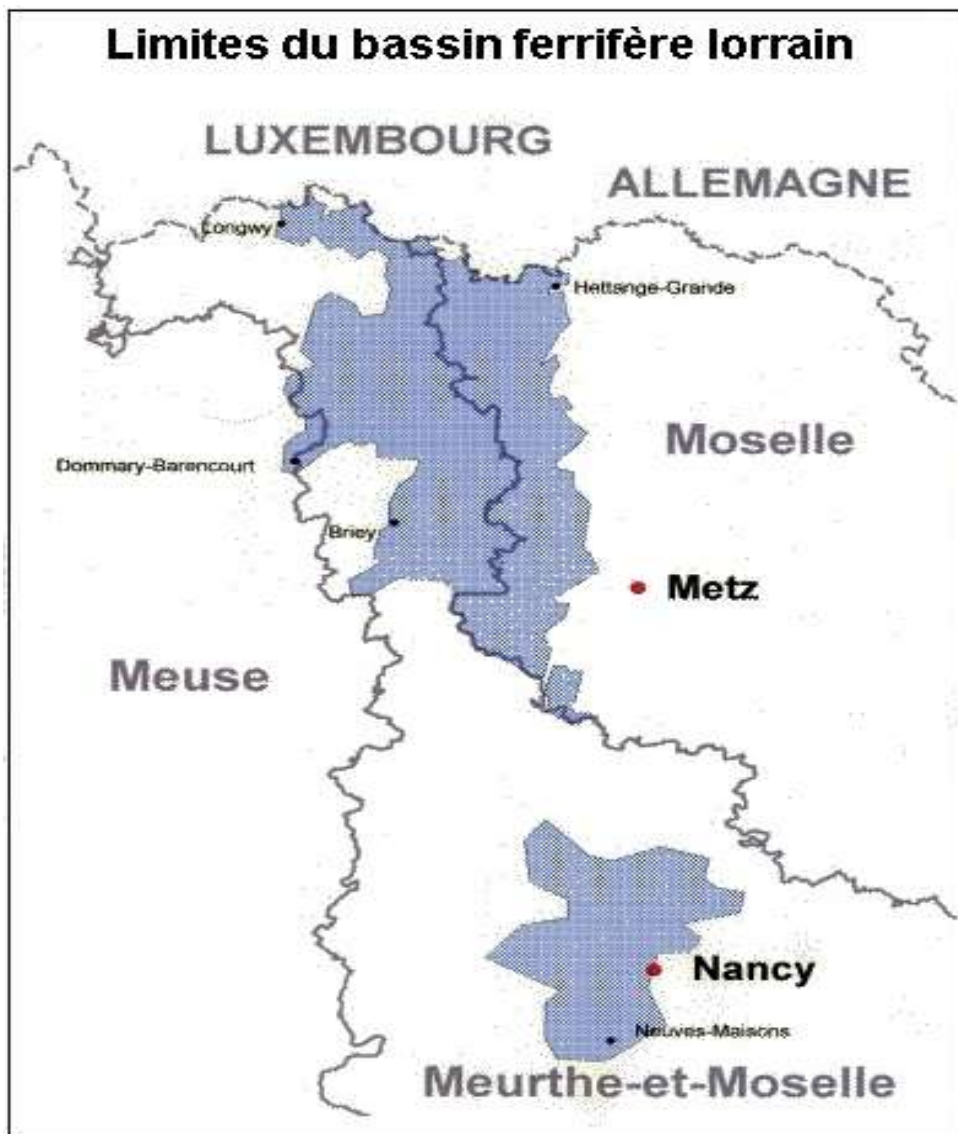


Méthodologie d'évaluation des
instabilités dans le bassin ferrifère
lorrain
Cas de l'affaissement d'Angevillers
(57)

CFMR – Réunion technique du 08/12/11



Le bassin ferrifère lorrain



- Le bassin ferrifère s'étend sur 120 km du nord au sud et sur 30 km d'ouest en est

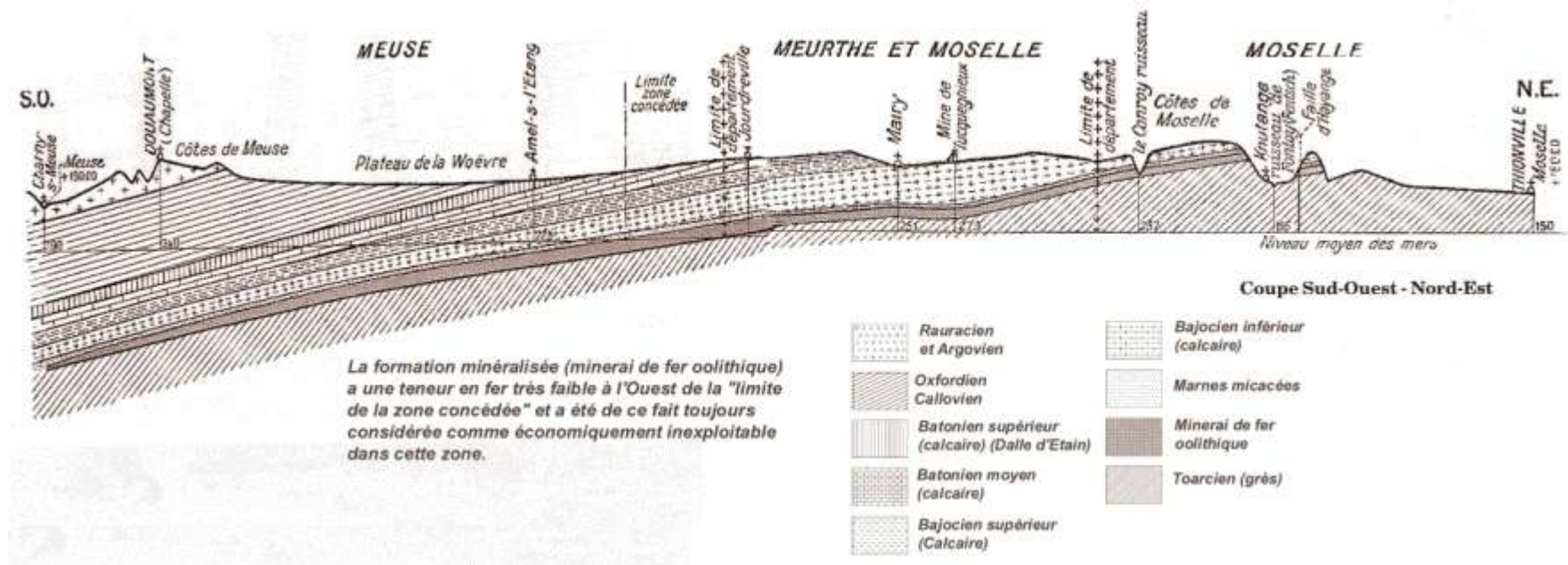
Il est divisé en deux parties principales :

- le bassin de Briey-Longwy-Thionville au nord, qui couvre 1300 km²
- le bassin de Nancy au sud, qui couvre 380 km²

Pour information, le bassin ferrifère c'est :

- 50 400 ha influencés par les exploitations minières
- 40 000 km de galeries
- 1 milliard de m³ de vides résiduels
- 250 millions de m³ d'eau pompés et rejetés dans le milieu naturel par an pendant l'extraction du minerai
- 165 communes concernées par les travaux miniers

Caractéristiques du gisement ferrifère lorrain

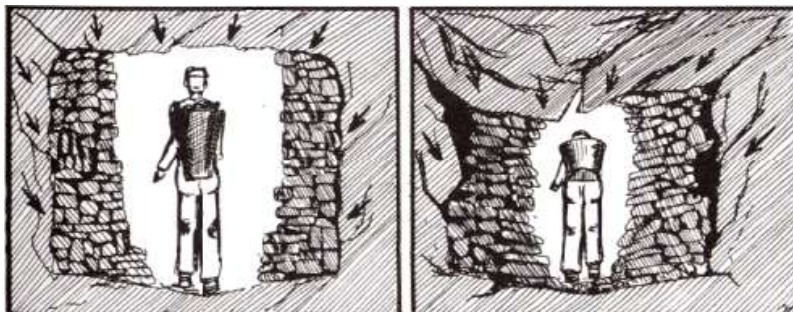
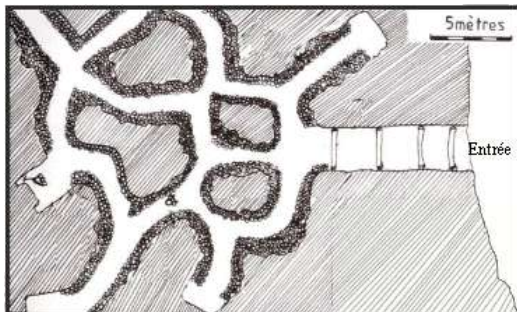


- Le gisement se trouve dans des dépôts sédimentaires oolithiques de l'Aalénien
- Sa teneur en fer est de 32%
- Le gisement est sub-horizontale : le pendage est d'environ 3% vers l'ouest
- Les exploitations ont été menées depuis l'affleurement jusqu'à environ 250 m de profondeur
- Le gisement est sub-horizontale : le pendage est d'environ 3% vers l'ouest
- Le recouvrement se caractérise notamment par la présence de deux horizons distincts : le calcaire de Jaumont et les marnes de Charenes
- Selon les concessions, une ou plusieurs couches, séparées par des intercalaires d'épaisseur variable ont été exploitées sur une même verticale

Les différents types d'exploitation

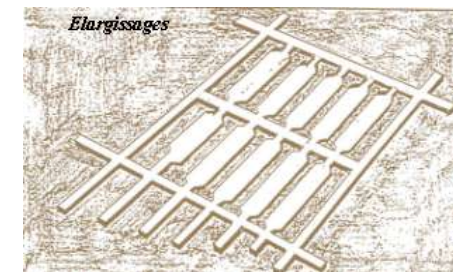
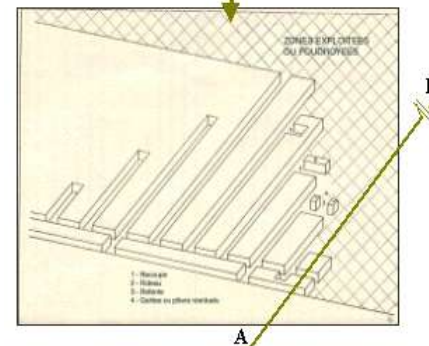
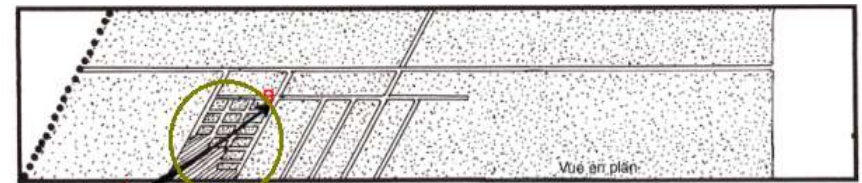
Les techniques anciennes

- Exploitations menées depuis l'affleurement
- Tailles et formes des galeries et piliers très diverses mais de faibles dimensions
- Galeries partiellement remblayées avec blocs de stériles empilés pour soutenir le toit dimensions



Les techniques modernes

- Les exploitations en chambres et piliers foudroyés
- Les exploitations en chambres et piliers abandonnés :



Les phénomènes redoutés sur le bassin ferrifère lorrain

- Les affaissements progressifs
- Les effondrements brutaux
- Les effondrements localisés (fontis) qu'ils soient associés à des galeries, des dépilages ou des puits
- Les instabilités de front de mine à ciel ouvert

Remarque : certains phénomènes d'intensité très faible (fontis et affaissement de niveau très faibles, tassement) ont été regroupés sous l'appellation **mouvements résiduels**

Les affaissements et effondrements historiques

Nom	Nb de couches exploitées	Type de phénomène
Roncourt 1999	1	Affaissement progressif
Moutiers 1997	1	Affaissement progressif
Crusnes 1977	1	Affaissement progressif
Auboué 1972	2	Affaissement progressif
Auboué- R. Metz 1996	2	Affaissement progressif
Ville-Au-Montois avril 1985	1	Affaissement progressif
Auboué-Coinville 1996	1	Affaissement progressif
Jarny 1949	1	Affaissement progressif
Rochonvillers 1974	1	Effondrement brutal
Rochonvillers 1973	1	Effondrement brutal
Sainte Marie 1932	1	Effondrement brutal
Escherange 1919	1	Effondrement brutal
Roncourt 1959	2	Effondrement brutal
Roncourt 1954	2	Effondrement brutal
Moutiers 1940	2	Effondrement brutal
Audun-le-Tiche 1902	2	Effondrement brutal

Les affaissements d'Auboué et de Moutiers

- **Octobre 1996** : Affaissements de la cité de Coinville et de la rue de Metz à Auboué
- **Mai 1997** : Affaissements de Moutiers haut

Un nombre important de familles directement concernées : 104 immeubles à démolir et 265 immeubles à réparer.

Assignation en référé de Lormines et de l'Etat auprès du TGI de Briey par les sinistrés.

Forte mobilisation des pouvoirs publics : **protocole d'indemnisation** du 30 mai 1997 entre l'Etat, l'exploitant minier (Lormines) et ses assureurs. Des conditions d'indemnisations reconnues très favorables (38 M€) à la fois pour **les clausés et les non clausés**. Absence de contentieux résiduel.

- **Octobre 1998 à Février 1999** : Apparition de fissures sur les habitations de 3 rues au sud du village de Roncourt

76 foyers concernés (dont 22 propriétaires clausés)

L'exploitant minier (Lormines) refuse d'engager les expertises et la mise en place d'un suivi de nivellement et des fissures sur les habitations, prescrits au titre de la police des mines : exécution d'office.

Gestion du sinistre selon la procédure prévue par l'article 75-2 du code minier pour les **propriétaires clausés** (décret n°2000-465 du 29 mai 2000), avec des contestations sur les montants octroyés.

Les autres propriétaires demeurent à l'époque non indemnisés en raison du refus de l'exploitant minier et du contentieux alors engagé à l'encontre de celui-ci.



Les fontis de la cité Curel à Moyeuivre-Grande

➤ **Octobre 1998** : effondrements localisés (fontis) dans les jardins et cours intérieures de la cité Curel à Moyeuivre-Grande.

66 propriétés bâties concernées.

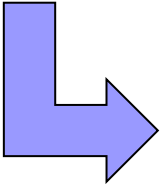
Engagement d'une procédure d'expropriation des immeubles (3,2 M€) sur la zone directement touchée, en application des nouvelles dispositions de la loi du 30 mars 1999. Comblement d'un secteur contigu présentant des risques potentiels analogues (2,6 M€).

L'application de la loi du 30 mars 1999 sur la base d'une prise en compte de la **valeur vénale** des biens expropriés, selon les règles usuelles en la matière, a donné lieu à des recours en indemnités contre l'Etat.



Bilan des spécificités des exploitations du bassin ferrifère

- Grande extension des travaux miniers
- Diversité des exploitations
- Diversité des phénomènes susceptibles de se produire
- Forte urbanisation à l'aplomb des travaux miniers



Il a donc été nécessaire de définir une méthode de cartographie spécifique, s'appuyant sur la rétro-analyse des événements s'étant produits sur le bassin (Méthode validée par un Comité d'Experts)

Elle conduit à évaluer les aléas en deux étapes :

- ⇒ Une cartographie des aléas sur la base des documents disponibles
- ⇒ Des études complémentaires pour certains secteurs et/ou aléas (fontis, effondrements brutaux)

Instabilité au-dessus d'une exploitation en chambres et piliers (1/2)

Problématique

Comment définir le type d'aléa et son niveau pour plusieurs milliers d'hectares ?
(plus de 15 000 ha de travaux)

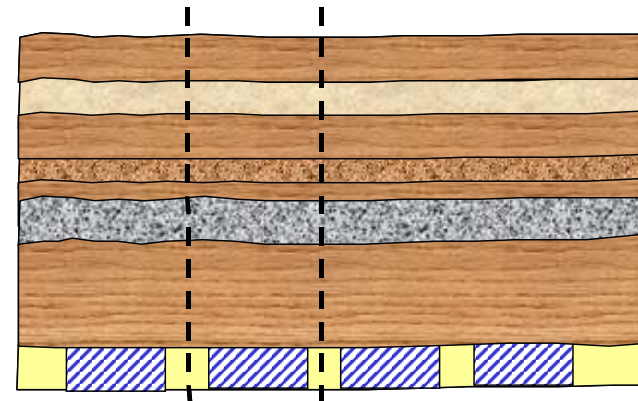
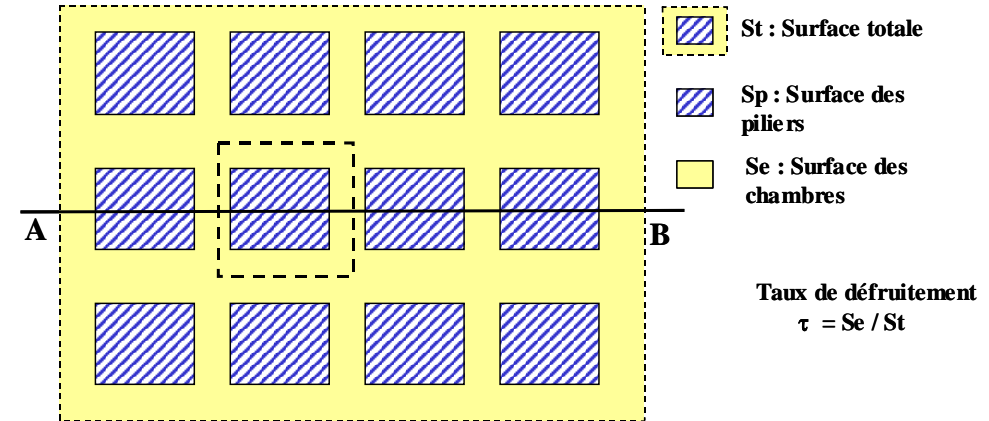
1° Phase zones stables (sans aléa)

- Un modèle simpliste : l'aire tributaire
→ Prise en compte du taux de défrètement de la géométrie exploitation (k)

$$\sigma_p = k \frac{\sigma_v}{1 - \tau}$$

- Une « résistance limite »
Rétroanalyse des affaissements récents

⇒ Vieillissement du matériau

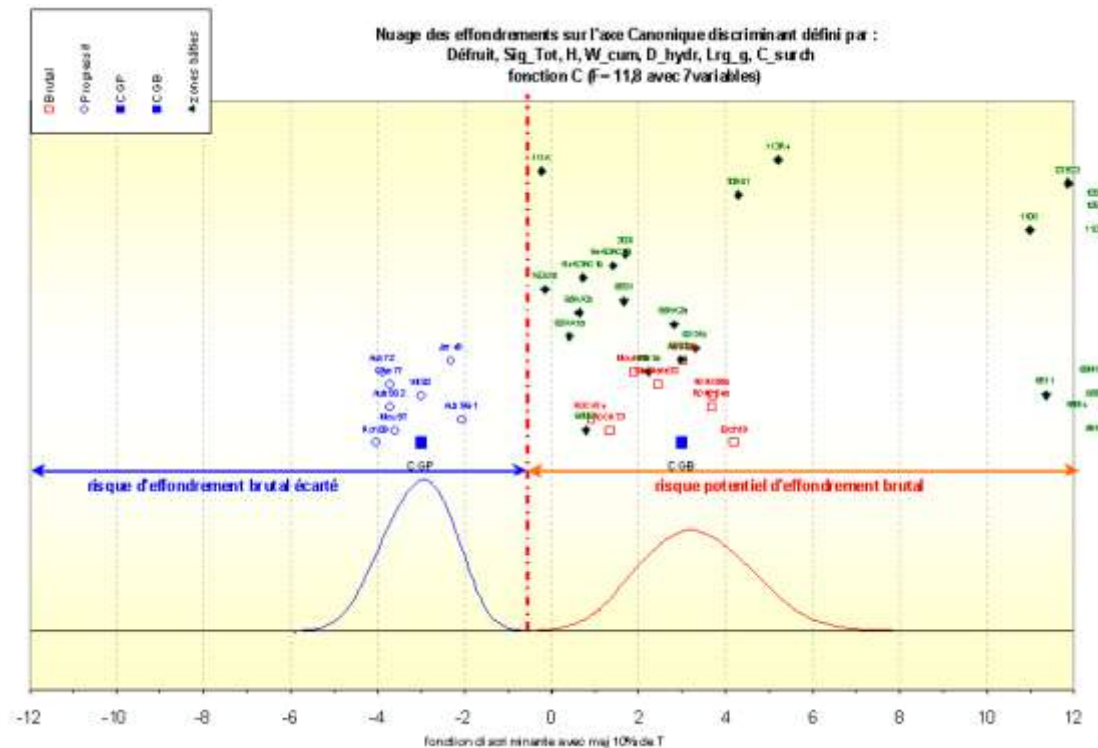
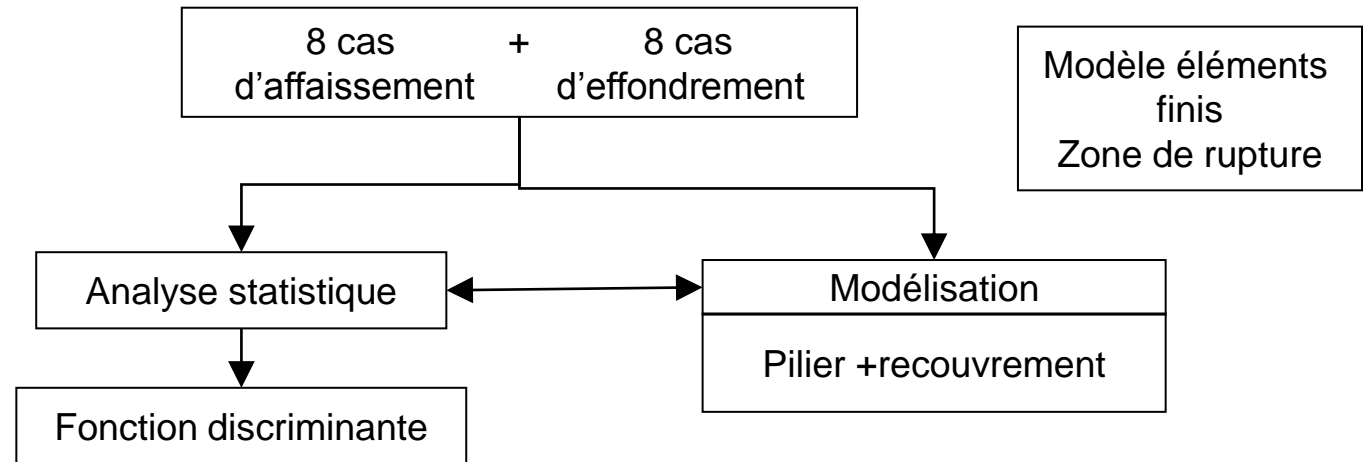


Coupe A B

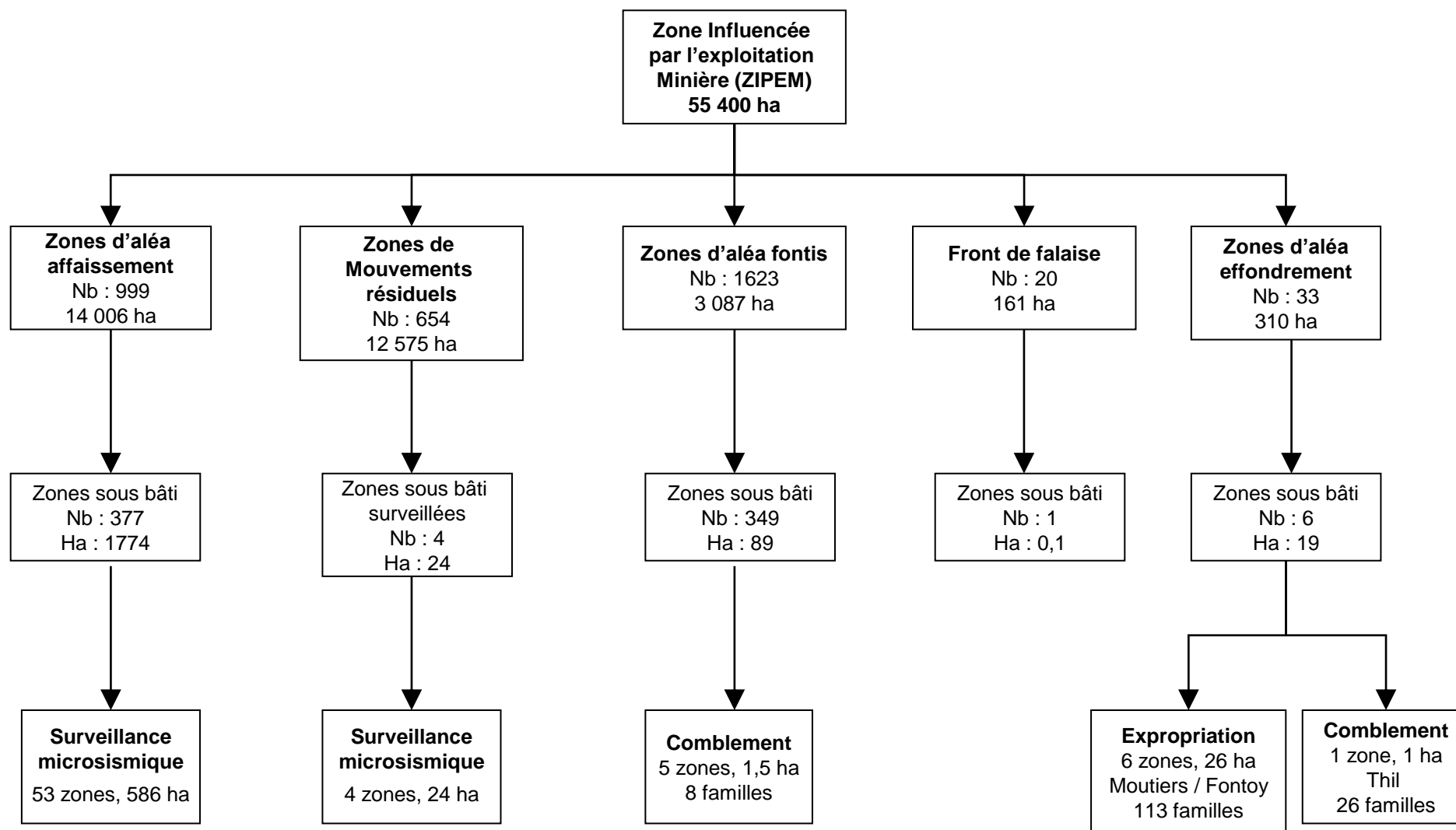
Minerai de fer lorrain MPa	
Rc (moyen)	Rlt
19	7,5

Instabilité au-dessus d'une exploitation en chambres et piliers (2/2)

2ème phase : cinétique :
affaissement ou effondrement



Bassin ferrifère lorrain : bilan



Remarque : il existe également 7 zones de risque sous infrastructures surveillées par microsismique, soit au total 70 zones

Cas de la commune d'Angevillers

L'affaissement d'Angevillers – Rappel des faits

- Le 12 octobre 2009 : la sous-préfecture de Thionville a signalé à la DRIRE Lorraine l'apparition de désordres sur deux maisons jumelées situées au 429 et 435 rue de Fontoy à Angevillers
- Le 15 octobre 2009 : premier constat de la DRIRE sur site en présence de Mme Le Maire
- Le 3 novembre 2009 : levé d'une dizaine de point de nivellement situés à proximité des habitations concernées
- Le 11 novembre 2009 : levé de l'ensemble du réseau de nivellement d'Angevillers sur recommandations de GEODERIS
- Rapport de GEODERIS le 20 novembre 2009 concluant à l'origine minière des désordres et recommandant la poursuite d'un suivi par nivellements périodiques
- Depuis décembre 2009 : levé total du réseau de nivellement sur l'ensemble de la zone tous les mois et levé partiel du secteur affaissé tous les 15 jours
- En février 2010, expertise géotechnique de GEODERIS sur le phénomène
- Mise en place d'un groupe de travail par la DREAL Lorraine entre GEODERIS, le BRGM/DPSM et l'INERIS

Contexte minier

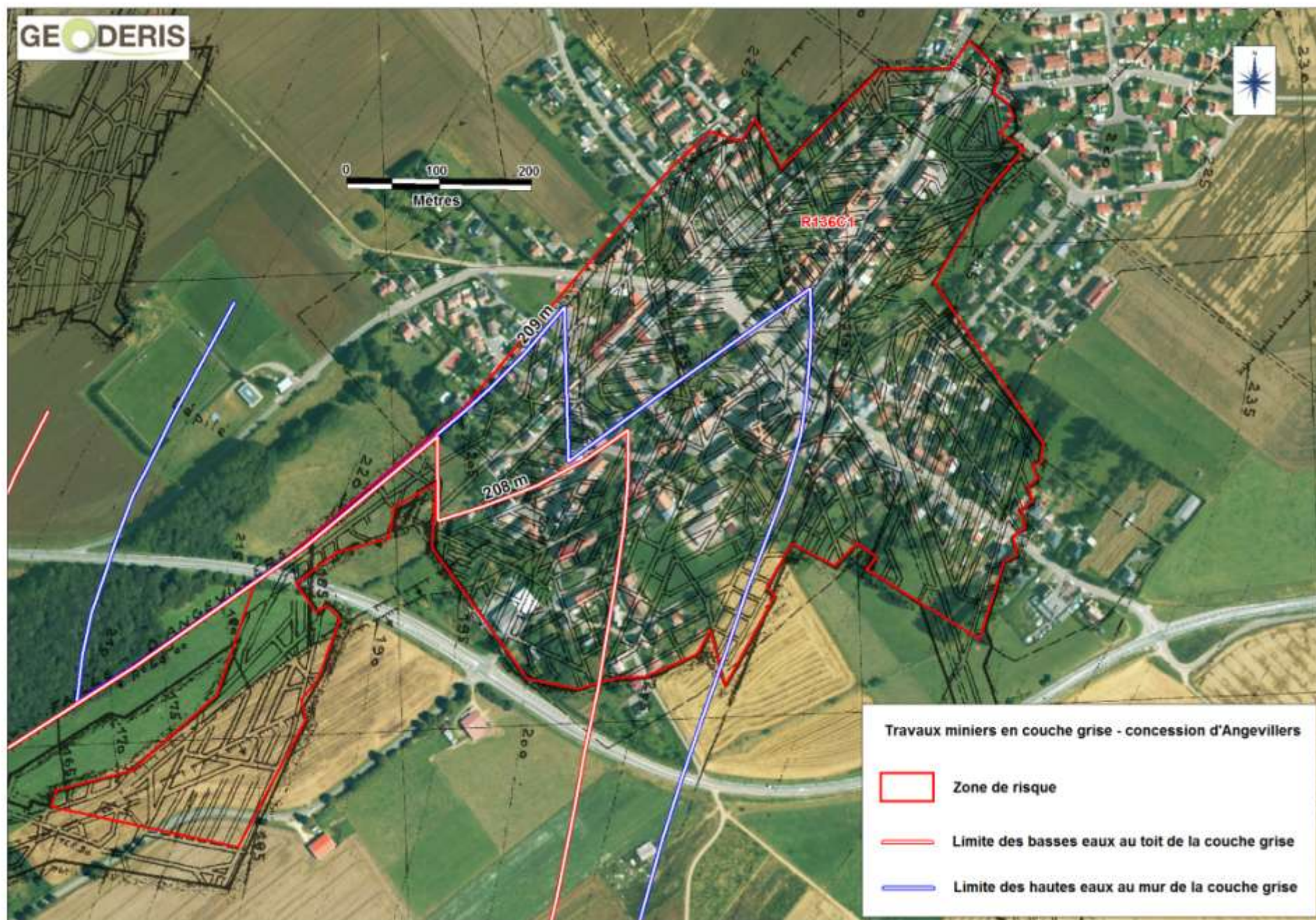
- Exploitation réalisée principalement sur la concession d'Angevillers :
 - Couche grise au sud de la faille d'Angevillers et couche grise et noire au nord
 - Dépilage des travaux sur l'ensemble de la concession hormis les stots de protection du village , du puits Armand et quelques galeries d'infrastructure

L'analyse menée a montré que les stots de protection étaient potentiellement instables et qu'un aléa affaissement progressif de niveau faible devait être retenu

- Stot de protection du village :
 - Exploitation en couche grise (quelques traçage en couche jaune) entre 1905 et 1932
 - Secteur ennoyé au sud-est de la zone
 - Surcontrainte sur les piliers liée à la présence de dépilages tout autour du stot

	Zone A136C2
Profondeur minimale	150 m
Profondeur maximale	180 m
Profondeur sur le secteur impacté	160 - 165 m
Ouverture	5 m
Sollicitation	99 bars
Affaissement maximum attendu	1,18 m
Déformation minimale	9,79 mm/m
Déformation maximale	11,75 mm/m
Pente minimale	3,26%
Pente maximale	3,92%

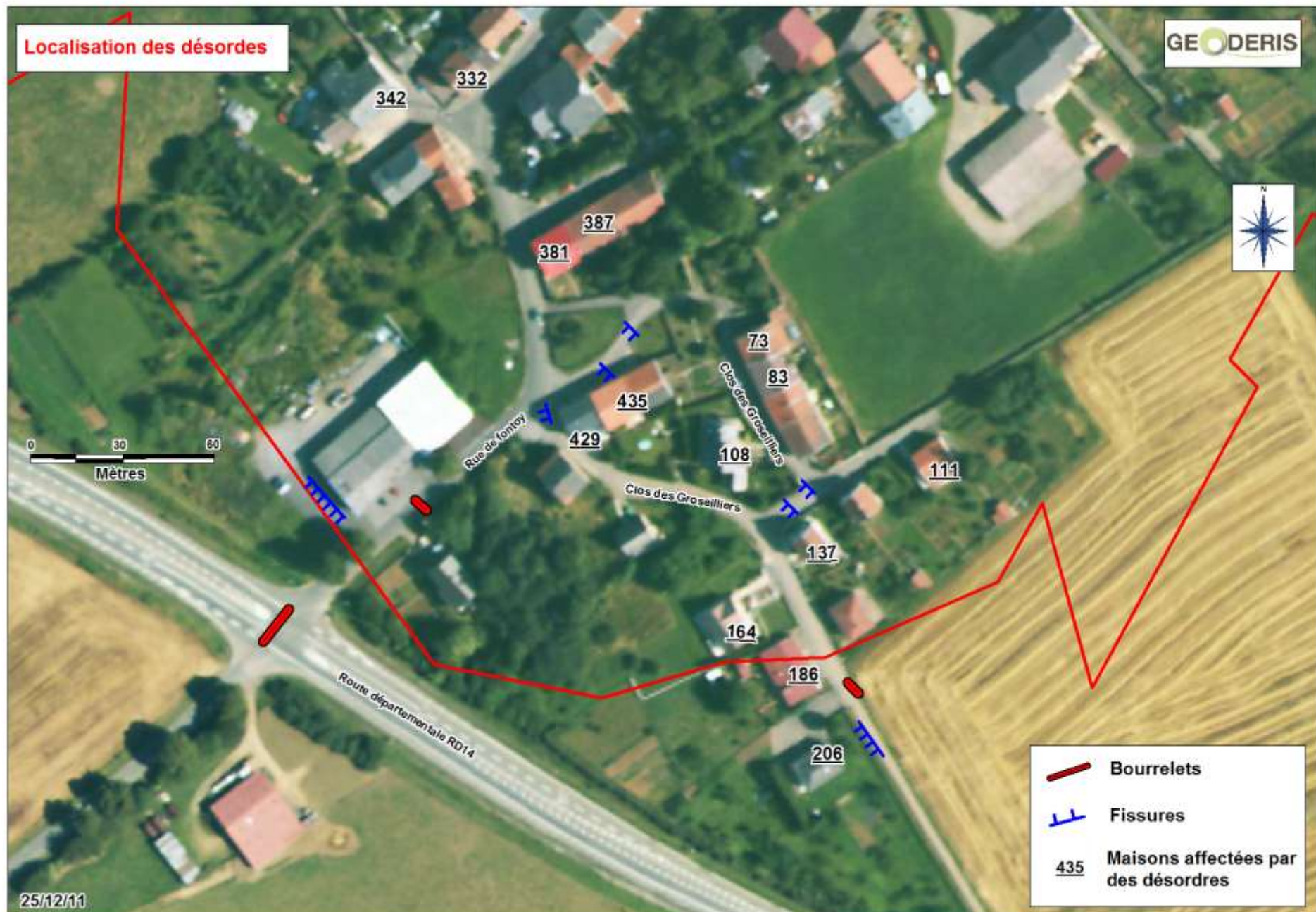
Plan de situation



Etat des travaux miniers : visites au fond

- Deux visites des travaux ont été effectués par GEODERIS en 2001 et 2005 :
 - ⇒ Confirmation des observations effectuée par l'Ingénieur des Mines en 1979 : bon état général des travaux miniers, présence d'éboulement en bordure de dépilage, présence de chutes de toit localement
- Deux visites ont été effectuées le 23 décembre 2009 et les 1er et 2 février 2010.
 - ⇒ aucune évolution n'a été constatée dans les secteurs accessibles.
- Levé par un géomètre des travaux en février 2010 afin de caler au mieux le plan des travaux miniers par rapport à la surface

Localisation des désordres



Les désordres observés rue de Fontoy et Clos des Groseilliers



- Fissures millimétriques à centimétriques sur la façade
- Fissures du carrelage et dans certains cloisons ou au plafond dans les habitations

← Désordres au 429 rue de Fontoy

↓ Désordres au Clos des Groseilliers



→ Désordres au 73 Clos des Groseilliers

← Désordres au 435 rue de Fontoy



Désordres observés rue de Fontoy et Clos des Groseilliers



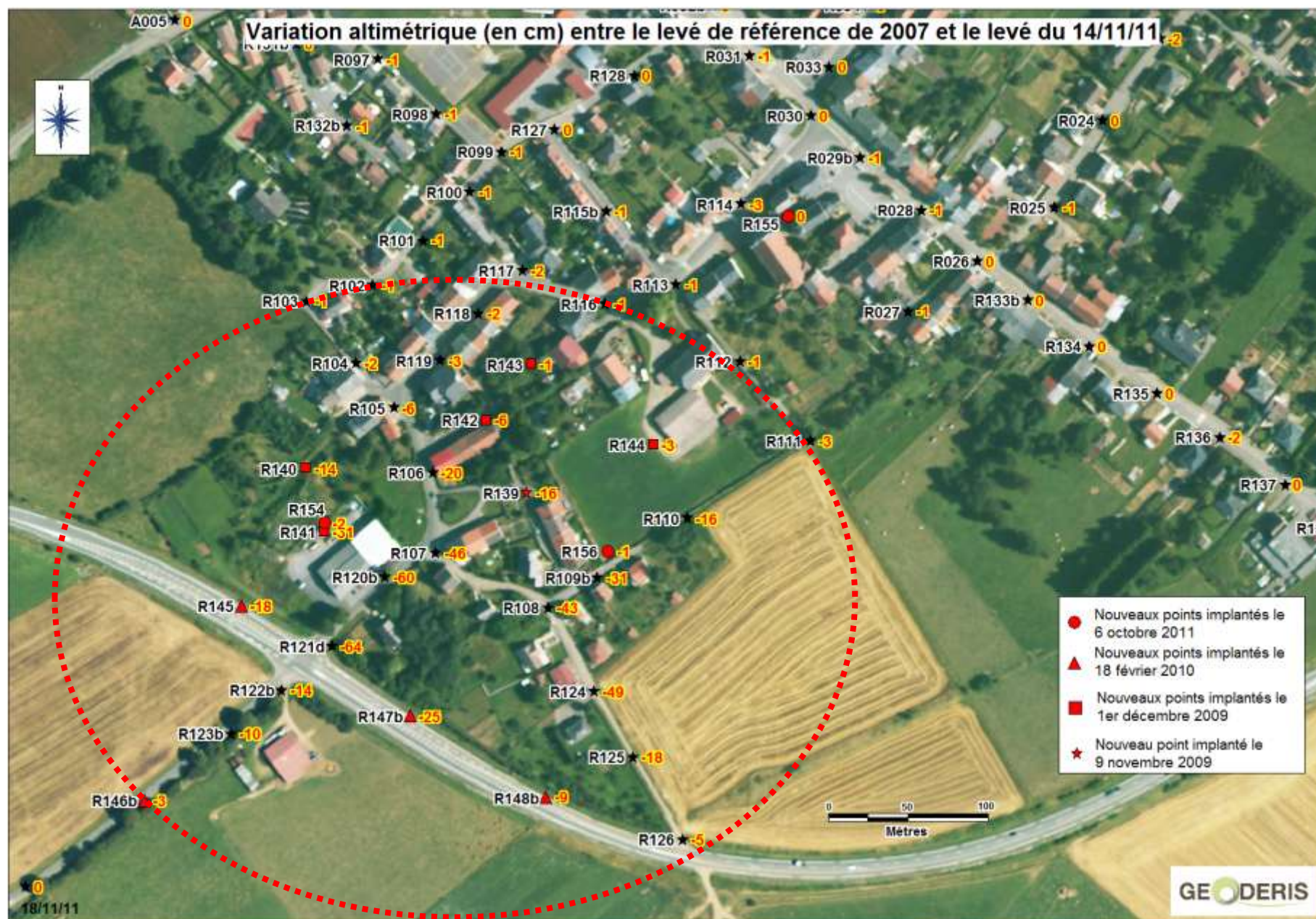
Bourrelet rue de Fontoy



Désordres devant le 381 rue de Fontoy : fissure en façade qui se prolonge sur la chaussée et au mur en face de l'habitation

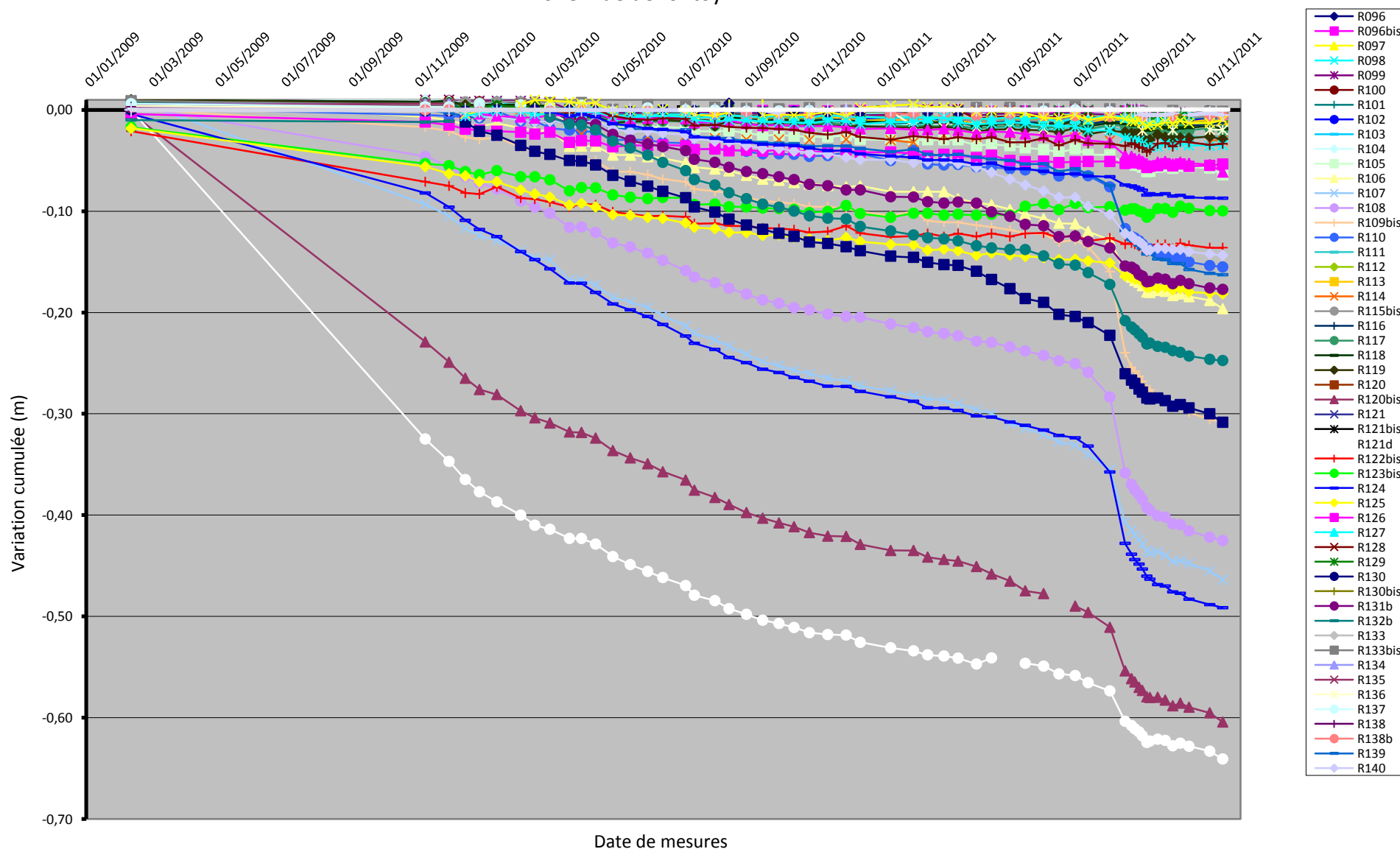


Résultats des mesures de nivellement



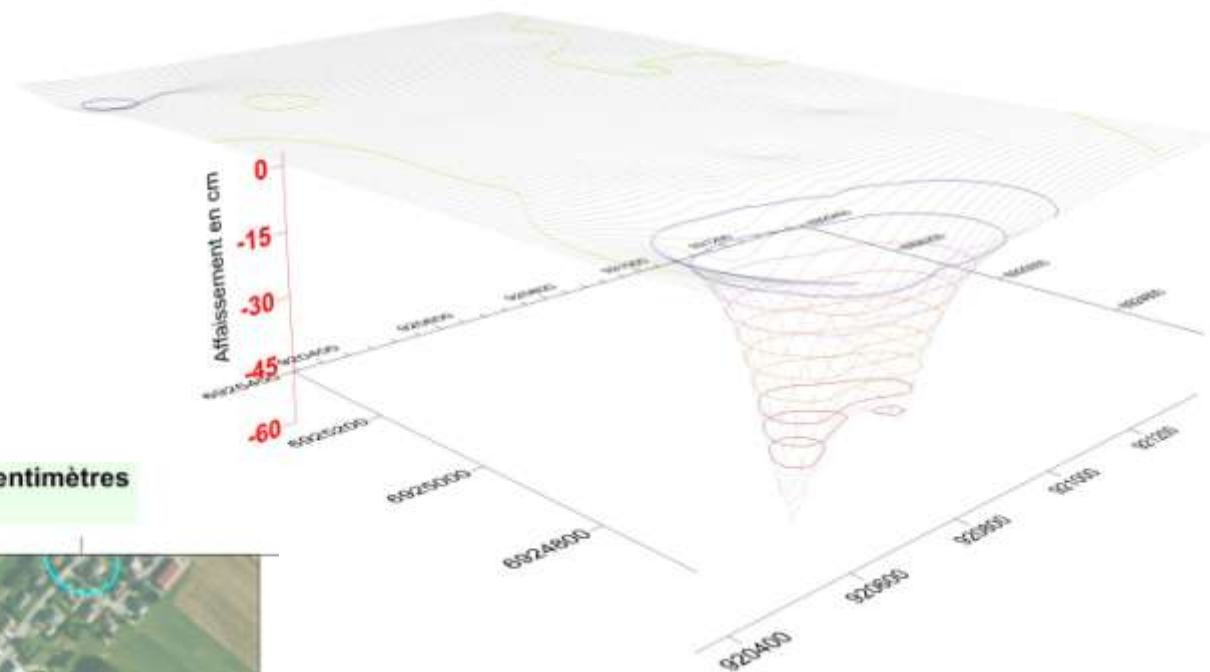
Résultats des mesures de nivellement

Mouvements cumulés des points de nivellement du réseau de Angevillers depuis 2009
Zone "rue de fontoy"

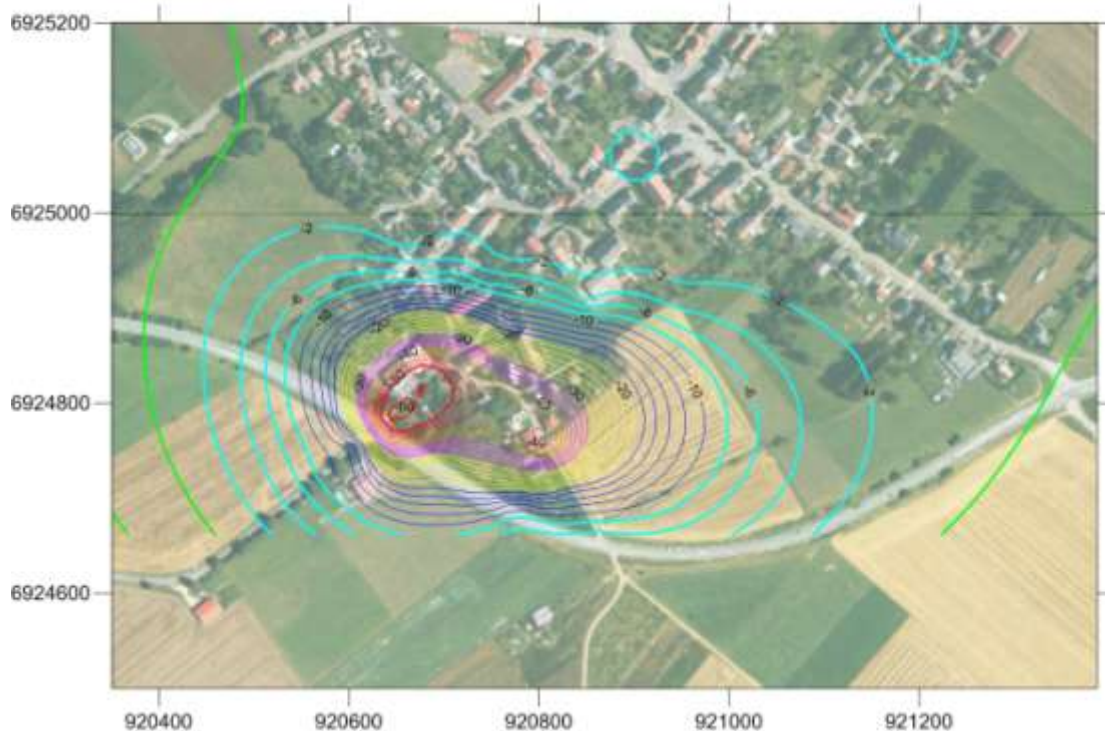


Emprise de la cuvette d'affaissement

ANGEVILLERS - Valeurs d'iso-affaissement en centimètres entre août 2007 et novembre 2011



ANGEVILLERS - Valeurs d'iso-affaissement en centimètres entre août 2007 et novembre 2011

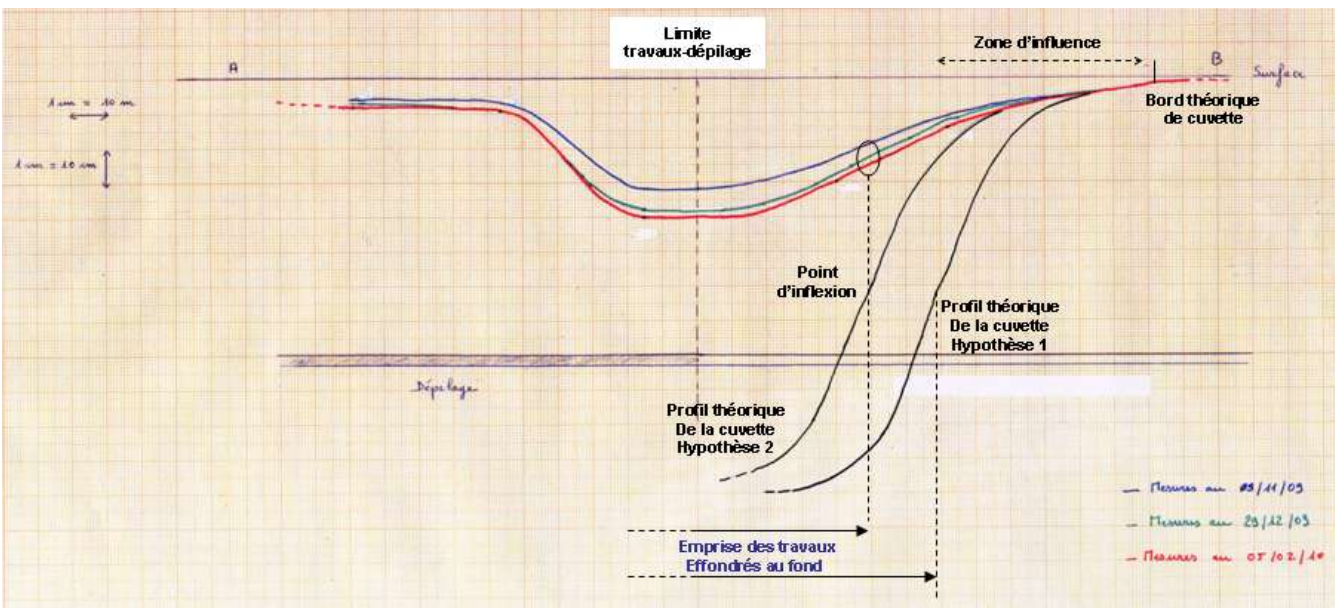
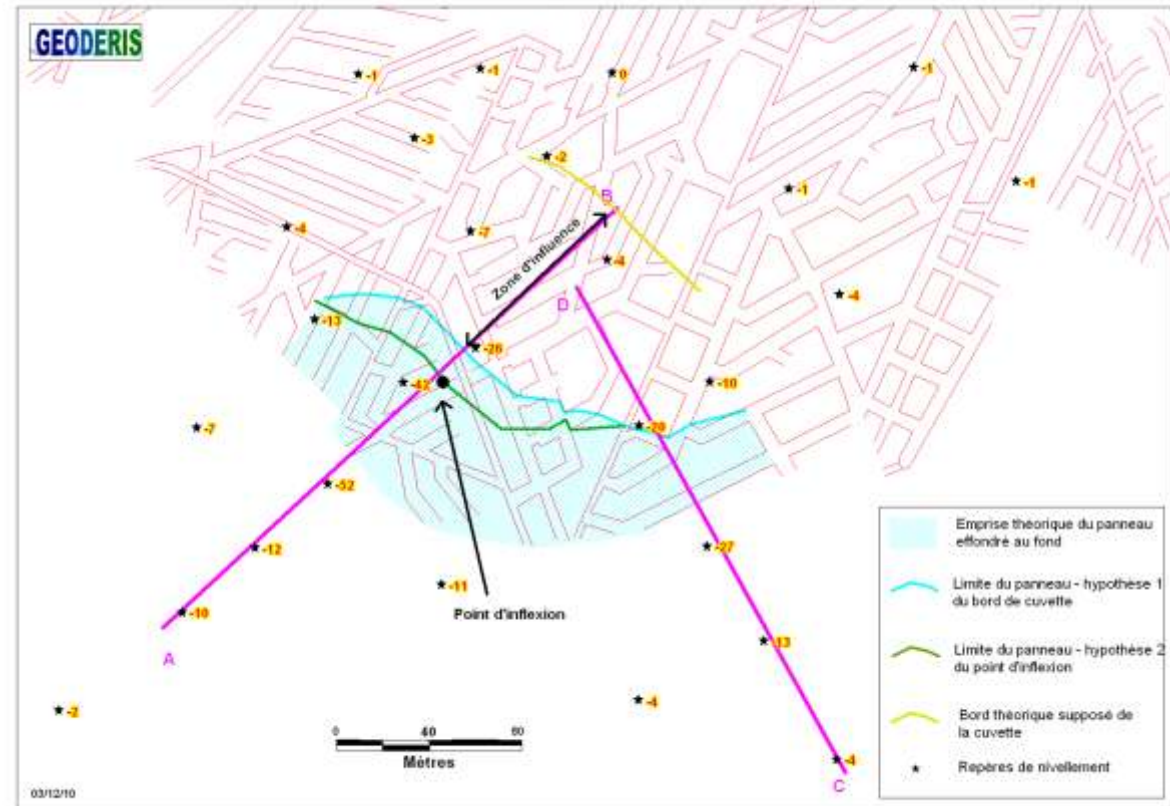


Pas d'extension géographique du phénomène

Ralentissement du phénomène depuis fin 2010 avec une reprise en août 2011 (accélération marquée, surtout côté Est de la cuvette)

Analyse géotechnique de l'affaissement

Hypothèses sur le panneau effondré au fond



Cinétique du phénomène

Critère retenu : produit entre un indice de forme (IF) et la massivité du pilier

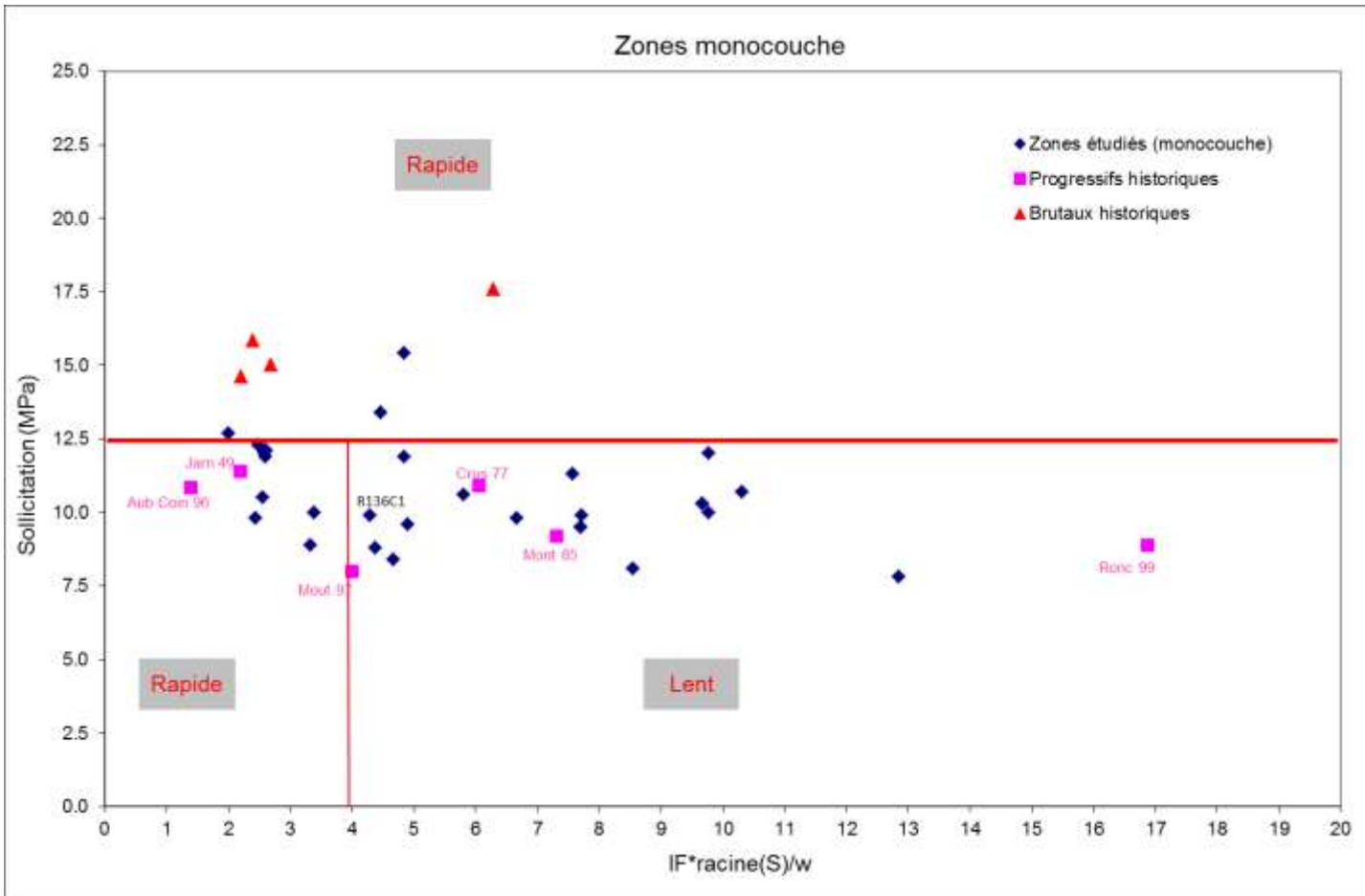
$$IF * \frac{\sqrt{S}}{w}$$

$$IF = 2 \lambda / (1 + \lambda), \text{ avec } \lambda = L / l$$

$$S = L \times l$$

$$\text{Massivité : } \frac{\sqrt{S}}{w}$$

Avec :
 L = longueur du pilier
 l = largeur du pilier
 w = hauteur du pilier



Cinétique du phénomène très lente :
 1 à 2 cm / mois

Analyse géotechnique de l'affaissement



Suivi du phénomène

- Suivi de l'évolution du phénomène par nivellements, lesquels seront poursuivis jusqu'à la stabilisation du mouvement
- Synthèse des levés topographiques et analyse géotechnique intermédiaire par GEODERIS après un an de suivi
- Synthèse finale après stabilisation