



Les spécificités de la gestion du risque lié à la dissolution du gypse en région Sud Provence-Alpes-Côte-D'azur

Nathalie MARÇOT
Emilie THIEBAUD

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

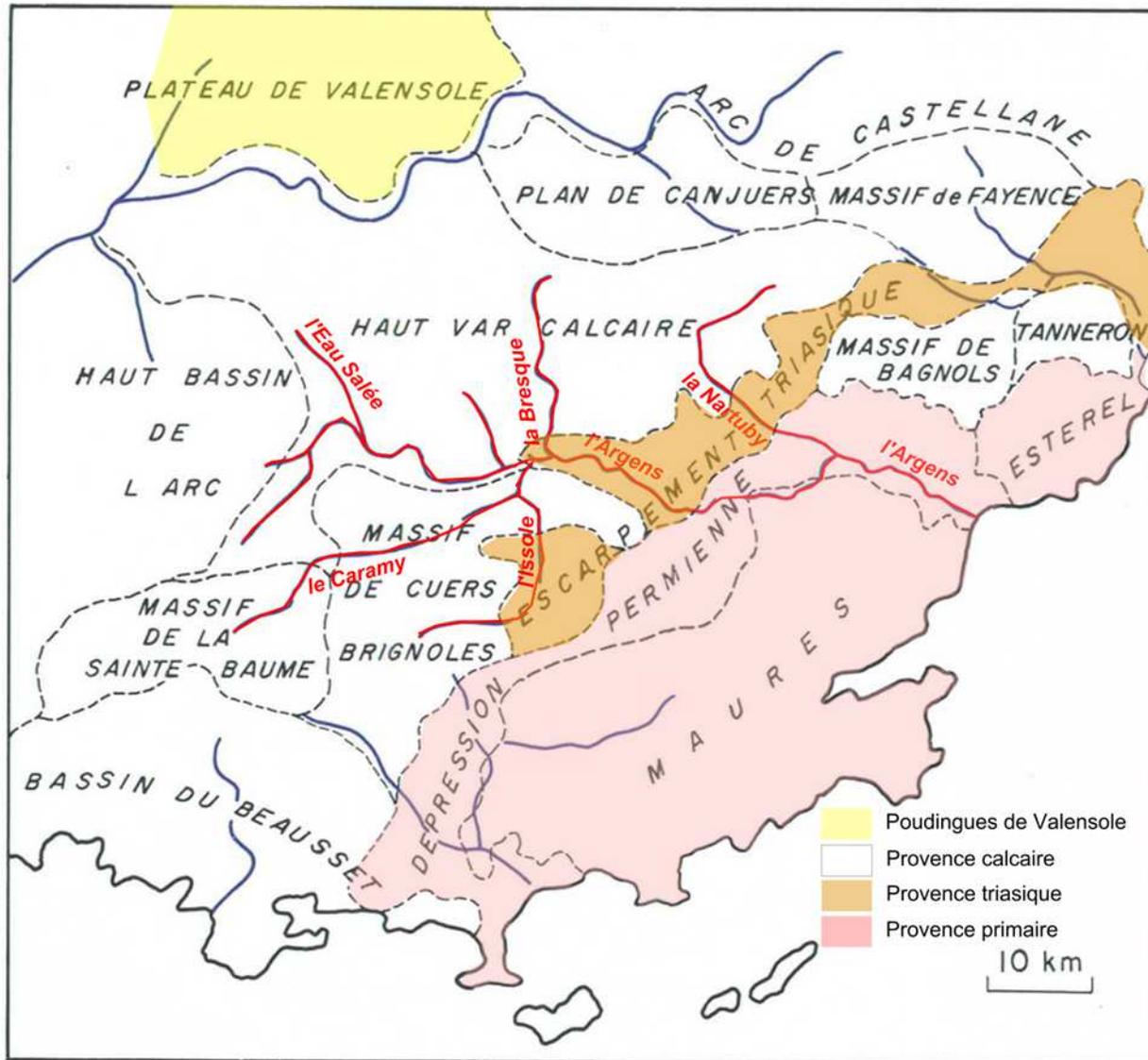
- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Le gypse en région SUD PACA



Provence calcaire

Escarpement triasique

→ surface de chevauchement

Provence primaire

Le gypse en région SUD PACA

Les différents « stigmates » des évaporites du Trias provençal

1) Dépôt : milieu de sédimentation très variable

→ formation très hétérogène avec alternances marnes, évaporites, dolomies et calcaires

- Trias inf. (Buntsandstein) : grès bigarrés – conglomérats, grès et pélites

- Trias moy. (Muschelkalk) :

. Musch. inf. : dolomies, calcaires, marnes, cargneules et **gypse**

. Musch. moy. : calcaires, dolomies, cargneules, **anhydrite et gypse**

. Musch. sup. : calcaires et dolomies

- Trias sup. (Keuper) : complexe marno-gypseux – argiles, marnes avec amas de cargneules, dolomies et **gypse**

- Trias terminal (Rhétien) : calcaires coquilliers à passées gréseuses

Le gypse en région SUD PACA

Les différents « stigmates » des évaporites du Trias provençal

1) Dépôt : milieu de sédimentation très variable

2) Tectonique : chevauchements, halotectonique et décrochement

→ Phase pyrénéo-provençale – compression N-S

→ plis d'orientation E-W

→ chevauchements vers le N

2 niveaux de décollement : Musch. inf. et Keuper

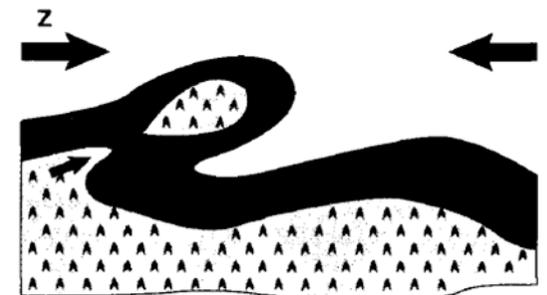
→ bourrage Keuper au cœur des plis (diapirisme)

Halotectonique

1 - régime compressif



a - décollement



b - plissement

Potherat (1997)

Le gypse en région SUD PACA

Les différents « stigmates » des évaporites du Trias provençal

1) Dépôt : milieu de sédimentation très variable

2) Tectonique : chevauchements, halotectonique et décrochement

→ Phase pyrénéo-provençale – compression N-S

→ Phase alpine – compression NE-SW

→ réactivation des failles et des niveaux de décollement

→ décalage des axes de plis – jeu senestre

Le gypse en région SUD PACA

Les différents « stigmates » des évaporites du Trias provençal

1) Dépôt : milieu de sédimentation très variable

2) Tectonique : chevauchements, halotectonique et décrochement

3) Altération : dissolution, cargneulisation, et dé-dolomitisation

- dissolution et effondrements syn-sédimentaires et postérieurs
- cargneulisation : dissolution de la dolomie
- dé-dolomitisation : transformation de la dolomie en calcite

Le gypse en région SUD PACA

Les différents « stigmates » des évaporites du Trias provençal

- 1) Dépôt : milieu de sédimentation très variable
- 2) Tectonique : chevauchements, halotectonique et décrochement
- 3) Altération : dissolution, cargneulisation, et dé-dolomitisation
- 4) Phénomènes de surface : recouvrement par des colluvions / glissements

Le gypse en région SUD PACA

Les différents « stigmates » des évaporites du Trias provençal

- 1) Dépôt : milieu de sédimentation très variable
- 2) Tectonique : chevauchements, halotectonique et décrochement
- 3) Altération : dissolution, cargneulisation, et dé-dolomitisation
- 4) Phénomènes de surface : recouvrement par des colluvions / glissements

→ Structure très complexe

→ Géométrie des lentilles de gypse non connue

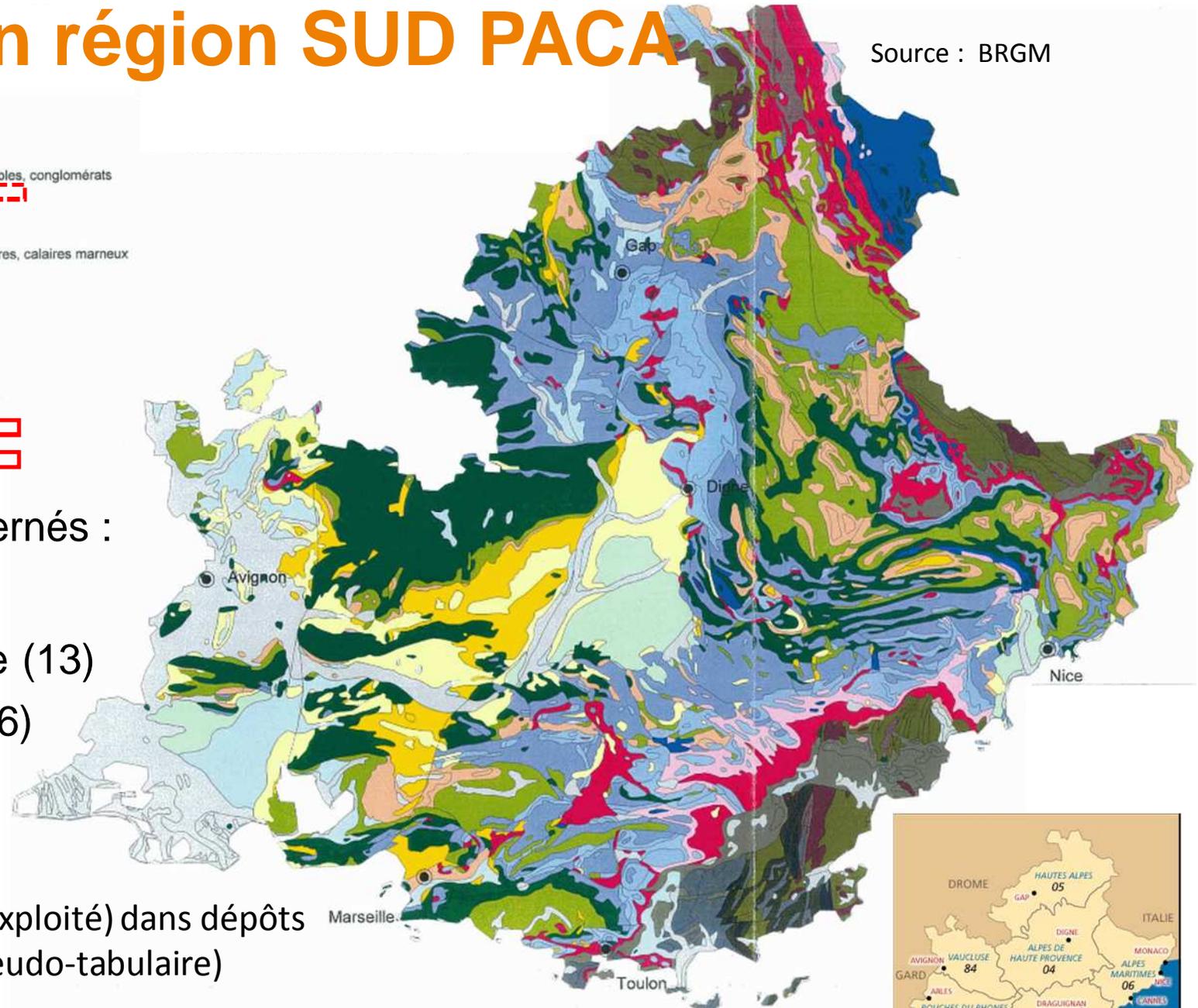
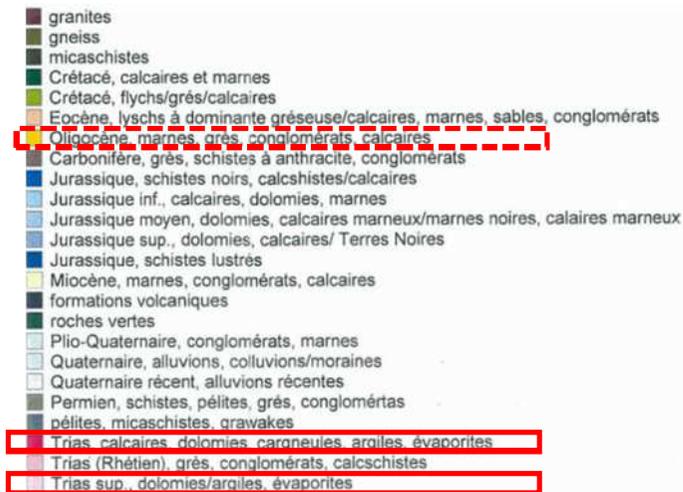
→ Lithologie « effective »

Calcaires du Musch. inf surmontés par une couche de brèches avec éléments calcaires, dolomies, cargneules, gypse voir grès dans une matrice marneuse

→ Gypse potentiellement présent dans l'ensemble Musch. + Keuper

Le gypse en région SUD PACA

Source : BRGM



Départements concernés :

- Hautes-Alpes (05)
- Bouches-du-Rhône (13)
- Alpes-Maritimes (06)
- Var (83)

NB : présence de gypse (exploité) dans dépôts tertiaires (Oligocène – pseudo-tabulaire)



Emilie Thiébaud, Cerema Méditerranée & Nathalie Marçot, BRGM PACA
Les spécificités du risque gypse en PACA - 6 novembre 2018



Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

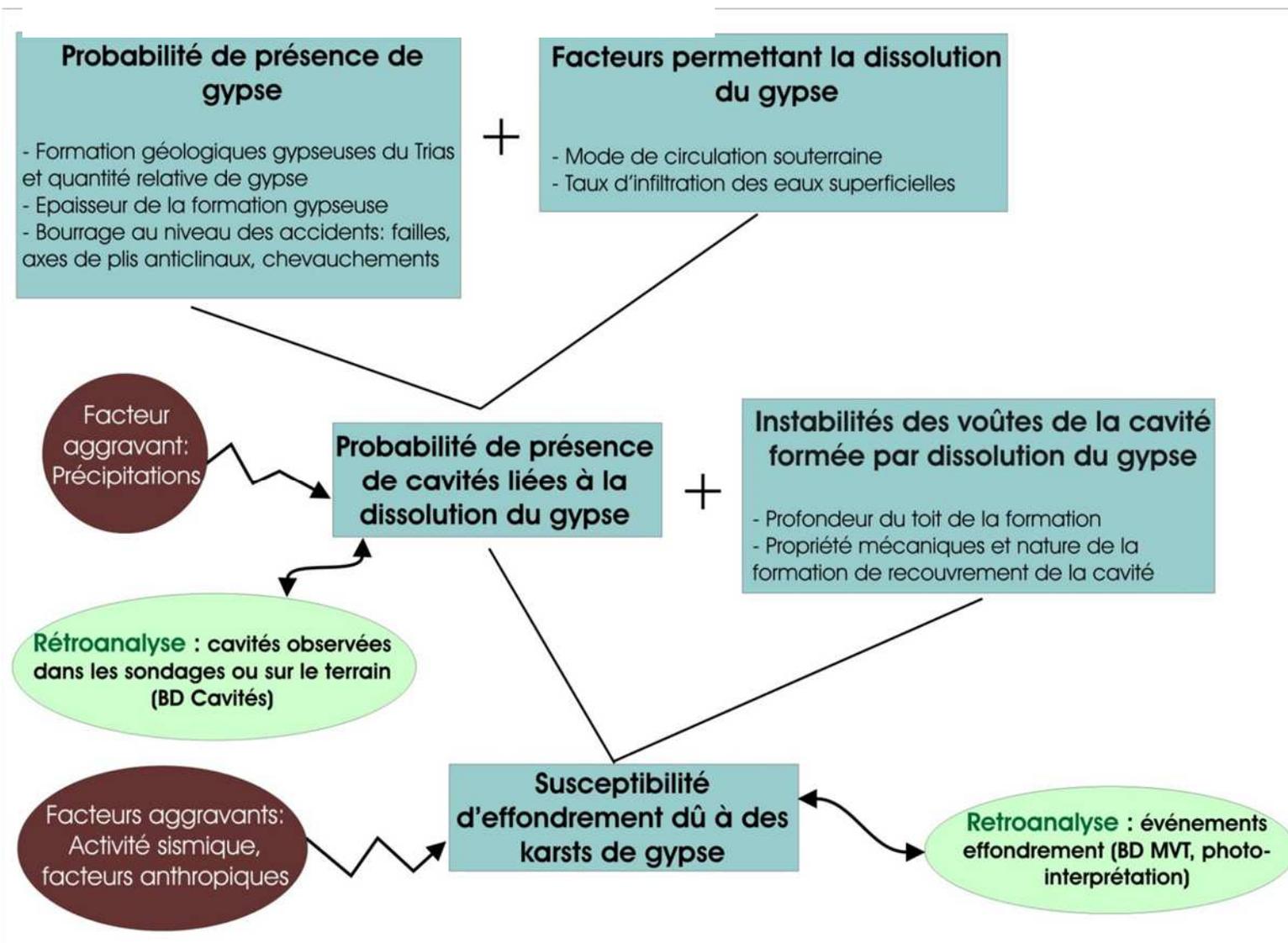
II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Cartographie régionale de l'aléa

Méthodologie



D'après le rapport
BRGM/RP-60896-FR

Cartographie régionale de l'aléa



Méthodologie

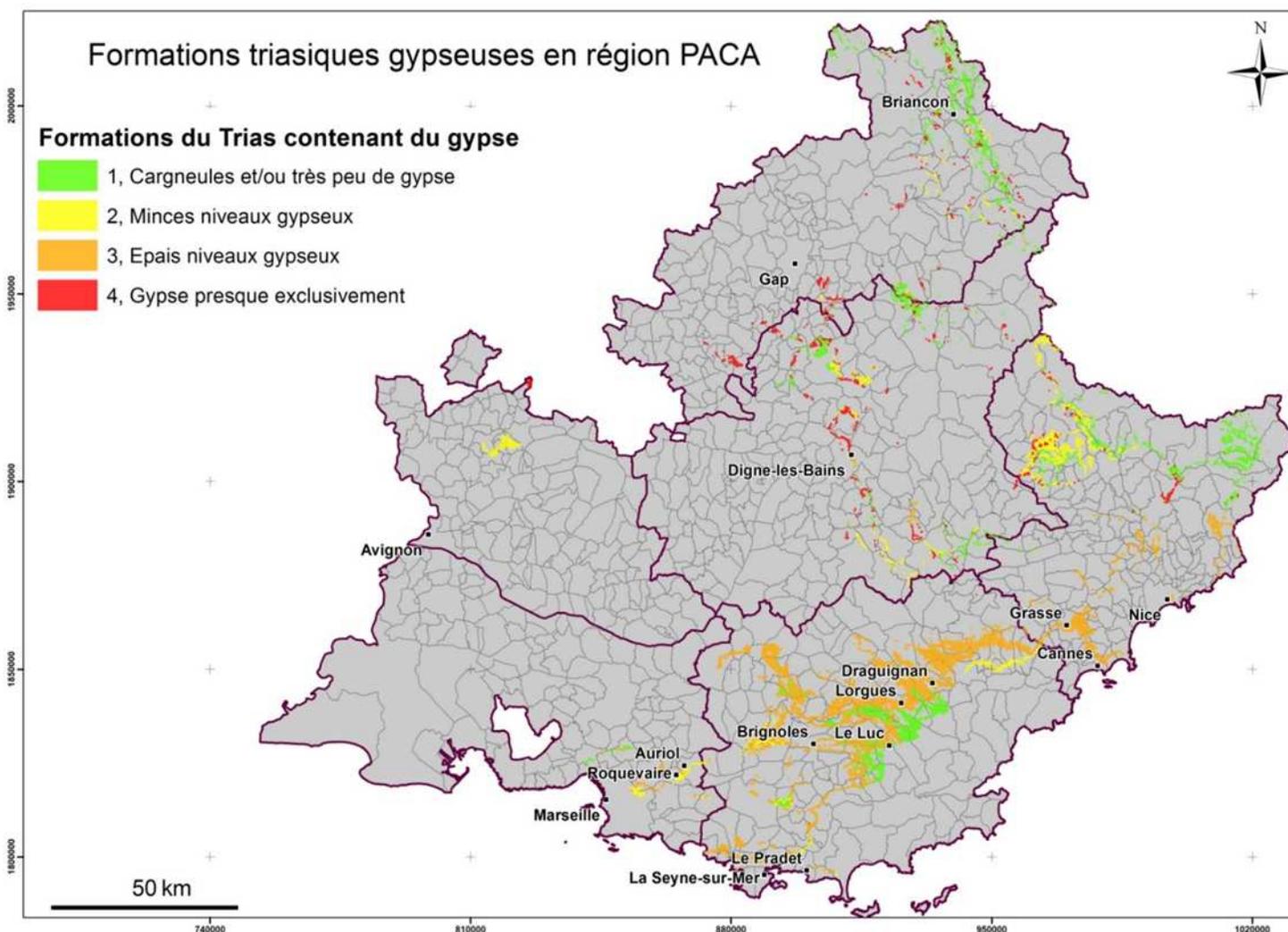
- Les formations du trias contenant potentiellement du gypse dans la région SUD PACA varient selon que l'on se trouve dans les **Alpes**, dans le **Var**, ou sur le **littoral** ;
- Les principales formations rencontrées appartiennent aux sous étages du **Keuper** (Trias moyen et supérieur) et du **Muschelkalk** (Trias moyen).

Ces formations ont été divisées en quatre catégories sur un **critère purement lithologique** lié à la **quantité de gypse** présent :

- formations contenant **presque exclusivement** du gypse (indice 4) ;
- formations correspondant à un **ensemble très tectonisé d'éléments rocheux emballés dans du gypse** ou formations ayant des **niveaux gypseux puissants** (indice 3) ;
- formations comportant des **niveaux gypseux de faible puissance** et/ou présents localement (indice 2) ;
- formations constituées de **cargneules uniquement** ou comprenant **très peu de gypse** (indice 1).

Cartographie régionale de l'aléa

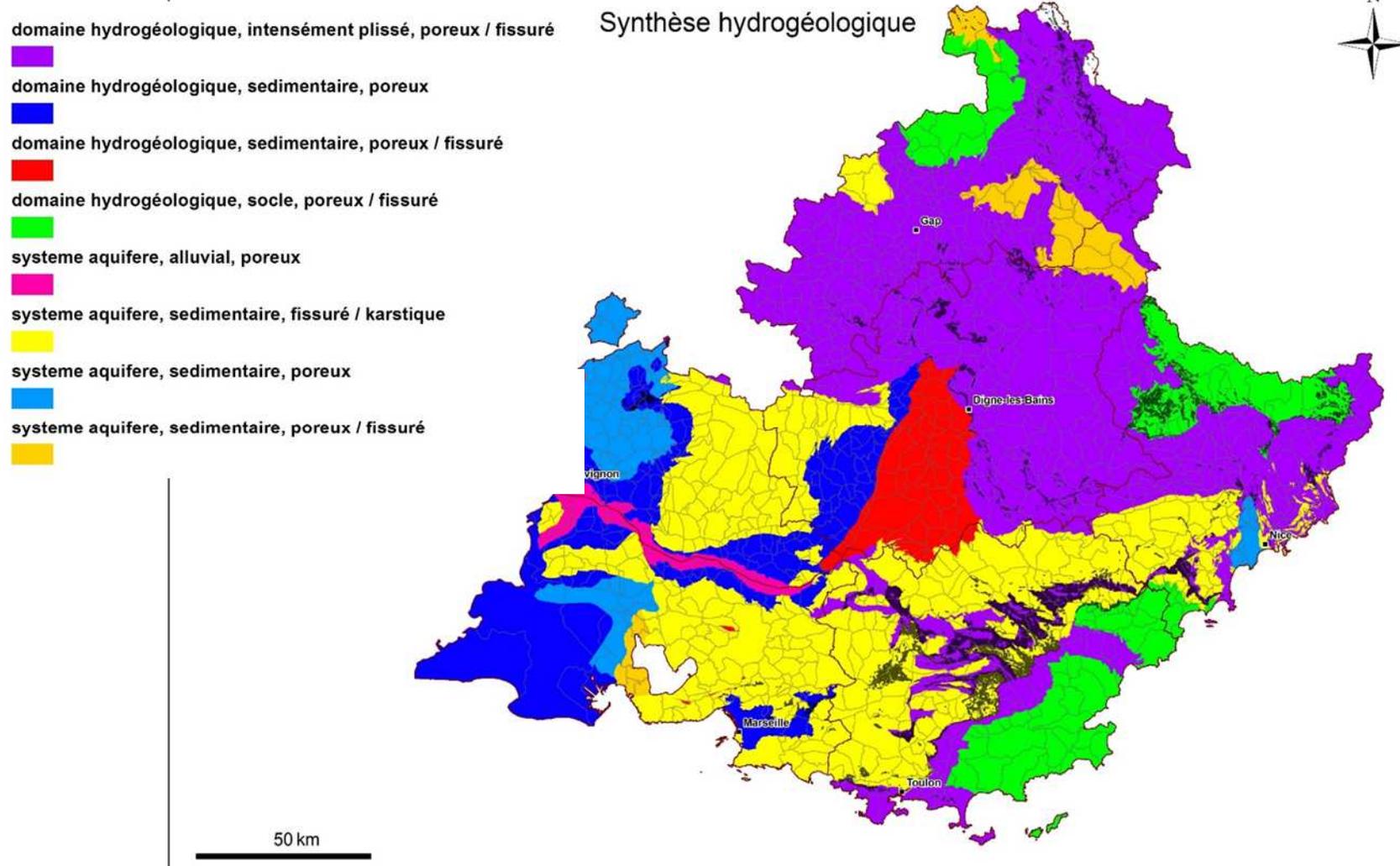
Formations gypseuses triasiques en région SUD PACA



Rapport
BRGM/RP-
60896-FR

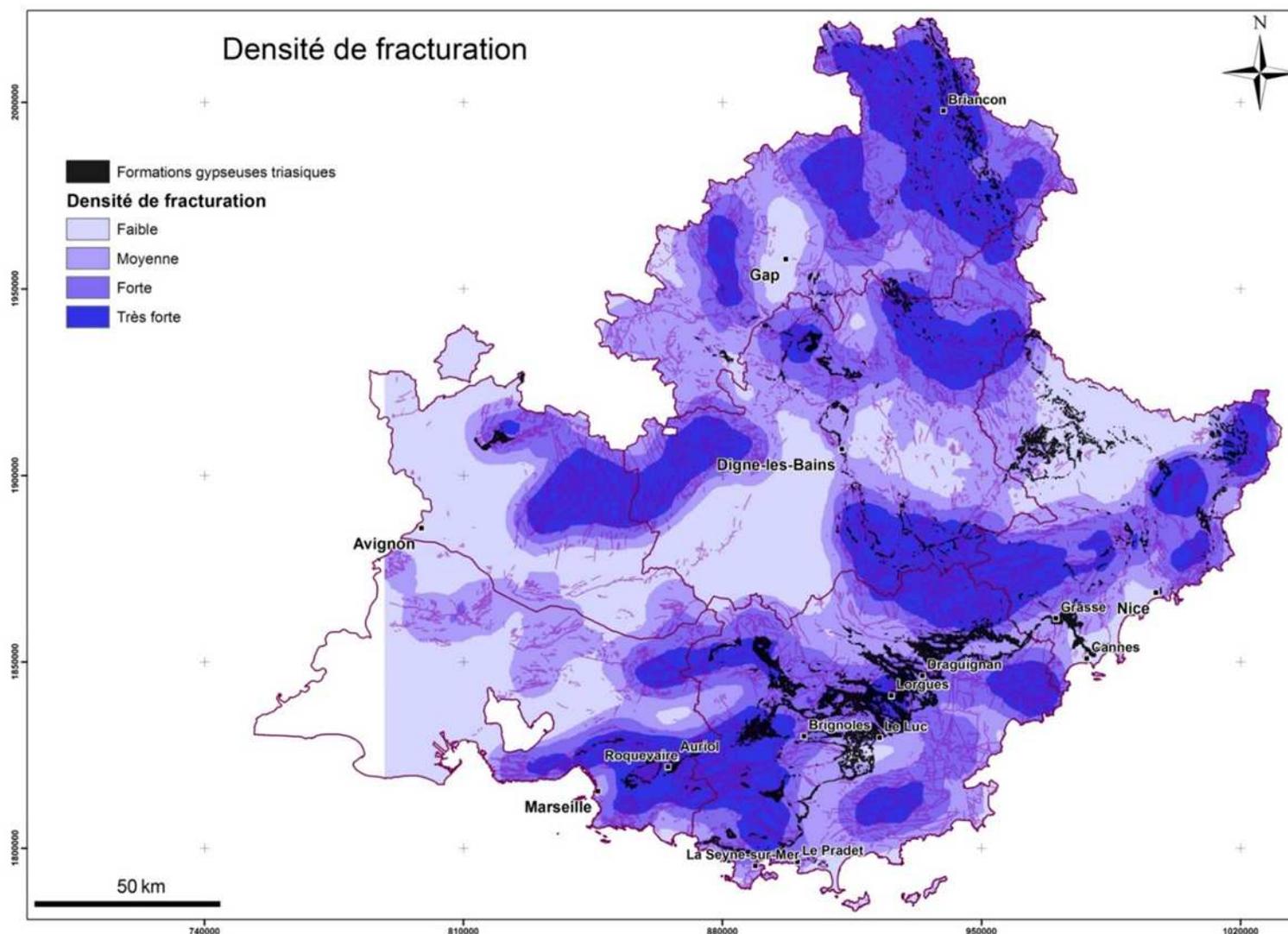
Cartographie régionale de l'aléa

Synthèse hydrogéologique



Cartographie régionale de l'aléa

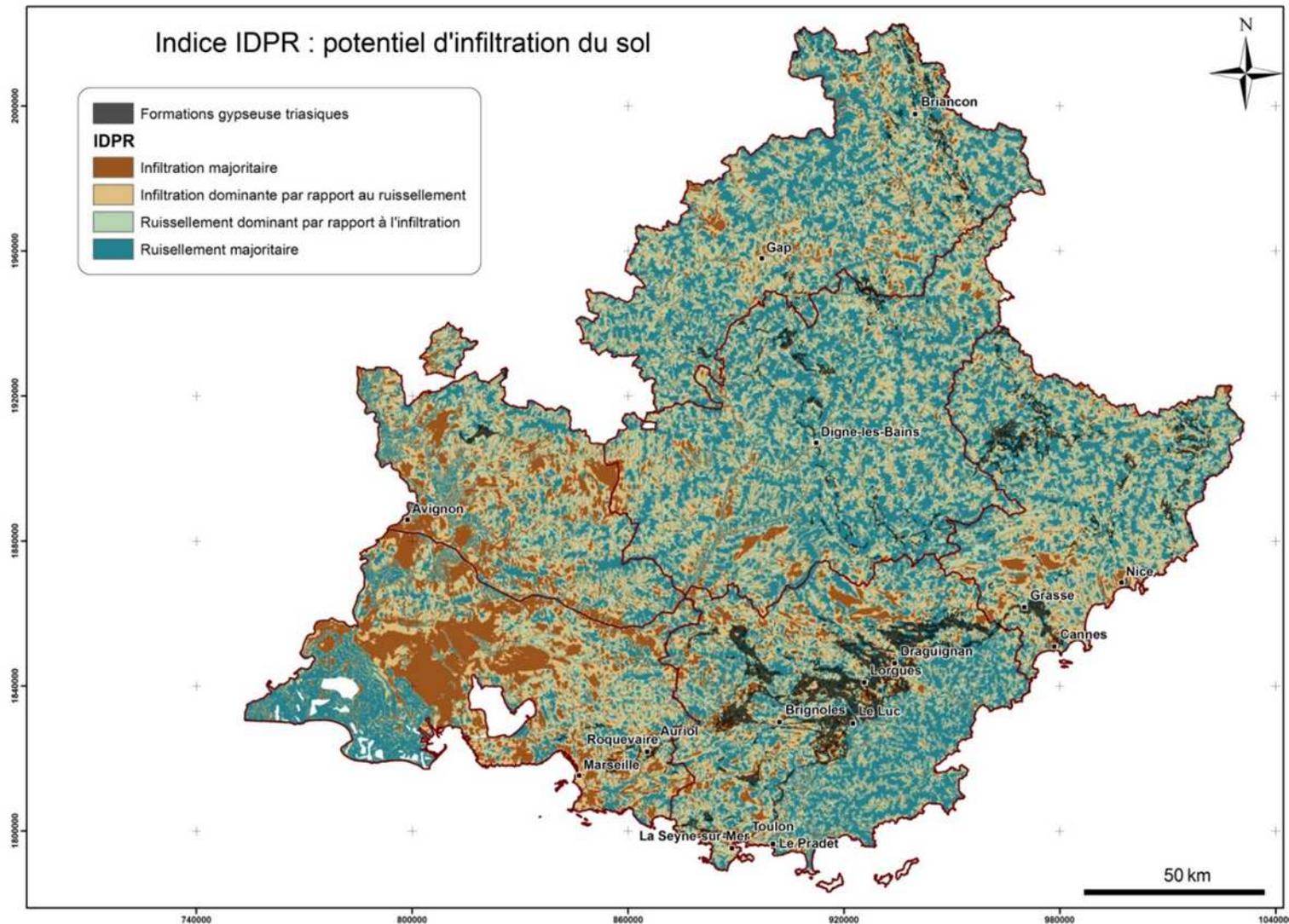
Densité de fracturation en région SUD PACA



Rapport
BRGM/RP-
60896-FR

Cartographie régionale de l'aléa

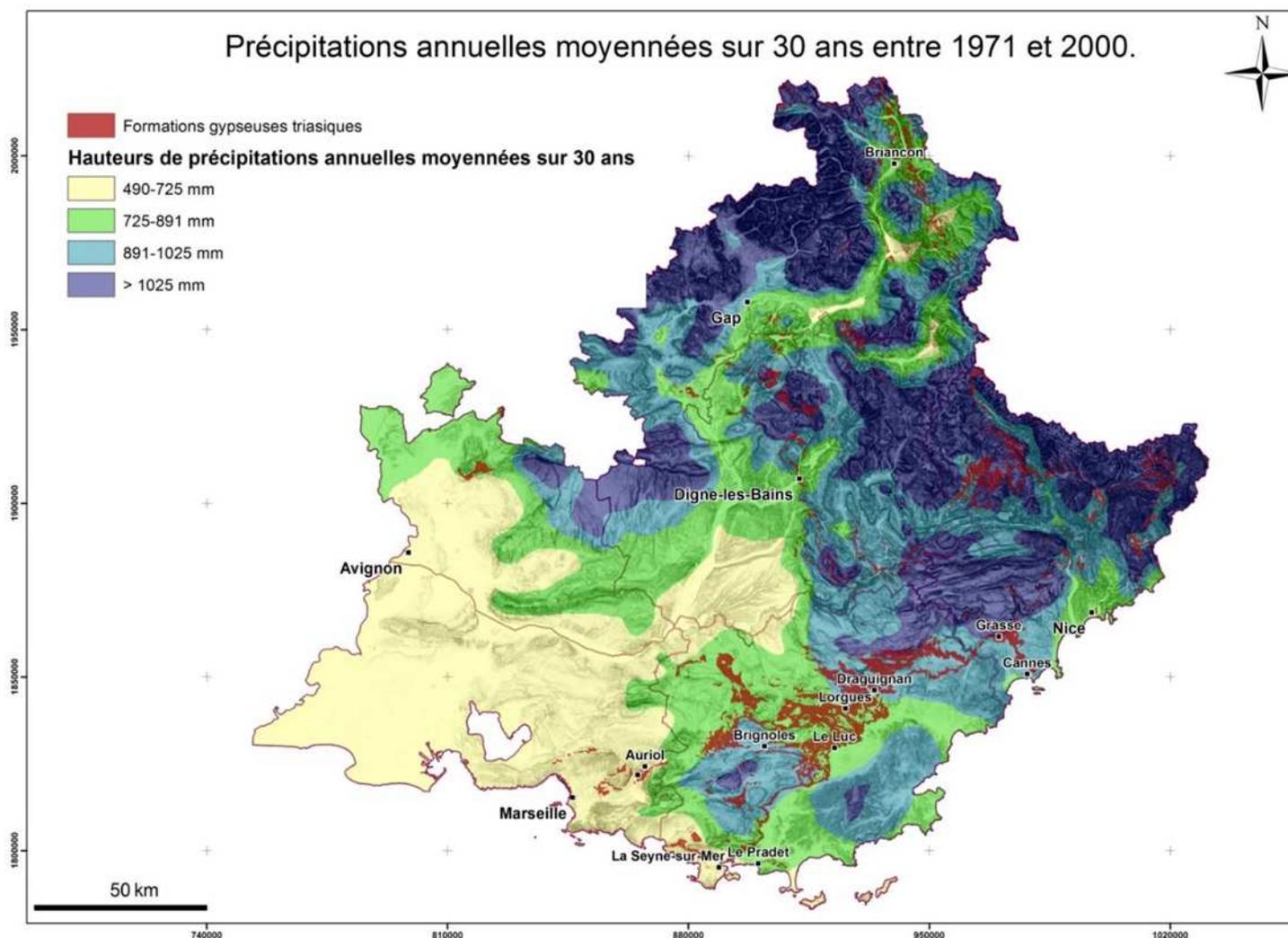
Indice de développement et de persistance des réseaux : IDPR



- Permet de rendre compte indirectement de la capacité intrinsèque du sol à laisser **infiltrer** ou **ruisseler** les eaux de surface
- Se calcule en comparant le **réseau hydrographique naturel** au **réseau de talwegs** calculés

Cartographie régionale de l'aléa

Pluviométrie (AURELHY 1971-2000)



Rapport
BRGM/RP-
60896-FR

Cartographie régionale de l'aléa

Susceptibilité aux effondrements liés aux cavités formées par dissolution de gypse

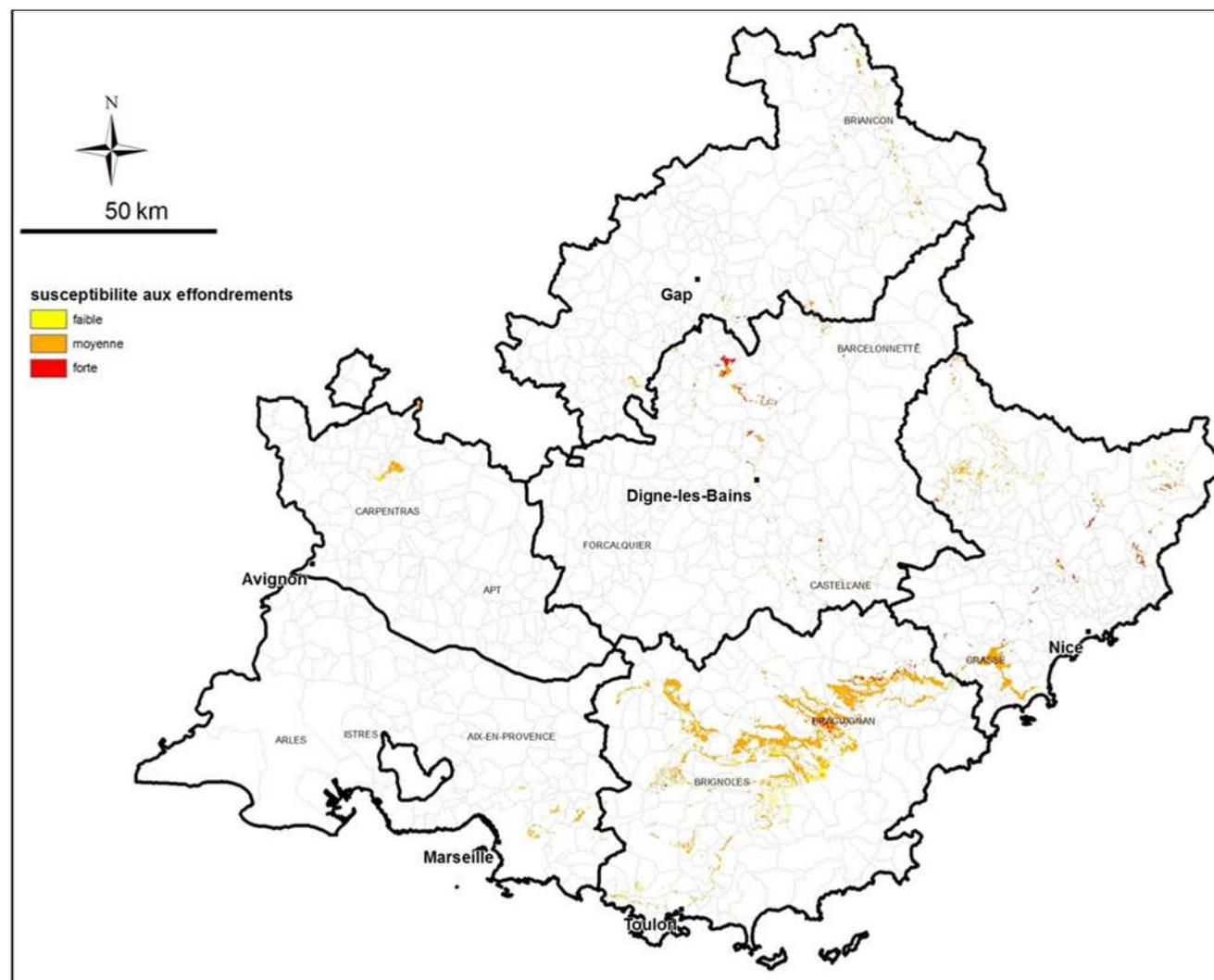


		Degrés de susceptibilité pour chaque critère			
Facteurs permanents	Formations gypseuses	1 = cargneules et/ou très peu de gypse	2 = minces niveaux gypseux	3 = épais niveaux gypseux	4 = gypse presque exclusivement
	Densité de fracturation	1 = densité de fracturation faible	2 = densité de fracturation moyenne	3 = densité de fracturation forte	4 = densité de fracturation très forte
	IDPR	1 = 1 500-2 000 : ruissellements majoritaires	2 = 1 000-1 500 ruissellements plus forts que l'infiltration	3 = 500-1 000 infiltrations plus fortes que ruissellement	4 = infiltrations majoritaires
Facteurs aggravants	Précipitations : hauteurs annuelles moyennées sur 30 ans	1 = 490-725 mm	2 = 725-891 mm	3 = 891-1025 mm	4 >1025 mm
	Activité sismique	1 = activité sismique très faible	2 = activité sismique faible	3 = activité sismique modérée	4 = activité sismique moyenne

Rapport
BRGM/RP-
60896-FR

Cartographie régionale de l'aléa

Susceptibilité aux effondrements liés aux cavités formées par dissolution de gypse

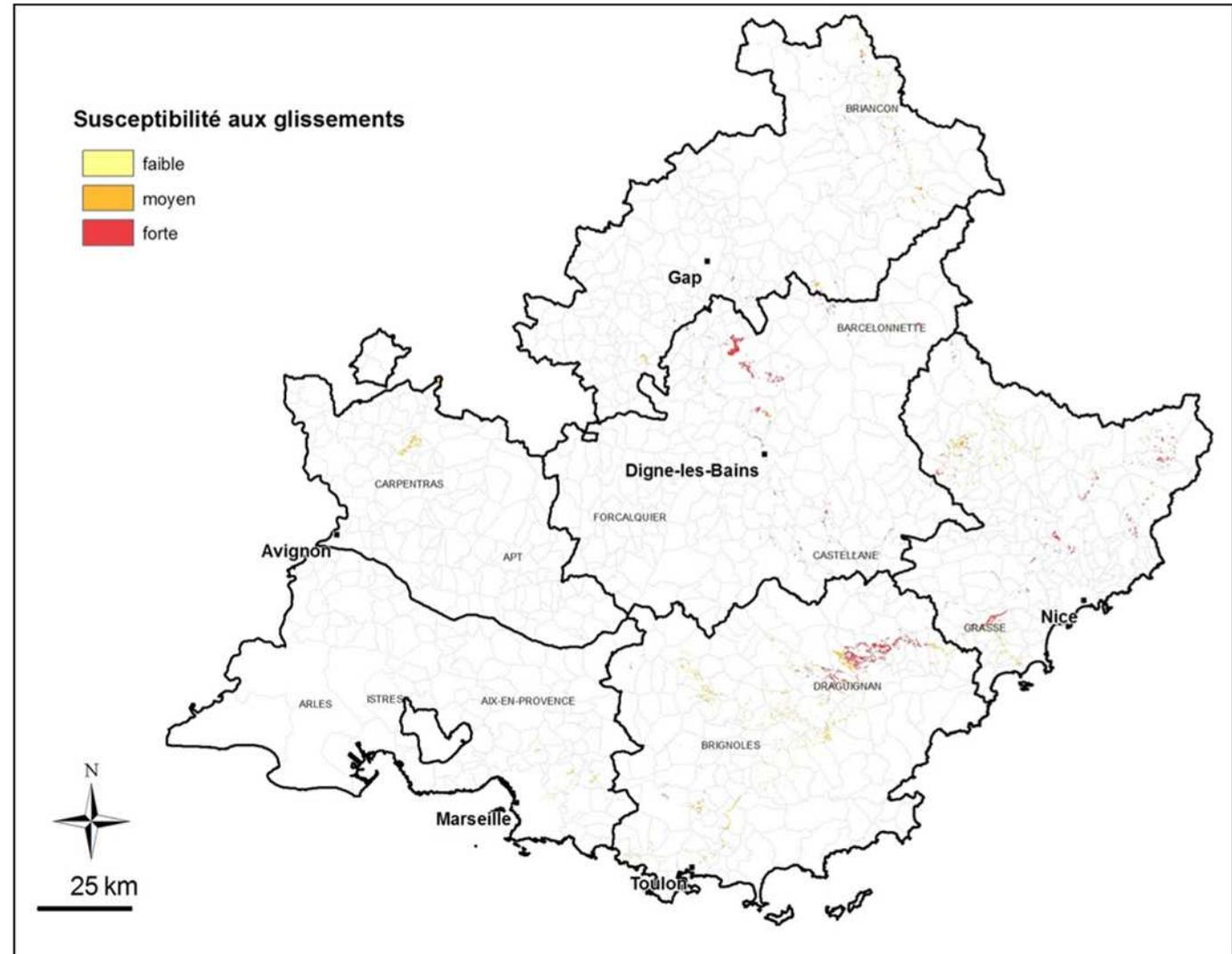


Rapport
BRGM/RP-60896-FR

Cartographie régionale de l'aléa



Susceptibilité aux glissements de terrain liés à la dissolution de gypse



Rapport
BRGM/RP-60896-FR

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

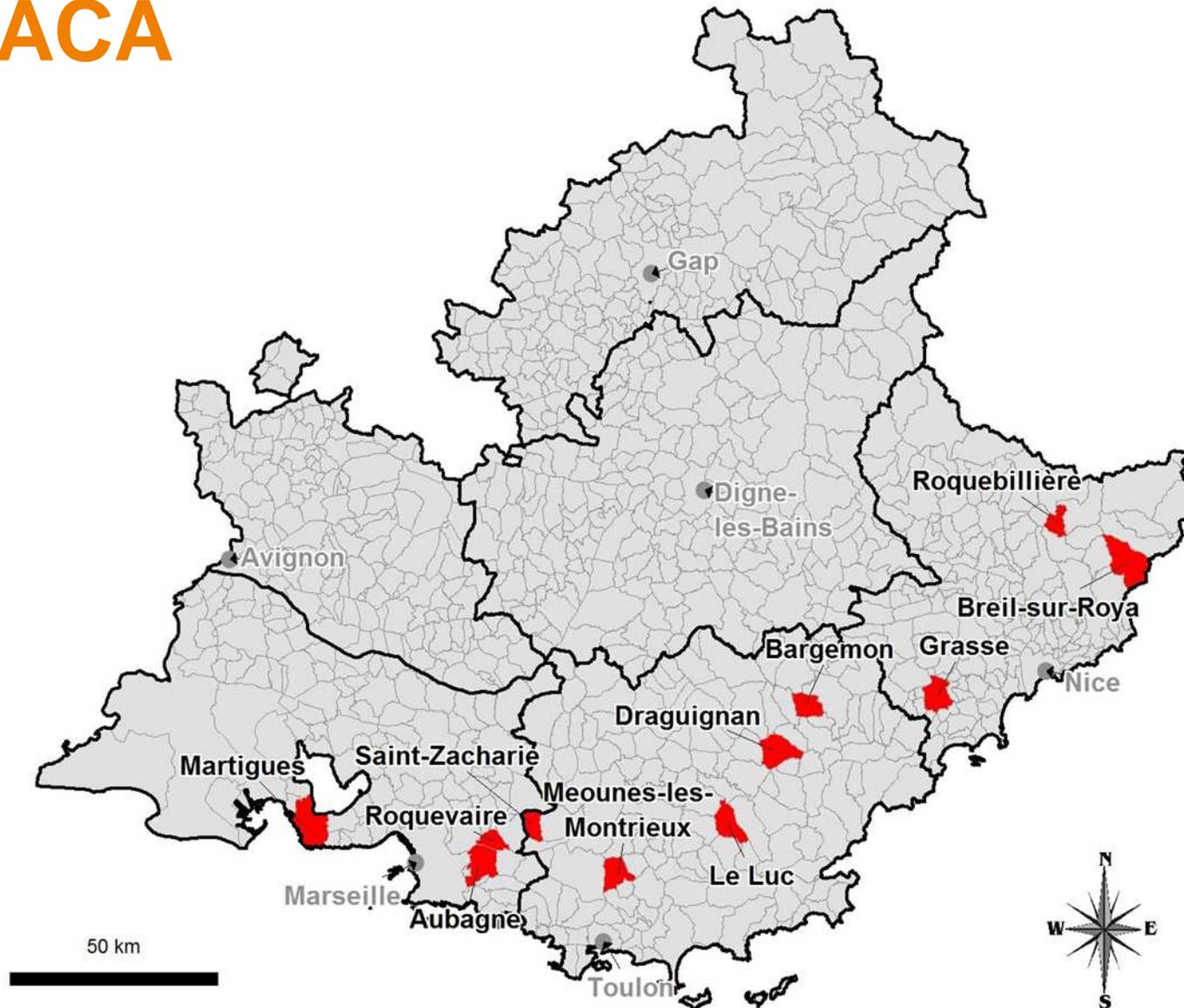
- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

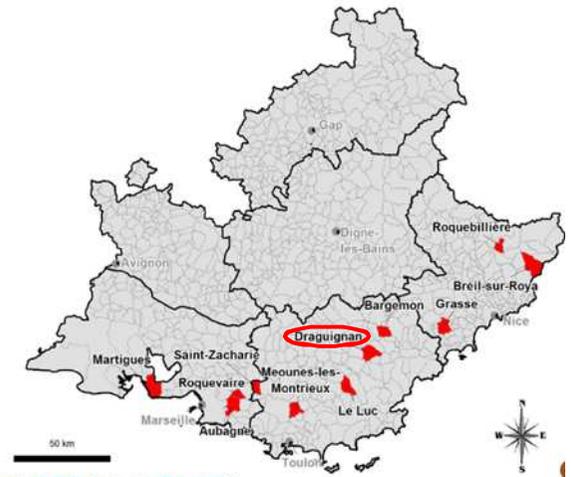
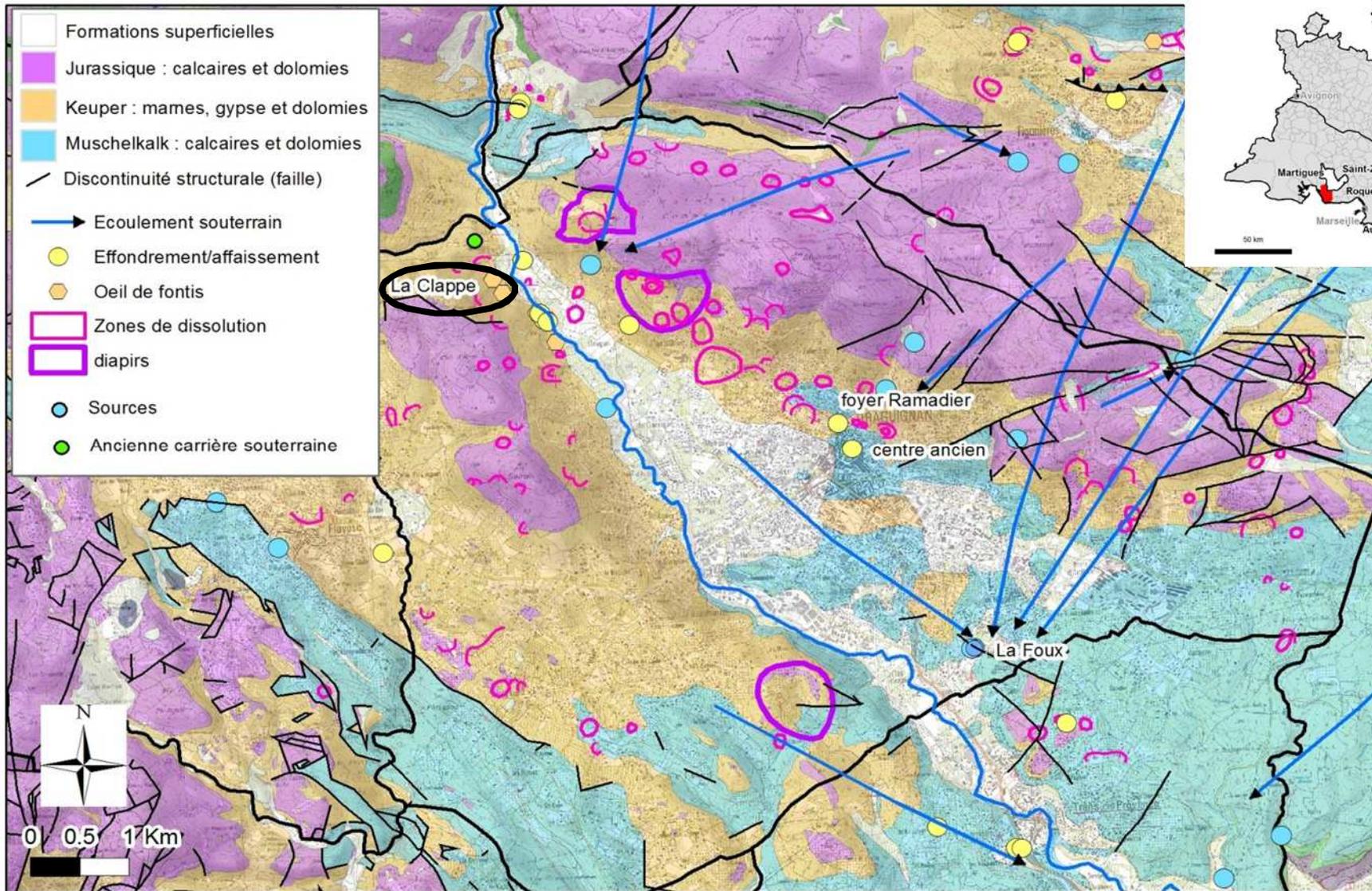
- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Focus sur communes exposées en région SUD PACA

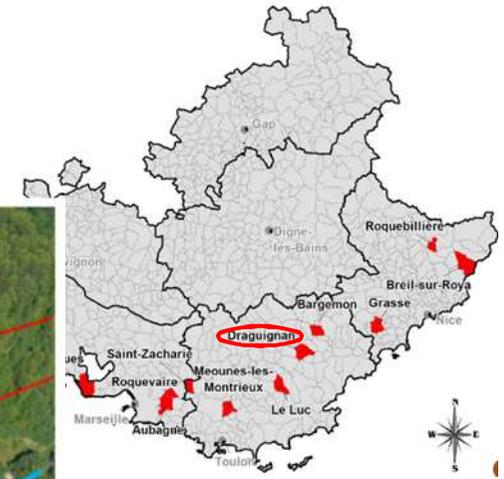
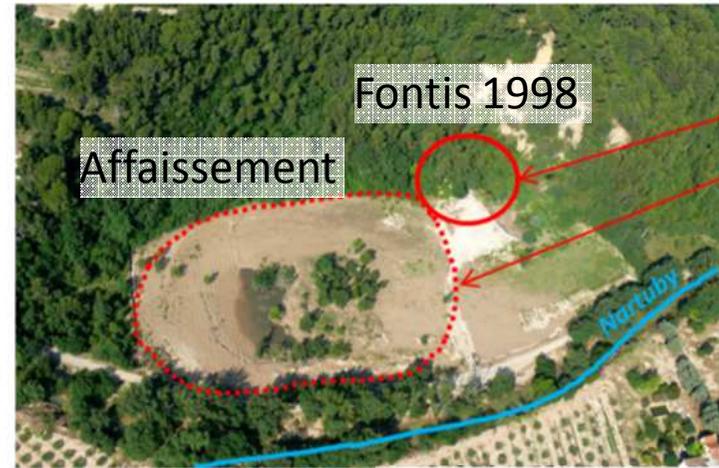


Focus Draguignan (Var - 83)



Focus Draguignan (Var - 83)

Instabilités au lieu-dit « La Clappe »



Observation terrain juin 2010 (photo Cerema)

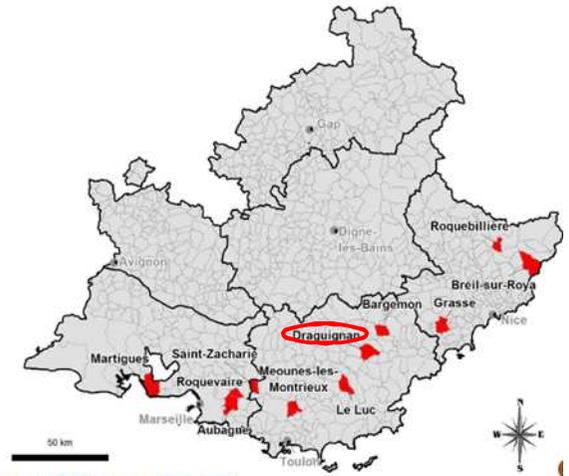
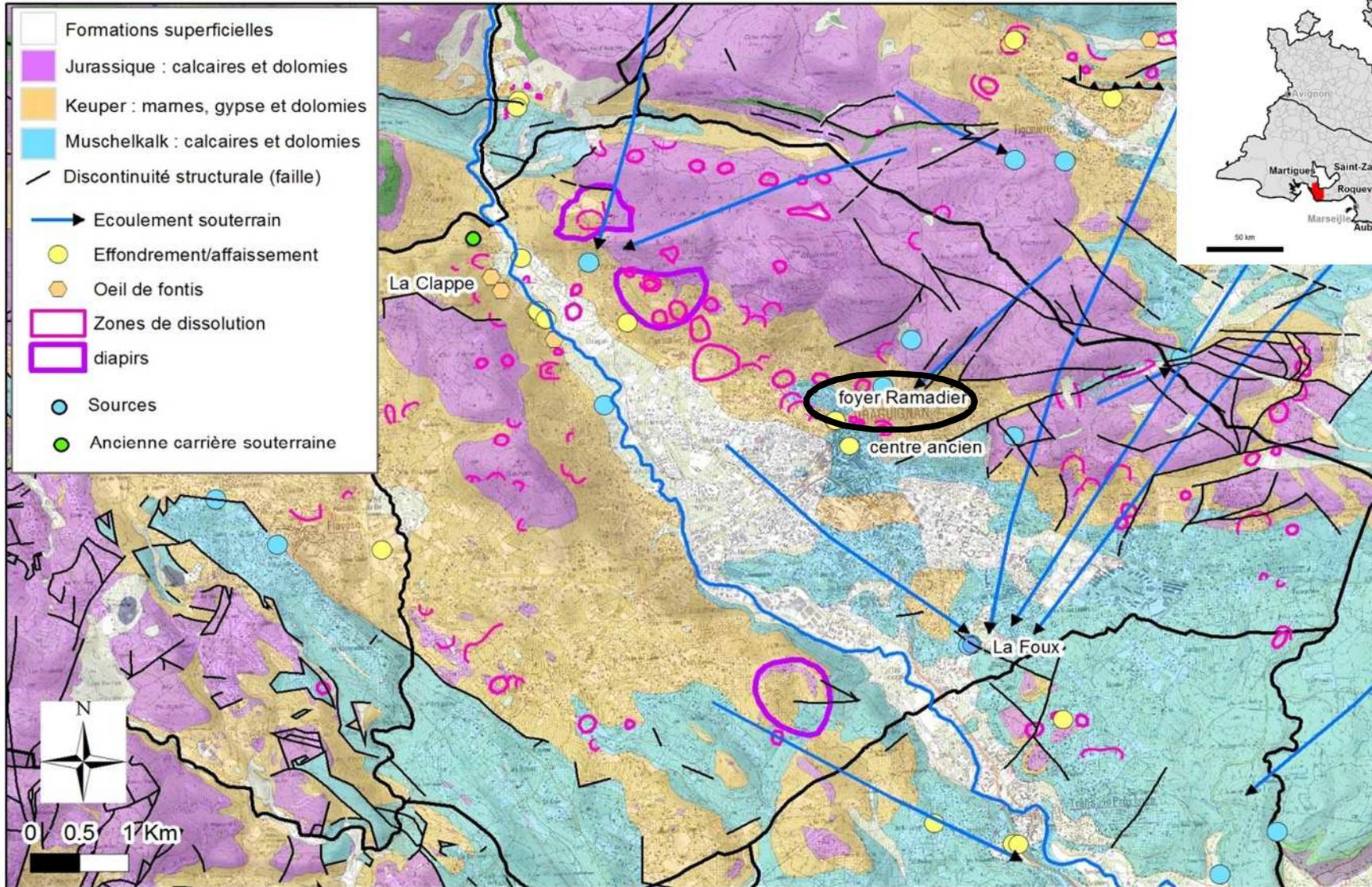


extrait rapport DDAF (Cova, 1998)

- Désordres mentionnés dès XIXème siècle
- 1878 : effondrement diam. 40 m / prof. 36 m
- 1983 : effondrement diam. 50 m / prof. 20 m
- 1998 : réactivation du fontis diam. 40 m / prof. 8 m

Volume total remblais 20 000 m³

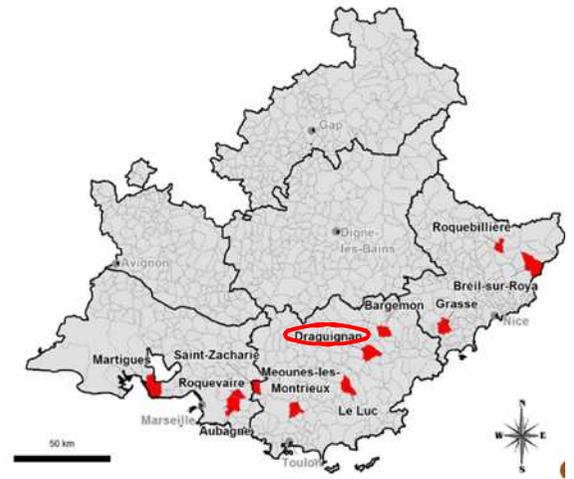
Focus Draguignan (Var - 83)



Focus Draguignan (Var - 83)

Foyer Ramadier

Observations terrain février 2012 (photo BRGM)

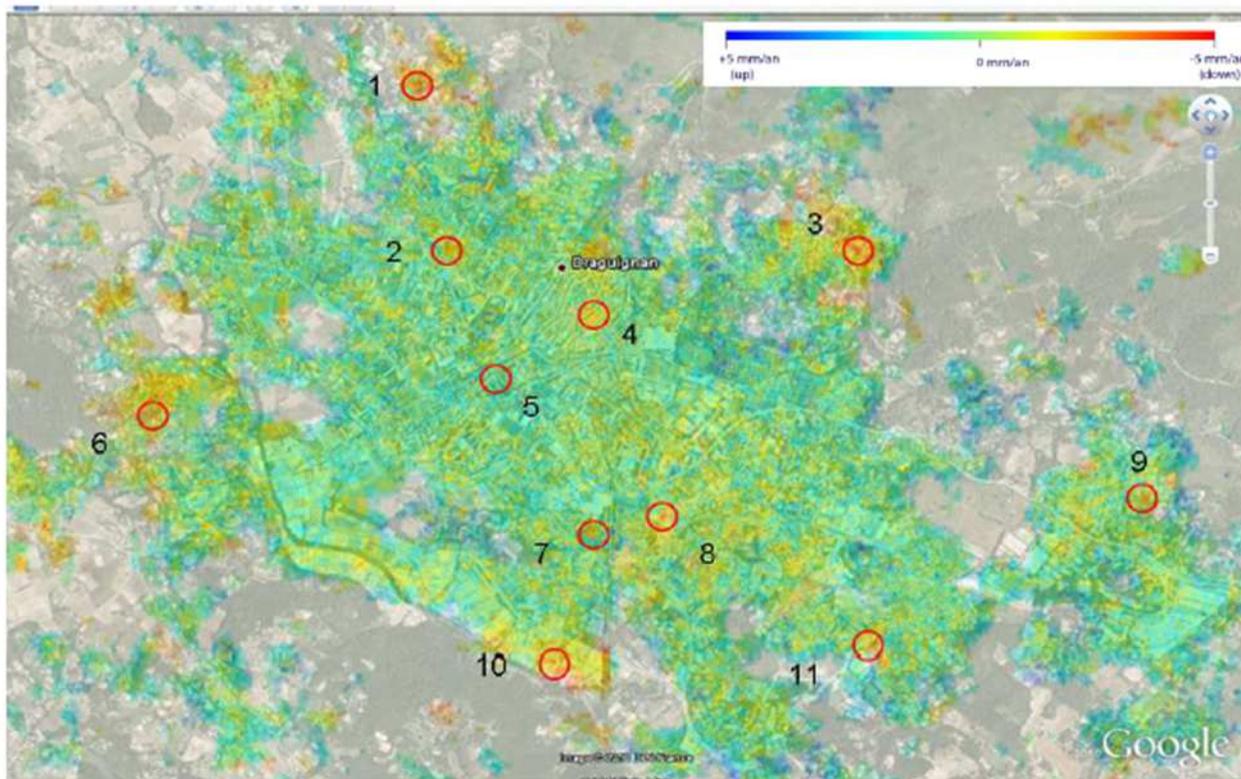
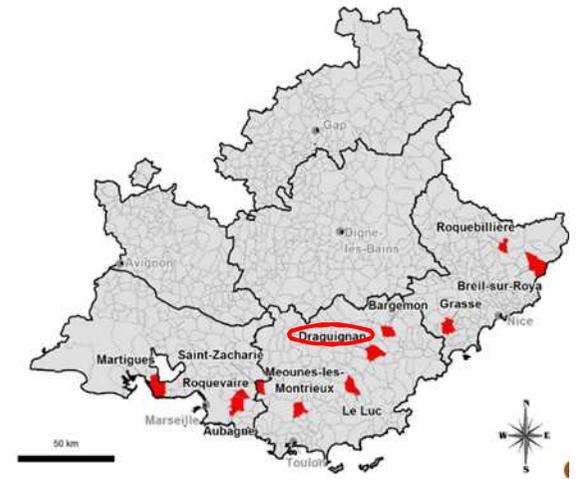


- années 1970 : premiers désordres
- 1985 : fissuration bâti, affaissement en sous-sol, affaissement terre-plein
- 1995 : fontis en partie Ouest bâtiment – volume cavité 60 à 80 m³
- Travaux de démolition → élargissement fontis diam. 6 m / prof. 6,5 m
- remblaiement régulier

Focus Draguignan (Var - 83)

Juin 2010 : épisode pluvieux intense – inondation Argens et Nartuby

- activation ou réactivation de nombreux mouvements de terrain
- inventaire évènements (Cete)
- interférométrie radar différentielle (BRGM)



Tendance générale à la subsidence (3 à 5 mm max)

- rabattement de la nappe ?
- affaissement progressif ?
- dissolution diffuse ?
- Retrait-gonflement argiles du Keuper ?

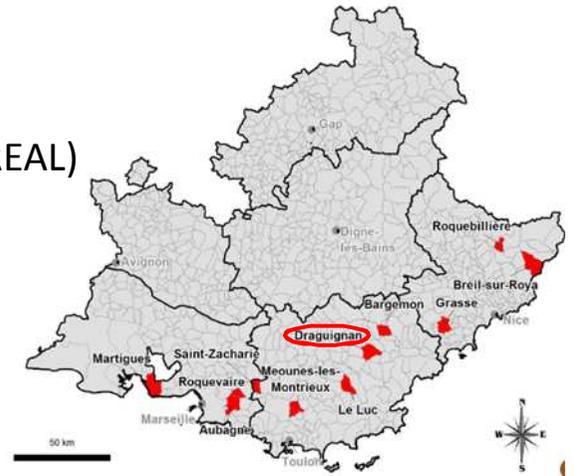
Focus Draguignan (Var - 83)

Action commune BRGM/Cerema - 2013-2014 (financement CR et DREAL)

Objectif : Mieux comprendre la relation entre les phénomènes de dissolution et l'aléa effondrement/affaissement sur la commune de Draguignan

- BRGM : bibliographie, visite anciennes carrières, collecte et traitement données chimie existantes

- CEREMA : acquisition et traitement de nouvelles données : jaugeages, piézométrie, conductivité et analyses chimiques



→ Modèle de fonctionnement hydrogéologique et hydrochimique

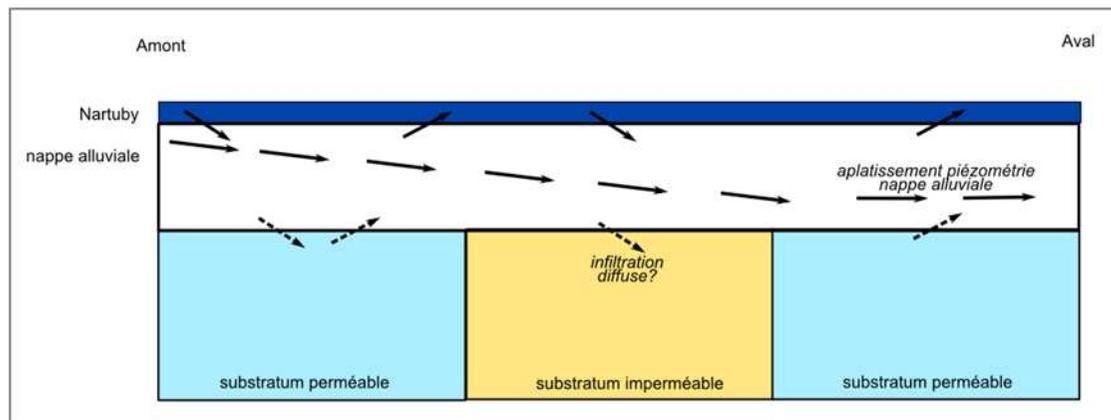
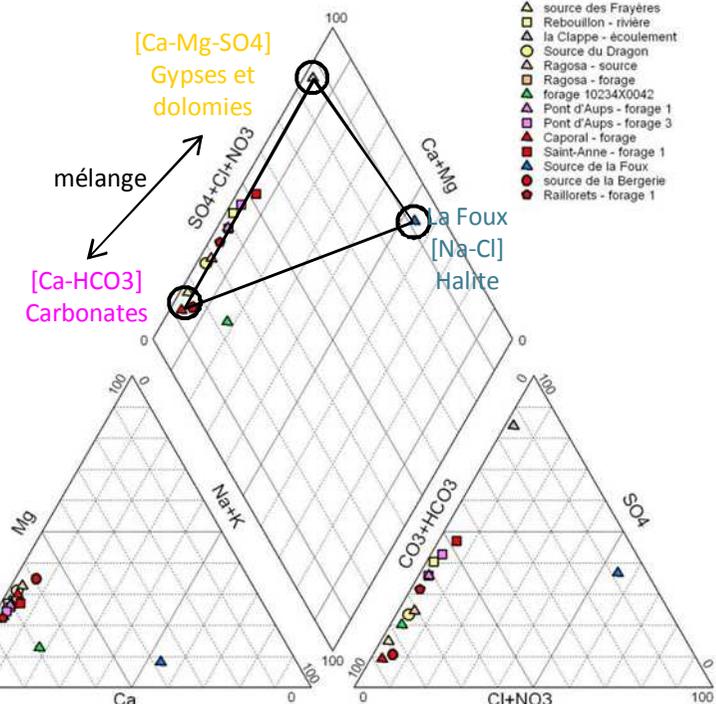
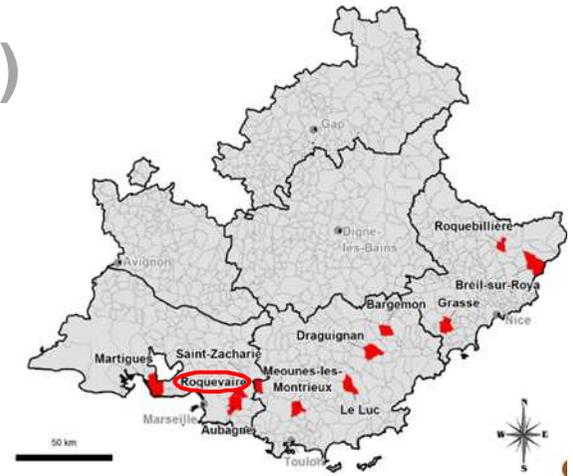


Diagramme de Piper - Campagne Hautes-Eaux



Focus Roquevaire (Bouches-du-Rhône - 13)

- de 1800 à 1850 exploitation artisanale
- de 1850 à 1963 exploitation par chambres et piliers
 - . 1 à 3 niveaux
 - . chambres d'extraction de 3, 5 et 7 m de hauteur selon les niveaux
- état actuel :
 - . niveaux inférieurs noyés (≈ 115 m NGF)
 - . niveaux intermédiaires semi-noyés (≈ 127 m NGF)
 - . niveaux supérieurs maintenus hors d'eau par pompages (≈ 145 m NGF)



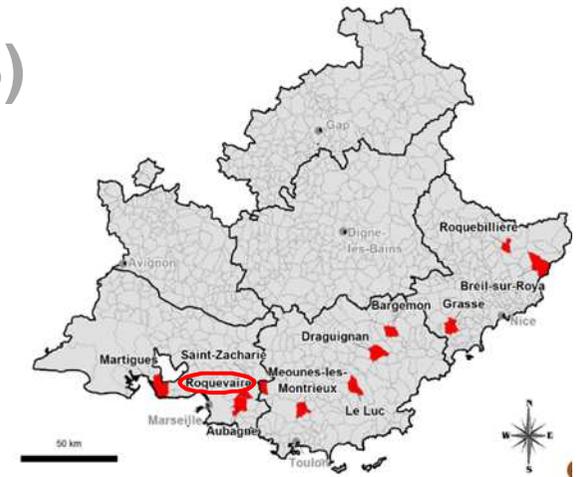
zone éboulée le 16/12/15



Focus

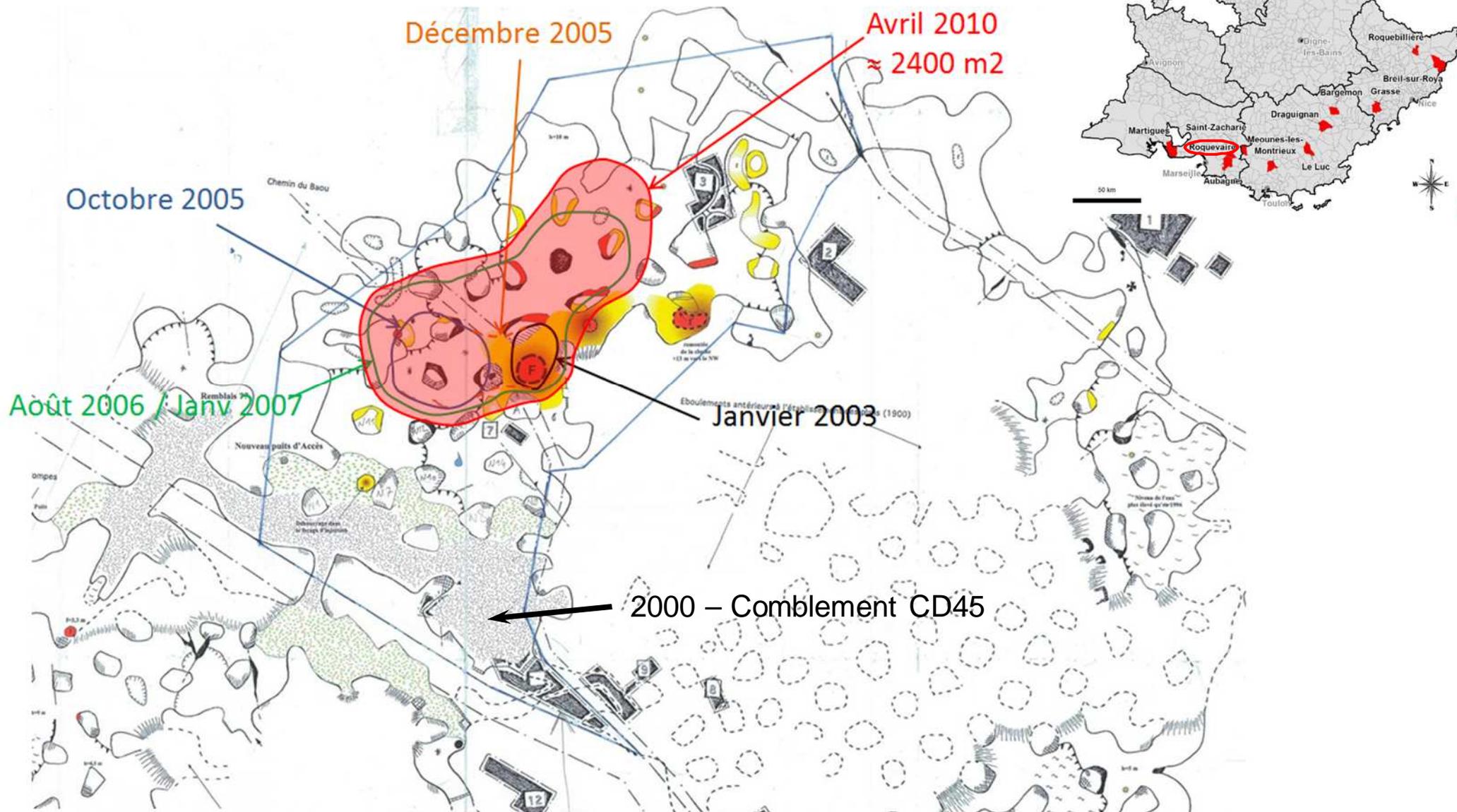
Roquevaire (Bouches-du-Rhône - 13)

Date	Désordres en surface	Démarches de prévention
1892	quartier <u>Bellevue</u>	
1940	quartier <u>Bellevue</u> – diamètre 10-12 m	
1960	secteur <u>Roumigières</u> – 2 effondrements de 20 et 10 m de diamètre	
1971	effondrement d'environ 2500 m ² en partie Nord	
1973	Réactivation d'un effondrement situé le long de la RD45	
1990	Fontis et fissuration de l'habitation située à proximité	
1992		application article R11-3 délimitant les zones à risques
1995 <i>et jusqu'à aujourd'hui</i>	effondrement du chemin du <u>Baou</u> et évolution de son emprise	
1995		<u>Analyse de l'aléa pour le compte de l'exploitant de la champignonnière menant à l'émission d'une alerte de la commune</u> - arrêté d'interdiction d'accès et de circulation sur le chemin du <u>Baou</u> - cessation activité de la champignonnière - prise en charge du maintien du pompage par la commune - réglementation de la circulation sur la RD45
1997		prescription PPR effondrements
1999		- approbation PPR effondrements - surveillance instrumentale et visuelle de l'effondrement du chemin du <u>Baou</u>
2000		comblement des galeries au niveau de la RD45
2005	très forte évolution de l'effondrement du chemin du <u>Baou</u> (23/10/2005) – ouverture d'un effondrement de 25 m de diamètre	ordonnancement des expropriations autour de l'effondrement du chemin du <u>Baou</u>



Focus

Roquevaire (Bouches-du-Rhône - 13)



Focus Roquevaire (Bouches-du-Rhône - 13)

effondrement en surface le 23/01/2005

(Photo Cerema)



effondrement en surface le 18/03/2015

(Photo Cerema)



- Gestion du risque – DDTM13
- Pompage des eaux d'exhaure par commune
- Nombreuses interventions Cete-Cerema / BRGM / INERIS / BE
- Site d'étude Cerema pour OR PRECAS – 2012-2016

«Dissolution du gypse et outils hydrochimiques – REX sur deux sites : carrière de Roquevaire et Draguignan»

→ plusieurs problématiques sur ce site

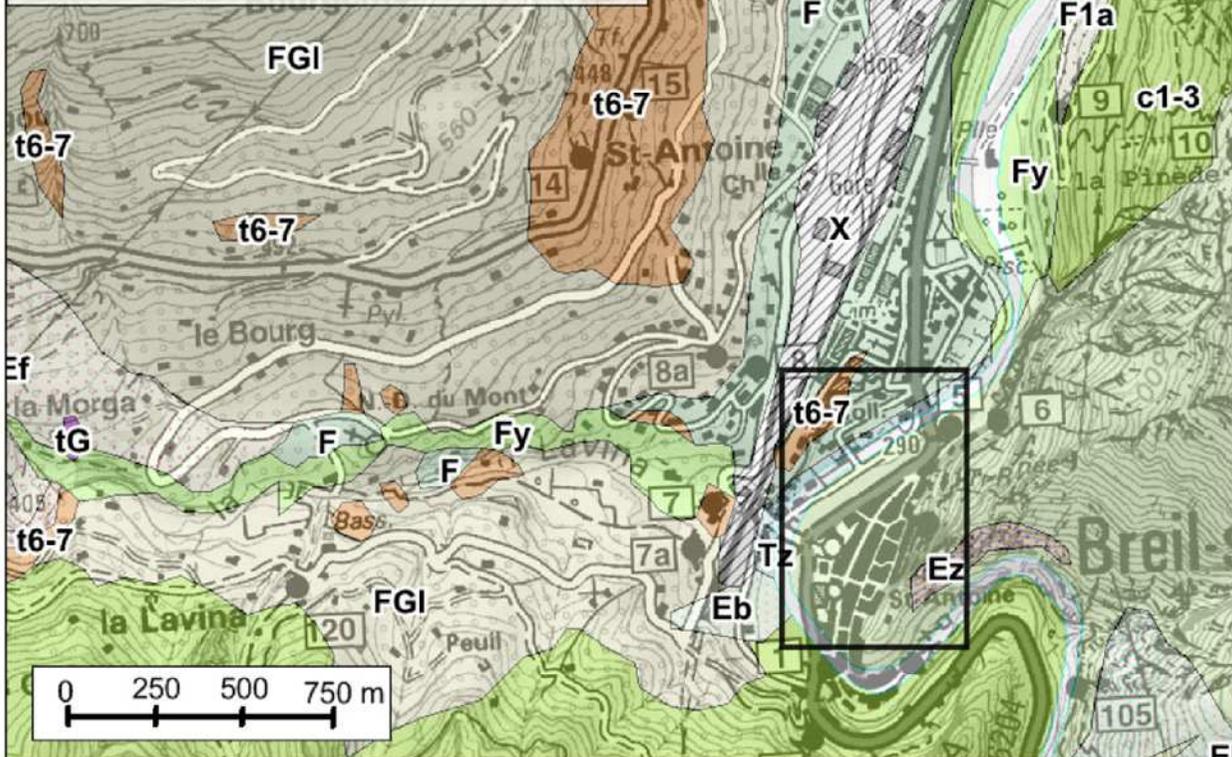
Focus Breil-sur-Roya (Alpes-Maritimes - 06)



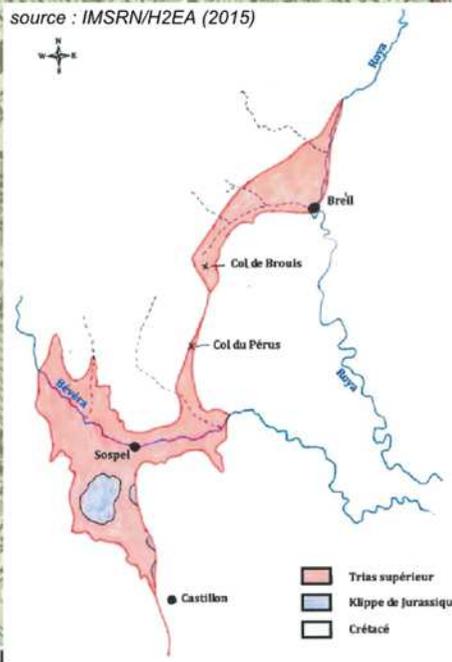
Focus

Breil-sur-Roya (Alpes-Maritimes - 06)

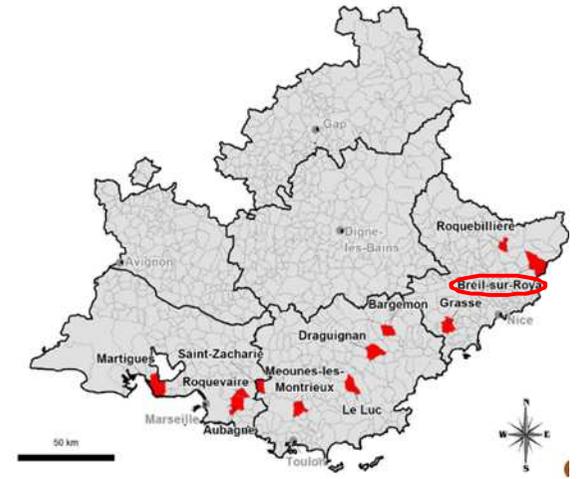
X	dépôts anthropiques
Tz	tourbes récentes
Ez	éboulis récents
Fy	Würm : alluvions (cailloutis, graviers, sables)
F	alluvions anciennes non différenciées
F1a	terrasses anciennes
Ef	éboulis fixés, généralement anciens, localement à gros éléments
FGI	alluvions fluvio-glaciaires et assimilés
Eb	éboulis : cônes actifs
n	Crétacé inf. non différencié : calcaires et calcaires argileux
c1-3	Cénomaniens-Coniaciens : calcaires marneux et marnes néocrétacés
n5b-6-gv	Gargas-Albiens : faciès des "Grès verts" sans marnes noires gargasiennes
j	Jurassique indifférencié
t6-7	Keuper : argiles rouges, gypse, dolomies, cargneules
tG	Trias : gypses



source : IMSRN/H2EA (2015)



Focus Breil-sur-Roya (Alpes-Maritimes - 06)



- Contexte géologique
 - . alluvions sur évaporites
 - . pertes de la rivière en amont du village
- Nombreux désordres sur le bâti
- Nombreuses études : Géolithe (2013), C. Mangan (2013), IMSRN + H2EA (2014), ...
- Cerema Méditerranée (Agence Sophia-Antipolis) – AMO auprès du CD et de la DDTM06

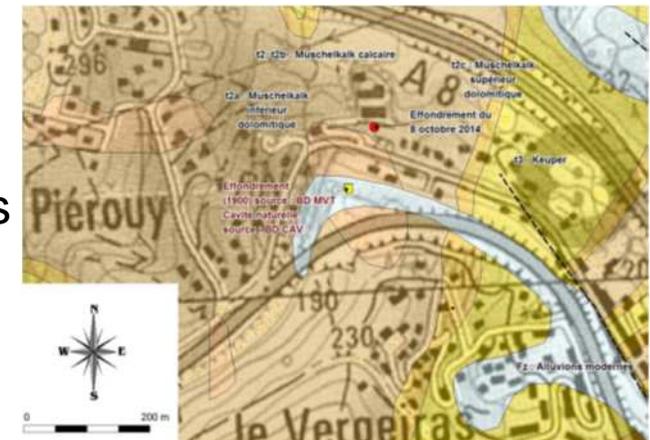
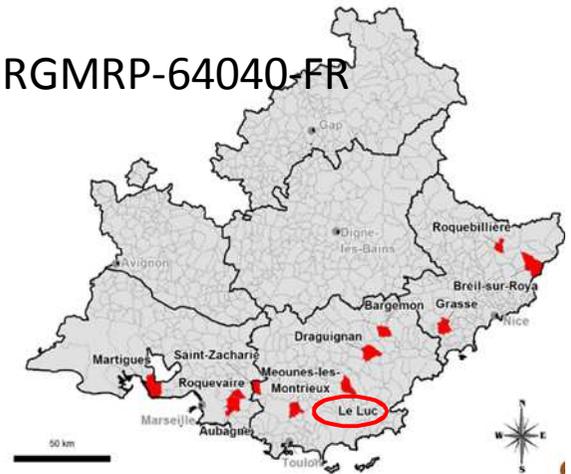
Focus Le Luc-en-Provence (Var - 83) Rapport BRGMRP-64040-FR

Effondrement brutal le **8 octobre 2014** à St Honorat

30 m de profondeur, 25 m de diamètre, pentes de 60-90°
Sous-cavage sous le bâtiment de pls 10aines de cm (s'est agrandi).
Muschelkalk inf dolomitique (Trias moyen) : argiles, marnes et cargneules et remblais.

Volume de vide estimé le 17 octobre de l'ordre de 5 000 m³
Vestiges d'une ancienne exploitation souterraine (gypsière)
Niveau de l'eau (à 5 m), deux entrées de galeries, partant vers le nord et vers le sud, signe de l'existence de vides souterrains sous l'effondrement.

Immeuble évacué (cf plus loin études et travaux)



Photos
©BRGM

Focus Bargemon (Var - 83)

Rapport BRGM R35894

Effondrement brutal le **22 août 1992** au Peyrui

15 m de profondeur, 80 m de diamètre

Entre 1992 et 1995 abaissement de fond d'entonnoir de 15 m avec évolution du diamètre de 70 m en 1992 à 90 m en 1995.

Au final : 30m de profond et 90m de diamètre

Volume de l'entonnoir d'effondrement a doublé, passant de 33 000 à 70 000 m³ environ

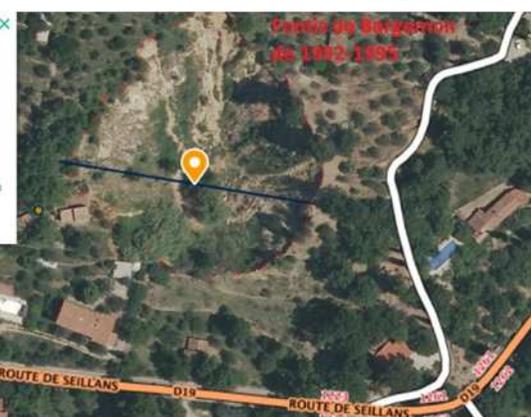
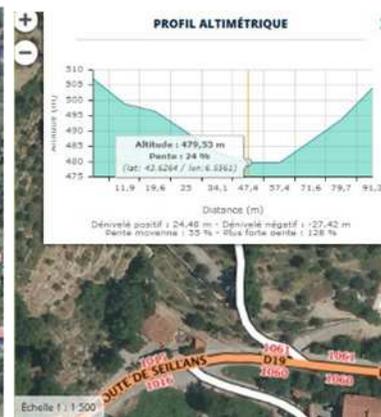
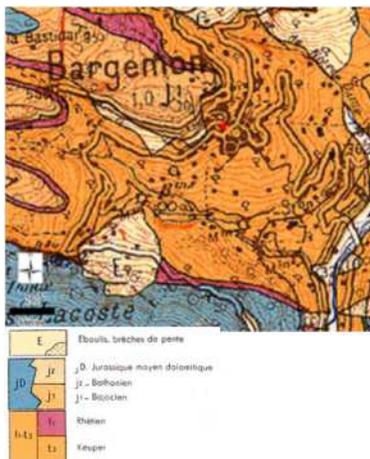
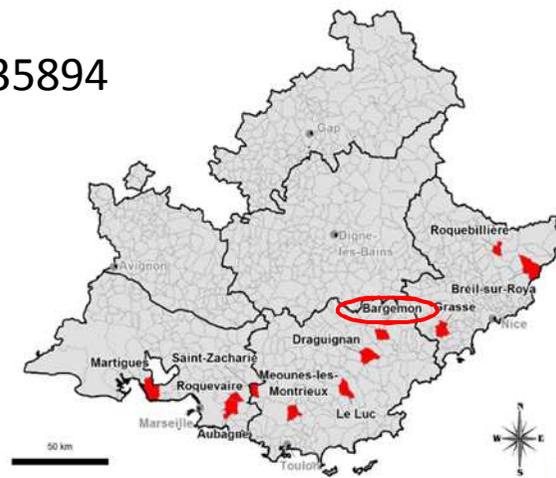
Trias inférieur : Muschelkalk calcéro-dolomitique

Keuper : sables grésifiés, marnes sableuses, calcaires, lentilles de gypse)

Effondrement du toit d'une cavité souterraine résultant de la dissolution des matériaux gypseux en place, dû à une accumulation d'eau dans la cavité

Ancienne exploitation située à quelques centaines de mètres plus à l'Est

Photos ©BRGM
DDTM83

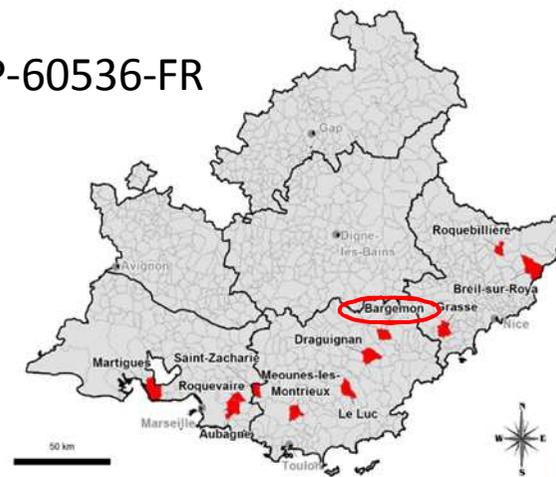


Focus

Bargemon (Var - 83)

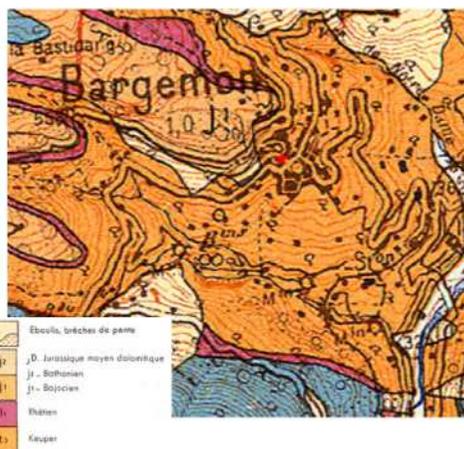
Rapport BRGMRP-60536-FR

Depuis les années 1970, **désordres structuraux** atteignant certains bâtis du **cœur de village**. Aggravation des désordres depuis environ 4-5 ans, affectant des bâtiments dans leur intégrité structurelle et engendrant un **péril** pour les habitants et les riverains concernés (autour des rues Marceau et Maurel en particulier)



Réseaux anciens de collecte des eaux enterrés sous les habitations qui ont été construites par-dessus : réseau souterrain **d'anciennes canalisations** qui continue à drainer des eaux sous le centre-ville

Immeubles évacués (cf plus loin études et travaux)



Photos ©BRGM

Focus Saint-Zacharie (Var - 83) Rapport BRGMRP-58645-FR

Effondrement brutal le **19 avril 2010**
(6 à 7 m de profondeur, 10 m de diamètre).

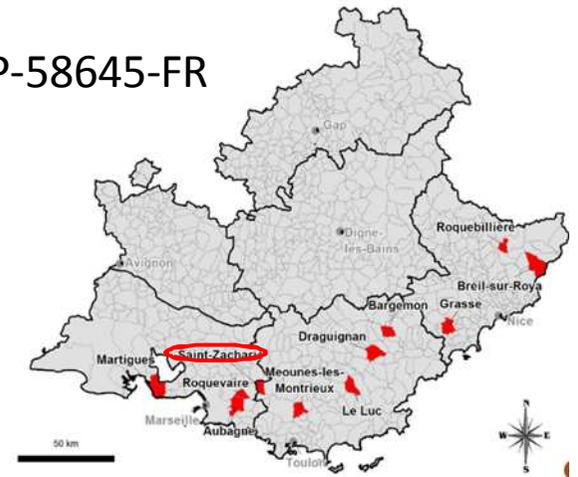
Formation résiduelle à éléments oligocènes à triasiques (Keuper recouvert par dépôts à éléments triasiques), puis niveaux d'argiles et de marnes avec lentilles de gypse au niveaux d'accidents tectoniques, et Trias moyen fortement tectonisé, présence de gypse.

Rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterrain qui s'est propagé de manière brutale jusqu'en surface. En première approche, la **cavité souterraine semblait être d'origine naturelle**. Phénomène de dissolution favorisé par la présence de **circulations d'eaux souterraines** en lien avec le lit actuel ou ancien de l'Huveaune et/ou affluents

Effondrement dans périmètre concession minière mais hors de la zone d'exploitation connue.

Phénomène de dissolution du gypse non validé

Désordres en surface affectant une partie de la voirie et 2 parcelles cadastrales



Photos ©BRGM

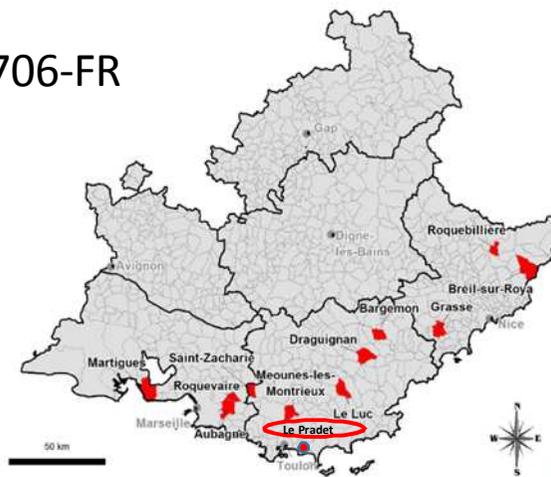
Réactivation du **fontis de St Avy formé en 2012**, comblé depuis, réactivé en 2016

Expertise sur dossier du BRGM - mars 2017

Analyses :

1. Suite au terrain : recommandation d'engager un **inventaire des fontis et indices d'affaissement** sur la totalité du territoire de la commune ainsi qu'un suivi de l'évolution dans l'immédiat du fontis de St Avy
2. Après analyse de documents : Nouvelle analyse en cours d'interprétation pour le **levé de la nouvelle carte géologique de Toulon** (Caron J.-P. *et al.*) : plusieurs niveaux de décollement dans le Trias (marnes/argiles/gypses) ayant joué le rôle de « couche savon » au moment du chevauchement des phyllades depuis le sud. Puis phase de **déformation plutôt cassante au Permien suivie d'une phase de plissement repoussant le gypse/marnes/argiles** sur front de chevauchement vers le nord

Photos
©BRGM



Focus Le Pradet

Fontis systématiquement « alignés » au-dessus de la zone d'accident (chevauchement)

Hypothèses :

- zone de gypse/argile/marnes repoussée au front du chevauchement ;
- Présence de cette zone de gypse/argile/marnes en sous-sol ;
- Niveaux d'injections de gypse remontant par le biais de l'accident chevauchant (nombreuses écailles sub verticales).

Administratif
Source : IGN BD Topo
 Limites de communes

Cavités souterraines
Source : www.georisques.gouv.fr
 Cavité naturelle

Mouvements de terrain
Source : www.georisques.gouv.fr
 Effondrement

Zone potentielle d'effondrement
Source : Observation orthophoto (IGN)
 Limites de la zone

Effondrements observés
Source : Mairie du Pradet
 Localisation du fontis observé

Structures géologiques
Source : Carte géologique BRGM n°1064
 Accident structural



Sources ©BRGM

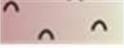
N

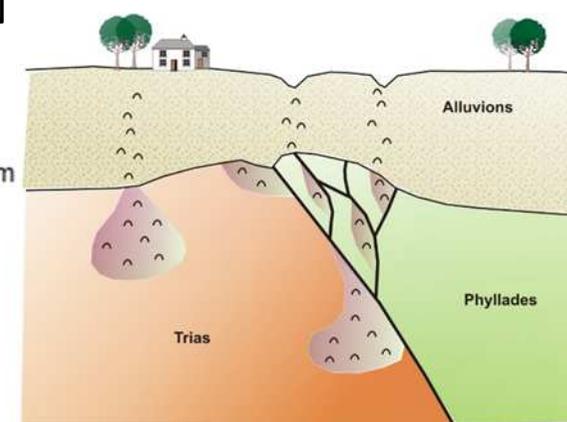


125 m

S

Légende

-  Alluvions (Alluvions de la basse terrasse : Würm)
-  Gypse du Trias (Muschelkalk au Keuper)
-  Trias calcaire (Muschelkalk)
-  Phyllades



LES COMMUNES EXPOSEES EN REGION SUD PACA

Alpes-Maritimes

- Roquebillière

Glissement de terrain (1926)

Causes : fortes et durables précipitations
(sept fois la norme en octobre et novembre)

Volume > **2 millions de mètres cubes**

Dommages : une vingtaine de maisons

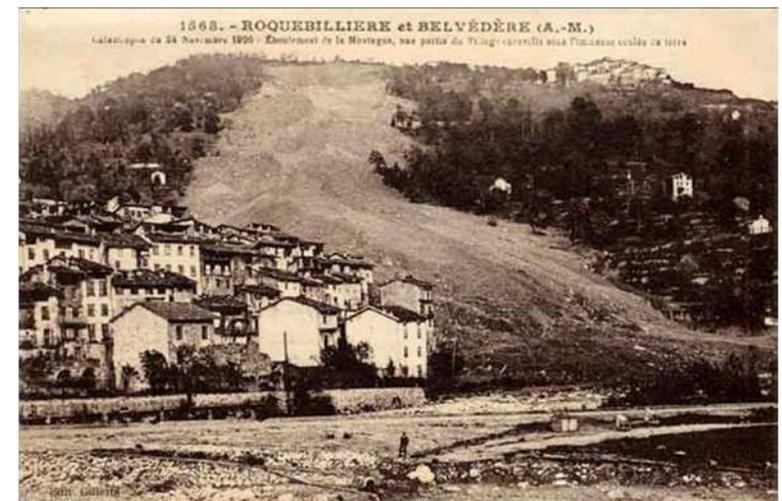
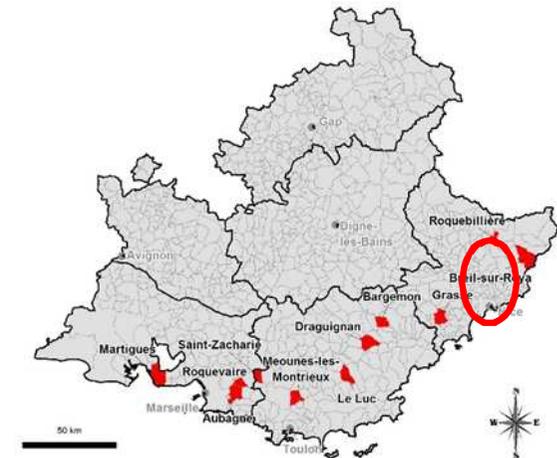
Victimes : 19 décès

Très épaisse formation de moraines argileuses reposant sur un substrat irrégulier, formé pour moitié de gypse et de marnes, en strates subverticales dans lesquelles s'intercalent des bancs de dolomie et de cargneules.

Dénivellation > 250 m

Pente générale à peu près 20°

Comité d'expert depuis une dizaine d'années



Autres cas de glissements de terrain liés à la dissolution de gypse

- Glissement du Vescorn (Alpes-Maritimes)
- Glissements du Lodévois (A75) (Hérault)
- Glissement du Gouffre à la Grand-Combe (Gard)

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Guide gypse à destination des élus

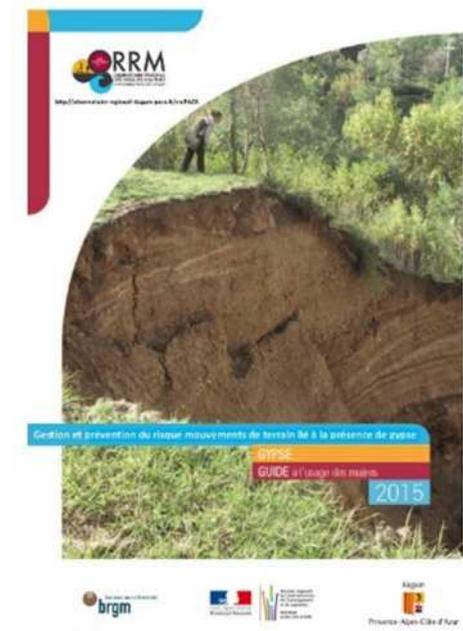


Sont abordés dans le guide :

- la problématique liée à la dissolution du gypse en sous-sol et à la formation de **cavités naturelles**,
- le problème des **cavités anthropiques** (anciennes exploitations de gypses en souterrain -> plâtre)

Questions posées :

- Quels risques sont associés à la présence de gypse en sous-sols ?
 - Le gypse dans un contexte naturel, un phénomène régional
 - Le gypse dans un contexte anthropique, un phénomène ponctuel
 - Les dommages possibles en surface
- Ma commune est-elle concernée, comment le savoir ?
 - Les indices à repérer
 - Où trouver les informations
 - Quels moyens d'investigations
- Ma commune est concernée, quoi faire ?
 - Comment évaluer le risque
 - Les responsabilités
 - La gestion du risque : les actions
 - La gestion du risque : les outils et moyens techniques
 - La gestion du risque : les outils financiers



Guide gypse à destination des élus

Anciennes carrières de gypse à Roquevaire
(Bouches-du-Rhône – 13) © INERIS



Les événements récents en PACA :

- Effondrement du Luc-en-Provence : Var-83 (8 octobre 2014)
- Effondrement à Roquevaire : Bouches-du-Rhône – 13 (24 octobre 2005)
- Désstabilisation du centre-ville de Bargemon : Var – 83 (depuis années 1990)
- Effondrement de Peyrui à Bargemon : Var - 83 (22 août 1992)
- Désstabilisation du centre-ville de Breil-sur-Roya : Alpes-Maritimes – 06 (depuis 1980)
- Glissement de Roquebillière : Alpes-Maritimes – 06 (1926)

■ Intervention de M. Baumont, et de Monsieur Vander Zanden respectivement adjoint au maire à l'Urbanisme et aux services techniques et Directeur des Services Techniques, commune du Luc (Var)

« Pour nous il s'agit d'un risque pour les populations, et nous agissons pour leur mise en sécurité. Nous avons eu la formation d'un fontis en octobre 2014 sur le Luc qui a généré un effondrement important dû probablement à la dégradation d'une voûte de galerie anciennement construite pour l'exploitation du gypse. Ce phénomène d'octobre 2014 a été très ponctuel sur la commune, nous n'avons pas connaissance avant cet événement de problème de ce genre sur la commune.

Nous avons la responsabilité du devoir de police du Maire et par conséquent de la sécurité des habitants. Par conséquent après la survenue de l'événement, il y a eu une médiatisation particulière et un arrêté interdisant la circulation sur les voies d'accès.

Nous espérons la révision du PLU et du PPR pour interdire la construction dans cette zone.

Nous avons organisé des réunions publiques pour informer les habitants du quartier. »

Vue de l'effondrement du Luc-en-Provence et du sous-cavage sous le bâtiment, en date du 17 octobre 2014 (Var - 83) © BRGM

Les actions du Maire en cas d'événement de type effondrement / glissement de terrain lié à la présence de gypse en sous-sol

Guide gypse à destination des élus



II.3. Quels moyens d'investigations ?

Les connaissances préliminaires

L'étape préalable

- Les données géologiques
- Roches solubles : cavités naturelles
- Roches exploitables par l'homme : cavités anthropiques
- Données structurales et hydrogéologiques

Les enquêtes

- Recherche d'archives et d'informations, enquêtes

La recherche d'indices de surface

La télédétection

- Photo-interprétation, IR thermique

La validation terrain

Identification de secteurs potentiellement sous-carrés

Sélection des zones à risque

La détection

Méthodes géophysiques de surface

Carte des anomalies géophysiques

Forages

- Diagraphies instantanées et différées
- Videoscopie en forages

localisation des vides et des zones décomprimées

compléments d'étude

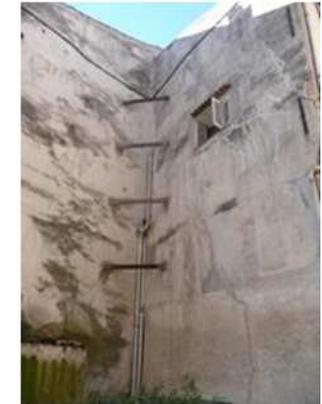
- Géophysique de forages

localisation des vides et des zones décomprimées

Interprétation - Recommandations

Spécificités sur les profondeurs :

		Téledétection et méthode géophysique de surface		
	Profondeur	Dimension de la zone	Premier zonage	Second zonage
CAVITÉS	- 10 m	Territoire (commune, département)	Intra Rouge / Clichés aériens	1- Radar 2- Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences 3- Panneau électrique
		Zone décimétrique à hectométrique (linéaire)	1-Intra Rouge / Clichés aériens 2-Radar/ Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences 3- Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	
		Zone ponctuelle	Radar/ Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	
	+ 10 m	Territoire (commune, département)	Intra Rouge/Clichés aériens	1- Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences 2- Sismique Haute Résolution
		Zone décimétrique à hectométrique (linéaire)	1-Intra Rouge / Clichés aériens 2-Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	
		Zone ponctuelle	Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	



Actions d'information :

Actions	Objectifs	Outils
Prévention	Connaissance et analyse du risque	PCS Plan Communal de Sauvegarde Archives, rapports, témoignages de personnes Investigations complémentaires
	Prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire et de l'urbanisme	Documents de planification
Information des administrés	Information préventive	Le Dossier d'information Communal sur les Risques Majeurs DICRIM
		Les modalités d'affichage des consignes de sécurité
		L'information communale périodique
		La signalisation des risques
		L'information acquéreur locataire IAL
		L'information spécifique aux terrains de camping et de caravanage

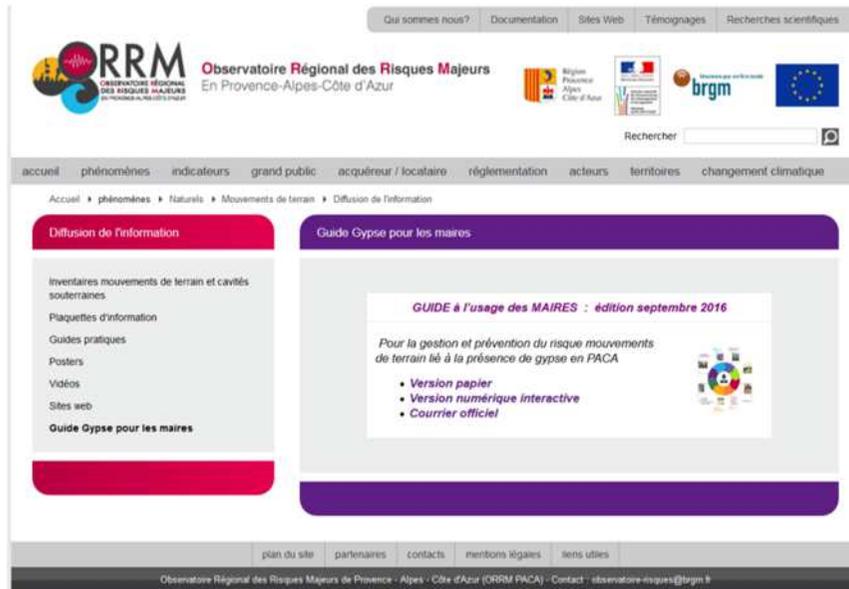
Ensemble de bâtiments fissurés, affectés par un affaissement lié à de la dissolution de gypse, à Bargemon (Var – 83) © BRGM



Emilie Thiébaud, Cerema Méditerranée & Nathalie Marçot, BRGM PACA
Les spécificités du risque gypse en PACA - 6 novembre 2018



Guide gypse à destination des élus



Un des derniers effondrements sur Roquevaire le 24 octobre 2005 (Bouches-du-Rhône – 13)
© INERIS

Guide édité en Novembre 2016

Pour accéder au document :

<http://observatoire-regional-risques-paca.fr/>

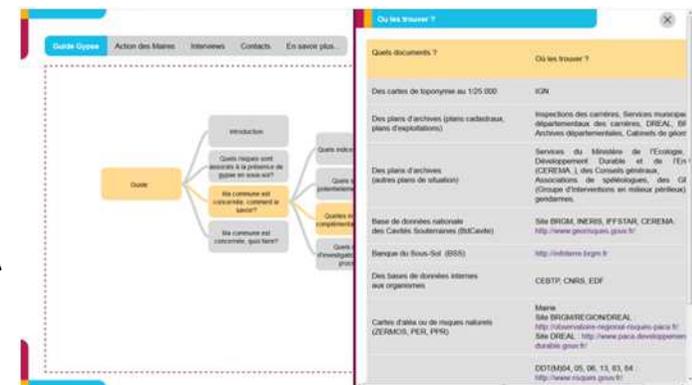


Versions :

Papier / .pdf



Interactive



Emilie Thiébaud, Cerema Méditerranée & Nathalie Marçot, BRGM PACA
Les spécificités du risque gypse en PACA - 6 novembre 2018



Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

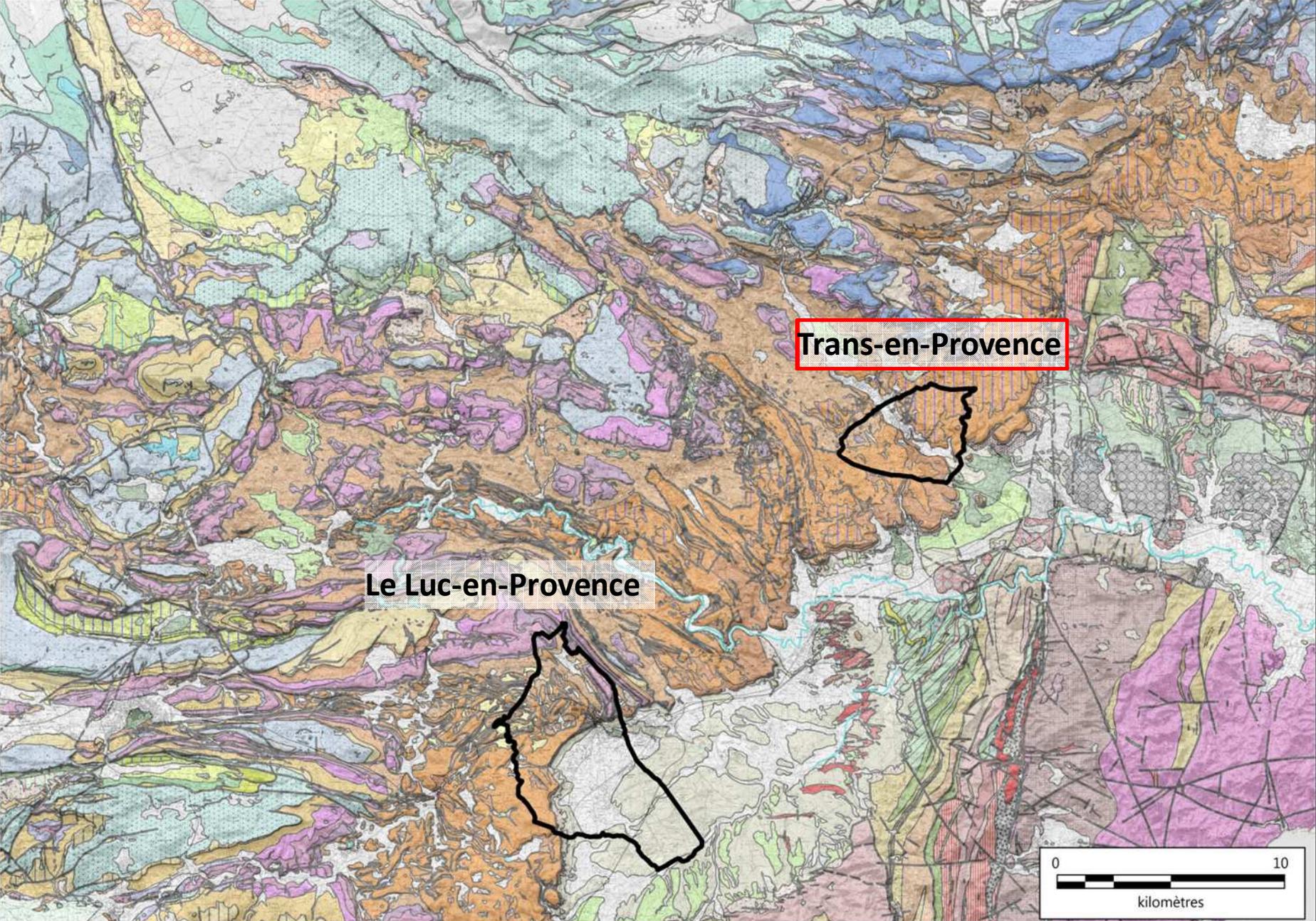
III. Conclusions et perspectives

Cartographie communale de l'aléa - Cerema

La DDTM 83 a missionné le Cerema Méditerranée pour la cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur les communes de Trans-en-Provence et le Luc-en-Provence

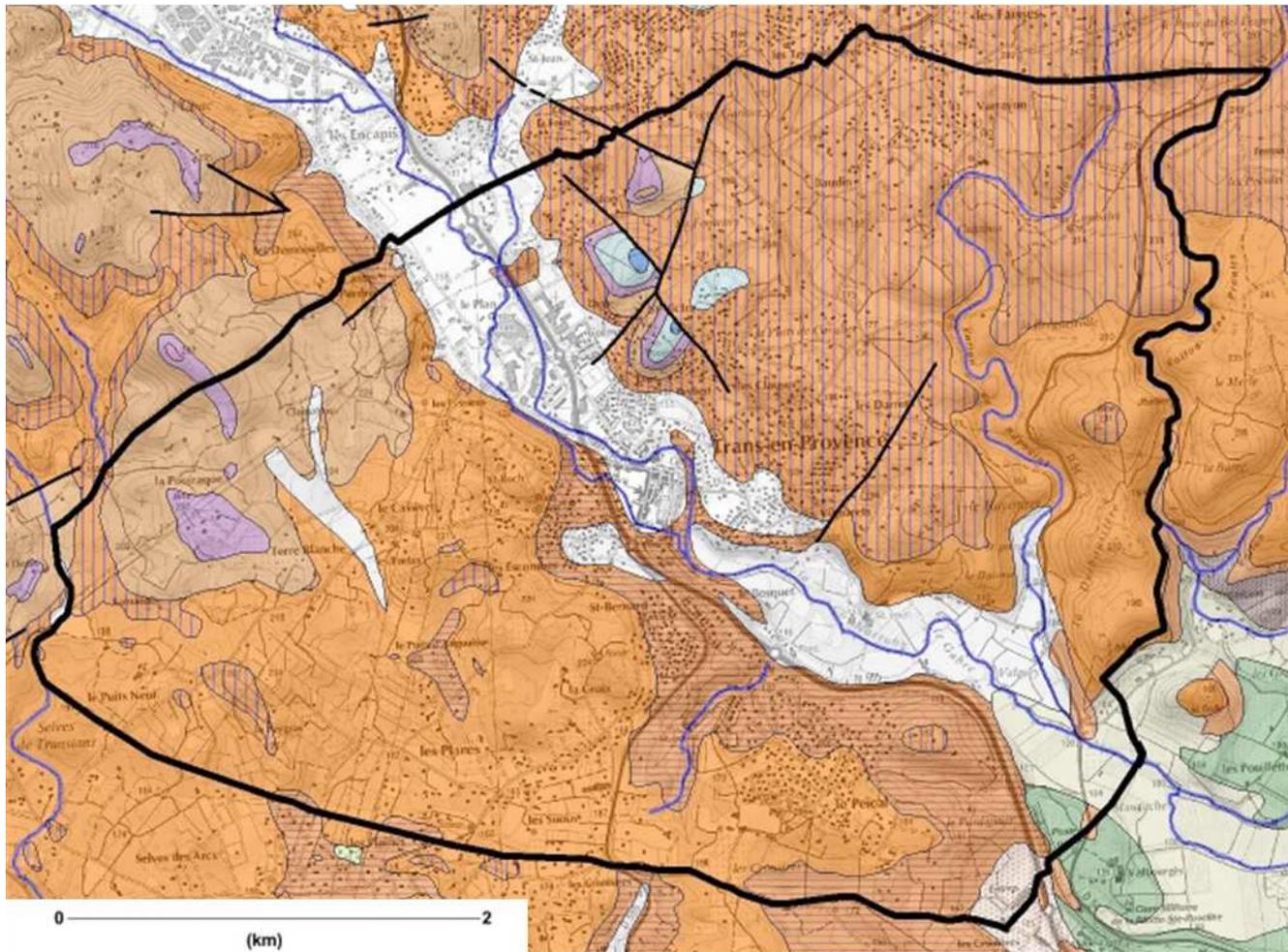
- cartographie type PPR → à partir des données disponibles, sans investigation complémentaire
- échelle 1/10 000
- phénomènes : chute de blocs, glissement et **effondrement**
- objectifs :
 - **identifier les secteurs « problématiques »**
 - engager des actions de prévention et de protection
 - **guider l'aménagement du territoire**
 - prise en compte dans les PLU
 - conditions de constructibilité
 - ~~**étude d'aléa détaillée à l'échelle de la parcelle**~~

Cartographie communale de l'aléa - Cerema



Cartographie communale de l'aléa - Cerema

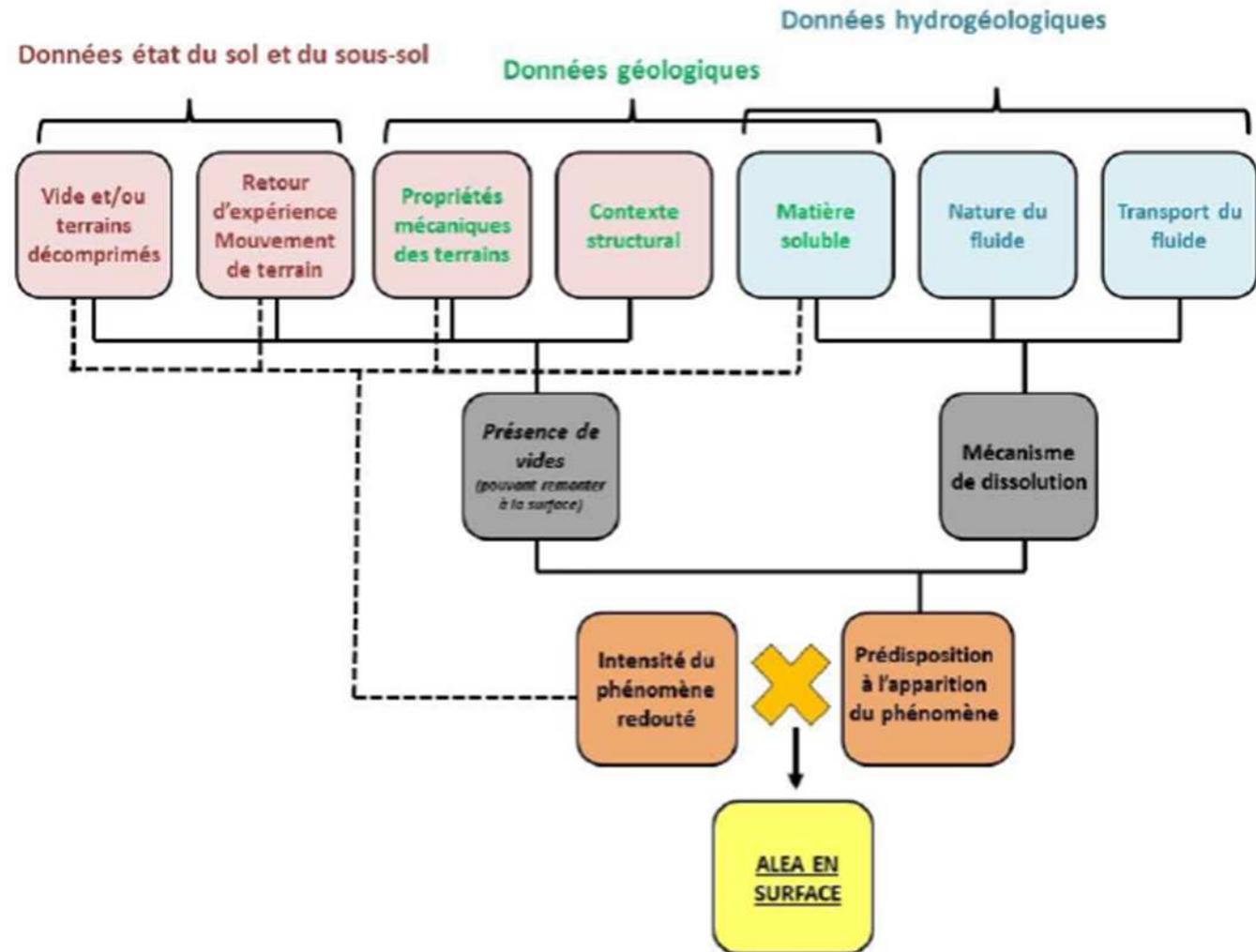
Trans-en-Provence (83)



Cartographie communale de l'aléa - Cerema

Trans-en-Provence (83)

Extrait guide
INERIS/Cerema



Cartographie communale de l'aléa - Cerema

Trans-en-Provence (83)

Extrait guide
INERIS/Cerema

Questions permettant d'évaluer le contexte géologique :

- Sommes-nous en présence de gypse ?
- Quelle est son épaisseur ?
- A quelle profondeur est-il situé ?
- Quelles sont les propriétés géomécaniques des terrains de recouvrement ?

Questions permettant d'évaluer l'état du sous-sol et les phénomènes attendus :

- A-t-on connaissance de la présence de vides ou de terrains déstructurés dans le sous-sol ?
- Quelle est la dimension des vides attendus ?
- Existe-t-il des désordres en surface dans la zone d'étude ?
- Quelles sont les caractéristiques des désordres observés ?

Questions permettant d'évaluer le contexte hydrogéologique :

- Quels sont les nappes présentes dans le sous-sol ?
- Quel est leur état de saturation vis-à-vis du gypse ?
- Quel est leur gradient hydraulique ?
- Existe-t-il un contexte particulier (pompage à proximité, injection, perte...) ?

Définition de critères permettant une discrimination à l'échelle de la commune

Cartographie communale de l'aléa - Cerema

Trans-en-Provence (83) aléa = probabilité d'apparition X intensité

Probabilité d'apparition : contexte favorable / indices de surface

Aléa	Autre	Trias		Hors Trias	
		Critères	Zone de tampon (regroupant l'incertitude de tracé + une zone d'influence autour des différents éléments)	Critères	Zone de tampon (regroupant l'incertitude de tracé + une zone d'influence autour des différents éléments)
Nul	x				
Faible (vert)				Surfaces d'affleurement des formations sensibles à l'aléa effondrement	Tampon de 30 mètres
Modéré (jaune)		Surfaces d'affleurement des formations sensibles à l'aléa effondrement	Tampon de 30 mètres	Surface entourant une zone de fracturation (failles)	Tampon de 30 mètres
Élevé (orange)		Surface entourant une zone de fracturation (failles)	Tampon de 30 mètres	Failles radiales	
		Affaissements de terrain non vus	Tampon de 30 mètres	Affaissements de terrain non vus	Tampon de 30 mètres
		Surface dominant une cavité ou une galerie naturelle avec un recouvrement supérieur à 20m	Tampon de 30 mètres	Surface dominant une cavité ou une galerie naturelle avec un recouvrement supérieur à 20m	Tampon de 30 mètres
		Tracés des potentielles galeries	Tampon de 50 mètres		
Zones d'influence autour d'évènements avérés					
Très élevé (rouge)		Failles radiales		Effondrements non vus	Tampon de 30 mètres
		Effondrements non vus	Tampon de 30 mètres	Affaissements vus	Tampon de 30 mètres
		Affaissements vus	Tampon de 30 mètres	Surface dominant une cavité ou une galerie naturelle avec un recouvrement inférieur à 20m	Tampon de 30 mètres
		Surface dominant une cavité ou une galerie naturelle avec un recouvrement inférieur à 20m	Tampon de 30 mètres		
Four à chaux ou entrée de carrière	Tampon de 200 mètres				
Avéré (violet)		Effondrements vus ou avec un recouplement des sources	Tampon de 30 mètres	Effondrements vus ou avec un recouplement des sources	Tampon de 30 mètres

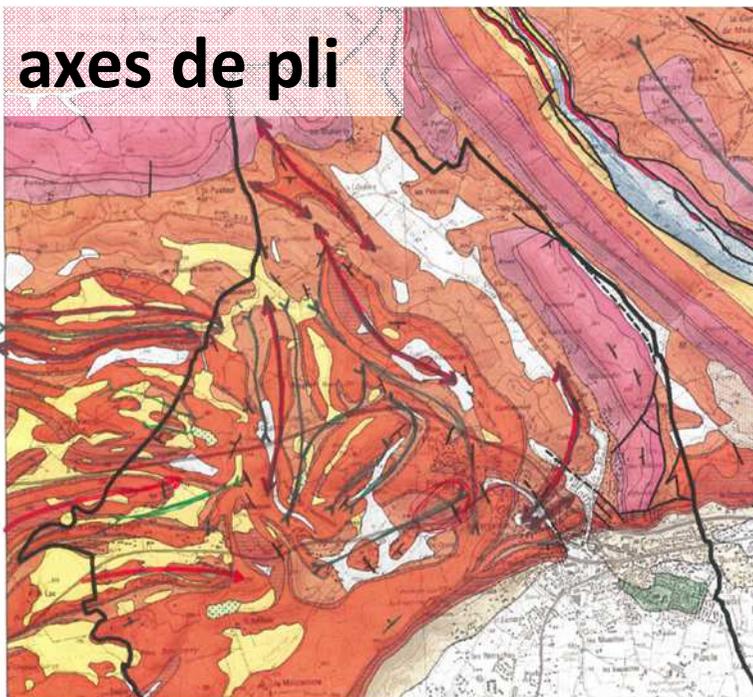
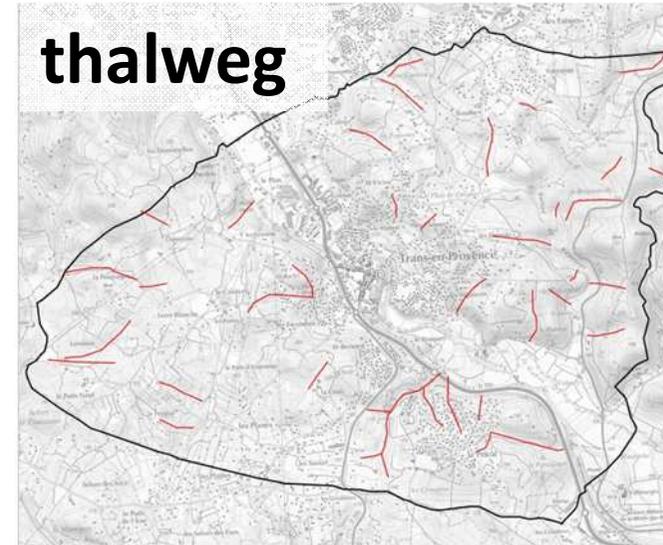
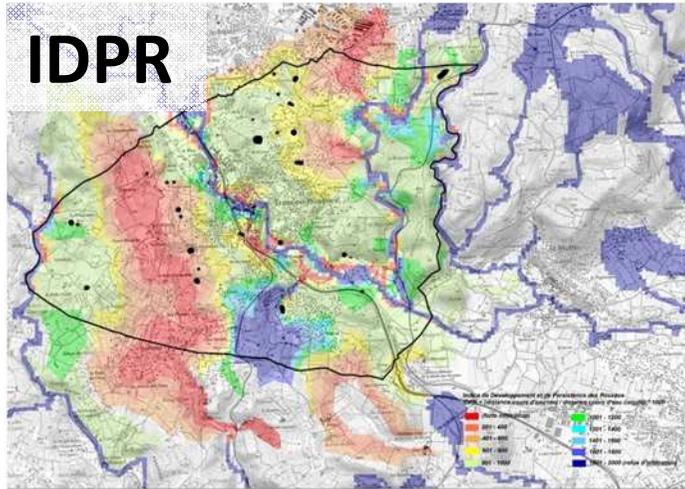
intensité modérée

aléa = probabilité d'apparition

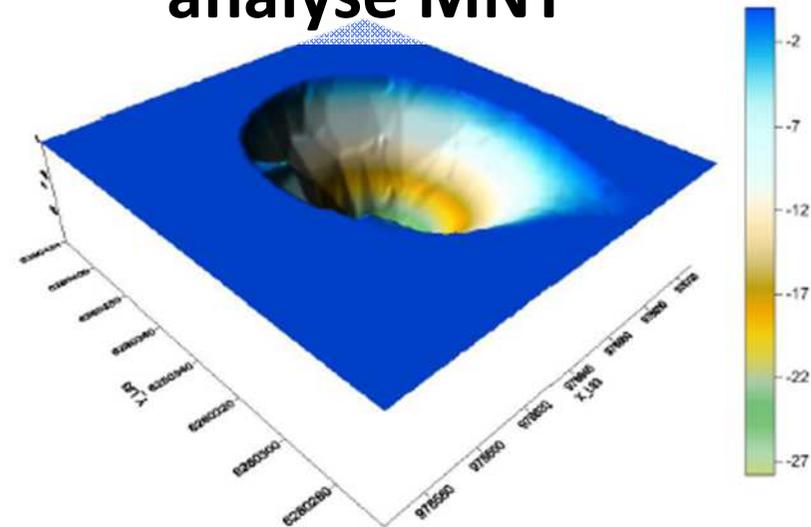
Cartographie communale de l'aléa - Cerema

Trans-en-Provence (83)

Pistes explorées :



analyse MNT



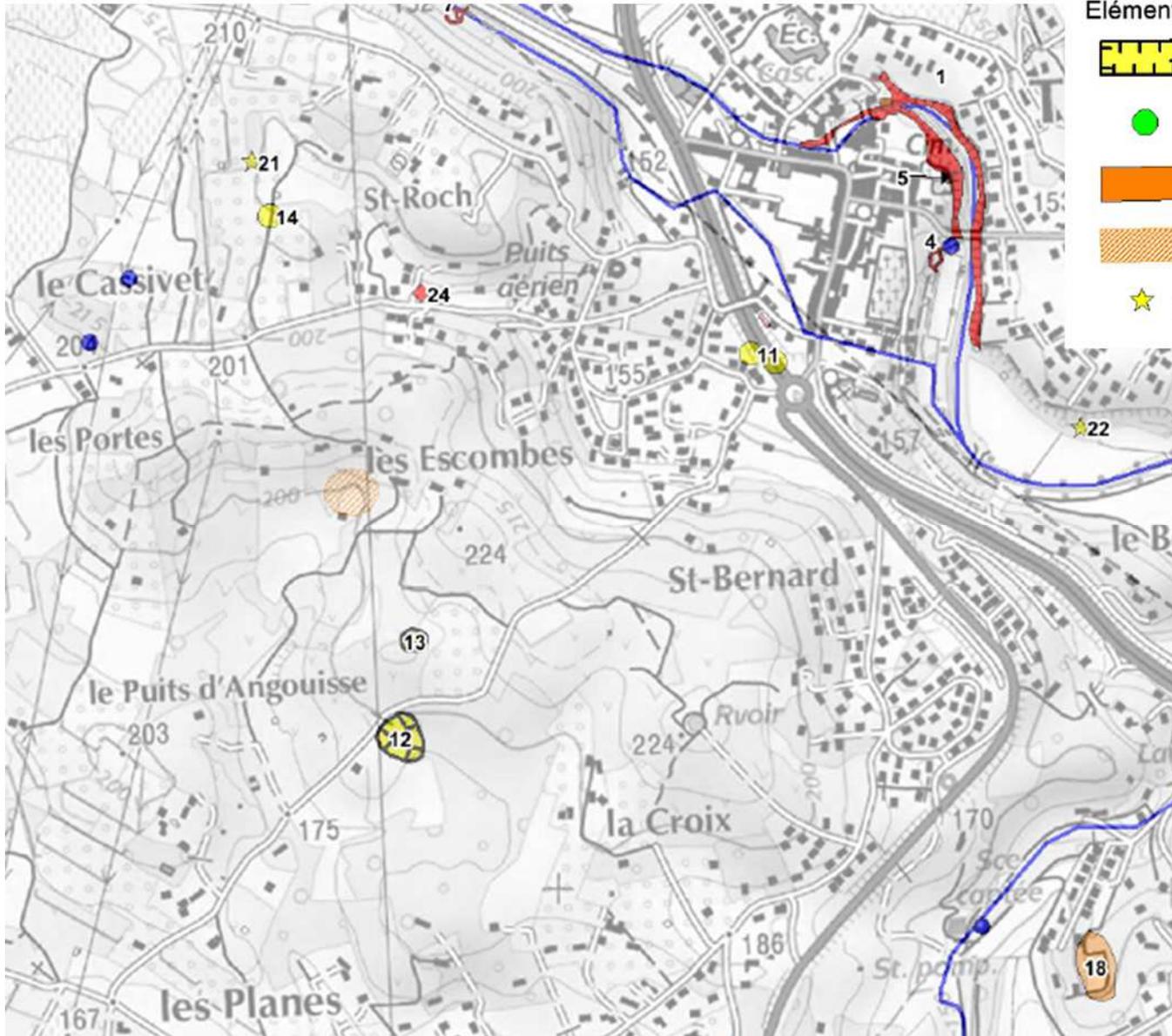
diterranée &
se en PACA

ences pour une Terre durable

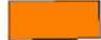
gm

Cartographie communale de l'aléa - Cerema

Trans-en-Provence (83) Carte des observations



Eléments concernant l'aléa "effondrement / affaissement"

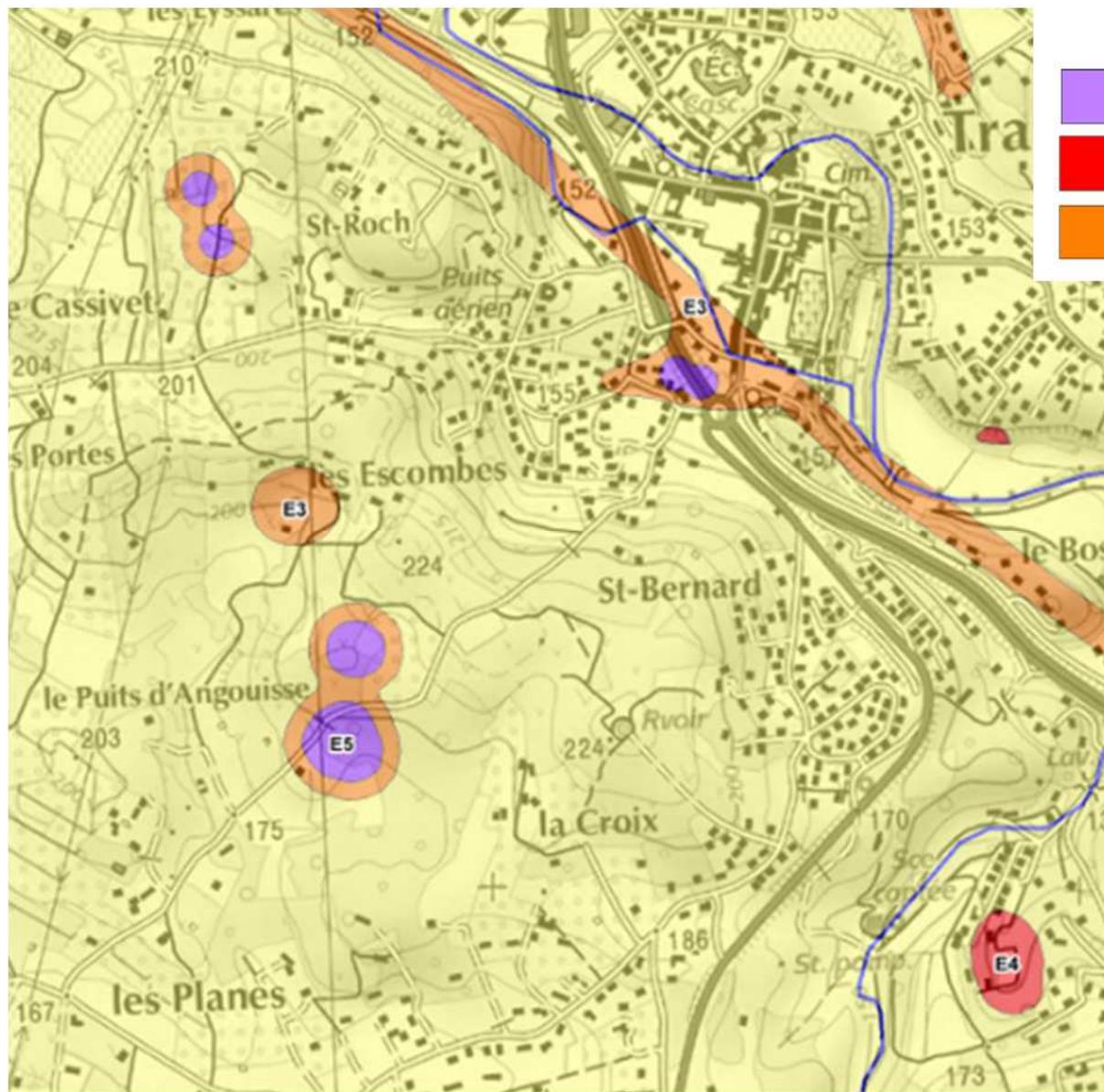
-  et  Effondrement
-  Effondrement ancien non visible sur le terrain (info biblio)
-  et  Affaissement
-  Affaissement ancien non visible sur le terrain (info biblio)
-  Entrée de cavité naturelle



M PAC

Cartographie communale de l'aléa - Cerema

Trans-en-Provence (83) Carte des aléas



Aléa "effondrement / affaissement"



Carçot, BRGM PACA
mars 2018

Cartographie communale de l'aléa - Cerema

PAC en cours d'élaboration par DDTM83 (appui technique Cerema)

→ définition de règles d'urbanisme associées à la cartographie

→ prévu : zones inconstructibles sauf si une étude complémentaire précise le niveau de l'aléa

→ la DDTM83 a missionné le Cerema Méditerranée pour donner des préconisations pour la réalisation de ces études complémentaires

→ note technique en cours d'établissement

→ pour révision PLU ou projet aménagement précis

→ recommandations administratives

→ objectifs des études complémentaires

→ recommandations concernant les moyens

→ recommandations concernant les PGC *en cours*

Projet

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Recommandations administratives

- Rappels sur missions géotechniques
 - . G1 Etude de Site (ES)
 - . puis enchainement classique
- Montage administratif
 - recommandation marchés à bon de commande
- Responsabilité prestataire

Projet

La définition des moyens mis en œuvre et les conclusions des études détaillées restent de la responsabilité des prestataires. Le présent document n'a pas vocation à se substituer à cette responsabilité.

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Projet

Objectifs

L'objectif de ces études détaillées est d'aller au delà des qualifications de l'aléa éventuellement existantes (cartographies à l'échelle régionale ou communale) en acquérant des connaissances plus fines permettant de :

- préciser les limites des zones soumises à l'aléa effondrement ;
- affiner l'évaluation des niveaux d'aléa ;
- analyser et apprécier la stabilité du site ;
- se prononcer sur la faisabilité d'un aménagement sur le secteur (construction compatible ou non avec les aléas identifiés et/ou soutenabilité économique des principes généraux de construction associés – cf. § 4.4).

Afin d'affiner l'évaluation des niveaux d'aléa effondrement lié à la présence de gypse, il n'est pas suffisant d'identifier la présence de vides souterrains.

→ Renvoi au guide INERIS/Cerema

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Recommandations concernant les moyens

Projet

- bibliographie, témoignages, archives, ...
- photo-interprétation, analyse topographique
- terrain
- géophysique de surface
- sondages et diagraphies
- caractéristiques géotechniques
- eaux souterraines

	Moyens											
	Bibliographie, témoignages, archives	Photo-interprétation et analyse topographique	Terrain	Géophysique de surface	Sondages, diagraphies	Caractéristiques géotechniques	Eaux souterraines					
Encarts de questionnement extraits Guide INERIS/Cerema 2018												
Données géologiques	<p>Questions permettant d'évaluer le contexte géologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sommes nous en présence de gypse ? • Quelle est son épaisseur ? • À quelle profondeur est-il situé ? • Quelles sont les propriétés géomécaniques des terrains de recouvrement ? 						X	X	X	X	X	X
Données état sol et sous-sol	<p>Questions permettant d'évaluer l'état du sous-sol et les phénomènes attendus :</p> <ul style="list-style-type: none"> • A-t-on connaissance de la présence de vides ou de terrains déstructurés dans le sous-sol ? • Quelle est la dimension des vides attendus ? • Existe-t-il des désordres en surface dans la zone d'étude ? • Quelles sont les caractéristiques des désordres observés ? 						X	X	X	X	X	
Données hydrogéologiques	<p>Questions permettant d'évaluer le contexte hydrogéologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quels sont les nappes présentes dans le sous-sol ? • Quel est leur état de saturation vis-à-vis du gypse ? • Quel est leur gradient hydraulique ? • Existe-t-il un contexte particulier (pompage à proximité, injection, perte...) ? 						X	X	X			X

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Recommandations concernant les moyens

Points clés

→ bibliographie : cavités naturelles, exploitations anthropiques, effondrements et affaissements, circulations souterraines et chimie de l'eau

→ photo –interprétation multi-date

→ terrain : four à chaux, remaniement sol, eau (zone accumulation, rejets, fuite réseau, pompage, ...)

→ géophysique de surface

→ guide IFSTTAR/Cerema en cours d'édition (Plan National Cavités)
« Méthodes de reconnaissances des cavités – Synthèse des connaissances actuelles »

Il est à noter que la pertinence des différentes méthodes géophysiques va dépendre des critères suivants:

- la présence de sources de perturbation du signal (milieu urbain / non urbain / routier / rural);
- le remplissage ou non de la cavité;
- la profondeur de la cavité;
- la taille de la cavité.

De ce fait, la détection, par les méthodes géophysiques, de cavités dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG⁴) de l'aménagement projeté⁵ est conditionnée par le choix d'une méthode adaptée au contexte.

Projet

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Recommandations concernant les moyens

Points clés

Projet

- sondages
- au moins un sondage carotté (SC)
 - sondages destructifs (SD) avec enregistrement de paramètres (dont un à proximité du SC pour corrélation)
 - maillage en fonction du contexte
 - profondeur en fonction du contexte (selon définition du projet, 10 m sous la ZIG des fondations)

Les sondages réalisés ne doivent en aucun cas pouvoir constituer une zone d'infiltration vers le sous-sol, potentiellement gypseux. Pendant le programme de reconnaissance, en cas d'intempérie, les têtes des sondages devront être protégées de toute infiltration. En fin de programme, les sondages (et piézomètres – cf. § 4.3.7) devront impérativement faire l'objet d'un comblement avec des matériaux adaptés à la présence potentielle d'eaux fortement minéralisées (sulfatées).

→ diagraphies : RAN

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Recommandations concernant les moyens

Points clés

→ caractéristiques géotechniques des couches supérieures

Projet

Nature des couches		Caractéristiques géotechniques	Mode de détermination
Toute nature		Coefficient de foisonnement	Données bibliographiques
Couche compétente ex : <i>calcaire, gypse, dolomie, ...</i>		Résistance en compression	Essai en laboratoire
		Densité (représentative de l'altération)	Essai en laboratoire
		État de fracturation	À toutes les échelles : - relevé en surface - relevé sur carotte - imagerie de paroi - vitesses sismiques sur échantillon (surtout si campagne sismique de surface)
Couche non compétente	Marnes	Résistance en compression	Essai en laboratoire
		Essai de <u>dégradabilité/fragmentabilité</u>	Essai en laboratoire
	Sols	Cohésion et angle de frottement	Essai en laboratoire et/ou essai in-situ

Etudes détaillées - préconisations - Cerema

Recommandations concernant les moyens

Points clés

→ données sur les eaux souterraines

Projet

Minimum : suivi piézométrique + mesures conductivité en sondage

- Idéal :
- réseau de points représentatifs de chaque faciès hydrochimique
 - campagne(s) synchrone(s) conductivité et éléments majeurs
 - suivi continu conductivité et piézométrie
 - essais d'eau
 - micro-moulinet
 - identification perte/apport cours d'eau
 - traçages artificiels
 - etc...

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à un événement
- Etudes et travaux

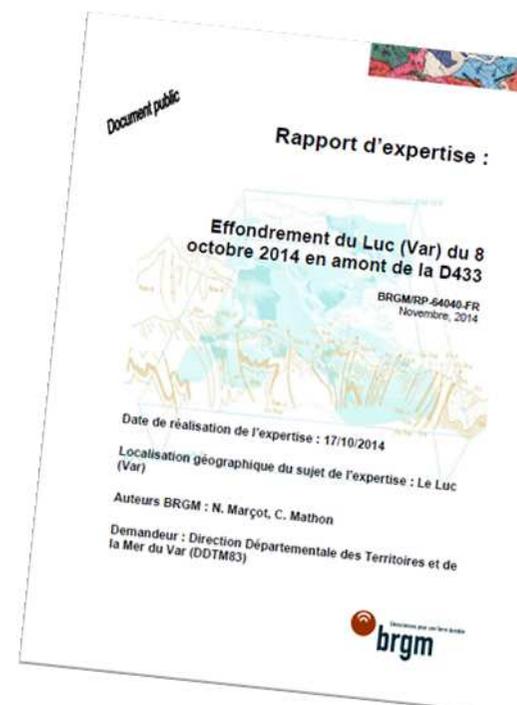
III. Conclusions et perspectives

Expertises suite à événement - BRGM



Expertises BRGM suite à événements :

- Saint-Zacharie Juin 2010 : BRGM/RP-58645-FR
- Bargemon Novembre 2011 : BRGM/RP-60536-FR
- Le Luc novembre 2014 : BRGM/RP-64040-FR
- Le Pradet Mars 2017 : BRGM/RP-66706-FR



Objectifs

- Contexte
- Faits constatés
- Diagnostic et risque résiduel
- Recommandations (mesures d'urgence)

Premier constat à la demande des Services de l'Etat (DDT(M) / Préfecture) suite à un événement ou une aggravation du phénomène avec dommages

Décision prise par la commune/DDT(M)/Préfecture de faire ou non une **demande de Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)**

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à un événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Etudes et travaux - BRGM



Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)

Source : Etat

Acteur : Préfet

Objectifs pour les risques liés aux cavités souterraines :

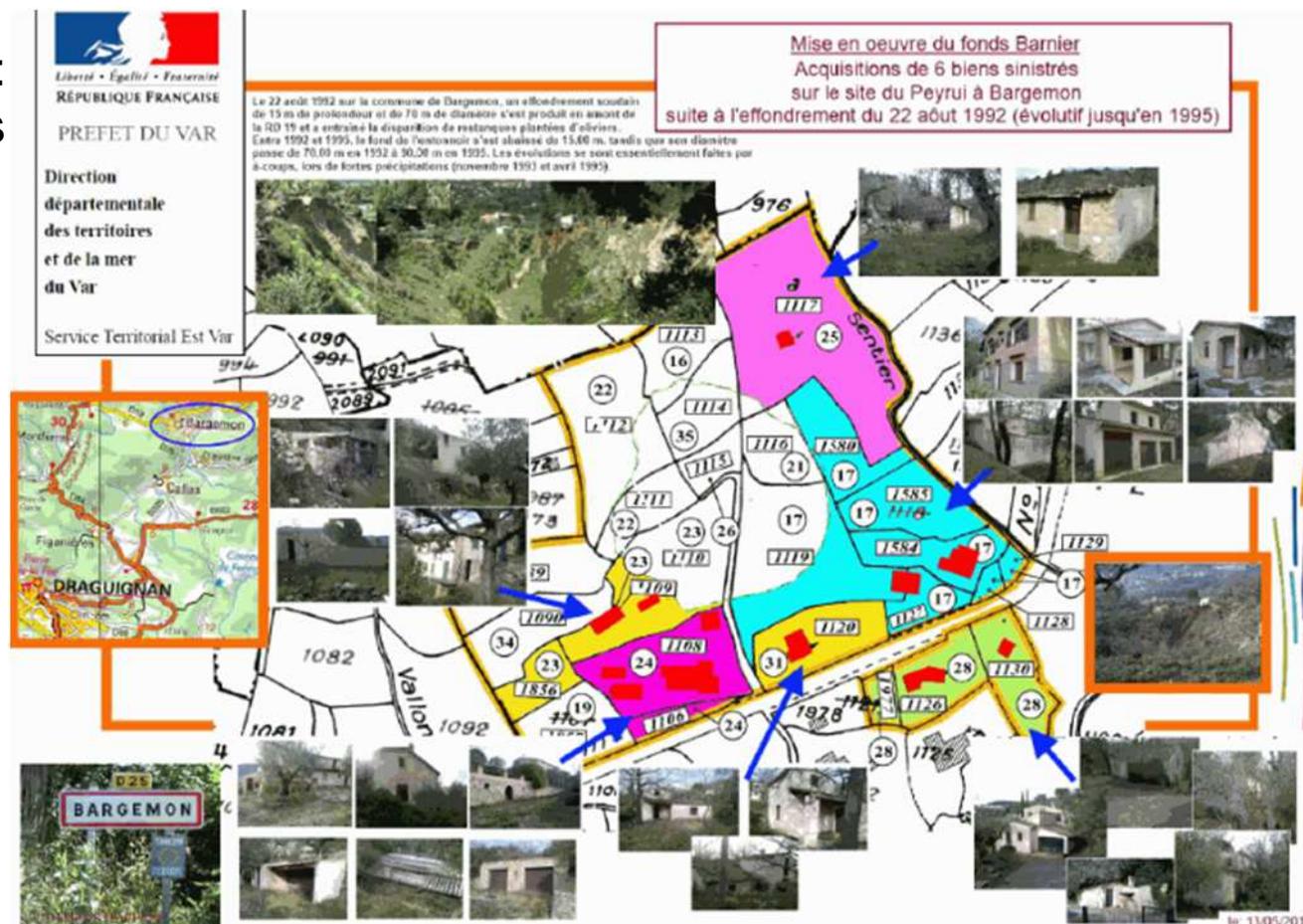
1. Expropriation de biens exposés (PPR non nécessaire)
2. Acquisition amiable de biens exposés (PPR non nécessaire)
3. Acquisition amiable de biens sinistrés (PPR non nécessaire)
4. Dépenses d'évacuation temporaire et de relogement (PPRN non nécessaire)
5. Opérations de reconnaissance, travaux de comblement ou de traitement des cavités souterraines (PPRN non nécessaire)
6. Études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPRN
7. Études et travaux de prévention des collectivités territoriales (PPRN nécessaire)

Etudes et travaux - BRGM



Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier) Cas de Bargemon (83 - Var)

Mise en œuvre du fond Barnier :
- Acquisition de 6 biens sinistrés
sur le site de Peyrui suite à
l'effondrement du 22 août 1992
(évolutif jusqu'en 1995)



Etudes et travaux - BRGM



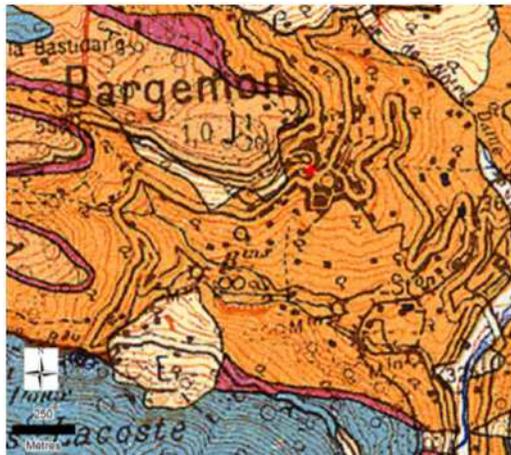
Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)
Cas de Bargemon (83 - Var)

Mise en œuvre du fond Barnier :

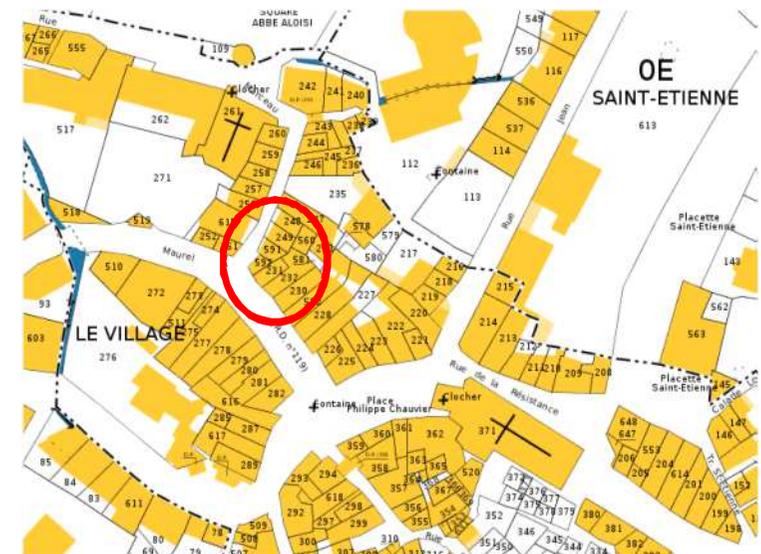
- **Demande de fonds Barniers en cours** pour le centre du village avec étude complémentaire BRGM en 2019-2020 sur la gestion du risque affaissement-effondrement lié à la dissolution de gypse commune de Bargemon (Var)

Auparavant, **études géotechniques et géophysiques** par radar (2014) : vides souterrains (anomalies géophysiques) à faible profondeur (< 10m)

Recommandations : réhabilitation ou démolition des bâtis affectés et création d'un bassin régulateur de rétention des eaux



E	Éboulis, brèches de pente
J _D	J _D . Jurassique moyen dolomitique
J ₂	J ₂ - Bathonien
J ₁	J ₁ - Bajocien
Rh	Rhétien
K ₁₋₂	Keuper



Etudes et travaux - BRGM



Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)

Cas de Bargemon (83 - Var)

Objectifs de l'étude complémentaire BRGM en 2019-2020 sur la gestion du risque affaissement-effondrement lié à la dissolution de gypse commune de Bargemon (Var)

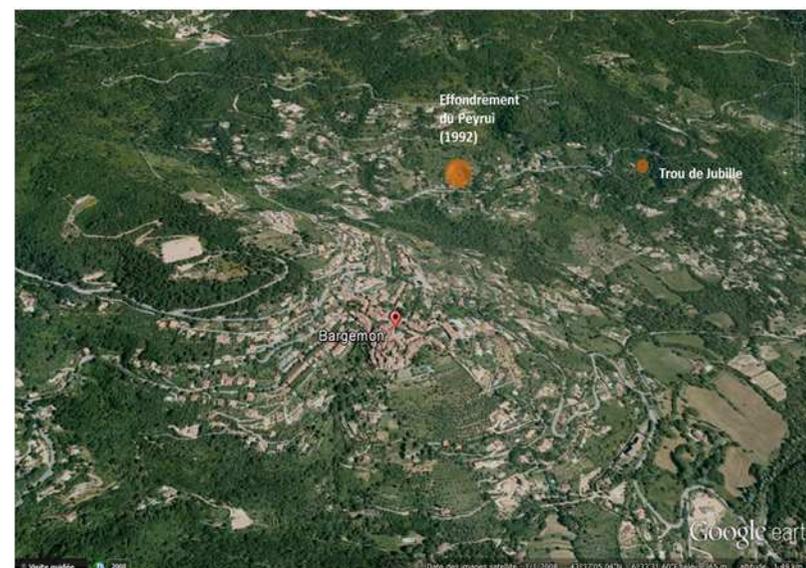
1- Susceptibilité au phénomène affaissement-effondrement lié à la dissolution du gypse

- Synthèse géologique (bibliographique, étude géologique et structurale de terrain)
- Synthèse hydrogéologique & hydrologique (bibliographie, étude hydrogéologique, hydraulique)
- Manifestation des impacts en surface (Historicité des événements, dommages aux structures, analyse Interferrométrie radar)

2- Gestion du risque à l'échelle du cœur de village

- Géométrie des formations géologiques (géophysique microgravimétrie, panneau électrique et radar)
- Vulnérabilité du bâtiment à l'échelle du village
- Synthèse hydrodynamique

Projet



Etudes et travaux - BRGM



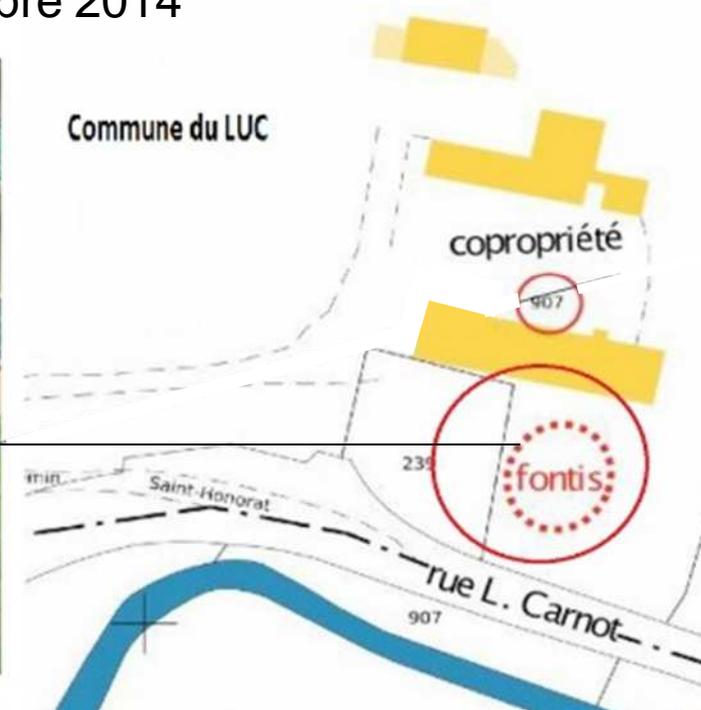
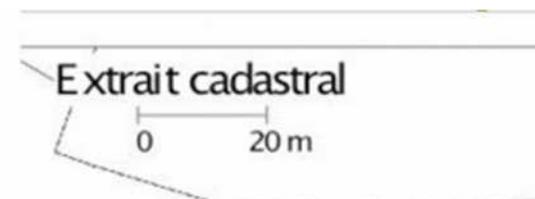
Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)
Cas du Luc-en-Provence (83 - Var)

Fontis de Gypse (8 octobre 2014)

Arrêté de péril du maire le lendemain :

- Interdiction d'habiter des 13 lots de la copropriété

Diagnostic géologique (Cabinet Bercovici) 10 octobre 2014



Etudes et travaux - BRGM

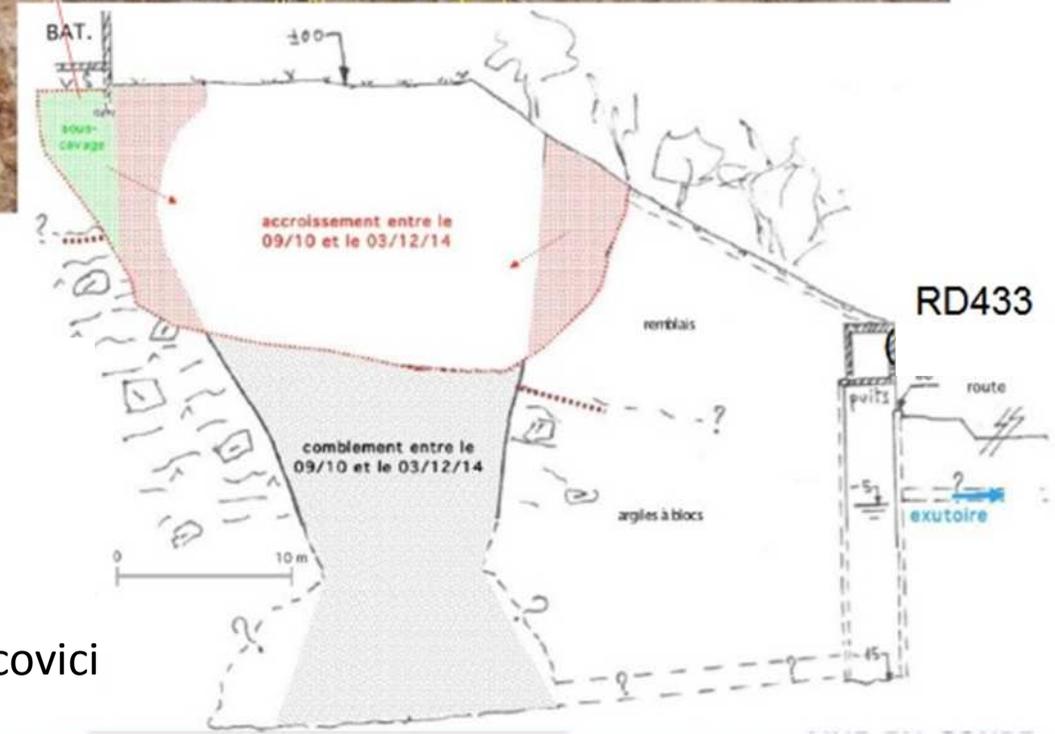


Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)

Cas du Luc-en-Provence (83 - Var)

« Disparition » de 7 000 m³ en 1 nuit

- CATNAT reconnue en janvier 2015
- RD433 fermée à la circulation en aval



© Bercovici

Etudes et travaux - BRGM

Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)

Cas du Luc-en-Provence (83 - Var)

Etudes 2015 : levés microgravimétrique + panneaux électriques et sondages de contrôle

Contre-expertise BRGM : qualité de mesure gravimétrique sur le terrain et corrections topographiques insuffisantes

Panneaux électriques de bonne qualité mais profondeurs d'investigation de l'ordre de 15 m insuffisantes et interprétation trop approximative. Pas exploitables

Etude BRGM en cours pour le compte de la collectivité sur la recherche de vides par microgravimétrie et tomographie de résistivité électrique au droit d'un lotissement au Luc

Objectifs appuyer la commune du Luc en réengageant :

- le **levé microgravimétrique** en respectant les règles de l'art définies par l'AGAP et par l'ASTM , afin de détecter la **présence d'éventuelles anomalies liées à des cavités** ;
- la réalisation de **tomographies de résistivité électrique** en adaptant la profondeur d'investigation à 40 m maximum, afin d'atteindre avec certitude la base des formations gypseuses.

Etudes et travaux - BRGM

Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)

Cas du Luc-en-Provence (83 - Var)

Etude BRGM en cours :

Micro gravimétrie : 197 stations

Electrique : 4 profiles (1535 m linéaire)

Résultats micro gravimétrie :

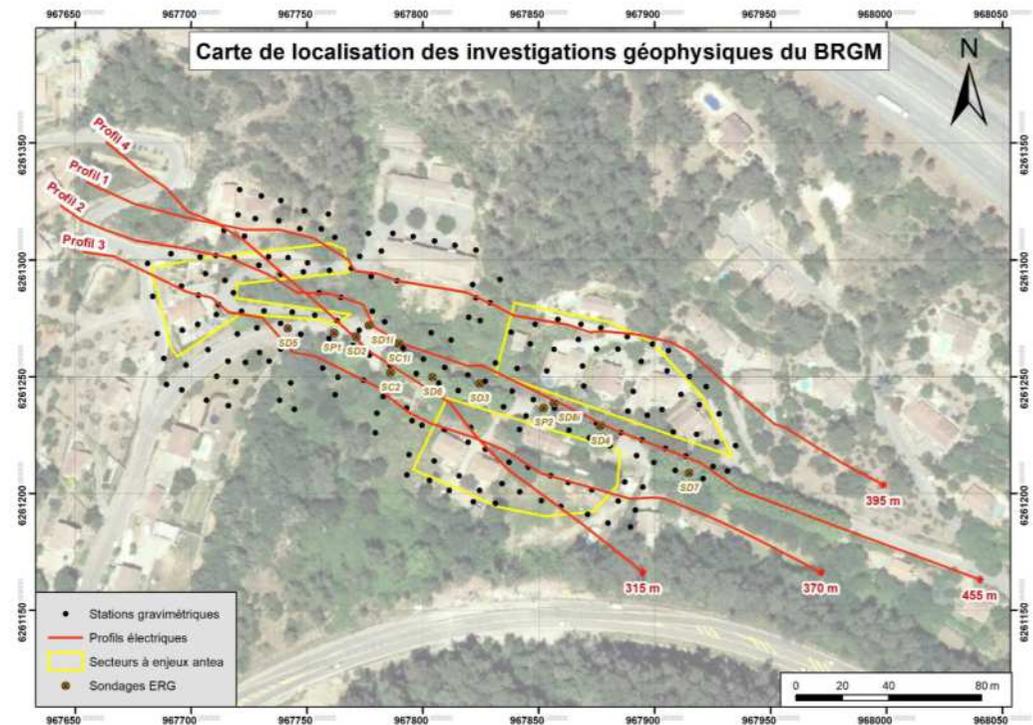
- Amplitude de +0,4 à -0,25 mGal
- Mise en évidence d'une géologie complexe (variations de faciès)
- Zone tectonisée (failles)
- 5 anomalies négatives significatives

Résultats panneaux électriques :

- 4 anomalies conductrices : terrains argileux et/ou fortement altérés
- 5 anomalies résistantes : terrains massifs

Préconisation de forages de contrôle : **7 forages** (310 m linéaire) pour :

- Contraindre la géologie du sous-sol, très complexe dans ce secteur ;
- Déterminer l'origine des anomalies géophysiques identifiées.



Etudes et travaux - BRGM



Points nécessaires et/ou points clefs d'une acquisition amiable pour mobiliser du Fonds Barnier :

min
3
ans

- ✓ Arrêté de péril
- ✓ Arrêté interministériel CATNAT
- ✓ Critères d'éligibilité Fonds Barnier (dont analyse Coûts/Avantages)
- ✓ Purges des litiges Assureur(s)/Assuré(s)
- ✓ Décision acquisition commune/interco (ou ministérielle) de la maîtrise d'ouvrage (selon ampleur de la catastrophe)
- ✓ Connaissance du périmètre actif de l'aléa (fixe ou dynamique...)
- ✓ Obtention des subventions Fonds Barnier en complément des assurances (décision parisienne DGPR+DGT)
- ✓ Vente des parcelles sinistrées devant notaire au MO public
- ✓ Etudes et travaux de démolition puis mise en sécurité du site
- ✓ Retour à une zone naturelle ou agricole à entretenir (sans nouveaux enjeux)

Plan de la présentation

I. Echelle régionale

- Le Gypse en région SUD Provence-Alpes-Côte-D'azur
- Cartographie régionale de l'aléa
- Focus
- Guide gypse à destination des élus (ORRM)

II. Echelle communale

- Cartographie communale de l'aléa
- Etudes détaillées – préconisations
- Expertises suite à un événement
- Etudes et travaux

III. Conclusions et perspectives

Conclusions

Caractère soudain des phénomènes (pour les effondrements)
=> danger

Difficulté de « prévoir » :

- spatialement => vides
- temporellement => événement

D'où relative difficulté pour caractérisation d'un aléa

Nécessité d'approches couplées :

géologie / hydrogéologie (et hydrologie) / géotechnique / géomorphologie

Importance des inventaires : BD Cavités (géorisques) :

statistiques / enrichissement / valorisation

Perspectives

Stratégie DREAL PACA

- 2014 – projet de plan d'action gypse incluant l'accompagnement des collectivités
 - Guide Gypse à destination des élus (ORRM)
- Stratégie 2019-2021 en cours d'élaboration

Effets du changement climatique sur le phénomène

Méthodes de traitement et transparence hydrogéologique