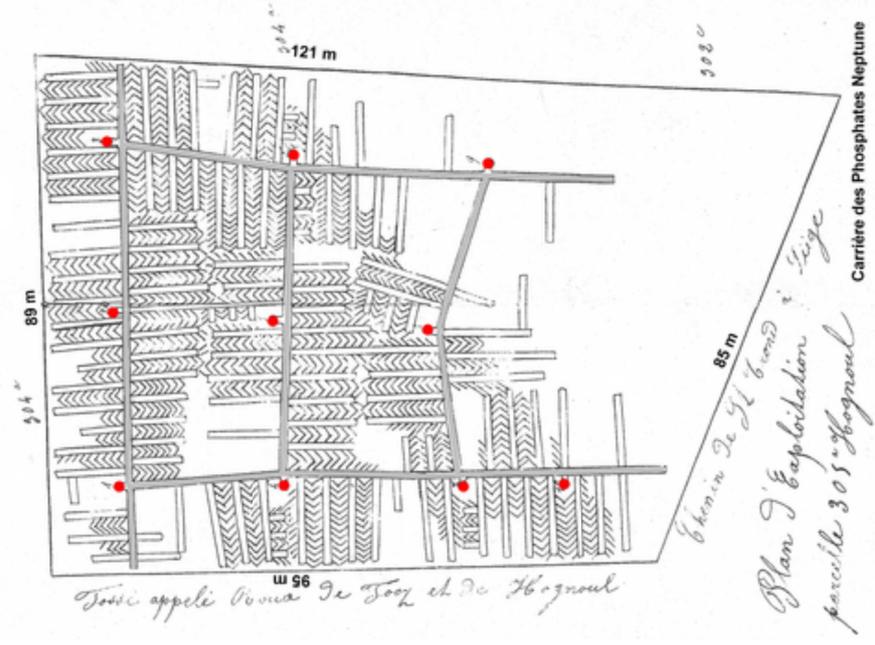
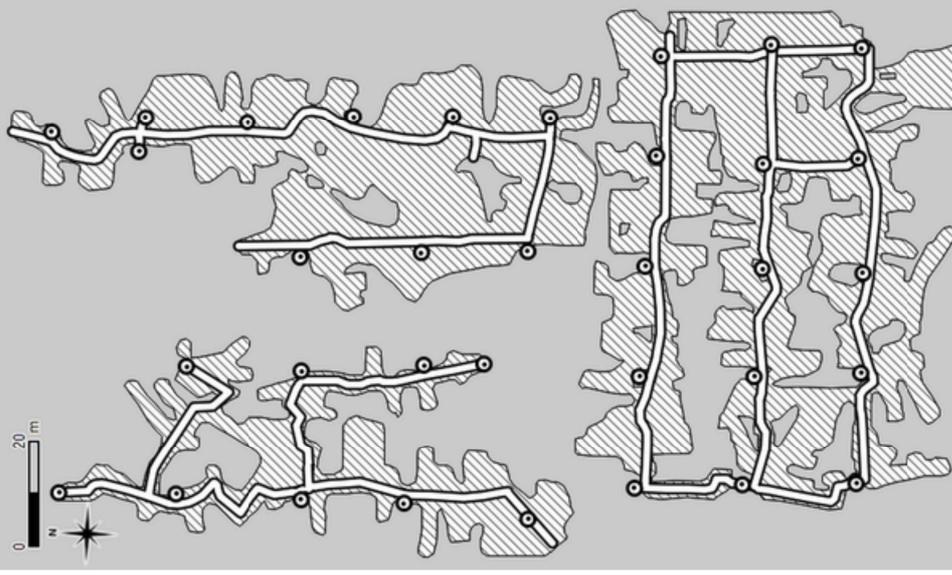
- Coupes type montrant la géologie de surface en Hesbaye et la situation respective, à l'échelle, des carrières de phosphate et de craie (« marnières ») Période d'exploitation : 1888-1924 et 1943-1945



# Les carrières de phosphate de Hesbaye



# Les carrières de phosphate de Hesbave



Plan de l'exploitation des Phosphates Neptune, à Hognoul, avec ses puits (rouge), maîtresses-galeries (gris), galeries secondaires et chantiers (hachuré). (Dossier provincial)

Plan d'une exploitation de phosphate en Hesbave, avec ses puits, ses maîtresses-galeries et ses chantiers (hachuré).

(Redessiné d'après Calembert, 1947).

- Section des puits : 0,7 à 1,2 m de diamètre
- Section des maîtresses-galeries :  $h = 1$  à  $1,7$  m;  $l = 0,8$  à  $1$  m
- Ouverture des chantiers :  $< 1$  m en général
- Profondeur au toit : 7 à 27 m

# Les carrières de phosphate de Hesbaye



- Effondrements sur puits très fréquents
- Fontis : 1 à 1,5 m diamètre et 3 à 5 m de prof.
- Evolution du fontis : 5 m diamètre; 1,4 m prof.
- Conformité calcul/terrain

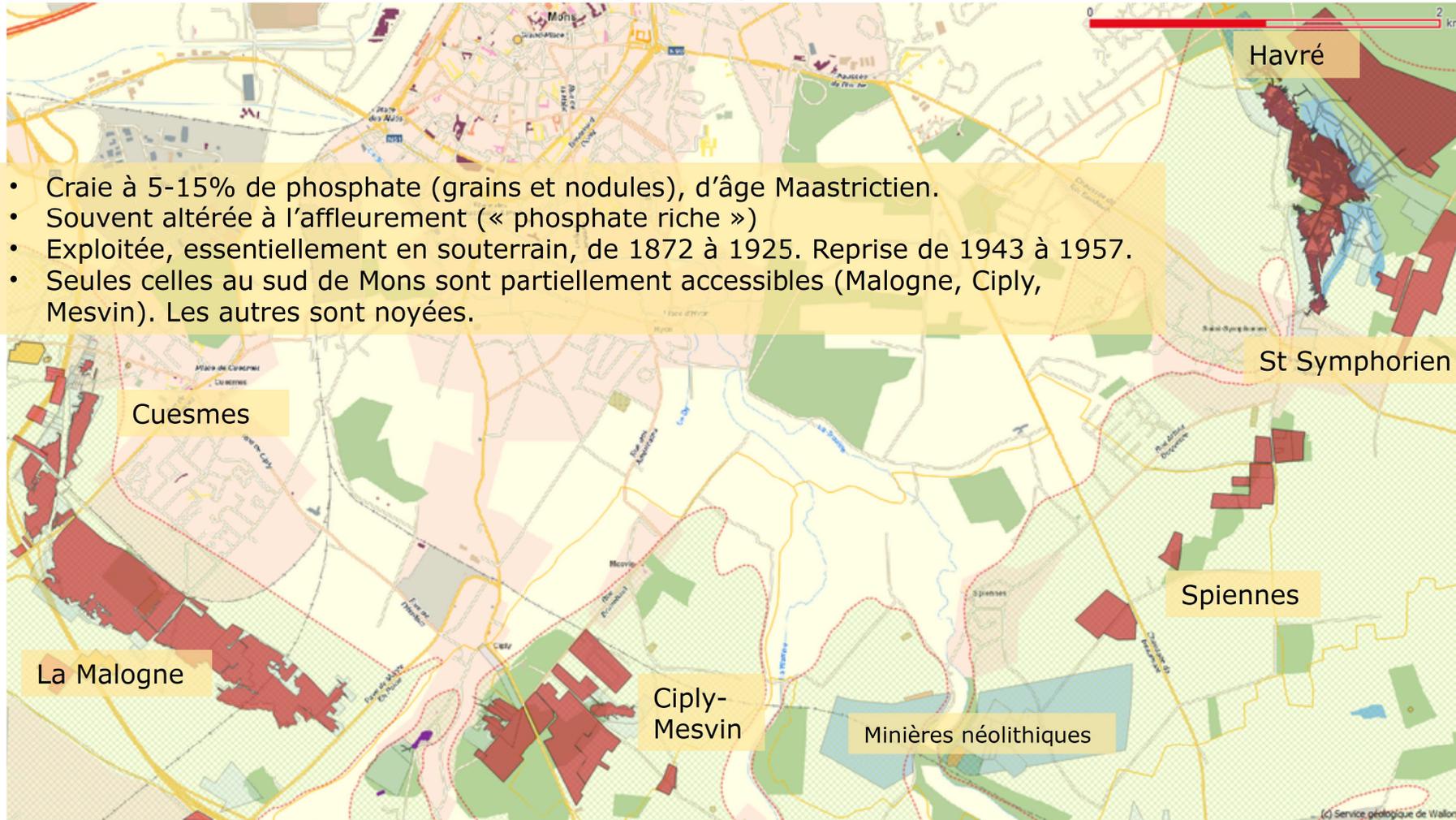


Photos SPW (Dir. De la géotechnique)  
et extrait d'une photo aérienne de 2015 (SPW).

Lille 14 novembre 2019

33

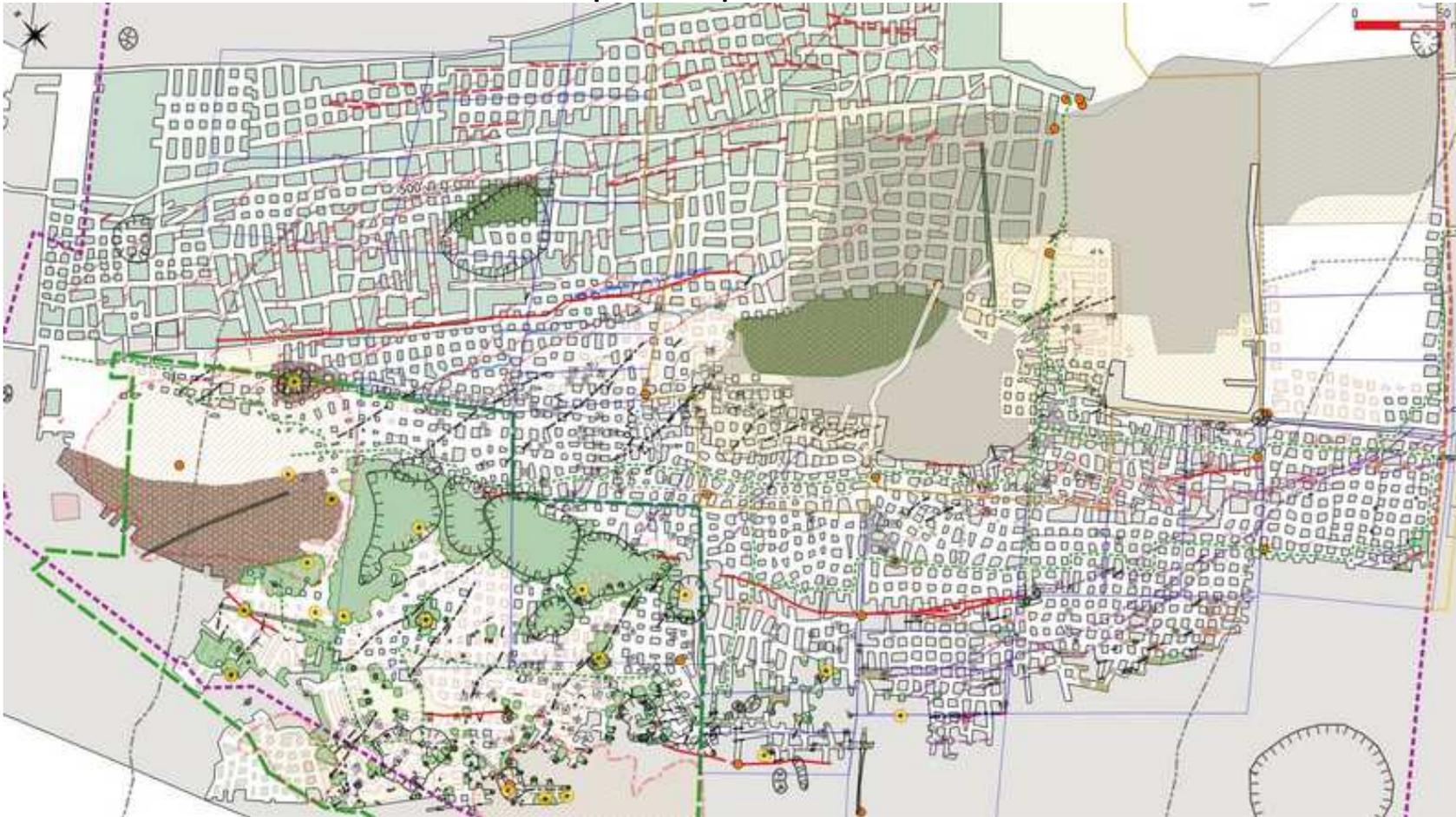
# Les carrières de craie phosphatée de Mons



# Les carrières de craie phosphatée de Mons

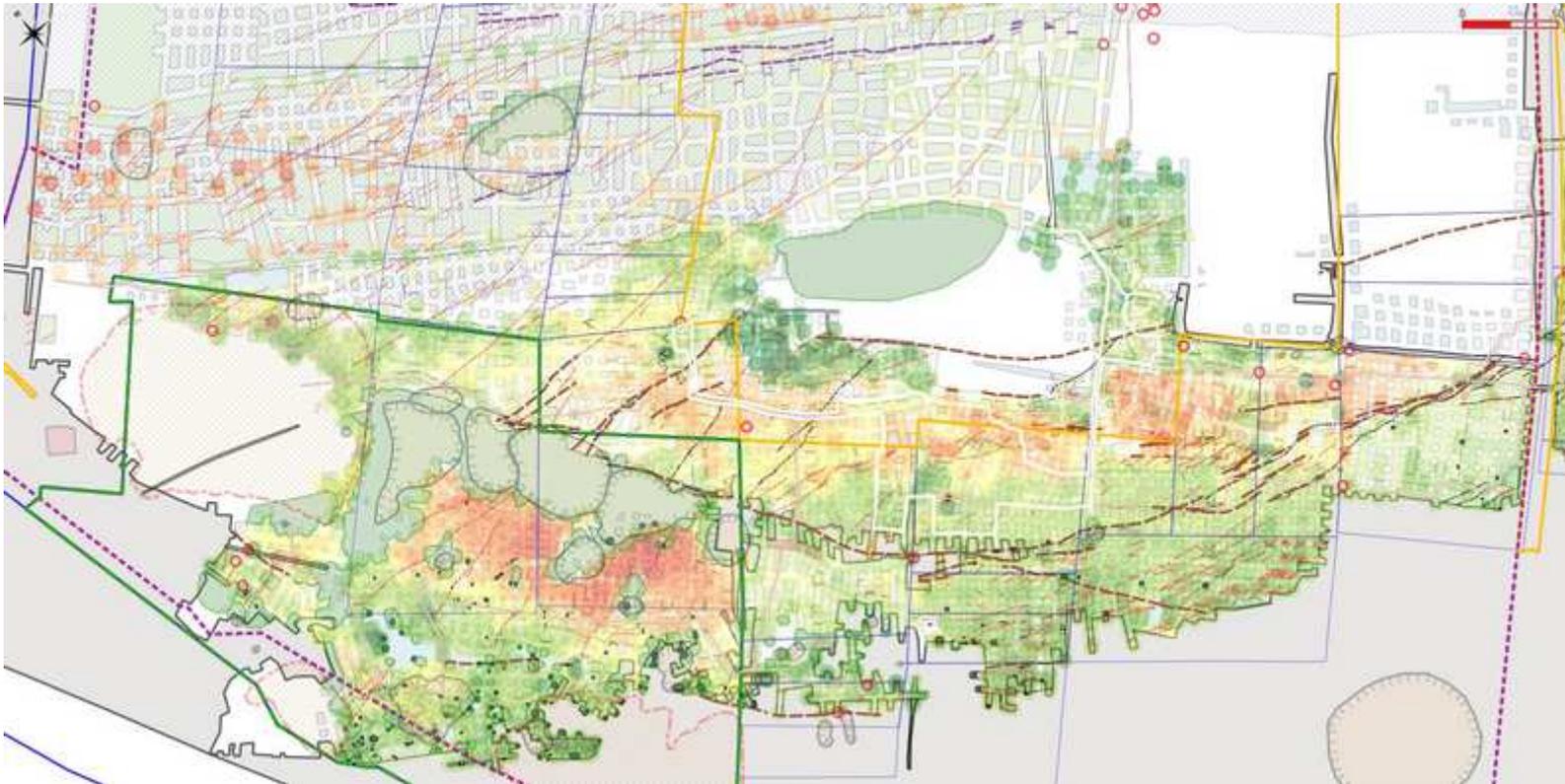
- Exploitations par chambres et piliers abandonnés.
- Chambre de 4 m de largeur
- Piliers de 4 à 5 m de côté, disposé en rangs et, plus rarement, en quinconce.
- Hauteur des chambres : 1,5 à 9,6 m (en moyenne : 2,5 à 6 m).
  
- Exploitation sur 1 seul niveau (parfois 2).
- Exploitation en grande partie sous le niveau de la nappe => rabattement.
  
- Fracturation tectonique naturelle.
- Fracturation minière avant, pendant et après l'exploitation (Cuesmes).
- Karstification marquée de la couverture calcaire et de la craie phosphatée (racines de poches à plus de 30 m de profondeur).
  
- Effondrements locaux.
- Effondrement par vidange de poches de sables (Cuesmes).
- Effondrements généralisés (au moins 3 à Cuesmes, dont 2 d'un hectare en 1932/34 et 2015)

# Les carrières de craie phosphatée de Mons



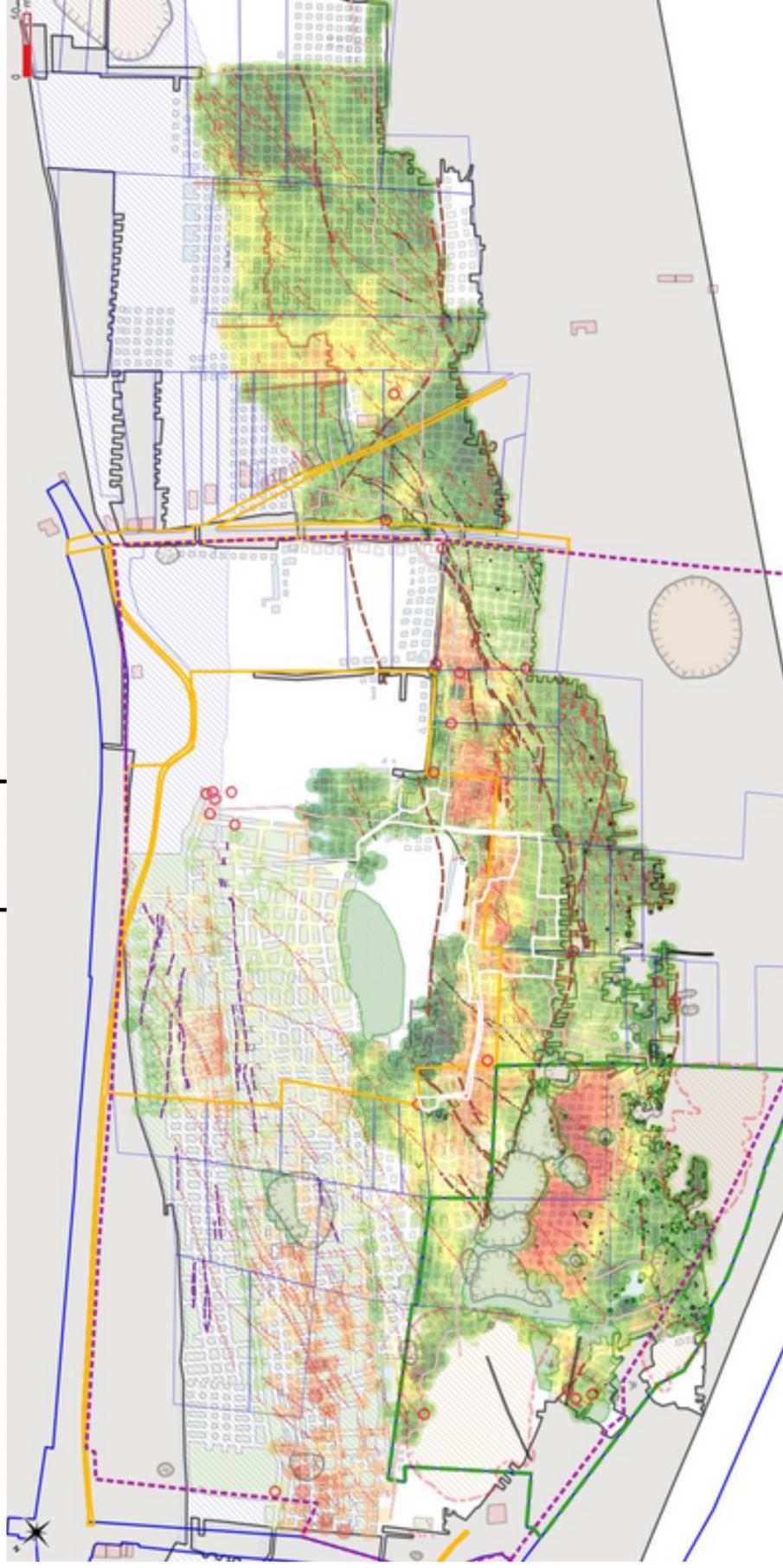
- Carrières souterraines de la Malogne (Cuesmes)
- Topo SPW Dir de la Géotechnique, adaptée et corrigée par projet Malogne.
- Partie nord : topo archives Charbonnages du Borinage
- Intégration de la fracturation naturelle et minière (Proj. Mal. Et Dir Géotech)
- 2018

# Les carrières de craie phosphatée de Mons



- Topo SPW Dir de la Géotechnique, adaptée et corrigée par projet Malogne.
- Partie nord : topo archives Charbonnages du Borinage
- Intégration de la fracturation naturelle et minière et des hauteurs de galeries (de 1,5 à 9,6 m, du vert au rouge) (Projet Malogne, T. Georgieva et Dir Géotech., 2019)

# Les carrières de craie phosphatée de Mons



- Topo SPW Dir de la Géotechnique, adaptée et corrigée par projet Malogne.
- Partie nord : topo archives Charbonnages du Borinage
- Intégration de la fracturation naturelle et minière et des hauteurs de galeries (de 1,5 à 9,6 m, du vert au rouge) (Projet Malogne, T. Georgieva et Dir Géotech., 2019)

# Les carrières de sables et de grès du Brabant wallon

- Exploitations, localisées au Brabant wallon (Waterloo, Braine-l'Alleud, Nivelles...), de :
  - Sables calcaires d'âge Lutétien (« Bruxellien »);
  - Grès calcaires de même âge ou d'âge Ledien
- On y compte aussi les carrières de « pierre de Gobertange ».
- Exploitation par courtes galeries divagantes ou tournantes (1,5 à 2 m de hauteur pour 1 à 1,5 m de largeur) autour d'un puits (diam. 1 à 1,5 m)
- Profondeur au toit : 5 à 20 m.
- Effondrements fréquents de 1,5 à 2 m de diamètre pour 6 m de profondeur.
- Il peut évoluer jusqu'à plus de 5 m de diamètre pour 1,5 m de profondeur.

# Les carrières de sables et de grès du Brabant wallon



- Exploitations, localisées au Brabant wallon (Waterloo, Braine-l'Alleud, Nivelles...), de :
  - Sables calcaires d'âge Lutetien (« Bruxellien »);
  - Grès calcaires de même âge ou d'âge Ledien
- On y compte aussi les carrières de « pierre de Gobertange ».
- Exploitation par courtes galeries divagantes ou tournantes (1,5 à 2 m de hauteur pour 1 à 1,5 m de largeur) autour d'un puits (diam. 1 à 1,5 m)
- Profondeur au toit : 5 à 20 m.
- Effondrements fréquents de 1,5 à 2 m de diamètre pour 6 m de profondeur.
- Il peut évoluer jusqu'à plus de 5 m de diamètre pour 1,5 m de profondeur.

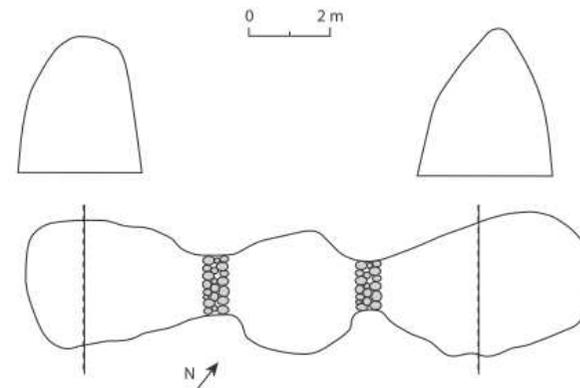
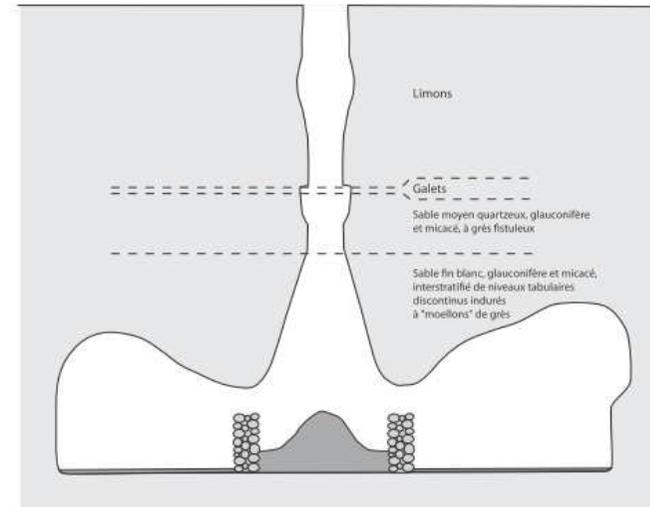
# Les carrières de sables et de grès du Brabant wallon



Nivelles près de la N93 (diamètre 2,5 à 2,8 m, profondeur 5,5 m) (2019, photo F. Van Dijck, Service public de Wallonie, Cellule Avis et Conseils Effondrements).



Extrait d'un rapport par L. Funcken (Direction de la Géotechnique) et O. Vrielynck (Direction de l'Archéologie), Service public de Wallonie



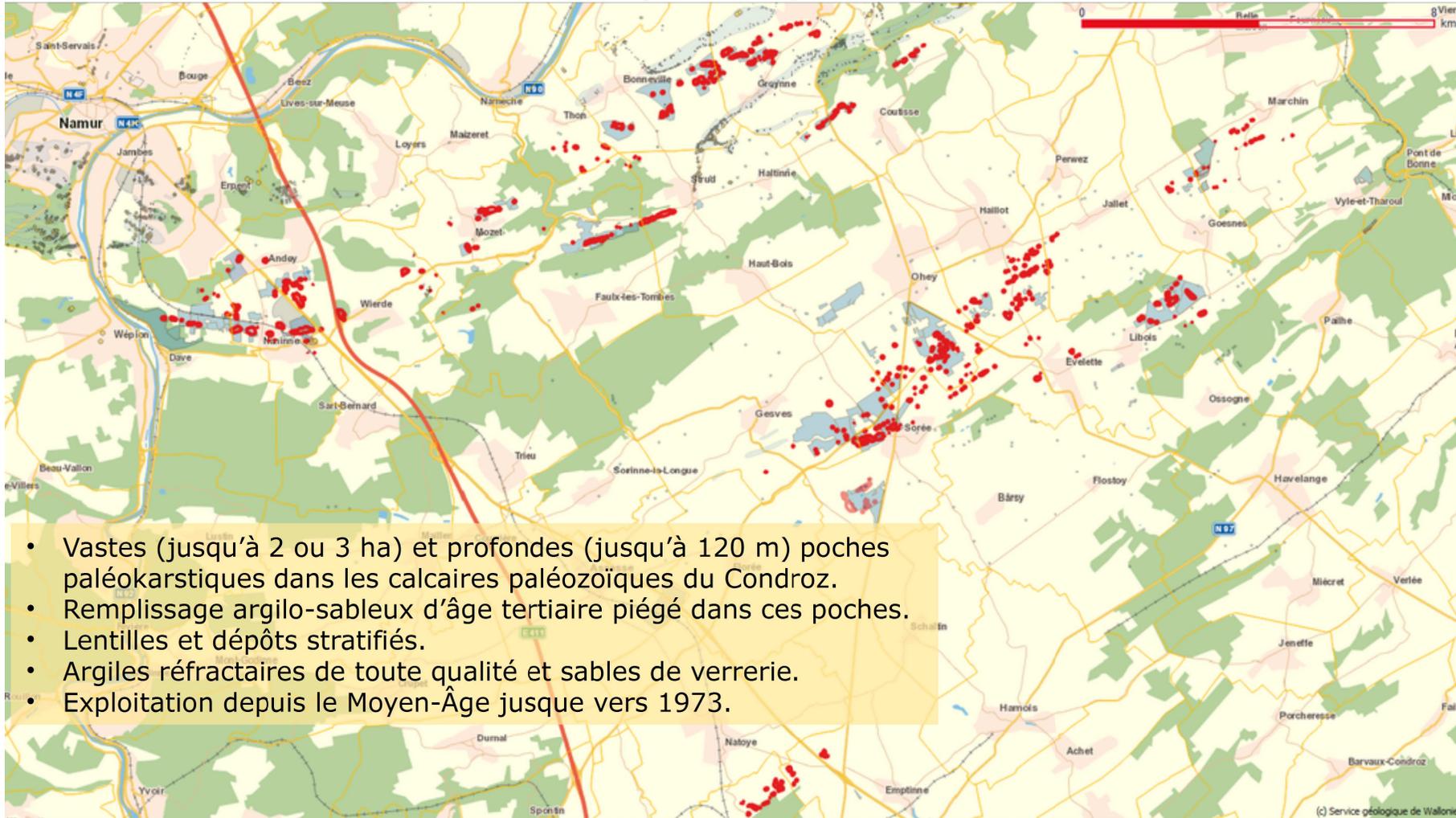
Coupe et plan d'une carrière souterraine de sables calcaires bruxelliens à Waterloo

Echelle : 1/100e

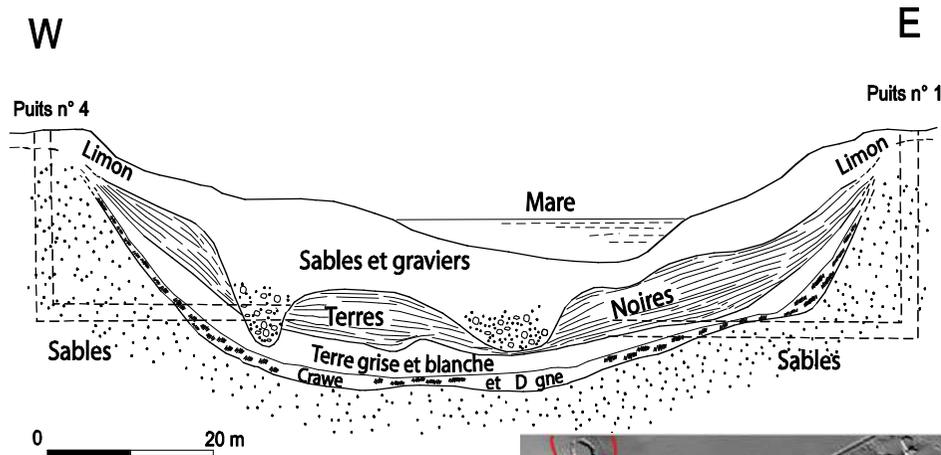
Dessin O. Vrielynck



# Les carrières de terres plastiques du Condroz



# Les carrières de terres plastiques du Condroz



Coupe d'une poche de terres plastiques

Mertens, 1942

Traces des « défoncés » d'exploitations  
souterraines de terres plastiques  
sur les images LIDAR 2014 du SPW

