

RISSC

**Amélioration transfrontalière de la Prévention et de la Gestion des Risques
du Sous-Sol engendrés par les terrains sous-Cavés**

Surveillance par instrumentation

Jean-Marc WATELET

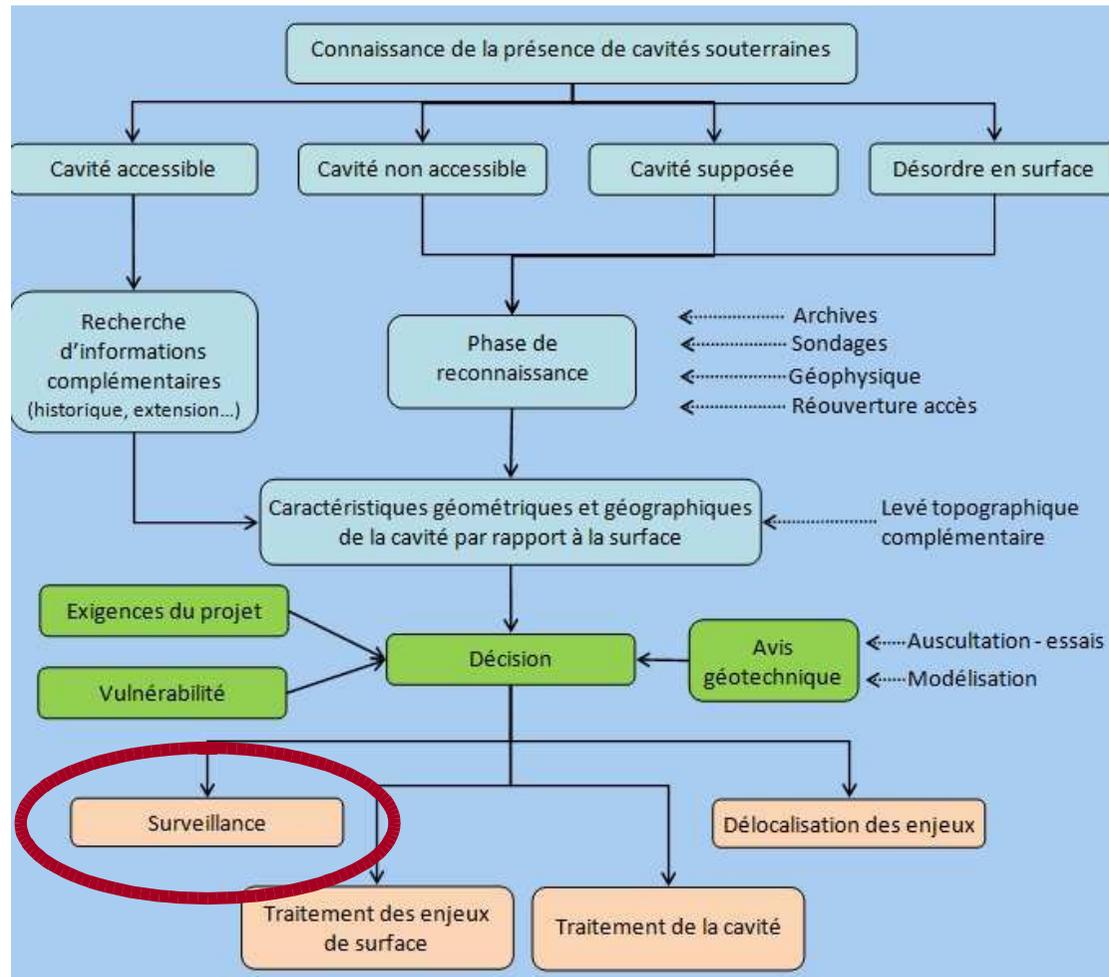
Ineris



Lille le 14/11/2019

QUAND ET POURQUOI SURVEILLER ?

- Enjeux (habitations, infrastructures de surface ou activité en souterrain) pouvant être affectés par une instabilité de cavité souterraine
- Meilleure compréhension de l'évolution d'un mécanisme
- Dans la plupart des cas solution palliative :
 - dans l'attente d'une étude plus précise;
 - dans l'attente de mesures ou traitements pérennes.



QUE FAUT-IL POUVOIR APPRÉCIER/ÉVALUER ?

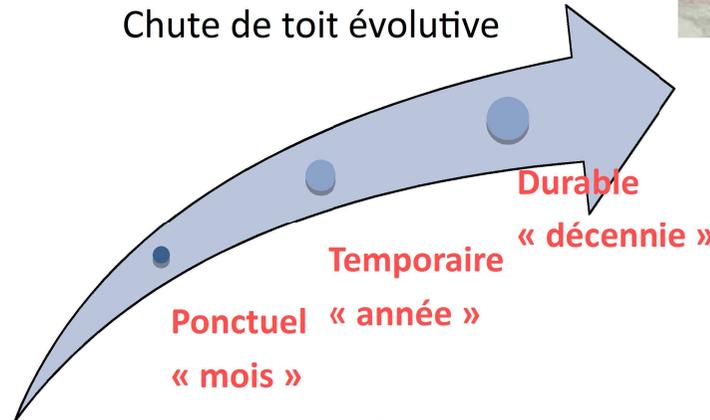
- Quels sont le phénomène redouté, le(s) mécanisme(s), la vitesse attendue, les facteurs déclenchants ou aggravants ?
- Combien de temps faut-il surveiller ?
- Que permet l'environnement du site ?



Chute de toit évolutive



Effondrement en masse

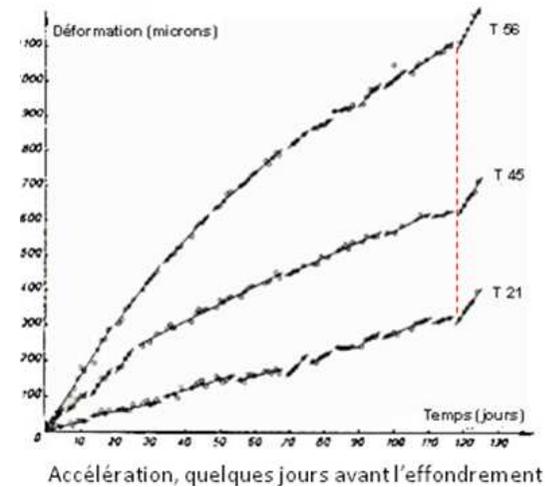


Lille le 14/11/2019

LES PRINCIPALES DIFFICULTÉS

« Anticiper un mouvement... »

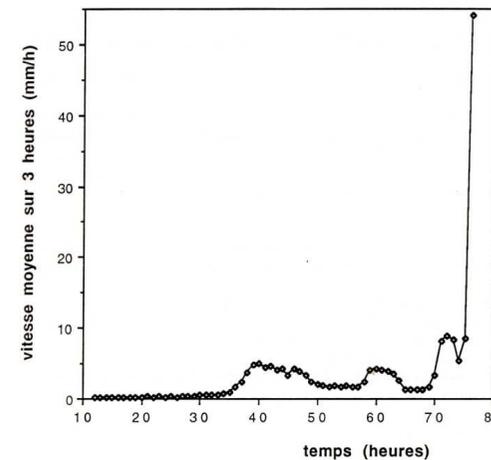
- Evaluer l'occurrence, la fréquence attendues de l'évènement et adapter la chaîne de mesure et d'acquisition, et sa maintenance, en conséquence
Apprécier au mieux les paramètres et secteurs clés à suivre



« ...afin de pouvoir informer et alerter à temps... »

- Évaluer des seuils : difficultés techniques (particularités des sites, mouvement progressif/brutal) et sécuriser en évitant l'alarmisme
- Gestion de l'alerte et consignes

Exemple de concordance d'accélération sur trois capteurs



Brutalité de l'accélération :
où est le seuil ?

LA SURVEILLANCE VISUELLE

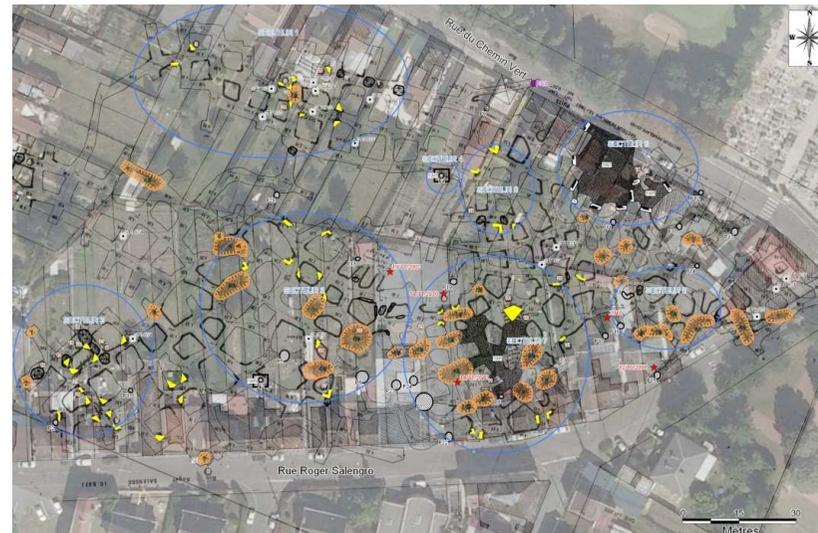
1. Repose sur des visites périodiques de géotechniciens.
2. Permet d'apprécier l'évolution des désordres, y compris à l'aide d'indicateurs lorsque la simple observation paraît difficile.
3. S'accompagne de photos et d'une carte géotechnique.



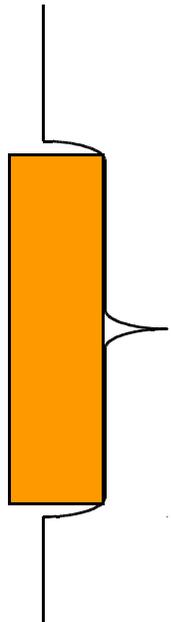
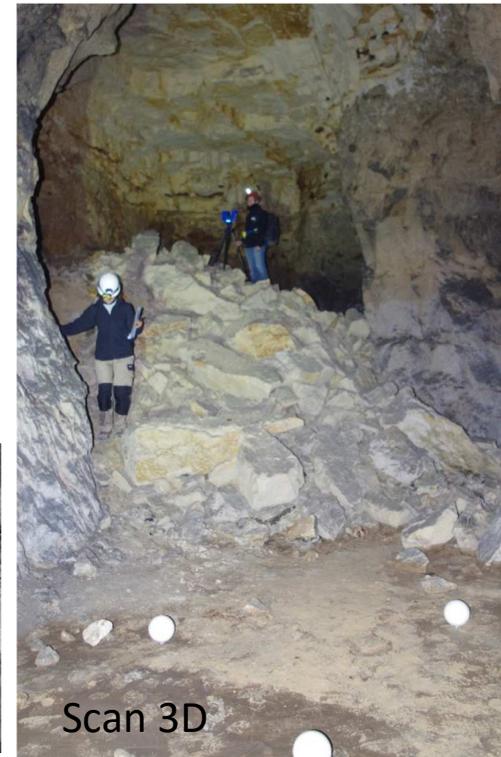
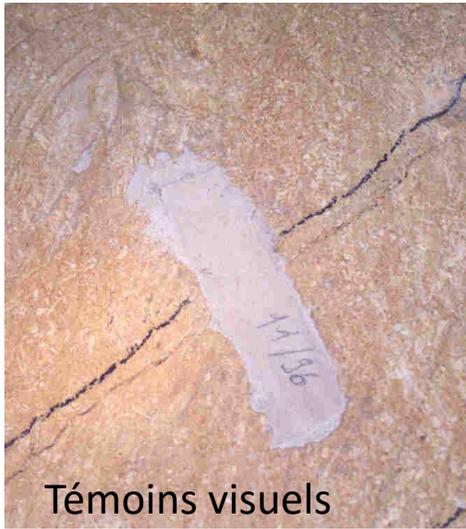
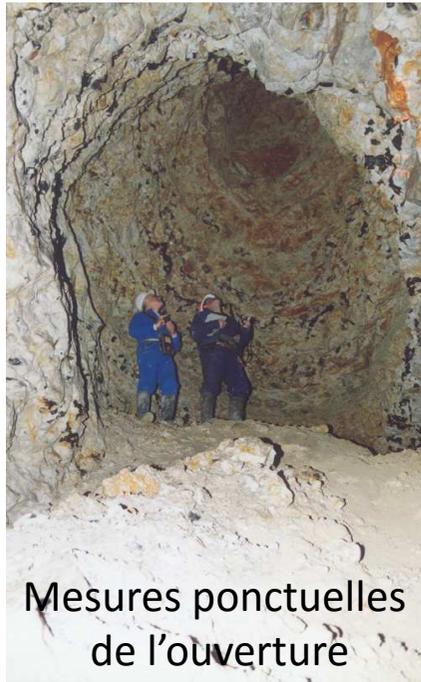
Inspection visuelle de carrière
descente par puits

Attention !

Difficultés d'accès (gaz, eau ...)
« Subjectivité » des experts



Lille le 14/11/2019



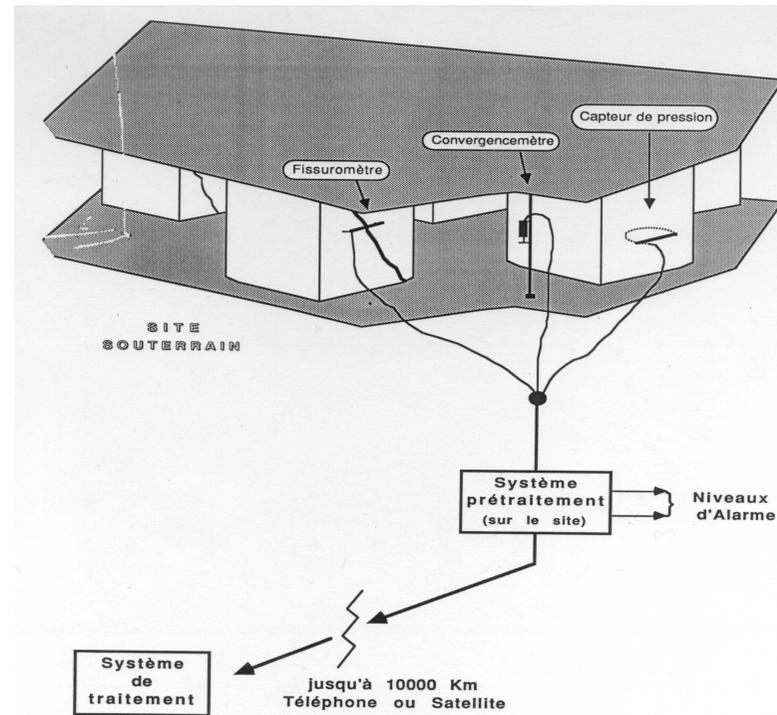
LA SURVEILLANCE INSTRUMENTÉE

La surveillance instrumentée repose sur la mesure **en continu** de *grandeurs physiques*, dont les plus courantes sont :

- déplacement (en tous sens)
et/ou de déformation
- mesures de pression

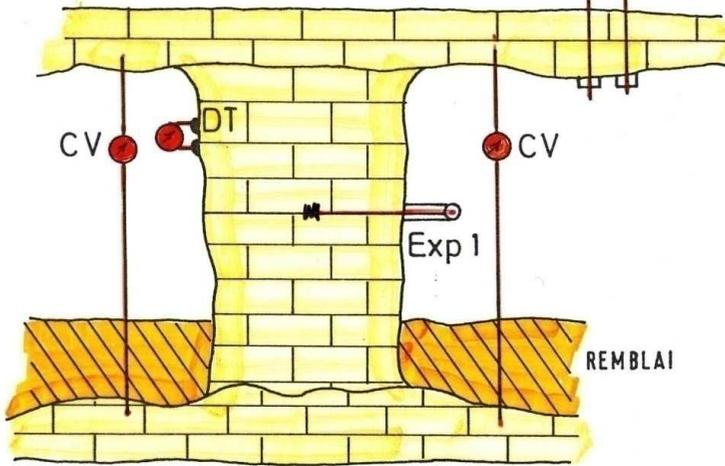
Accompagnement par la mesure
de facteurs physico-chimiques
(T°, niveau d'eau, H%, gaz,...)

- Nombreux types de capteurs/dispositifs
- doivent être les plus résistants possibles





Capteur électrique
doublé par
un comparateur



CV = Mesure de convergence entre toit et mur

Exp1 = Mesure d'expansion de pilier

Exp2 = Mesure d'expansion de toit

DT = Mesure d'écartement de fissure

station expansion convergence

LES LIMITES DE LA SURVEILLANCE PONCTUELLE



- Les mesure géotechniques classiques sont **ponctuelles** dans l'espace et mal adaptées à mesurer des évolutions généralisées des désordres
- la pose des appareillages peut être complexe en **zones d'accès difficile et/ou dangereux** ou en présence de désordres importants
- Le **nombre de capteurs, la durée d'installation, l'entretien**

les coûts deviennent très importants

LA SURVEILLANCE « EN GRAND »

Mesures de vibrations, acoustiques, hydriques, météorologiques



Mesures
niveau d'eau,
O2 ...

Mesures
acoustiques

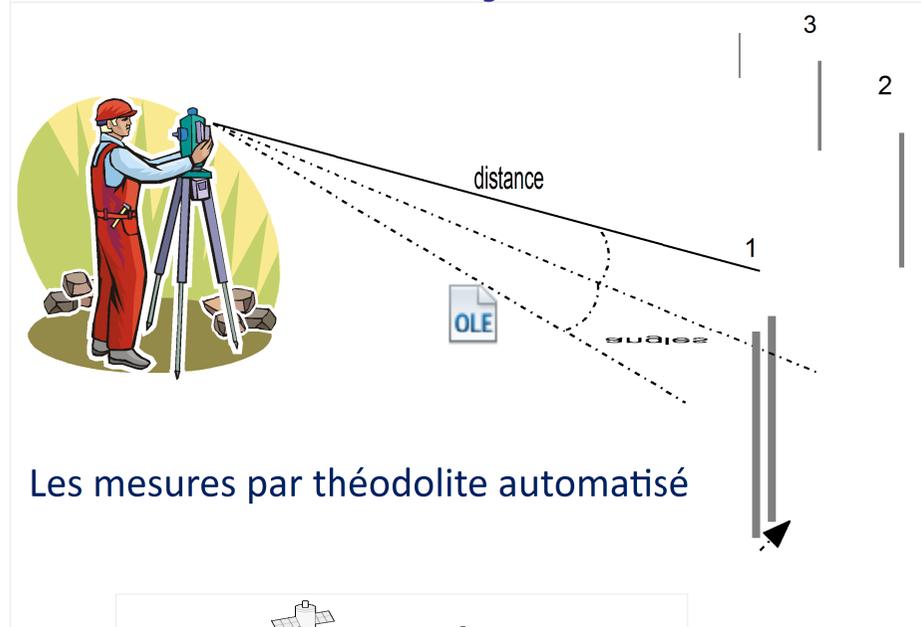
Ecoute
sismique



Radar (mesure à distance)

La surveillance depuis la surface

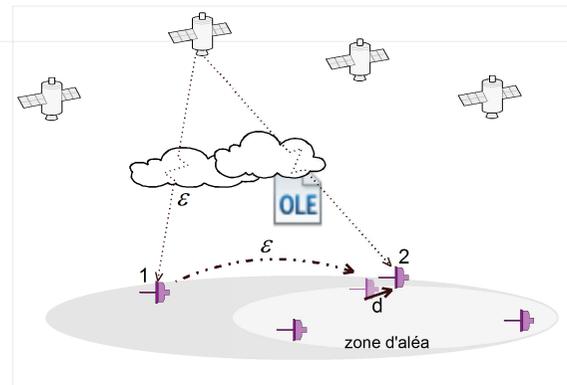
Surveillance globale avec télésurveillance des enjeux de surface



Les mesures par théodolite automatisé

Inclinomètres

Sondes
sismiques

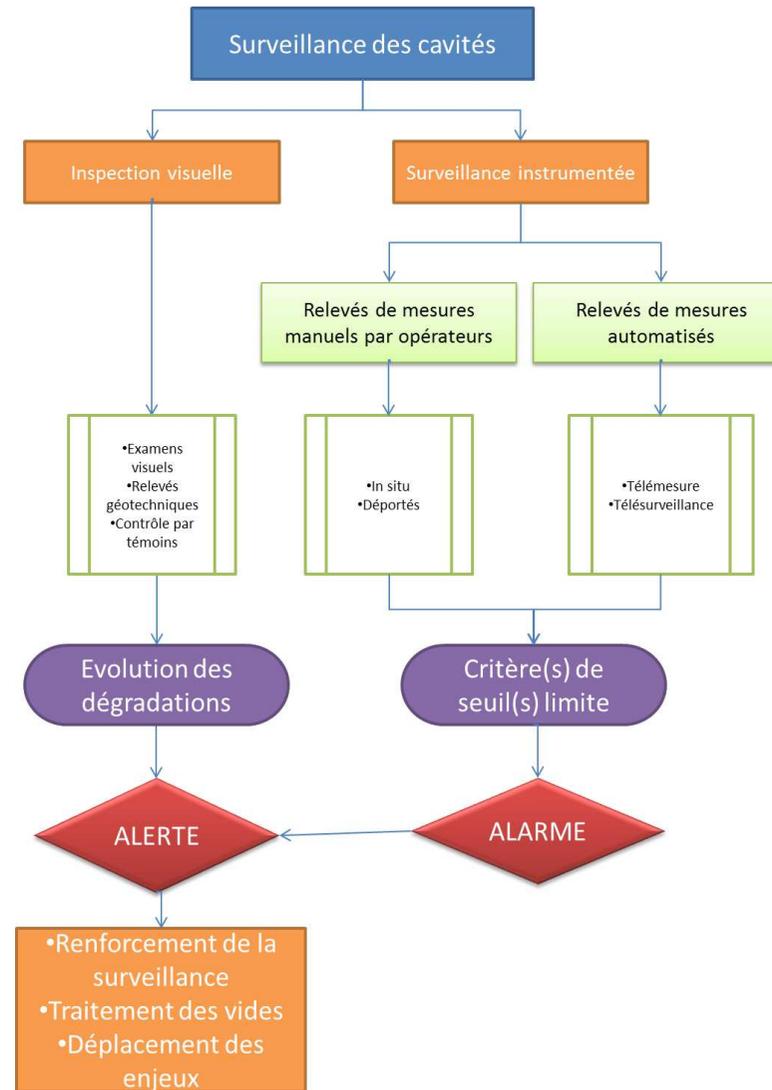


Les mesures par balises GPS-RTK

Lille le 14/11/2019

LES POINTS IMPORTANTS D'UN DISPOSITIF DE SURVEILLANCE

- Bien identifier l'objectif de la surveillance
- S'assurer / maintenir le bon fonctionnement du dispositif (milieux agressifs)
- Gérer les données (acquisition / traitement / stockage / restitution)
- Identifier les situations anormales et préparer la crise



Coûts d'investissement et d'entretien

PARTAGER LES DONNÉES : LE PORTAIL E-CENARIS

e.cenaris est une infrastructure de l'Ineris dédiée à l'observation et à la surveillance des risques du sol et du sous-sol

ACCUEIL

e.cenaris : l'infrastructure de l'INERIS dédiée à l'observation et à la surveillance des risques du sol et du sous-sol

e.cenaris est une infrastructure de Cloud Monitoring pour la gestion et la prévention des risques de mouvements de terrains, d'origine anthropique ou naturelle, et plus généralement des risques géotechniques et géologiques associés aux géoressources, géostructures et ouvrages d'art.

L'infrastructure e.cenaris permet d'assurer des services dématérialisés de haut niveau pour les organismes et laboratoires de recherche, aux industriels, aux collectivités et aux bureaux d'études.

- concevoir et mettre en œuvre des projets nouveaux de recherche ou de surveillance
- faire évoluer et optimiser des dispositifs et projets existants,
- mobiliser en situation d'urgence des systèmes de télésurveillance.

Mis à jour le 07/04/2015

Vous souhaitez accéder à une page de démonstration interactive, faites une demande à cenaris@ineris.fr

Vous rencontrez un problème technique, contactez cenaris@ineris.fr

Quelques projets récents

Projet MARsite : surveillance d'un glissement de terrain induit par les séismes.

[...]

Actualités récentes

26/01/16 - Ing. IBIS Franz ROHMER
Séminaire : Présentation du système IBIS-FL et étude de cas du système IBIS-FS.

23/11/15 - Emmanuela Matrullo
Café technique : Etude détaillée de l'ancien bassin houiller de Gardanne.

18/09/15 - Alessandro Ferretti
Séminaire: InSAR data: why we should care.

SYTGEWeb-v2.01
Copyright © 2010-2016 INERIS.
Tous droits réservés. [Infos légales](#)

optimized for Firefox

INERIS MarSite monitoring site
Number of seismic event(s) : 62
Monitoring period from 2010/02/14 00:00 to 27/01/2016 23:59 : 15 month(s)

Local magnitude (Köeri source)

Epicentral distance (km)

Mv versus epicentral distance between source and INERIS station
● Last value ● Seismic event(s)

Published on 27/01/2016

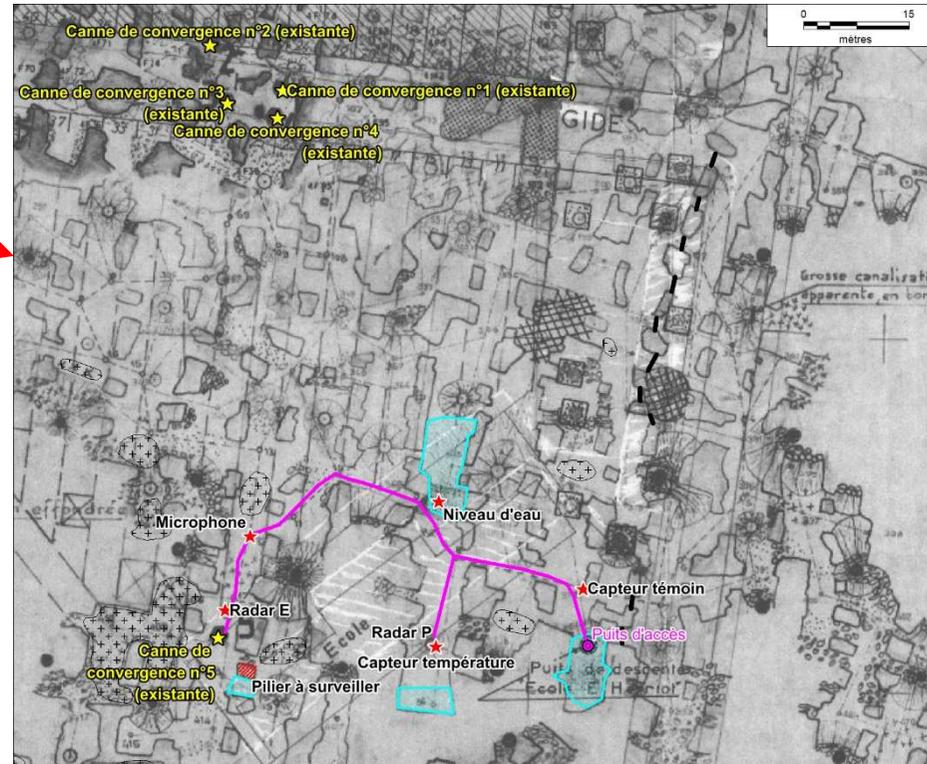
N°	Date	Latitude (°)	Longitude (°)	Depth (km)	MI	Epi. Dist. (km)	PGV (cms-1)	PGV/Max.PGV
1	20/01/2016 01h58	40.332	27.7703	13	2.9	0	0	...
2	06/01/2016 15h44	40.7802	28.0318	6	2.9	0	0	...
3	15/12/2015 01h14	42.2172	29.7162	10	4.1	0	0	...
4	07/12/2015 20h58	40.7102	27.4347	9	3.9	0	0	...
5	05/12/2015 20h53	40.4475	29.0487	4	3.8	0	0	...
6	18/11/2015 12h52	40.8223	28.7757	9	2.9	0	0	...
7	17/11/2015 04h36	40.8385	28.75	7	3.2	0	0	...
8	17/11/2015 02h16	40.8288	28.7572	10	3.1	0	0	...
9	16/11/2015 17h04	40.83	28.7717	14	3.4	0	0	...
10	16/11/2015 16h36	40.838	28.755	11	3.1	0	0	...
11	16/11/2015 15h45	40.8258	28.759	8	4.2	0	0	...

Last update on 27/01/2016 15:15 (TU) Next update on 27/01/2016 16:00 (TU)

INERIS MarSite monitoring site
Seismic events catalog (Köeri source)
From 29/10/2015 00h00 to 27/01/2016 23h59

RISSC - Module 4 : Développement de solutions locales pour réduire/contrer le risque

Activité 2 : Evaluation de l'instrumentation pour le suivi des cavités

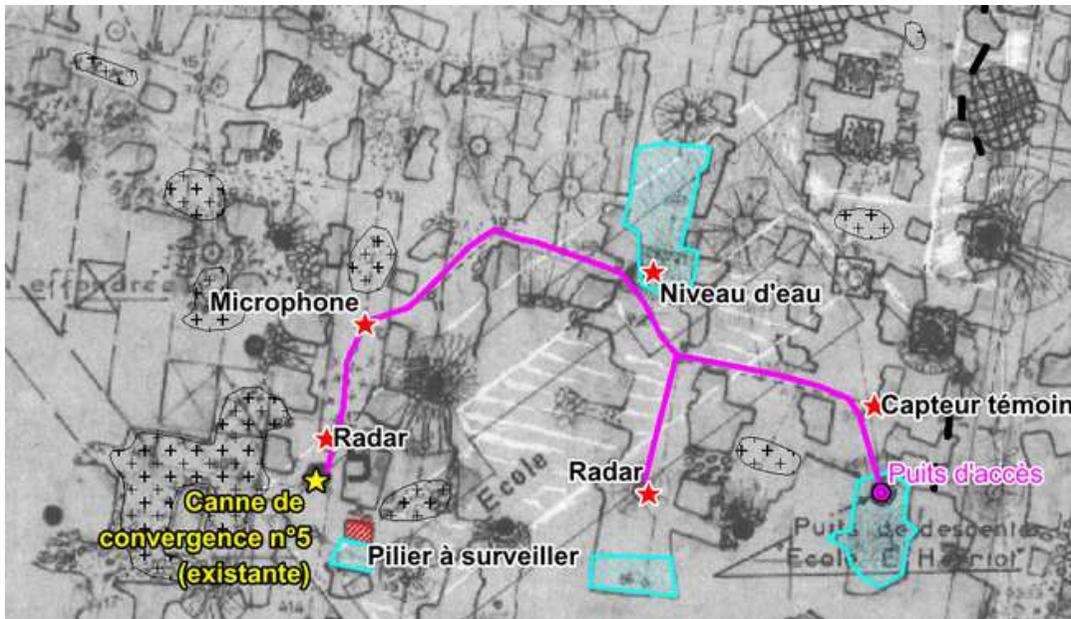


- Equipement d'un site « sécurisé » déjà instrumenté par la MEL
- Installation de capteurs « intégrants »
- Mise en place d'une centrale d'acquisition

Module 4 : Développement de solutions locales pour réduire/contrer le risque

Installation d'un dispositif de surveillance dans la carrière d'Hellemmes (59) :

/ radars, microphone, piézomètre



Module 4 : Développement de solutions locales pour réduire/contrer le risque

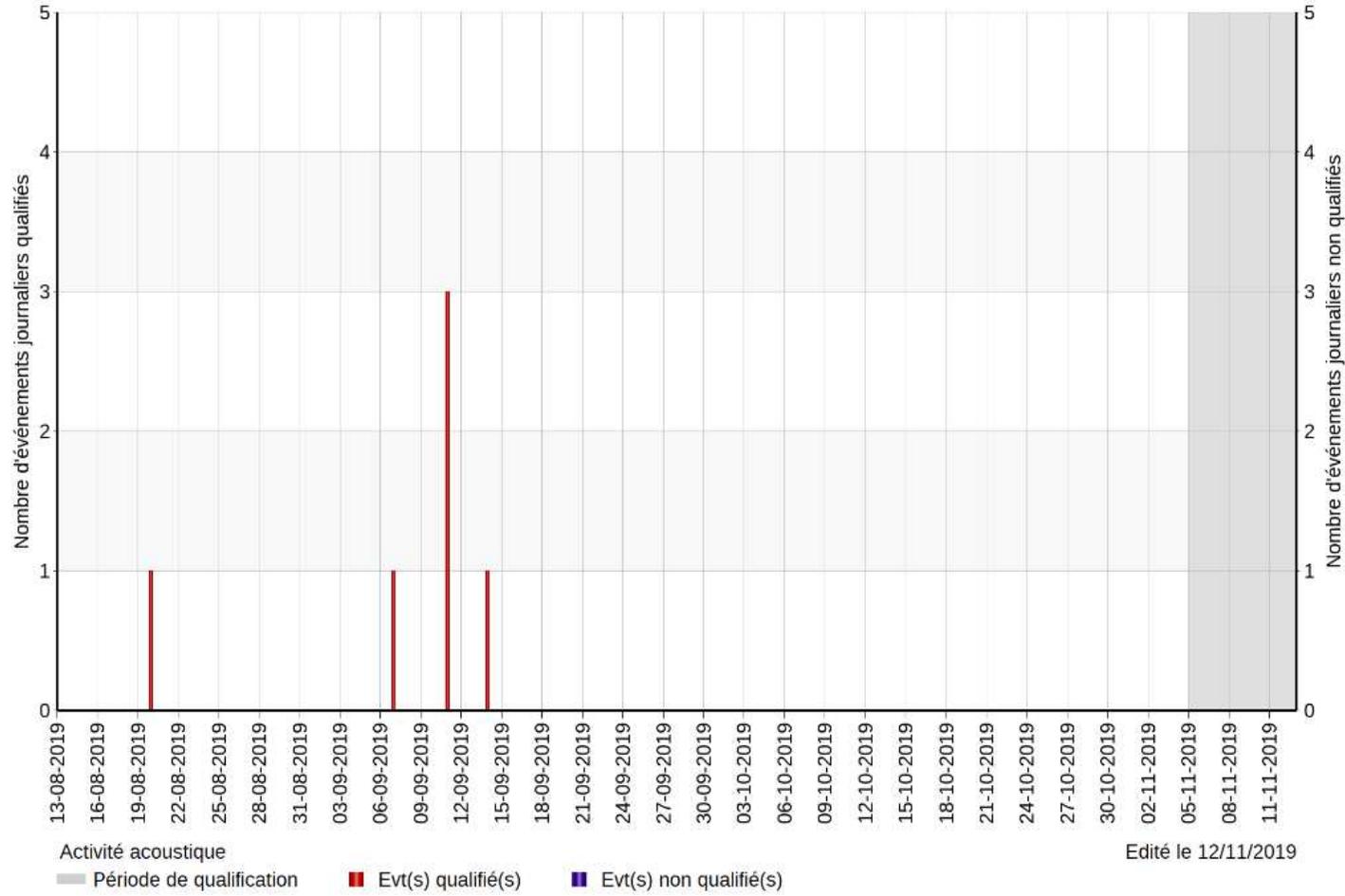
A venir pour ce site dans le cadre de RISSC

- Convention avec la MEL pour intégration des mesures de convergence
- Intégration des partenaires à e-cenaris
- Intérêt des partenaires pour la mise en place de capteurs supplémentaires
 - CO₂ et O₂
- Pas de suivi opérationnel au-delà du projet

Pour l'instant pas d'instrumentation sur la Malogne



Nombre d'événement(s) acoustique(s) : 6
Période de mesure du 13/08/2019 00h00 au 12/11/2019 23h59 : 92 jour(s)



Merci de votre attention !