

# Exploitations minières sur le secteur de Salsigne (Aude)

Evaluation et cartographie des aléas miniers



**Le 17 juin 2016**

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

L'étude d'aléa sur ce secteur a été menée en deux étapes :

► Étape 1 : étude du secteur de Salsigne

*A l'exception des travaux miniers sous les verses et la mine à ciel ouvert (MCO) qui n'ont pas été considérés*

► Étape 2 : étude des mines satellites

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

## OBJECTIF DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES ALÉAS

Evaluer et cartographier des phénomènes attendus (ou aléas)

Application guide méthodologique INERIS-DRS-06-51198/R01

→ *A partir de la synthèse des données disponibles à propos des sites et d'investigations de terrain*

*Cette démarche s'inscrit dans le cadre défini par la circulaire PPRM du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels*

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

# L'aléa

Croisement de l'intensité du phénomène redouté avec la prédisposition du site à le faire se réaliser

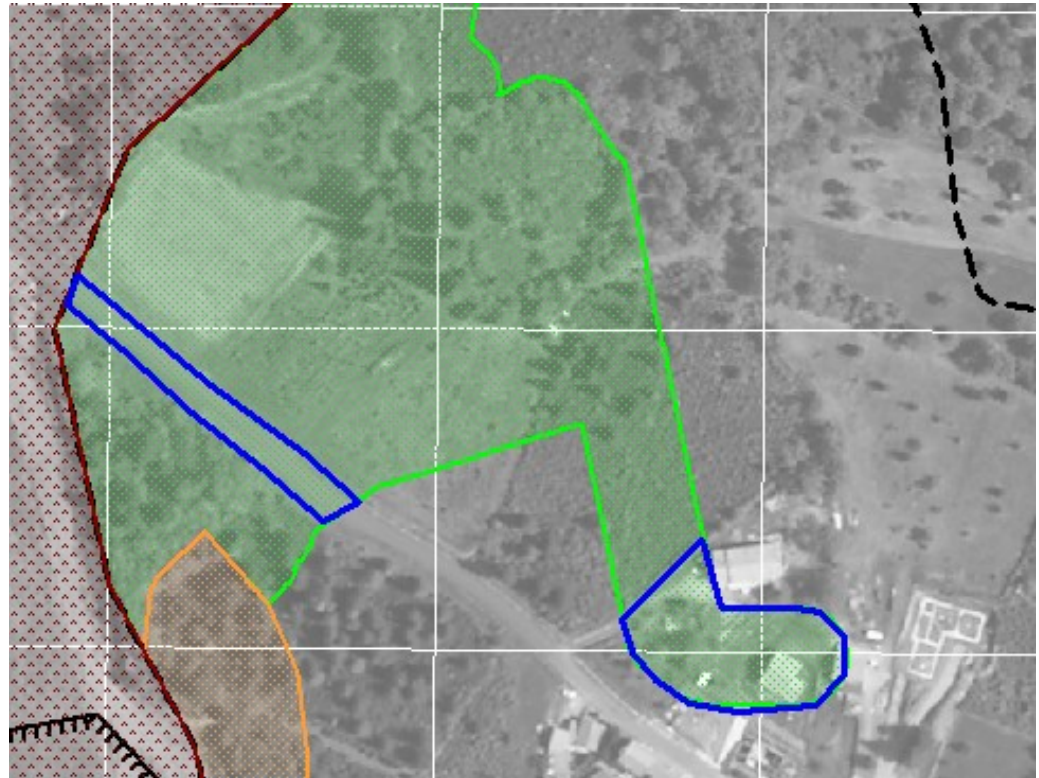
Intensité	Prédisposition		
	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Limitée	Faible	Faible	Moyen
Modérée	Faible	Moyen	Fort
Elevée	Moyen	Fort	Fort

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

C'est le croisement de  
l'aléa avec les enjeux  
existants

⇒ Une zone de risque =  
partie de la zone d'aléa  
dans laquelle se trouvent  
des enjeux (habitations,  
infrastructures...)

## Le risque



- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – **Méthodologie**
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

# Méthodologie

## ■ Phase informative

⇒ But : reconstituer l'histoire de la mine, savoir comment la mine a été exploitée, quels sont les vides résiduels, les ouvrages débouchant au jour (ODJ)

□ Consultation des archives (DREAL, DPSPM, Nationales, BRGM, GEODERIS...)

→ Plans miniers, PV de visite

□ Enquête de terrain (recherches désordres, ouvrages,...)

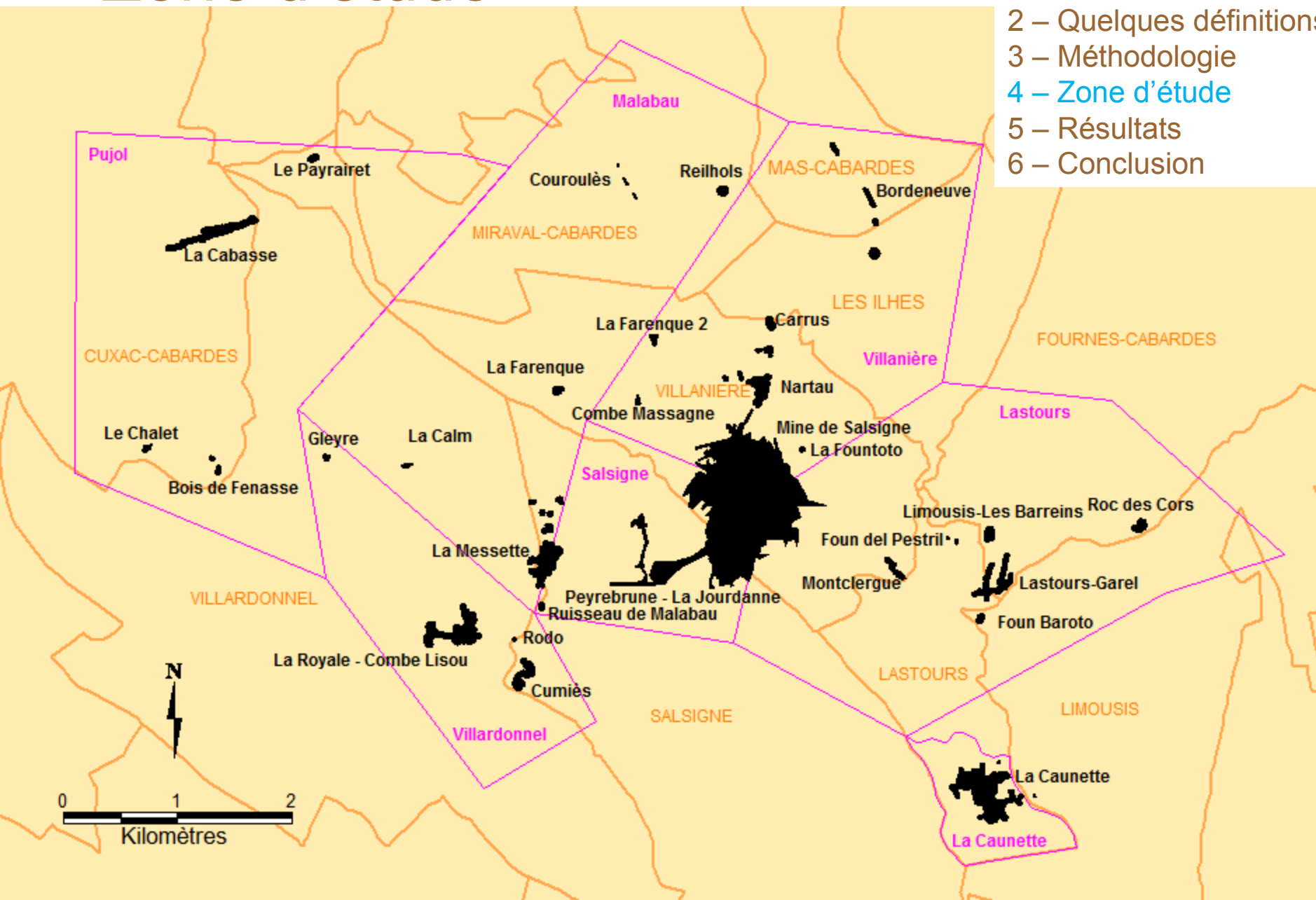
→ Plans miniers calés

## ■ Phase d'évaluation des aléas

⇒ But : évaluer et cartographier les phénomènes attendus en fonction de l'analyse des configurations

# Zone d'étude

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion



- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats**
- 6 – Conclusion

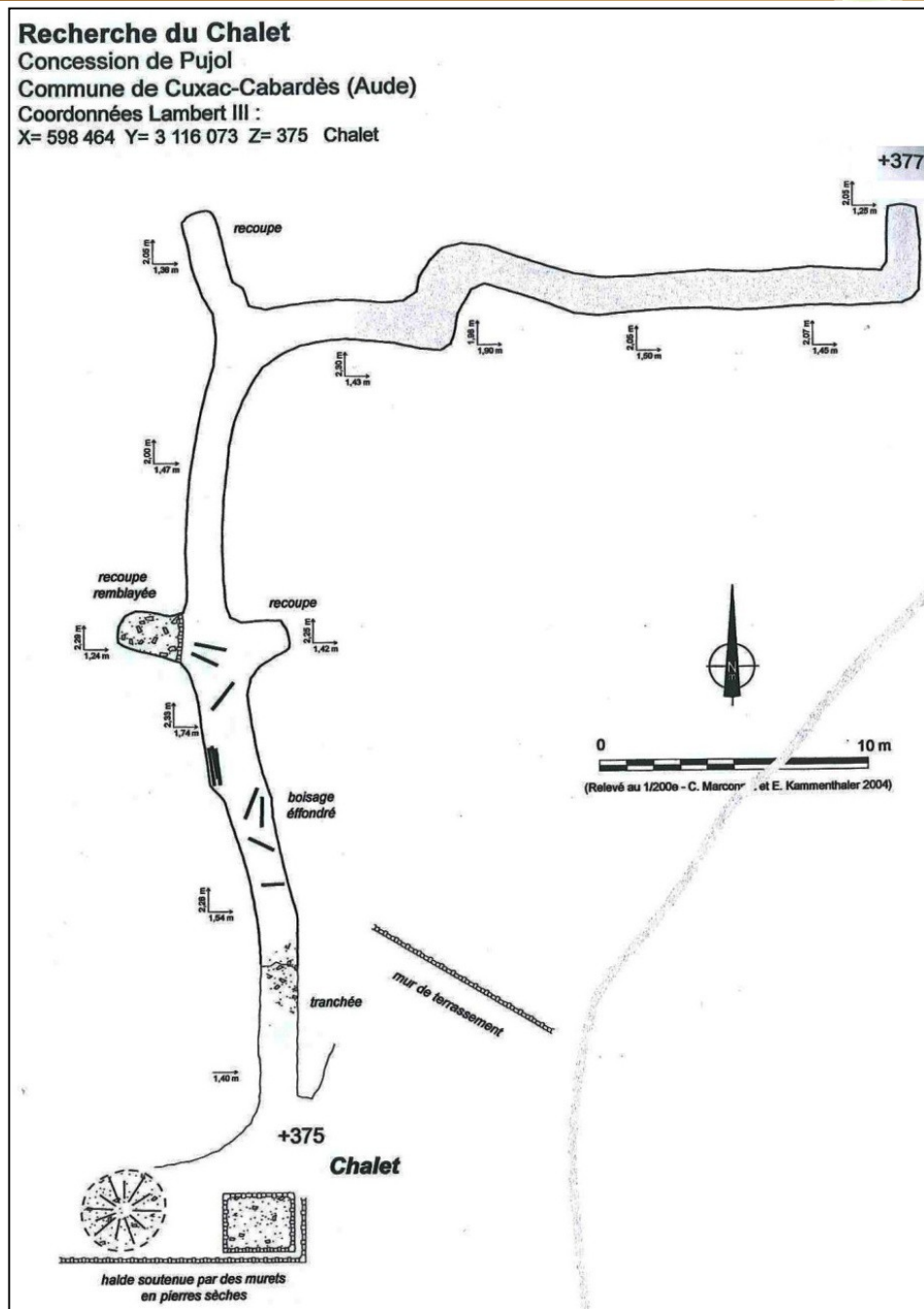
# LA PHASE INFORMATIVE





Consultation des archives :

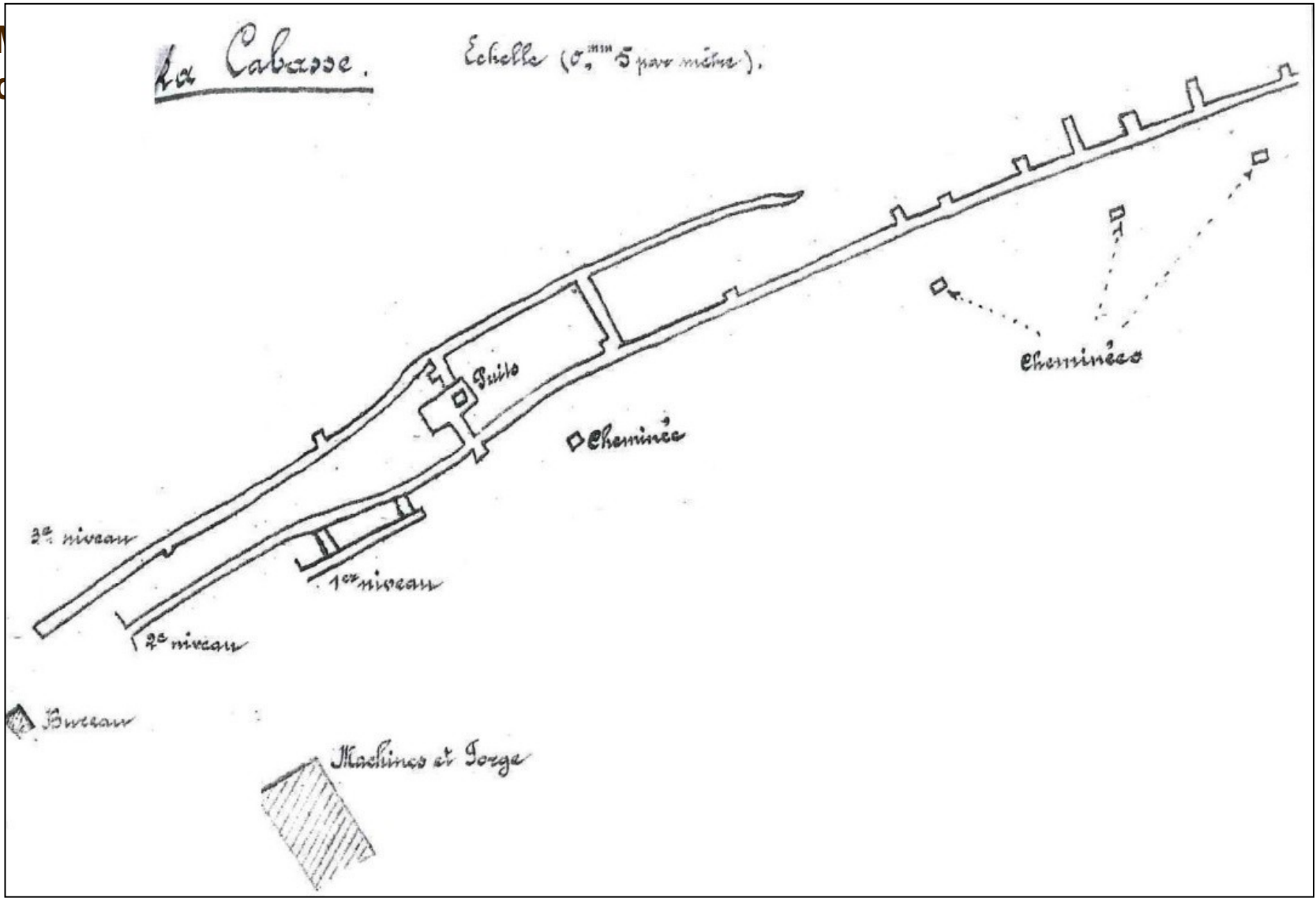
Plan des recherches du Chalet (2004)  
 Concession de Pujols, commune de  
 Cuxac-Cabardès





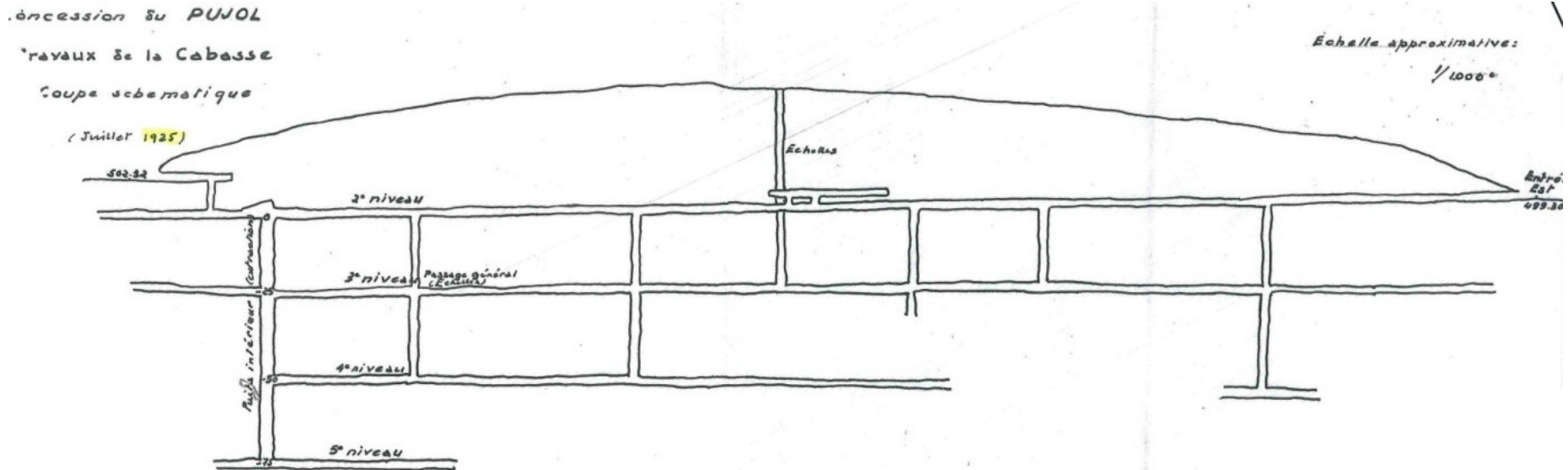


Consultation des archives :



Consultation des archives :

Mine de la Cabasse – 1925  
concession de Pujols, commune de Cuxac-Cabardès





Consultation des archives :

Recherches de Foun Baroto  
et Garel-Lastours – 1934

concession de Lastours,  
communes de Limousis  
et Fournès-Cabardès





Visite sur le terrain – Exemples de quelques entrées de galerie



*Concession de La Caunette – Quartier de La Caunette*



*Concession de Pujol – Quartier de Cabasse*



*Concession de Villardonnell – Quartier de Combe Lisou*



## Visite sur le terrain – Exemples de quelques entrées de galerie



*Concession de Villanière - Quartier de Bordeneuve*



# Description du gisement

## Les minéralisations du district de Salsigne se présentent

### ❖ En filons de tailles variables

- ✓ N-S : Fontaine de santé, Croiseur, Ramèle / puissance de 3 à 10 m Nartau, Malabau, La Caunette, Roc des Cors, Villardonnel, ...
- ✓ E-O (plus petits) : La Cabasse (seul exploité), Gleyre, La Calm, Le Payrairet, ...

### ❖ En couches

- ✓ Couches stratiformes : minéralisation d'imprégnation à proximité des filons
- ✓ Gisement profond 2X : couche massive de 1 à 10 m de puissance (4 m en moyenne)

*Ces minéralisations sont présentes de la surface (filons affleurants) jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur (gisement 2X).*

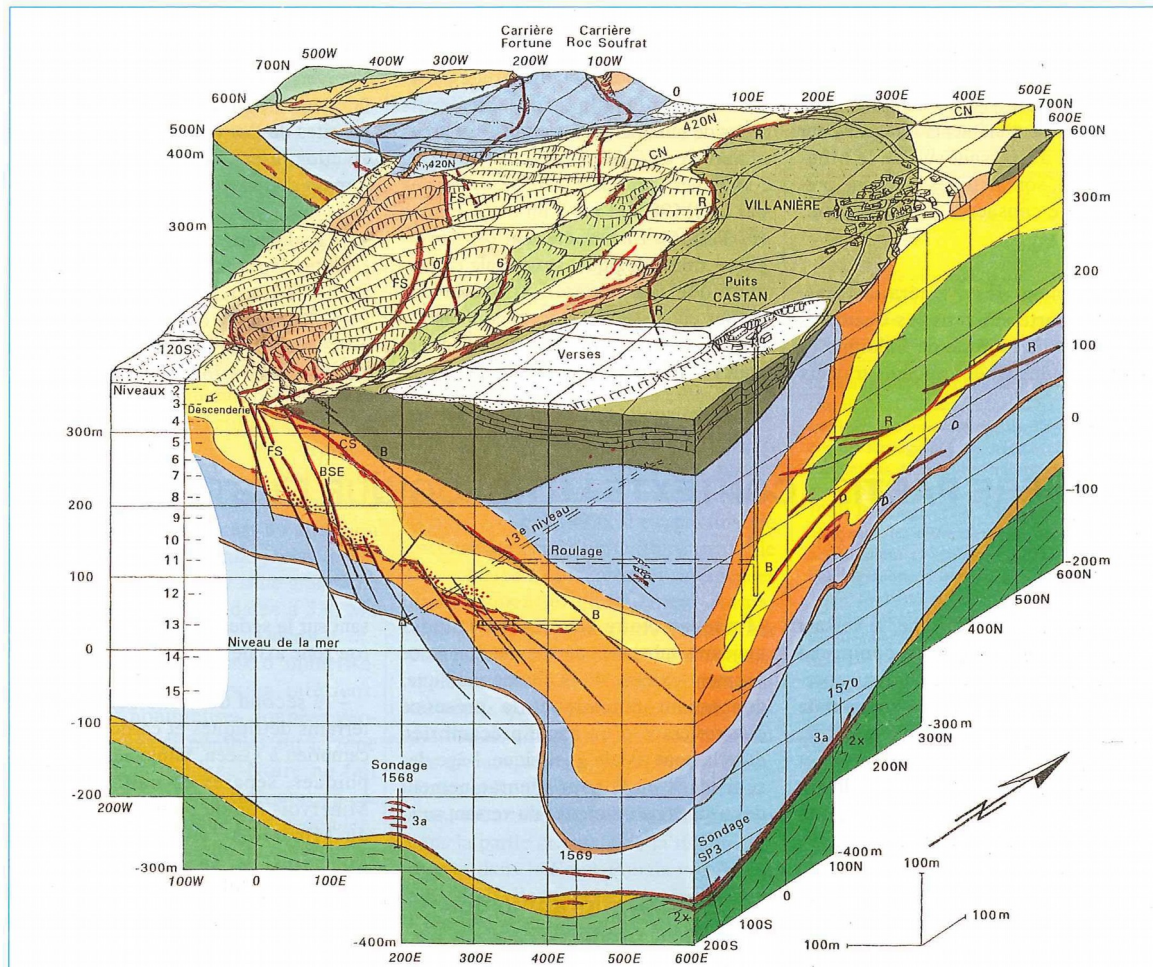
# Description du gisement

Composition géochimique du minerai filonien moyen  
(Crouzet et Tollon, 1980)

Au	Ag	Cu	Pb	Bi	Sb	Zn	As
14 g/t	114 g/t	0,67%	0,07%	0,13%	0,04%	0,03%	15%

L'or natif est très fin avec une granulométrie de 2 à 4  $\mu\text{m}$ , exceptionnellement visible

# Bloc diagramme du gisement de Salsigne



- |  |  |  |                      |
|--|--|--|----------------------|
|  | Dolérites altérées   |  | Faïlle               |
|  | a Grès, siltites, calcaires noirs (a) [UNITÉ DU MINERVOIS CENTRAL] |  | Contact chevauchant  |
|  | Calcschistes (Dévonien)  |  | Filon                |
|  | Pétilites dolomitiques et grès (Dévonien basal)                    |  | Couche, imprégnation |
|  | Calcaires dolomitiques   |  | Minerais<br>As-Au    |
|  | Alternances grés-carbonatées                                       |  |                      |
|  | Grès, siltites<br>Siltites, pétilites                              |  |                      |
|  | Formation du Roc Suzadou (Ordovicien sup. ?)                       |  |                      |
|  | Schistes X (Protérozoïque sup.-Cambrien inf.)                      |  |                      |
- UNITÉ DU NORD MINERVOIS (Synforme de Salsigne)

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

# Situation minière / historique

## ■ La minéralisation de Salsigne est exploitée

- ❑ Depuis le II<sup>e</sup> siècle avant JC pour le fer
  - ❑ Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle pour l'arsenic
  - ❑ Depuis 1892 pour l'or
- ⇒ La première concession a été instituée en 1877 (concession de Salsigne)
- ⇒ La fin de l'exploitation date de 2004
- ⇒ La renonciation date de 2006 (concessions de Villanière, Salsigne et Lastours)
- 14 millions de tonnes dont 100 tonnes d'or et 400 000 tonnes d'arsenic extraits

# Une trentaine de secteurs de travaux

Concession	Secteurs de travaux
Malabau	La Messette La Calm La Farenque Couroulès Reilhols
Villardonnell	La Royale-Combe-Lisou Gleyre Rodo Cumiès Ruisseau de Malabau
Pujols	La Cabasse Le Chalet Bois de Fenasse Le Payrairet
Lastours	Roc des Cors Limousis – Les Barreins Lastours – Garel Montclergue Foun del Pestril Foun Baroto

Concession	Secteurs de travaux
La Caunette	La Caunette
Salsigne	MCO et TMS Mine de Salsigne Peyrebrune – La Jourdane
Villanière	Nartau Carrus Bordeneuve La Farenque 2 Combe Massagne La Fountoto

Vert : travaux de recherche, parfois avant l'institution des concessions, souvent peu accessibles

Remarque : non exhaustivité des secteurs miniers (Le Magne, Cante Merle, Joncas, La Combe, Sept Ans)

# Méthodes d'exploitation

Concessions	Secteur de travaux	Description des travaux
Malabau	La Messette	Galeries sur 5 niveaux
Villardonnell	La Royale – Combe Lisou	Tranches montantes sur 3 niveaux
Pujol	La Cabasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Galeries sur 5 niveaux</li> <li>. Ciel ouvert</li> </ul>
Lastours	Lastours-Garel	Galeries
	Rocs des Cors	
	Montclergue	
	Les Barreins	Ciel ouvert
Villanière	Carrus	Galeries
	Nartau	Tranches montantes
Salsigne	Peyrebrune – La Jourdane	Galeries
	Mine de Salsigne	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Tranches montantes remblayés (filons à fort pendage)</li> <li>. Sous-niveaux abattus sans remblayage (localement)</li> <li>. Chambres et piliers (couches sulfurées)</li> <li>. Ciel ouvert</li> </ul>
La Caunette	La Caunette	Tranches montantes remblayées sur 9 niveaux

# Etat actuel des sites miniers

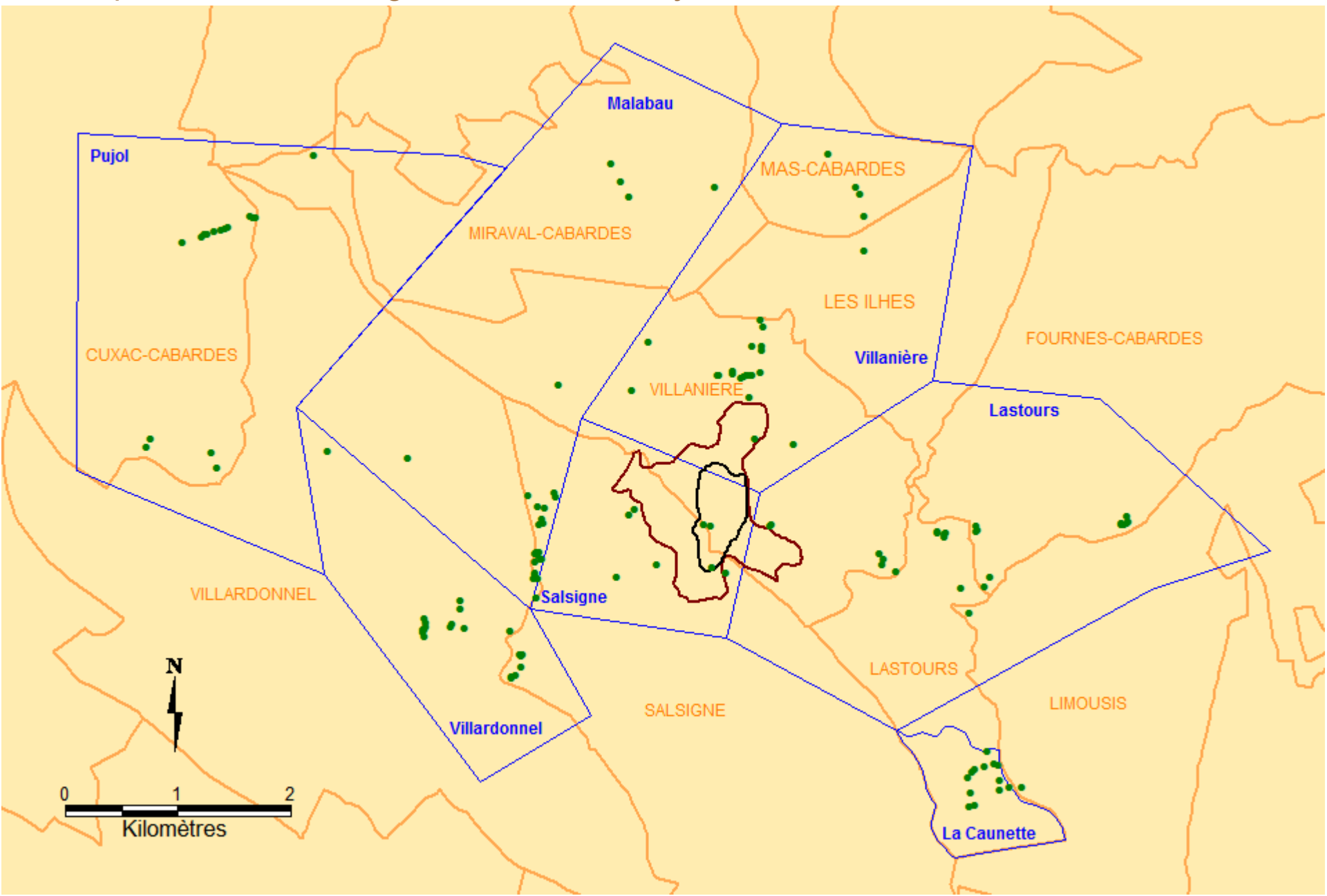
*Les travaux miniers sont répartis sur les dix communes suivantes :*

Cuxac-Cabardès, Miraval-Cabardès, Mas-Cabardès, Les Ilhes, Fournès-Cabardès, Limousis, Lastours, Villanière, Salsigne, Villardonnel

On été inventoriés :

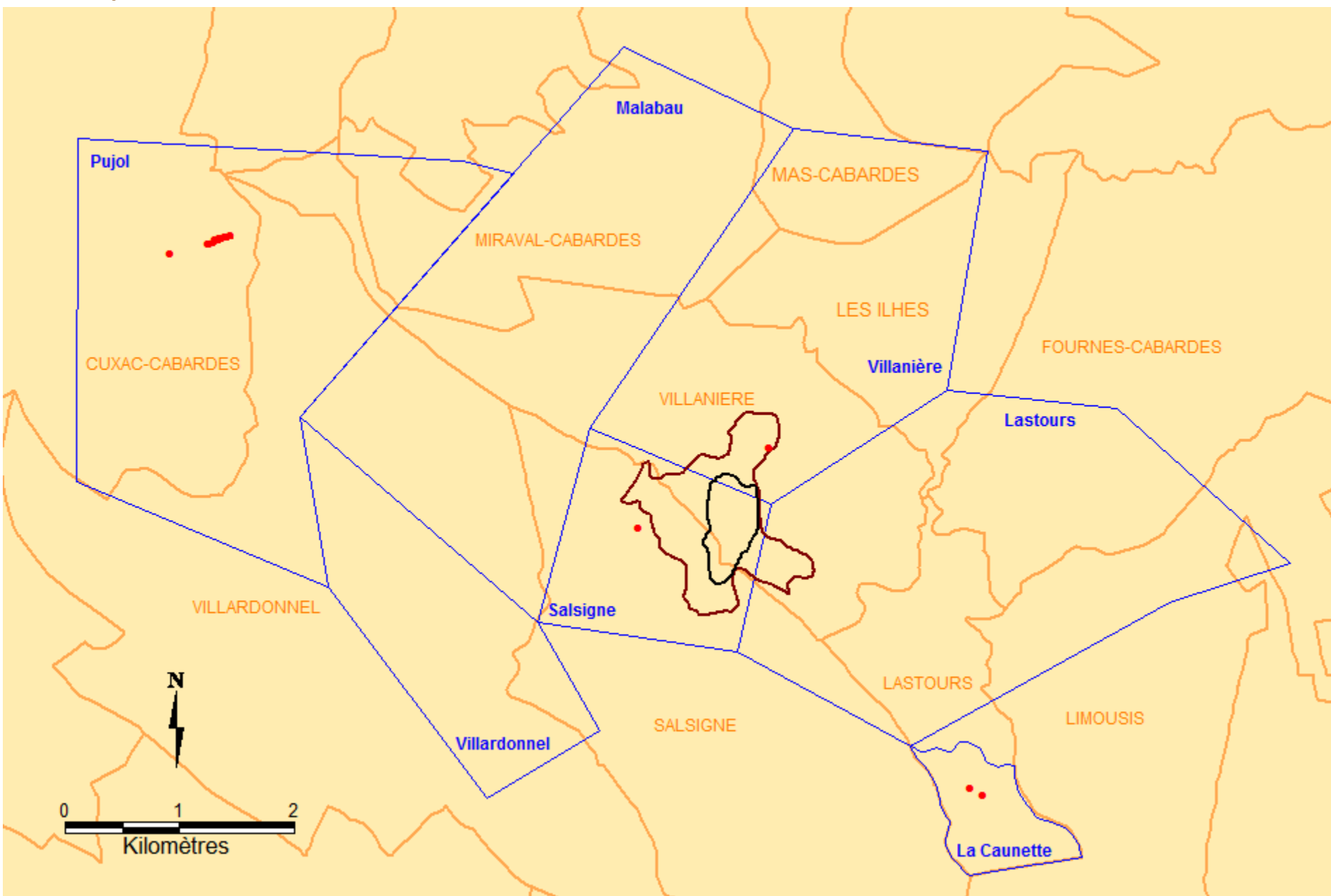
- Plus d'une centaine d'ouvrages débouchant au jour (puits, cheminée, entrée de galerie)
- Une dizaine de fosses datant de l'exploitation romaine
- Une dizaine de désordres (principalement de type effondrement localisé)
- Une dizaine de dépôts
- Une dizaine de découvertes

# Répartition des ouvrages débouchant au jour

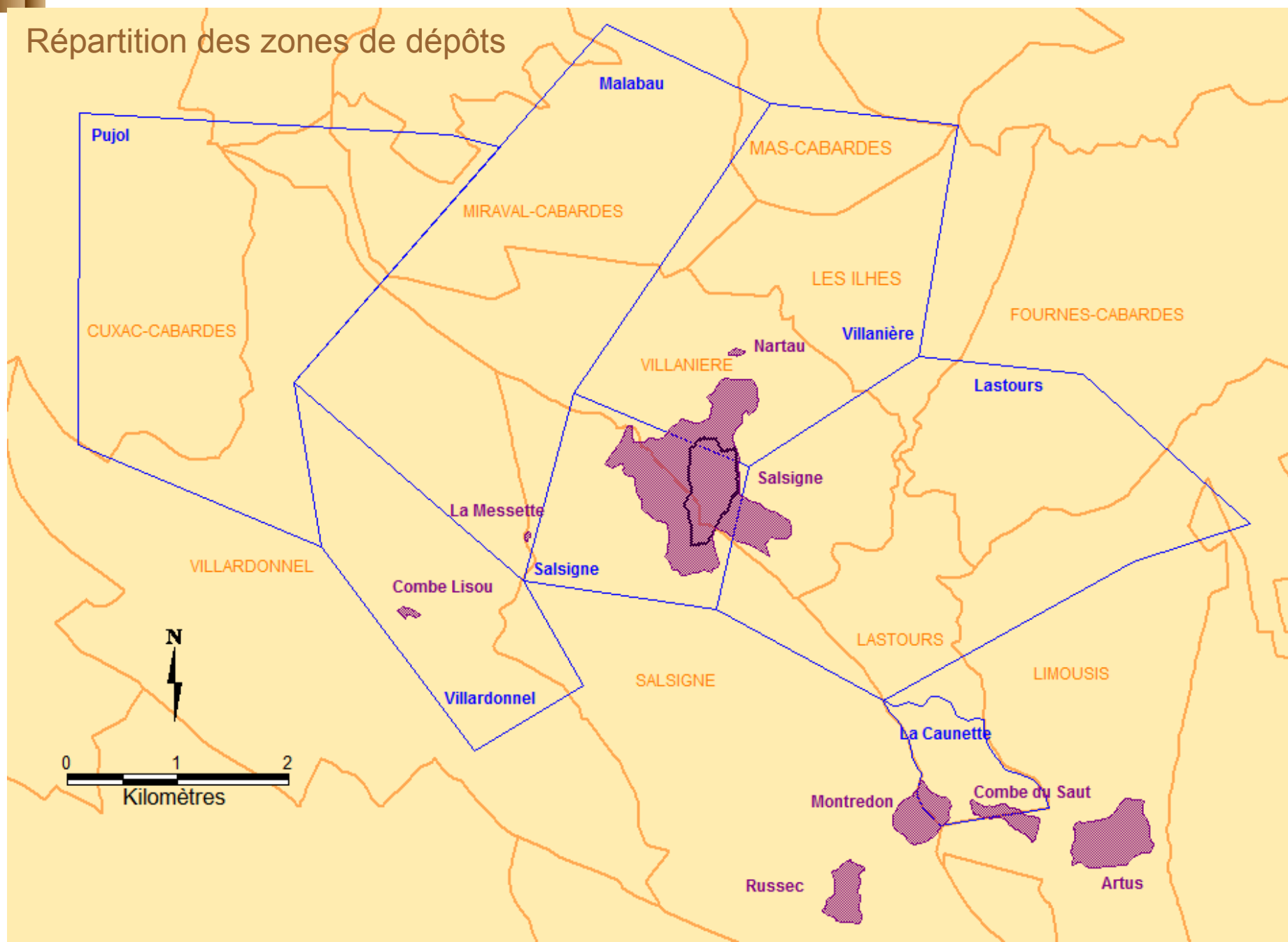




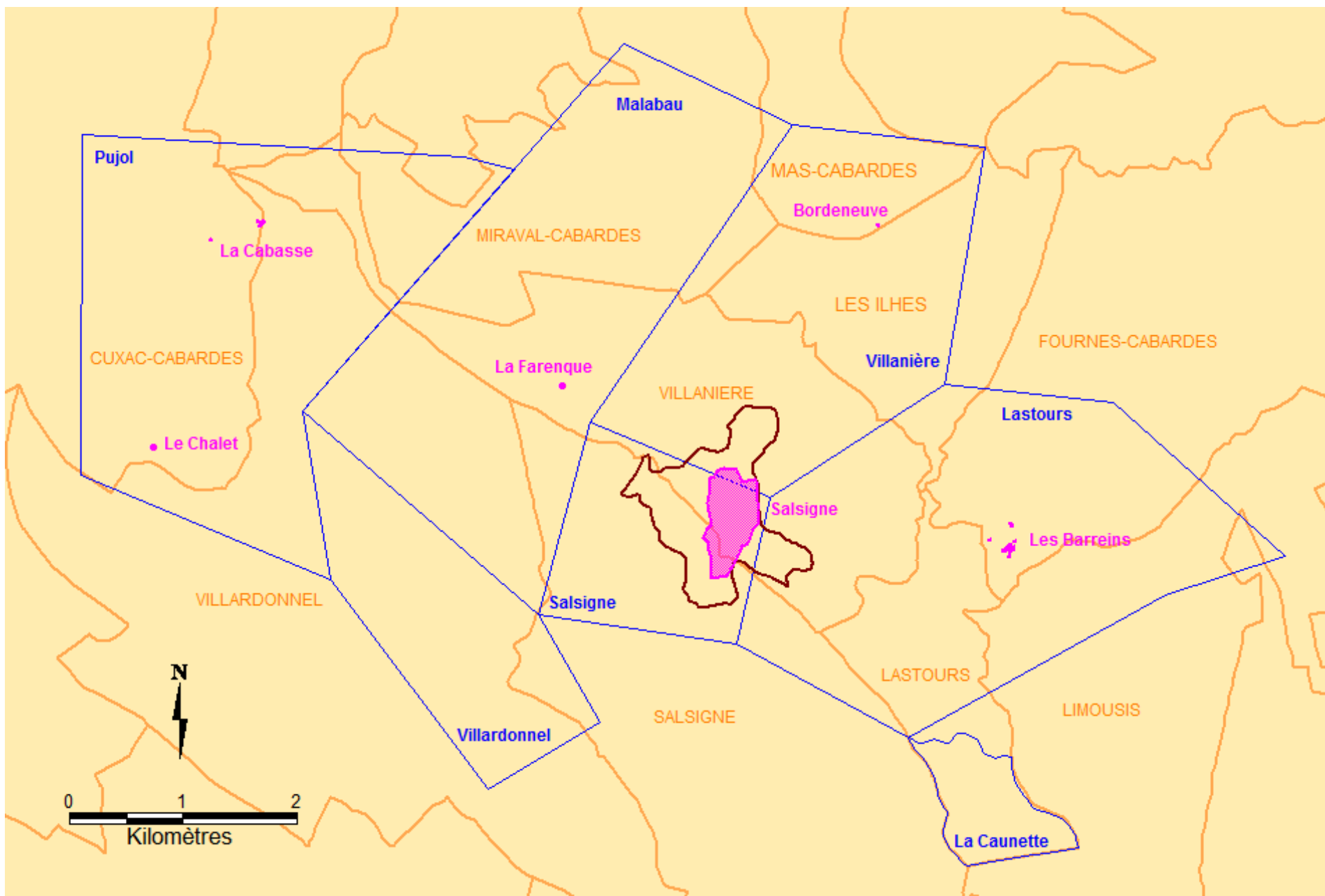
# Répartition des désordres



# Répartition des zones de dépôts

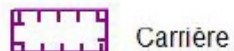


# Répartition des découvertes



Exploitations minières sur le secteur de Salsigne  
 Concessions de Malabau, Pujol, Lastours,  
 La Caunette, Salsigne, Villanière, Villardonne  
 Evaluation et cartographie des aléas  
 mouvements de terrain  
**Carte informative**  
**Commune de Lastours**  
**ECHELLE : 1/5 000**

# Légende d'une carte informative



Carrière

**Limites administratives**

Limite de commune en blanc



Limite de concession

**Désordres**



Désordre

**Ouvrages miniers de surface**



Mine à ciel ouvert



Puits matérialisé



Puits localisé



Galerie matérialisée



Galerie localisée



Cheminée d'aérage matérialisée



Cheminée d'aérage localisée



Dépôt (remblai, verse, stérile)

**Travaux miniers souterrains**



Emprise avérée des travaux souterrains

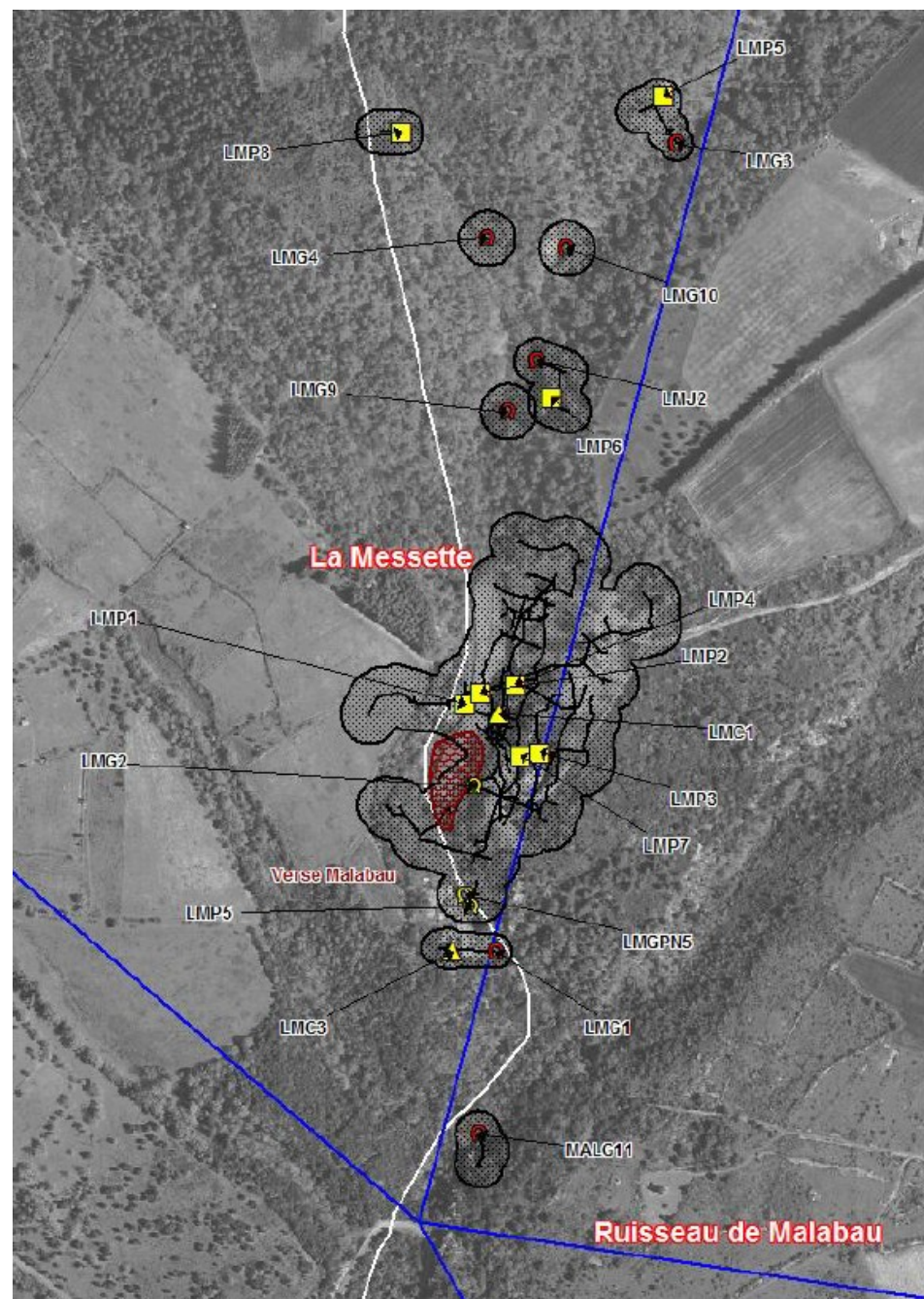


Zone potentiellement affectée  
par des travaux souterrains



Galerie

# Extrait de la carte informative



- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

# LA PHASE D'ÉVALUATION DES ALÉAS



# Evaluation et cartographie des aléas

- Aléa = croisement de l'intensité du phénomène redouté avec la prédisposition du site à le faire se réaliser
- Facteur déclenchant : création de vides en souterrain ou remaniement de matériaux en surface



*Effondrement localisé dans le Gard près d'Alès*

## La cartographie de l'aléa :

- objet
- incertitude cartographique
- extension latérale du phénomène

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

# Les aléa retenus

- Effondrement localisé
- Affaissement progressif
- Glissement superficiel
- Ecoulement rocheux
- Tassement



# Effondrement localisé

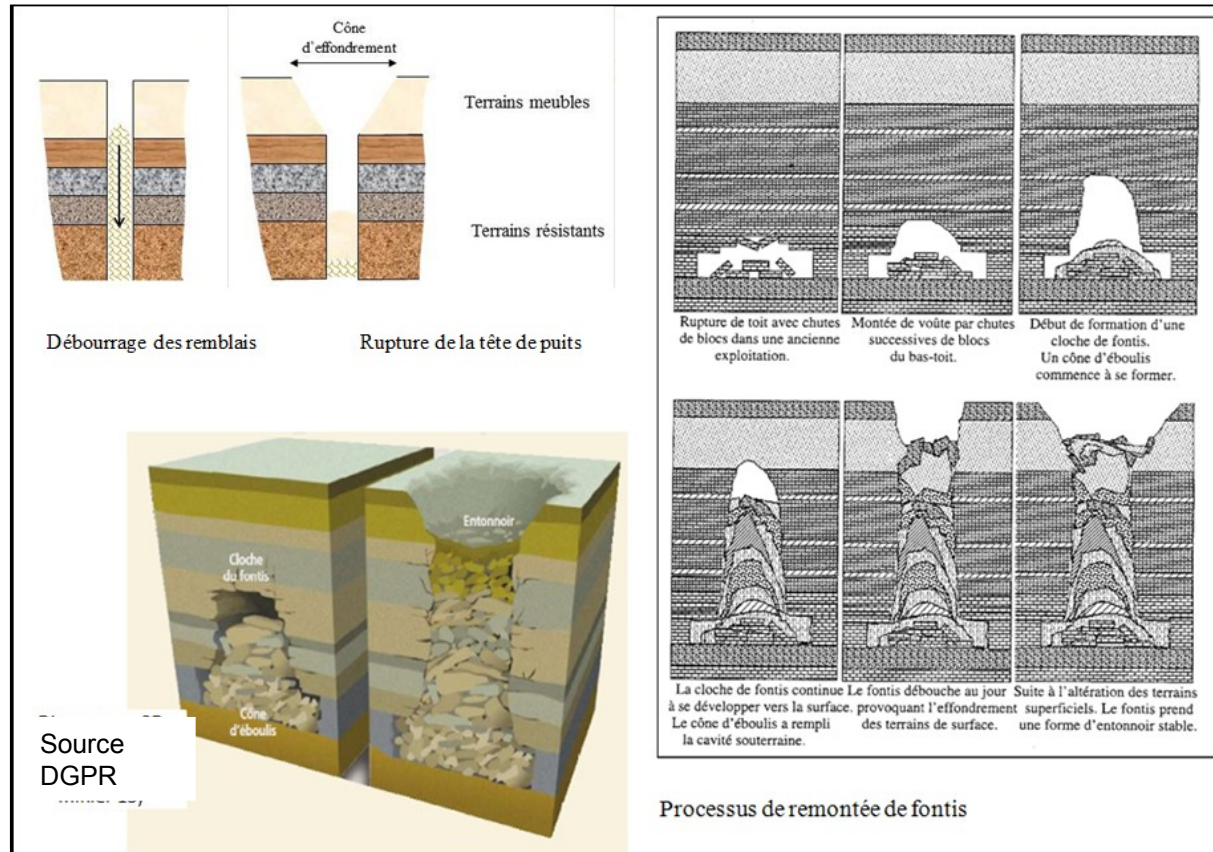
⇒ Il s'agit de l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement

Aléa = intensité × prédisposition

# Effondrement localisé

Il peut avoir deux origines

- Remontée de vide souterrain jusqu'en surface\*
- Déboufrage de puits



\* Par phénomène d'autocomblement, certains vides ne remontent pas en surface

Source DGPR

# L'intensité

Les niveaux d'intensité sont liés au diamètre du cratère en surface

Intensité	Diamètre de l'effondrement
Limitée	< 3 m
Modérée	3 m < diamètre < 10 m
Elevée	> 10 m

Aléa = intensité × prédisposition

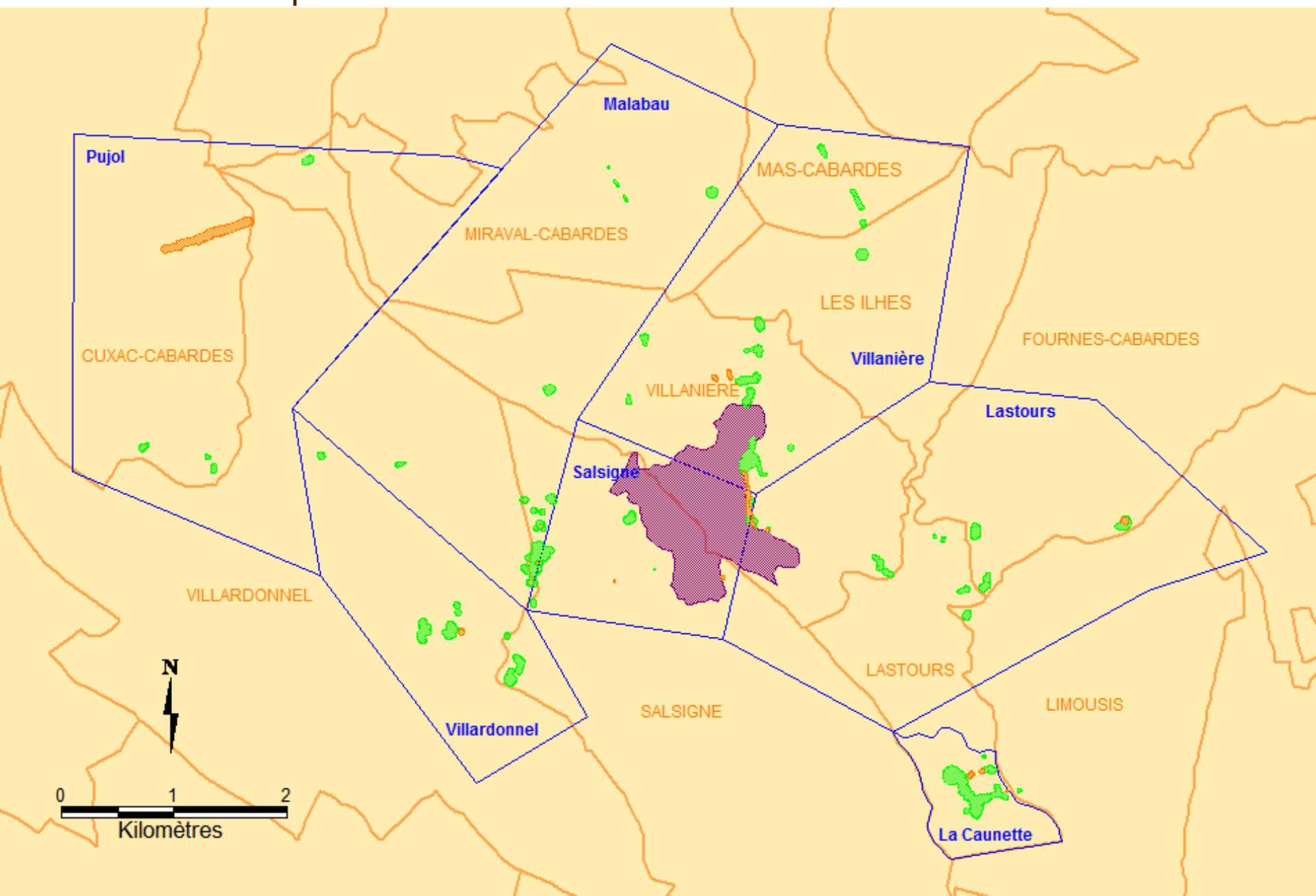
# La prédisposition

Elle dépend de 3 classes de paramètres :

- ✓ Présence de phénomènes analogues sur le site ou dans des configurations identiques (géologie, conditions d'exploitation,...)
- ✓ Paramètres liés à la prédisposition à la rupture de l'ouvrage souterrain (largeur de galerie, chambre d'exploitation, nature des premiers bancs)
- ✓ Paramètres liés à la prédisposition à la remontée de l'instabilité jusqu'en surface (nature et épaisseur du recouvrement => coefficient de foisonnement)

$$\text{Aléa} = \text{intensité} \times \text{prédisposition}$$

# Répartition des zones d'aléa effondrement localisé







# Légende d'une carte d'aléas

Exploitations minières sur le secteur de Salsigne  
Concessions de Malabau, Pujol, Lastours,  
La Caunette, Salsigne, Villanière, Villardonnell  
Evaluation et cartographie des aléas  
mouvements de terrain

**Aléa effondrement localisé**  
**Commune de Cuxac-Cabardès**  
**ECHELLE : 1/5 000**

Limite de commune en blanc

## Ouvrages miniers de surface

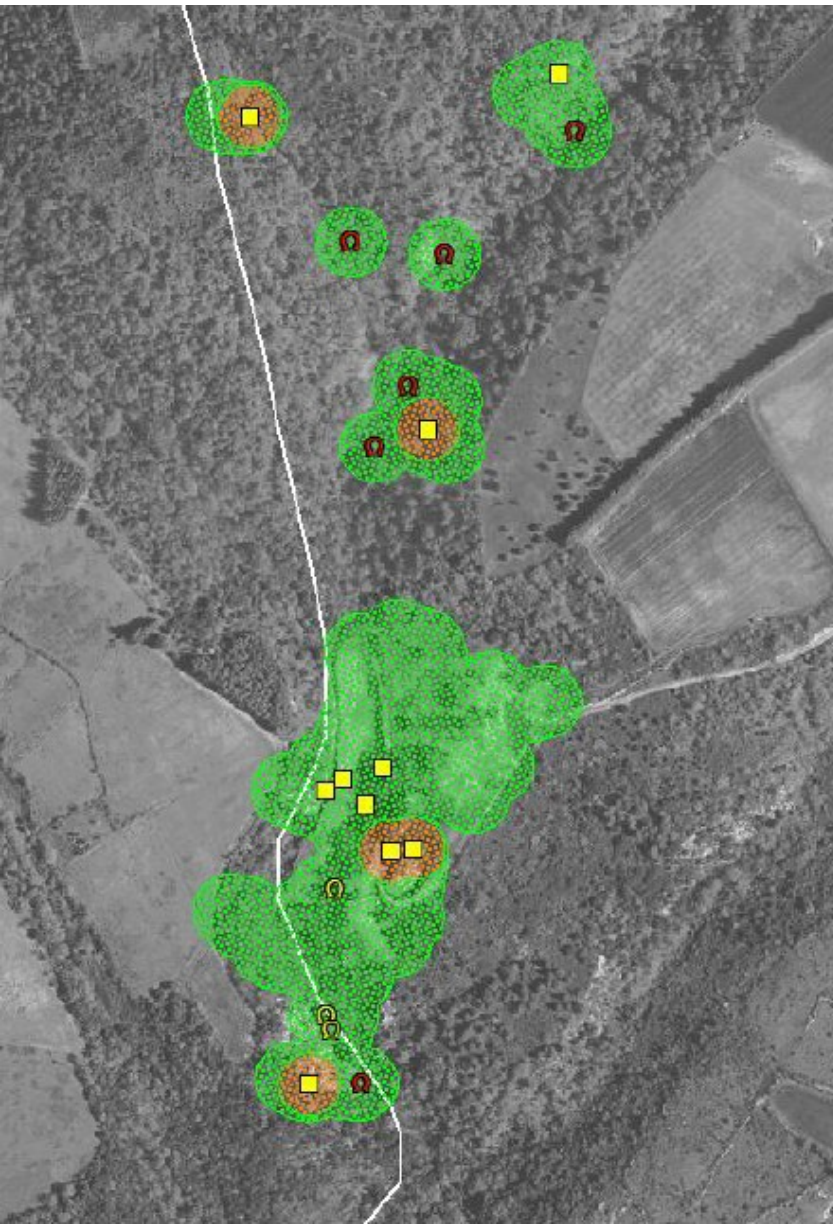
-  Puits matérialisé
-  Puits localisé
-  Galerie matérialisée
-  Galerie localisée

## Aléa effondrement localisé

-  Niveau faible
-  Niveau moyen



# Effondrement localisé



## ■ Niveau moyen :

- ✓ Quelques puits
- ✓ Galeries des niveaux 2 et 3 du filon Ramèle, non remblayées et situées à moins de 30 m de profondeur (présence d'exploitation partielle probable)
- ✓ Travaux et galeries de la mine de La Cabasse à moins de 25 m de profondeur

## ■ Niveau faible :

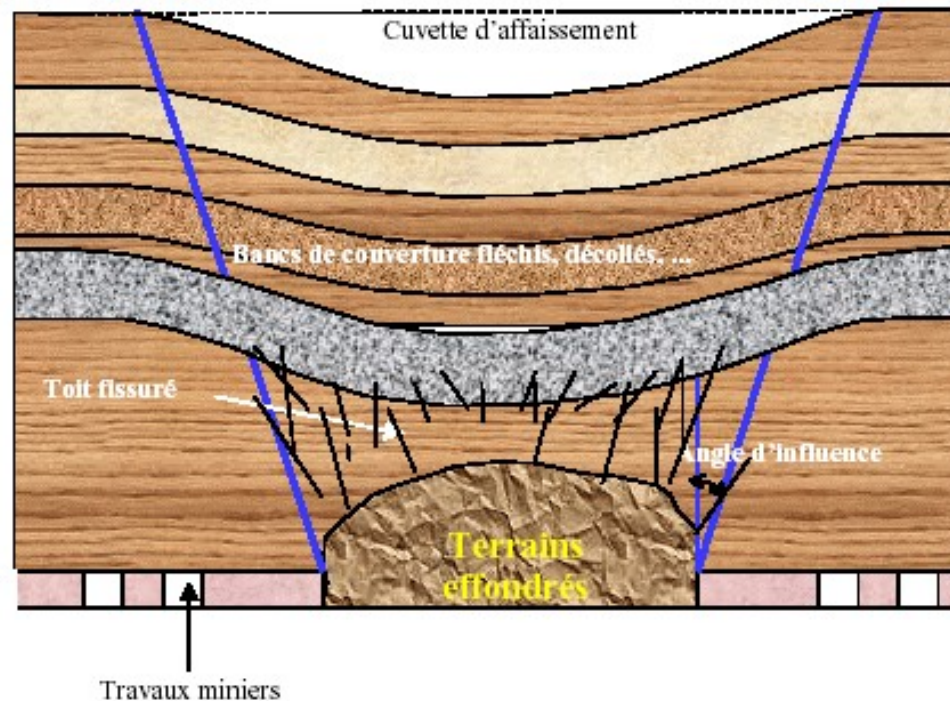
- ✓ Quelques puits
- ✓ Galeries des niveaux 2 et 3 du filon Ramèle, non remblayées et situées à plus de 30 m de profondeur (présence d'exploitation partielle probable)
- ✓ Tranches montantes remblayées sur le filon Ramèle, situées à moins de 50 m de profondeur (secteur Salsigne)
- ✓ Galeries jusqu'à 20 m de profondeur (secteur Salsigne)
- ✓ Travaux des mines satellites (sauf La Cabasse) situées à moins de 25 m de profondeur

# Affaissement progressif

⇒ Il s'agit d'un réajustement des terrains de surface, sans rupture cassante, induits par la rupture de quartiers miniers profonds.



# Affaissement progressif



Les désordres en surface prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture cassante

# L'intensité

Les niveaux d'intensité sont liés à la mise en pente

Intensité	Mise en pente (en %)
Très limitée	$0 < P < 1$
Limitée	$1 < P < 3$
Modérée	$3 < P < 6$
Elevée	$P > 6$

Aléa = intensité × prédisposition

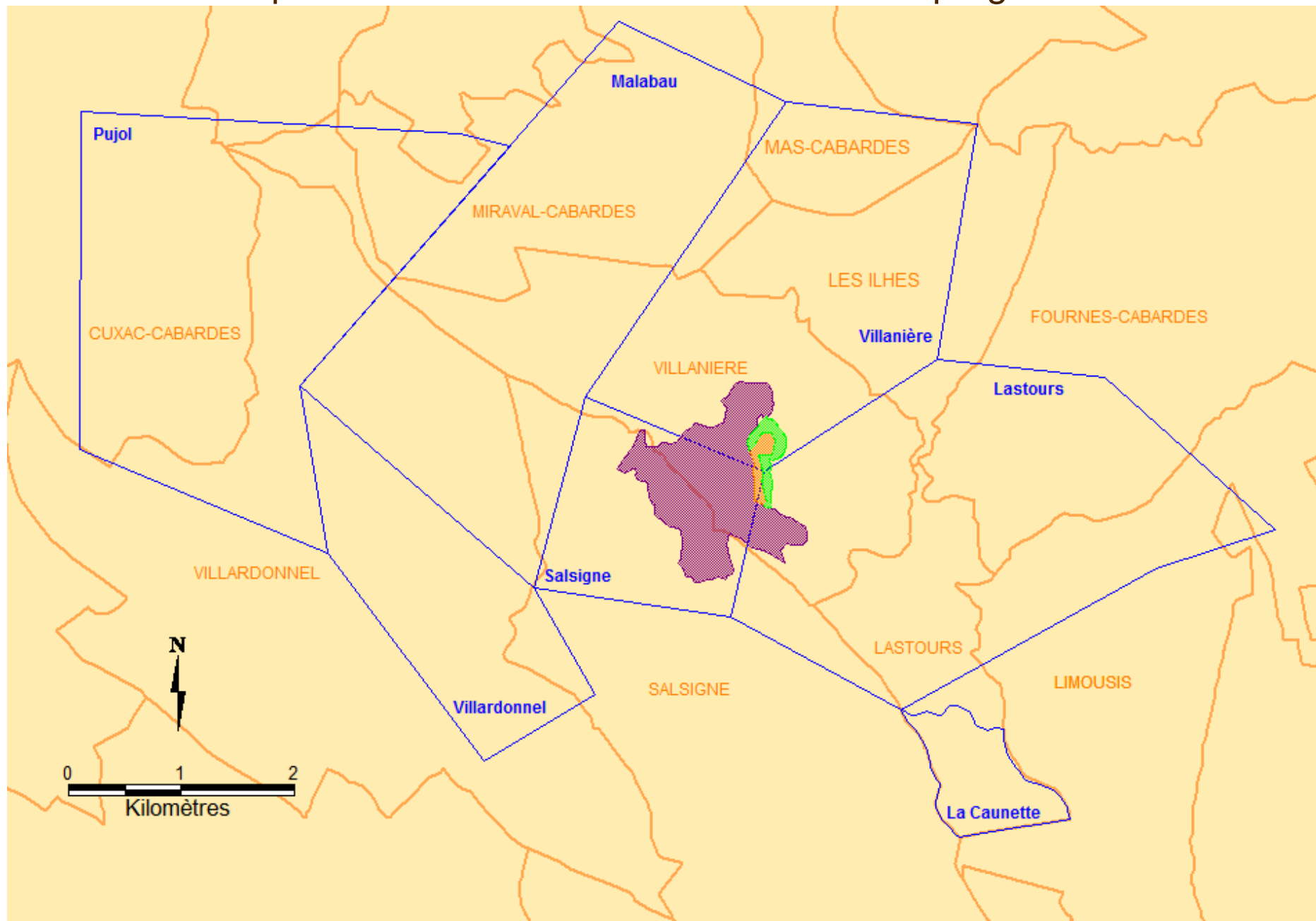
# La prédisposition

Elle dépend de 3 classes de paramètres :

- ✓ Présence de phénomènes analogues sur le site ou dans des configurations identiques (géologie, conditions d'exploitation,...)
- ✓ Paramètres liés à la prédisposition à la rupture de l'ouvrage souterrain (largeur de galerie, chambre d'exploitation, nature des premiers bancs)
- ✓ Paramètres liés à la prédisposition à la remontée de l'instabilité jusqu'en surface (nature et épaisseur du recouvrement => coefficient de foisonnement)

$$\text{Aléa} = \text{intensité} \times \text{prédisposition}$$

# Répartition des zones d'aléa affaissement progressif



# Affaissement progressif



- Niveau moyen :
  - ✓ Exploitations par tranches montantes non remblayées à environ 130 m de profondeur en moyenne
  - ✓ Zone de travaux la plus superficielle qui longe la MCO
  
- Niveau faible :
  - ✓ Exploitations par tranches montantes non remblayées à environ 300 m de profondeur
  - ✓ Exploitations par tranches montantes remblayées situées entre 50 et 100 m de profondeur



# Glissement superficiel et écoulement rocheux

Phénomènes qui est plus couramment observé sur les ouvrages de dépôts et flancs de découverte

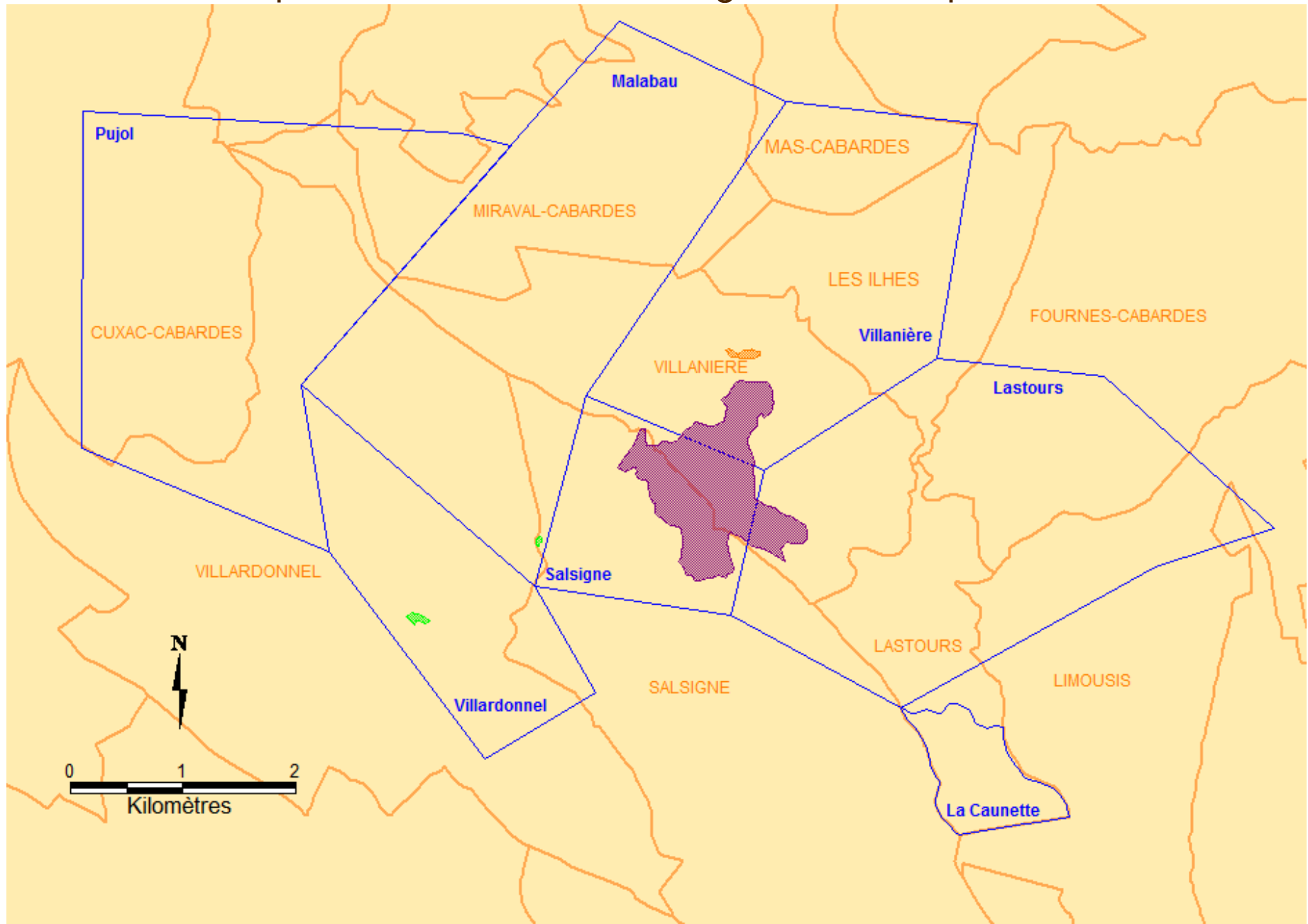
Intensité : elle est liée au volume de matériau mis en mouvement.

- ✓ Une intensité **limitée** a été retenue sur les dépôts de Lisou et de Malabau
- ✓ Une intensité **modérée** a été retenue sur les dépôts de Nartau
- ✓ Une intensité **élevée** a été retenue sur les fosses des Barreins (écroulement)

Prédisposition : elle dépend de plusieurs facteurs (végétalisation, existence de traces de ravinement, épaisseur, existence d'aménagement, gestion des eaux, pente...)

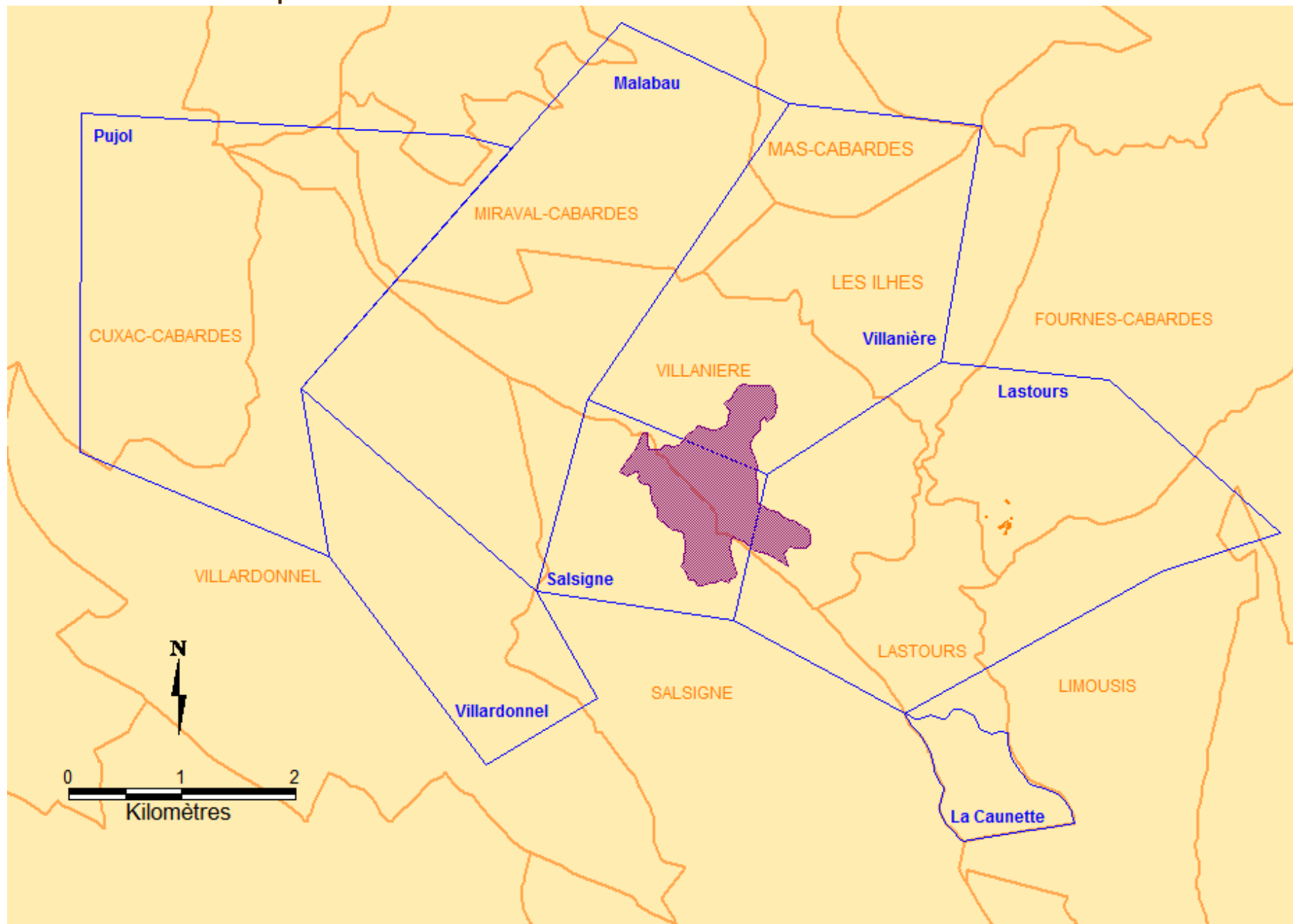
- ✓ Une prédisposition **peu sensible** a été attribuée aux fosses des Barreins (écroulement)
- ✓ Une prédisposition **sensible** a été attribuée aux dépôts de Lisou et de Malabau
- ✓ Une prédisposition **élevée** a été attribuée aux dépôts de Nartau

# Répartition des zones d'aléa glissement superficiel

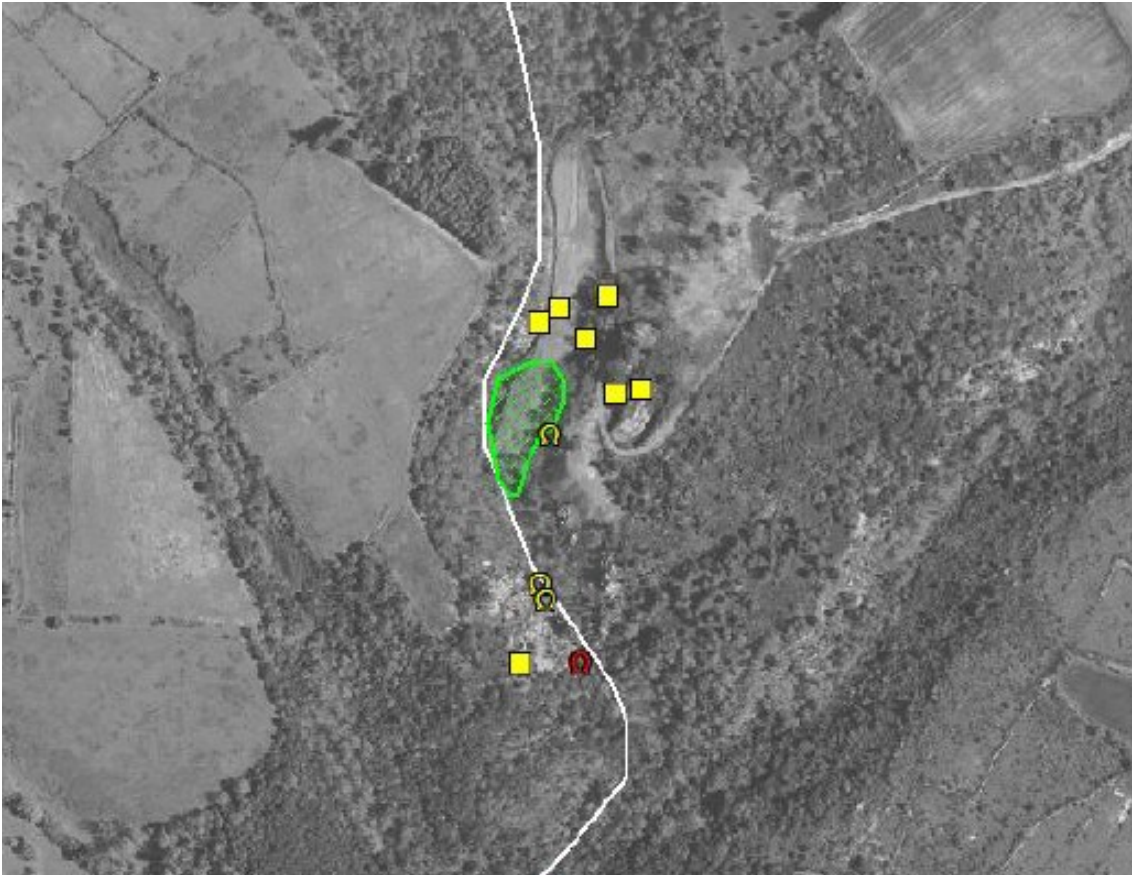




# Répartition des zones d'aléa écoulement rocheux

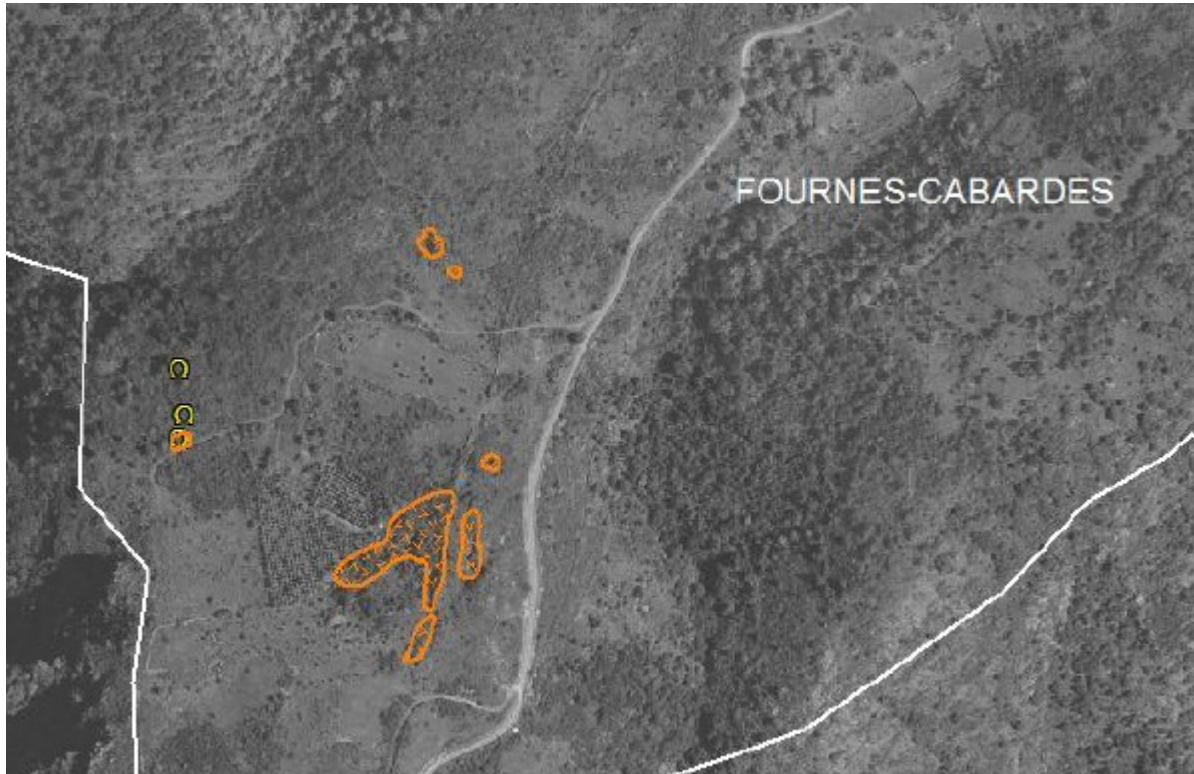


# Glissement superficiel



- Niveau moyen :
  - ✓ Dépôts de Nartau
- Niveau faible :
  - ✓ Dépôts de Lisou et de Malabau

# Ecroulement rocheux



- Niveau moyen :
- ✓ Fosses des Barreins

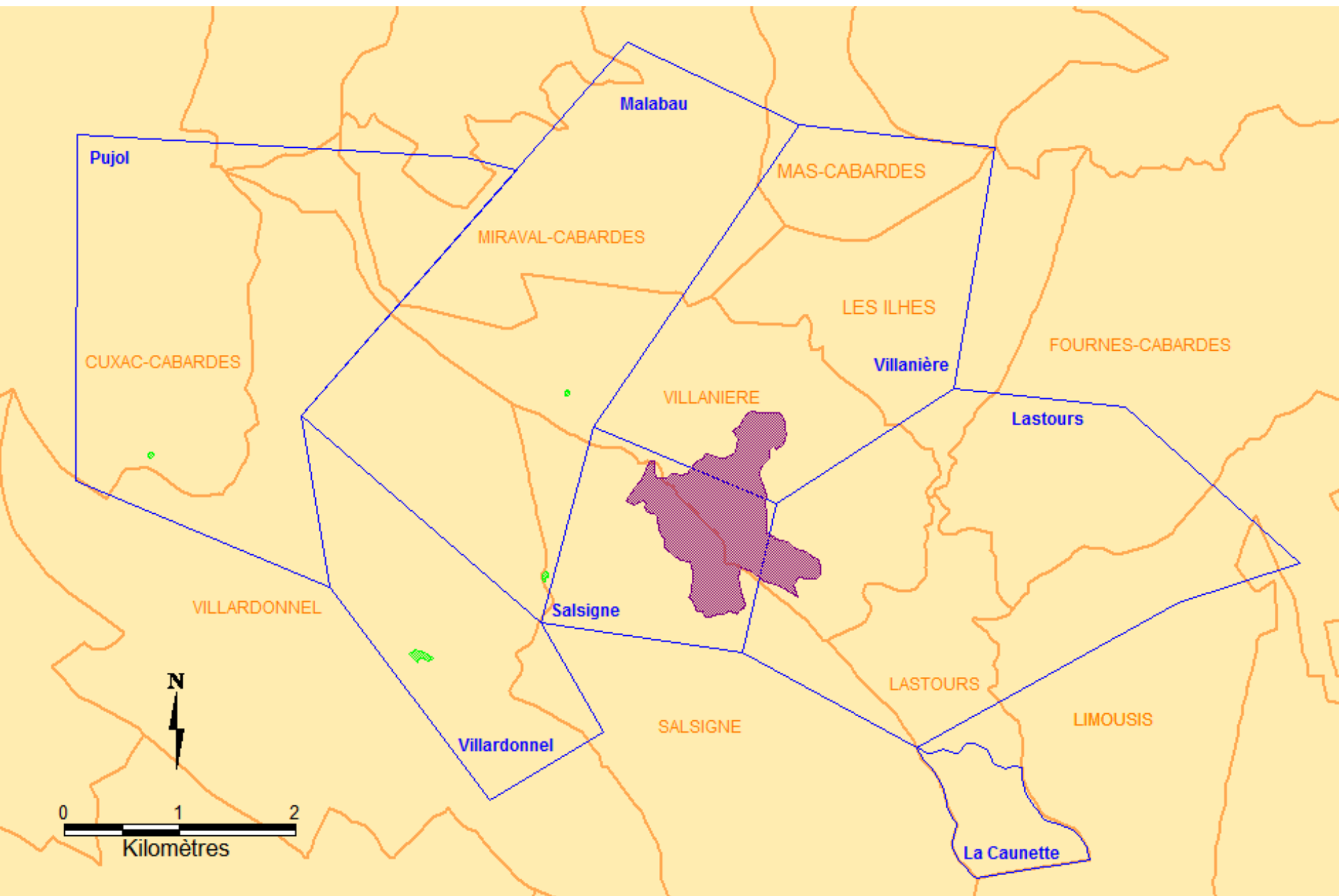
# Tassement

Il s'agit de la recompaction d'un massif meuble ou affecté par des travaux souterrains

Intensité : elle est en général, très limitée à limitée (ordre centimétrique à décimétrique)

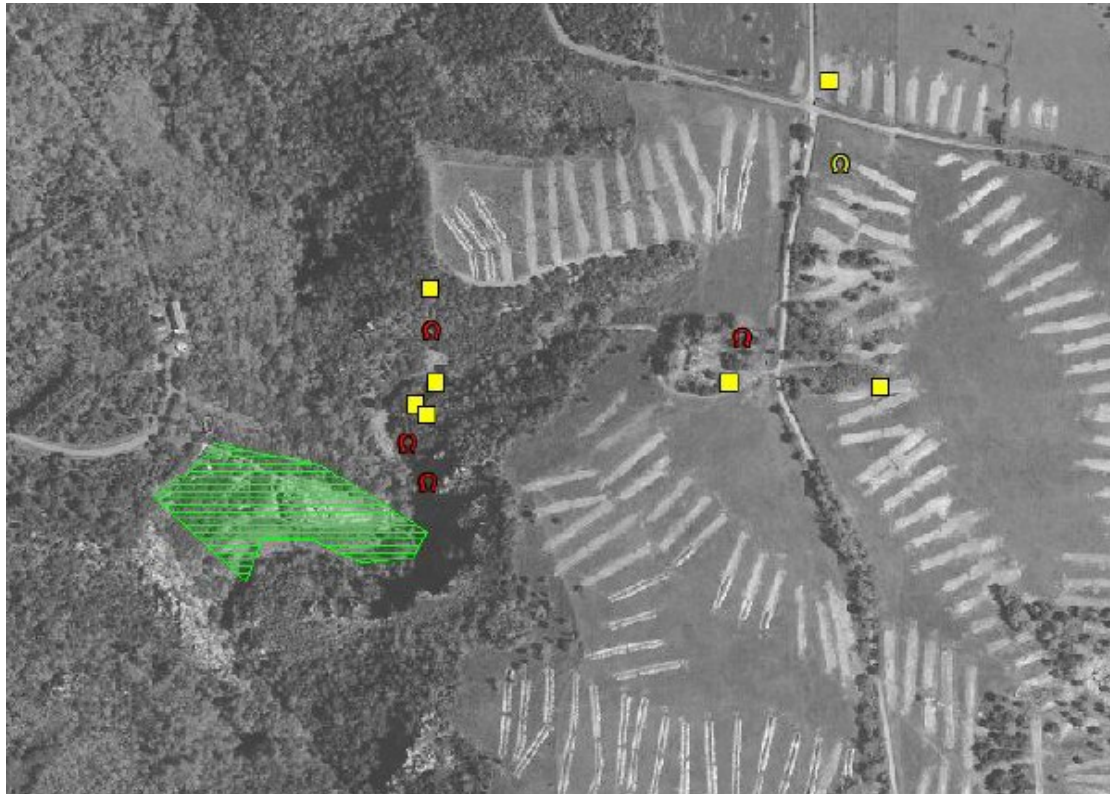
Prédisposition : elle dépend de plusieurs facteurs (épaisseur du dépôt, profondeur des travaux, remblayage ou pas, existence de phénomènes analogues...)

# Répartition des zones d'aléa tassement





# Tassement



- Niveau faible :
- ✓ Les dépôts les plus importants
- ✓ Les zones de grattage superficiels

- 1 – Introduction
- 2 – Quelques définitions
- 3 – Méthodologie
- 4 – Zone d'étude
- 5 – Résultats
- 6 – Conclusion

# Conclusion

## Aléa miniers retenus :

- Effondrement localisé de niveau **moyen** et **faible**
- Affaissement progressif de niveau **moyen** et **faible**
- Glissement superficiel de niveau **moyen** et **faible**
- Ecoulement rocheux **moyen**
- Tassement **faible**