

PRÉFECTURE DES YVELINES

COMMUNES DE MÉDAN ET VILLENNES-SUR-SEINE

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES DE MOUVEMENTS DE TERRAINS LIÉS AUX ANCIENNES CARRIÈRES SOUTERRAINES DE GYPSE ABANDONNÉES

Article L. 562 du code de l'Environnement

RAPPORT DE PRÉSENTATION

AVERTISSEMENT :

Le présent plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) ne prend en compte que les risques d'effondrements liés au caractère évolutif des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine.

Il n'intègre donc pas la totalité des mouvements de terrains susceptibles d'affecter certains secteurs du site qui pourraient entre autre avoir pour origine:

- la dissolution des horizons gypseux entraînant la formation de cavités,
- les carrières souterraines développées dans d'autres formations géologiques (comme les carrières de calcaire grossier présentes à Villennes-sur-Seine),
- les problèmes de retrait et de gonflement des sols argileux et marneux liés à l'alternance de période de sécheresse et de période de pluie, pouvant entraîner des mouvements de sol.
- Les glissements de terrains sur les versants et les stabilités de falaise

Ce P.P.R. est établi dans le cadre de l'article L. 562 du code de l'Environnement.

L'arrêté préfectoral n° 86-400 du 05 août 1986 a prescrit des périmètres de risques sur une partie du territoire des communes de Médan et Villennes-sur-Seine, en application de l'article R.111-3 du Code de l'Urbanisme aujourd'hui abrogé. Ces périmètres délimitent des zones de risques liés à la présence d'anciennes carrières abandonnées, à l'intérieur desquelles des autorisations d'occupation et d'utilisation du sol peuvent être soumises à des conditions spéciales pour assurer la stabilité des constructions. Cependant, ce document n'a pas différencié les zones sous-minées par d'anciens travaux souterrains dans le calcaire ou dans le gypse.

L'article L. 562 du code de l'Environnement et le décret d'application du 5 octobre 1995 ont transformé les périmètres de risques prescrits par l'arrêté préfectoral du 05 août 1986 en plan de prévention des risques naturels prévisibles. Le P.P.R. doit être annexé aux plans d'occupation des sols (P.O.S.) des communes concernées, si ceux-ci existent.

L'objet du présent P.P.R., au regard du zonage découlant de l'arrêté préfectoral du 05 août 1986, est de redéfinir plus précisément, en ce qui concerne le gypse, les zones pouvant être affectées par la présence d'anciens cavages ainsi que les règles à appliquer en vue d'une occupation ou utilisation des sols.

SOMMAIRE :

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS.....	4
I-1. Objet et champ d'application d'un P.P.R.....	5
I-2. Procédure d'élaboration et contenu d'un P.P.R.....	5
I-2.1. Procédure d'élaboration.....	5
I-2.2. Contenu d'un P.P.R.....	6
I-3. Motivation du P.P.R. pour les communes de Médan et Villennes-sur-Seine.....	6
CHAPITRE II : CARACTÉRISATION DE L'ALÉA.....	9
II-1. Origine du risque.....	10
II-1.1. Géologie du site.....	10
II-1.2. Présentation des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées des communes de Médan et Villennes-sur-Seine.....	13
II-1.2.1. Recensement.....	13
II-1.2.2. Mode d'exploitation et moyen d'accès.....	38
II-1.3. Les désordres observés en surface.....	40
II-2. Les processus de dégradation des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine.....	42
II-2.1. Les effondrements localisés (fontis).....	42
II-2.1.1. Mécanisme de formation d'un fontis.....	42
II-2.1.2. Critère de venue à jour d'un fontis.....	45
II-2.1.3. Géométrie des fontis.....	47
II-2.2. Les effondrements généralisés.....	48
II-3. Quantification de l'aléa.....	50
II-3.1. Définition de l'aléa.....	50
II-3.2. Nature de l'aléa.....	50
II-3.3. Probabilité d'occurrence.....	50
II-3.4. L'intensité.....	51
II-3.5. La gravité.....	51
II-3.6. Évaluation de l'aléa.....	52
II-3.7. Qualification du danger.....	52
CHAPITRE III : VULNÉRABILITÉ DES AMÉNAGEMENTS IMPLANTÉS DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE.....	54
III-1. Les secteurs urbanisés.....	57
III-2. Les équipements publics.....	57
III-2.1. Les routes départementales.....	57
III-2.2. Les voiries Communales.....	58
III-2.3. Les autres équipements.....	60
1. L'adduction de l'eau potable.....	60
CHAPITRE IV : ZONAGE DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES.....	61
IV-1. Délimitation des zones exposées.....	62
IV-1.1. Les emprises sous-minées.....	62
IV-1.2. La zone de protection.....	63
IV-1.3. La marge de reculement.....	64
IV-2. Zonage réglementaire du P.P.R.....	66
CHAPITRE V : MESURES DE PRÉVENTION CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.....	68
V-1. Diminuer / annuler l'événement redouté.....	69
V-2. Diminuer / annuler les préjudices humains.....	69
V-3. Diminuer / annuler l'endommagement des aménagements futurs.....	70

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

I-1. Objet et champ d'application d'un P.P.R.

Selon l'article L. 562 du code de l'Environnement, et conformément au décret n° 95.1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, l'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles engendrés par des phénomènes tels que les mouvements de terrain.

Un P.P.R. a pour objet :

- de délimiter des zones exposées au(x) risque(s) pris en compte ainsi que les zones non directement exposées au(x) risque(s) mais où des constructions ou des travaux pourraient aggraver le risque ou en provoquer d'autres,
- de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers,
- de définir les mesures relatives aux aménagements existant à la date de l'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Un P.P.R. constitue une servitude d'utilité publique devant être respectée par les documents d'urbanisme et par les autorisations d'occupation des sols ; il doit être annexé au plan local d'urbanisme (P.L.U.) selon l'article 126-1 du Code de l'Urbanisme. Il a un effet rétroactif puisqu'il peut imposer des mesures aux constructions, ouvrages, biens et activités existants antérieurement à sa publication.

En cas d'absence de P.L.U., les prescriptions du P.P.R. prévalent sur les dispositions des règles générales d'urbanisme ayant un caractère supplétif.

I-2. Procédure d'élaboration et contenu d'un P.P.R.

I-2.1. Procédure d'élaboration

Selon le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, l'État est compétent pour l'élaboration et la mise en œuvre de P.P.R.. Le préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du P.P.R.. Cet arrêté détermine :

- le périmètre mis à l'étude,
- la nature des risques pris en compte,
- le service déconcentré de l'Etat chargé d'instruire le P.P.R.

Cet arrêté est notifié aux maires des communes concernées puis publié au recueil des actes administratifs de l'État dans le département.

Le P.P.R., sous forme de projet, est soumis au conseil municipal des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable. Tout avis qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis ensuite par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R.11-4 à R.11-14 du Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

À l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Une copie de l'arrêté est affichée en

mairie pendant un mois minimum et une publicité est faite par voie de presse locale afin d'informer les populations concernées.

I-2.2. Contenu d'un P.P.R.

Le P.P.R. se compose de trois documents réglementaires :

- le rapport de présentation : il s'agit du présent document qui définit la nature des phénomènes naturels pris en compte et leur localisation, et justifie le zonage et les prescriptions du P.P.R.,
- des documents cartographiques qui délimitent les zones exposées aux risques pris en compte,
- un règlement qui précise pour les zones exposées :
 - les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables,
 - les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités et/ou les particuliers, ainsi que celles relatives aux aménagements existants qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le P.P.R. peut également contenir des annexes, qui n'ont pas de valeur réglementaire, constituées par des cartes et coupes renseignant sur les événements passés, la géologie du site ou les aléas, des textes de lois, une bibliographie, ... Ces documents doivent être nettement distincts du dossier (seules les pièces opposables doivent être annexées).

I-3. Motivation du P.P.R. pour les communes de Médan et Villennes-sur-Seine

Les communes de Médan et Villennes-sur-Seine comportent un sous-sol gypseux, exploité au XIX^{ème} siècle pour la fabrication de plâtre. L'exploitation s'est faite en souterrain, l'accès aux carrières se faisant soit par puits, soit par descenderie. La superficie concernée par ces carrières est de l'ordre de 7 ha, répartis de manière discontinue sur ces deux communes.

Le comportement mécanique médiocre et la forte altérabilité du gypse rendent les galeries souterraines très instables. En l'absence de travaux, des processus de dégradation se développent conduisant à la ruine des excavations et à des désordres qui affectent la surface sous forme d'effondrements localisés, appelés fontis. A Médan, en 1983, un effondrement de ce type, dû à une ancienne carrière souterraine de gypse abandonnée, est survenu rue de Breteuil : les dimensions de l'excavation étaient de 6 mètres de diamètre et 3 mètres de profondeur.

En 2000, une visite du site par l'Inspection Générale des Carrières (IGC) a permis de repérer des fontis qui n'étaient pas connus par ce service. Ceci laissant craindre que d'autres événements de ce type apparaissent encore. Cependant, à ce jour, aucune zone montrant des mouvements de sol de plus forte ampleur n'a été mis en évidence.

Depuis le 05 août 1986, les communes de Médan et de Villennes-sur-Seine disposent, pour l'instruction des permis de construire ou de lotir, d'un document à l'échelle 1/5000^{ème} délimitant un périmètre de risques. Élaboré par l'IGC et applicable au titre de l'ancien article R-111-3 du Code de l'Urbanisme, il découle du report des emprises sous-minées ou susceptibles de l'être sur le parcellaire communal et d'enquêtes in situ. (cf. figure n°1)

Ainsi pour les terrains inscrits à l'intérieur du périmètre de risques, un permis de construire peut être refusé ou accordé sous réserve d'investigations complémentaires (sondages par exemple) ou de certaines dispositions (fondations spéciales).

En revanche rien n'était prévu en matière de sécurité publique, ni pour le domaine bâti existant, ni pour le domaine public actuel ou encore pour les emprises pouvant être aménagées à terme et ouvertes au public.

C'est pourquoi, au vu des risques engendrés par la présence d'un sous-bassement gypseux, un plan de prévention des risques naturels prévisibles de mouvements de terrain liés aux anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées, est proposé sur une partie du territoire des communes de Médan et Villennes-sur-Seine.

Ce P.P.R. permettra en effet de combler les lacunes des périmètres de risques prescrits par l'article R.111-3 :

- en définissant les prescriptions que doivent prendre en compte les documents d'urbanisme et les autorisations d'occupation des sols,
- en indiquant les mesures qu'il convient d'appliquer aux constructions, ouvrages, biens et activités existants.

Son élaboration s'appuie sur le recueil et l'exploitation des données existantes : il n'est, ni de la responsabilité, ni de la compétence de l'État, d'engager des études particulières au niveau de la parcelle.

Il pourrait être procédé à sa révision notamment en fonction d'éléments nouveaux résultant d'investigations ou d'observations.

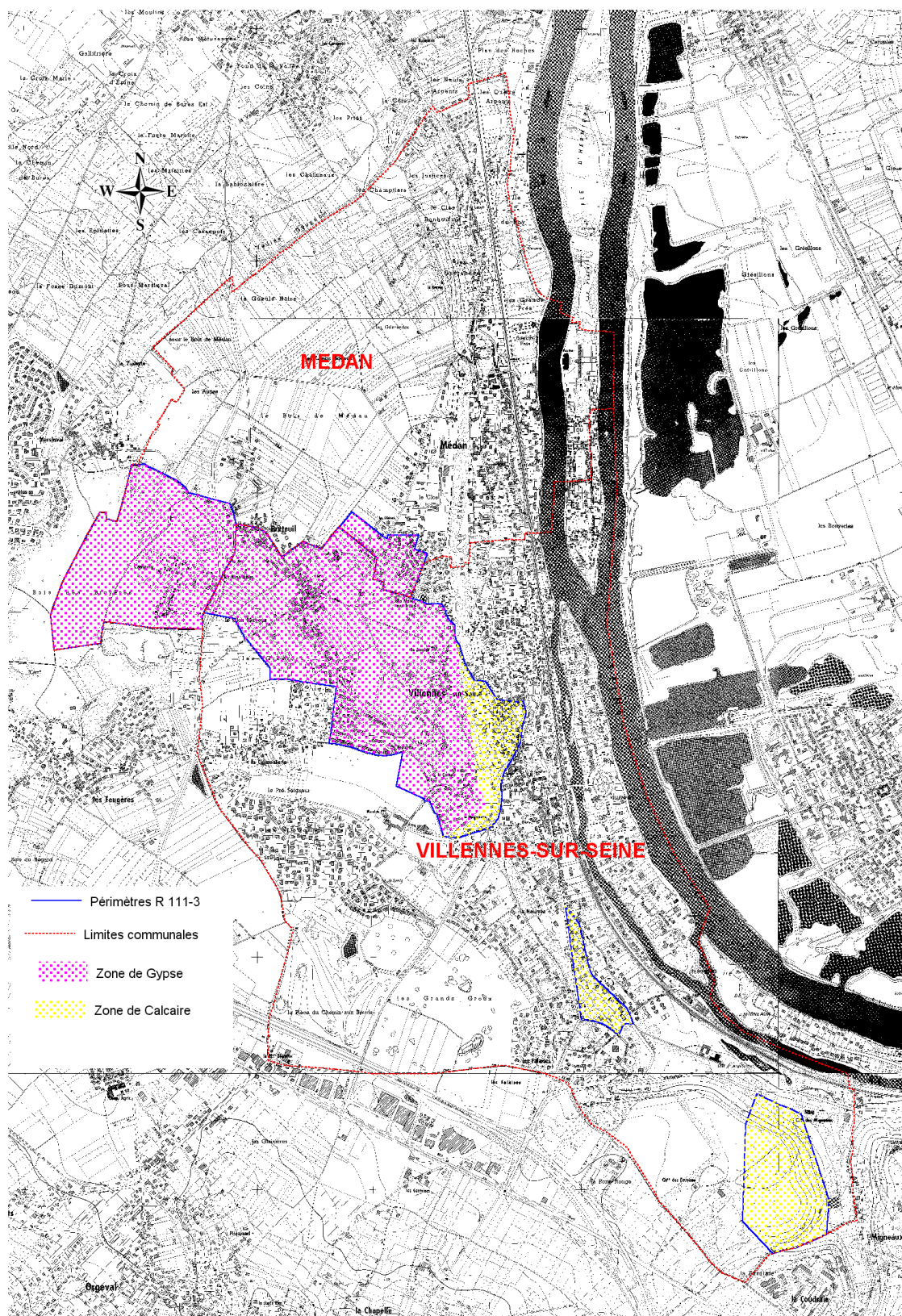


Figure n° 1.Zonage réglementaire R 111-3.

CHAPITRE II : CARACTÉRISATION DE L'ALÉA

II-1. Origine du risque

II-1.1. Géologie du site

Les anciennes carrières souterraines abandonnées qui nous intéressent pour l'établissement de ce P.P.R. résultent de l'extraction du gypse, utilisé pour la fabrication du plâtre : lorsqu'il est chauffé à une température de 130°C à 160°C, le gypse se déshydrate partiellement pour donner une poudre blanche, le plâtre.

Le gypse s'est déposé à la fin de l'Éocène, il y a environ 35 millions d'années : le centre de l'Île-de-France était alors une vaste dépression fermée ; le climat sec régnant à l'époque favorisait l'assèchement de ce lac, entraînant la précipitation du gypse. Quatre masses de gypse, séparées par des niveaux de marnes, se sont édifiées successivement. L'épaisseur est croissante de la masse la plus anciennement formée (appelée quatrième masse) à la masse la plus récemment formée (appelée première masse), certaines masses pouvant être absentes.

De l'exploitation des archives, il ressort que, sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine, il n'existe qu'une seule couche de gypse (gypse première masse). Son épaisseur varie de 5 à 8 mètres avec un léger pendage vers l'est. La base de la couche se situe entre les niveaux 80 et 90 m NGF. Pour un niveau topographique inférieur à 80 m, il n'y a donc pas de gypse exploitable.

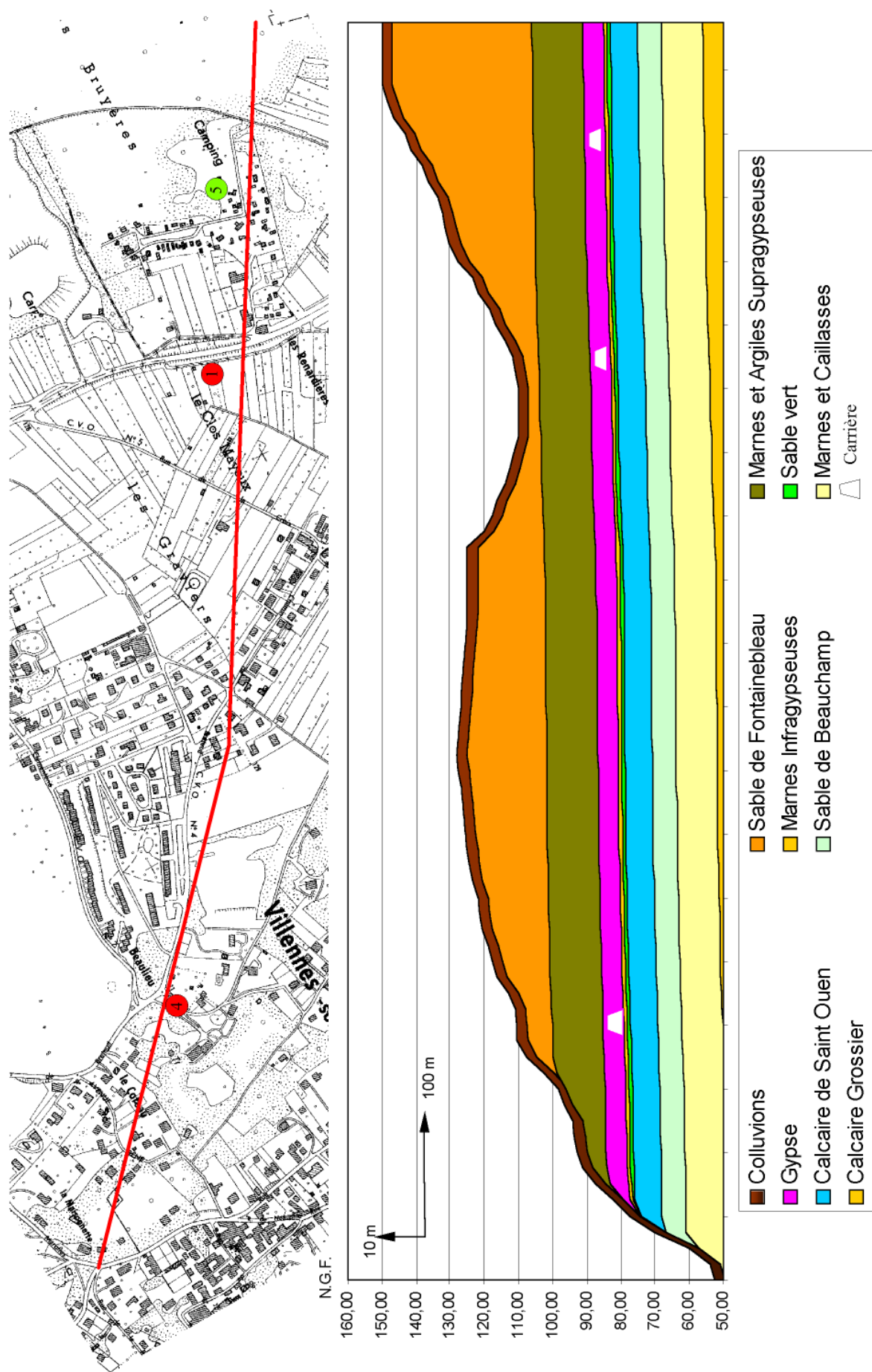
Le gypse surmonte un ensemble marneux constituant les marnes infragypseuses, dans lesquelles s'intercalent de très fins bancs de gypse, inexploitable dans des conditions économiques et techniques satisfaisantes.

Au-dessus du banc de gypse, se situent des marnes et argiles d'une épaisseur d'environ 15 mètres. On trouve ensuite les Sables de Fontainebleau dont l'épaisseur varie selon la topographie (la puissance maximale est de 50 mètres). Ces formations sus-jacentes ont également fait l'objet d'exploitations (glaisières, marnières et sablières) : elles se faisaient en général à ciel ouvert, entraînant ainsi la formation de dépressions de terrains. Nous ne tiendrons pas compte de ces cuvettes pour l'établissement de ce document, qui se limite aux risques liés aux anciennes carrières de gypse.

Notons la présence d'une nappe dans la formation des Sables de Fontainebleau alimentée principalement par les précipitations atmosphériques.

Les coupes des figures n°2 et n°3 indiquent la succession des terrains encadrant le banc de gypse.

Le territoire des communes de Médan et Villennes-sur-Seine s'étend sur une superficie d'environ 800 ha. Ce territoire comporte des buttes témoins (côte N.G.F. maximale 170 mètres) entourées de vallons secs. Dans ces vallons, la côte N.G.F. peut se révéler inférieure à 80 mètres, le gypse est alors absent ou inexploitable. L'exploitation du gypse a donc eu lieu principalement au niveau des buttes témoins.



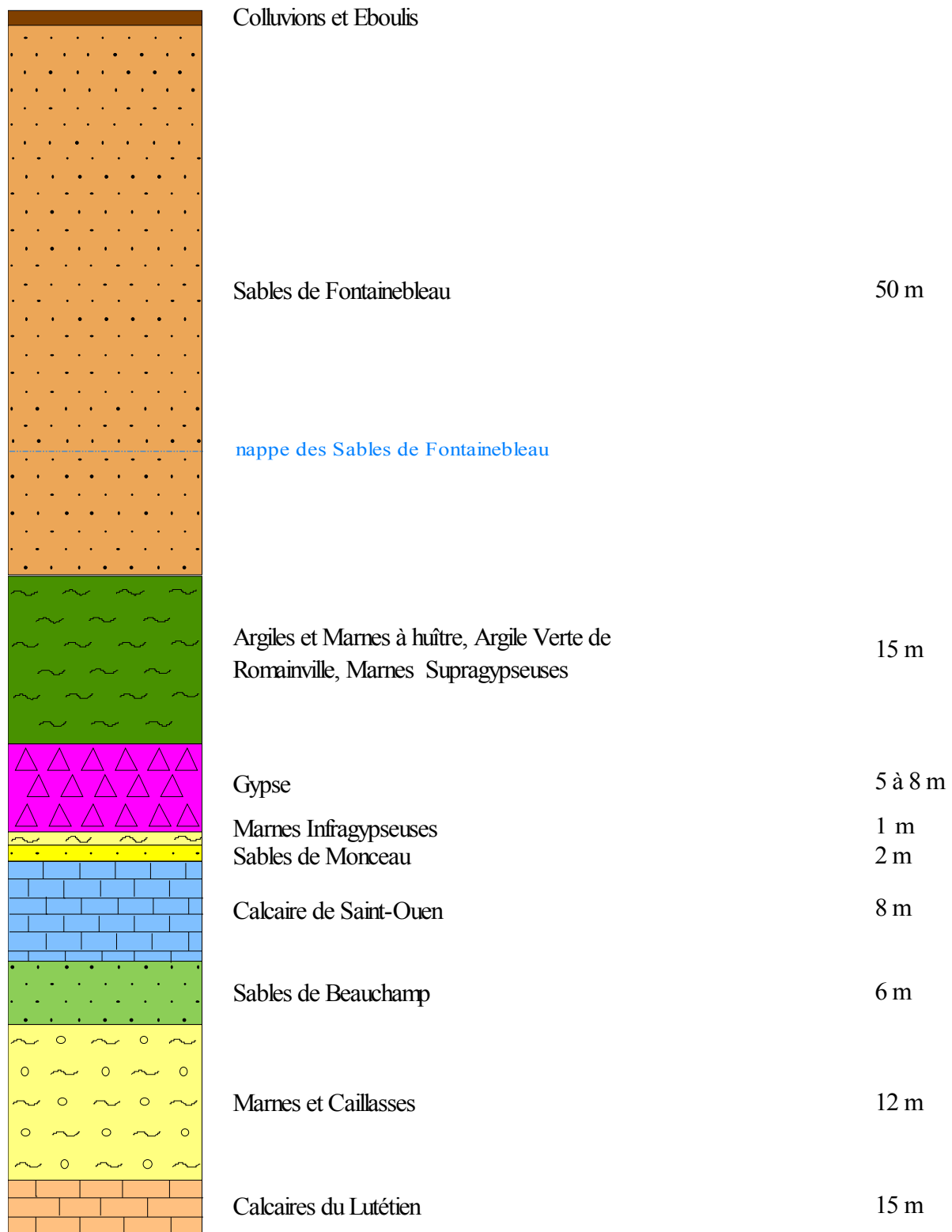


Figure n° 3.Coupe géologique schématique.

II-1.2. Présentation des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées des communes de Médan et Villennes-sur-Seine

Actuellement aucune des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées n'est accessible : l'ensemble des puits et galeries d'accès sont éboulés.

Toutefois, il existe de nombreux rapports et plans d'archives (un exemple de ce type de plan est présenté en *figure n°5*) permettant d'avoir des informations sur les carrières (localisation, histoire, mode d'exploitation, ...). Cependant, la dernière galerie d'accès de la carrière Parvery de Médan ne s'est effondrée qu'en 1970 et une partie de cette carrière a donc pu être visitée et cartographiée par l'I.G.C. avant cette date.

II-1.2.1. Recensement

L'analyse des archives a permis de recenser la présence de 11 zones d'anciennes carrières de gypse sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine. Ces zones d'anciennes carrières sont repérées par des numéros sur une carte (*figure n°22*).

Les fiches qui suivent, regroupent les informations connues pour chacune de ces zones.

La fiche technique, contenant des données géographiques, historiques et les caractéristiques de la carrière connues ou supposées, est accompagnée d'une fiche d'illustrations : photos du site sous-miné et / ou extrait de carte.

Les termes techniques (modes d'accès, d'exploitation, ...) cités dans ces fiches seront expliqués en détail par la suite.

Le taux de défrètement (TF) est calculé pour les carrières exploitées par la méthode dites par "piliers tournés". Cette notion correspond a pourcentage de surface de vide par rapport à la surface de la carrière ; on l'obtient par la formule suivante :

$$TF = \frac{(surface_des_vides)}{(surface_totale)} \times 100 = \frac{(surface_totale) - (surface_des_piliers)}{(surface_totale)} \times 100$$

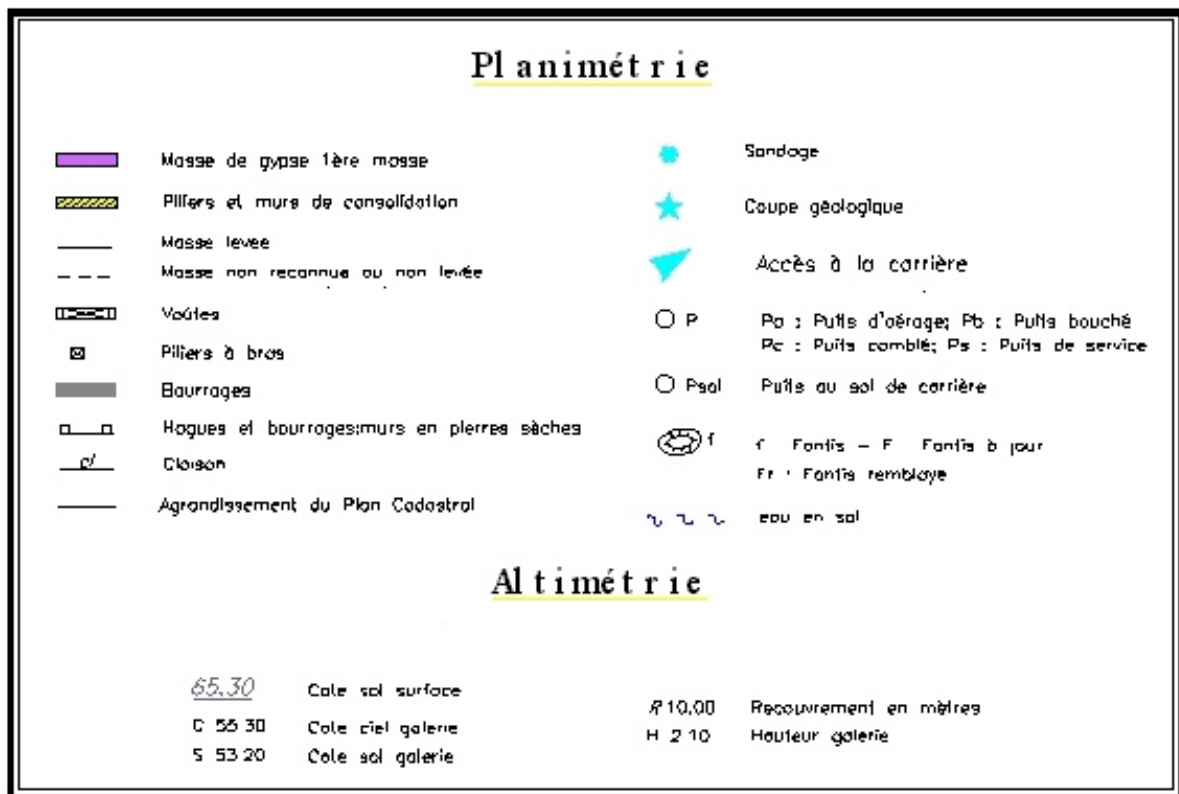


Figure n° 4. Légende des extraits de carte utilisée pour les fiches.



Figure n° 5.Exemple de plan d'archives : l'ancienne carrière VOYER-MEUNIER.

Carrière de BLET : fiche technique

<u>Localisation :</u>	Commune de Villennes-sur-Seine lieu-dit « Le Clos Mayeux » section cadastrale Villennes AS. repère 1
<u>Historique :</u>	1817 : plan au 1/216 ^{ème} 10/05/1817 : arrêté préfectoral demandant le remblaiement de la galerie car la galerie est creusée dans la zone de protection de la Route de Vernouillet à Orgeval.
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par puits exploitation par galeries
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 18 m - hauteur des galeries : 2m - superficie : 42m ²
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	aucun RD 154d, route de Vernouillet
<u>Sondages réalisés :</u>	2 sondages révélant des anomalies entre 12,5 et 26 m, mais pas de vide
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	la carrière est sans doute comblée

Carrière de BLET : illustrations

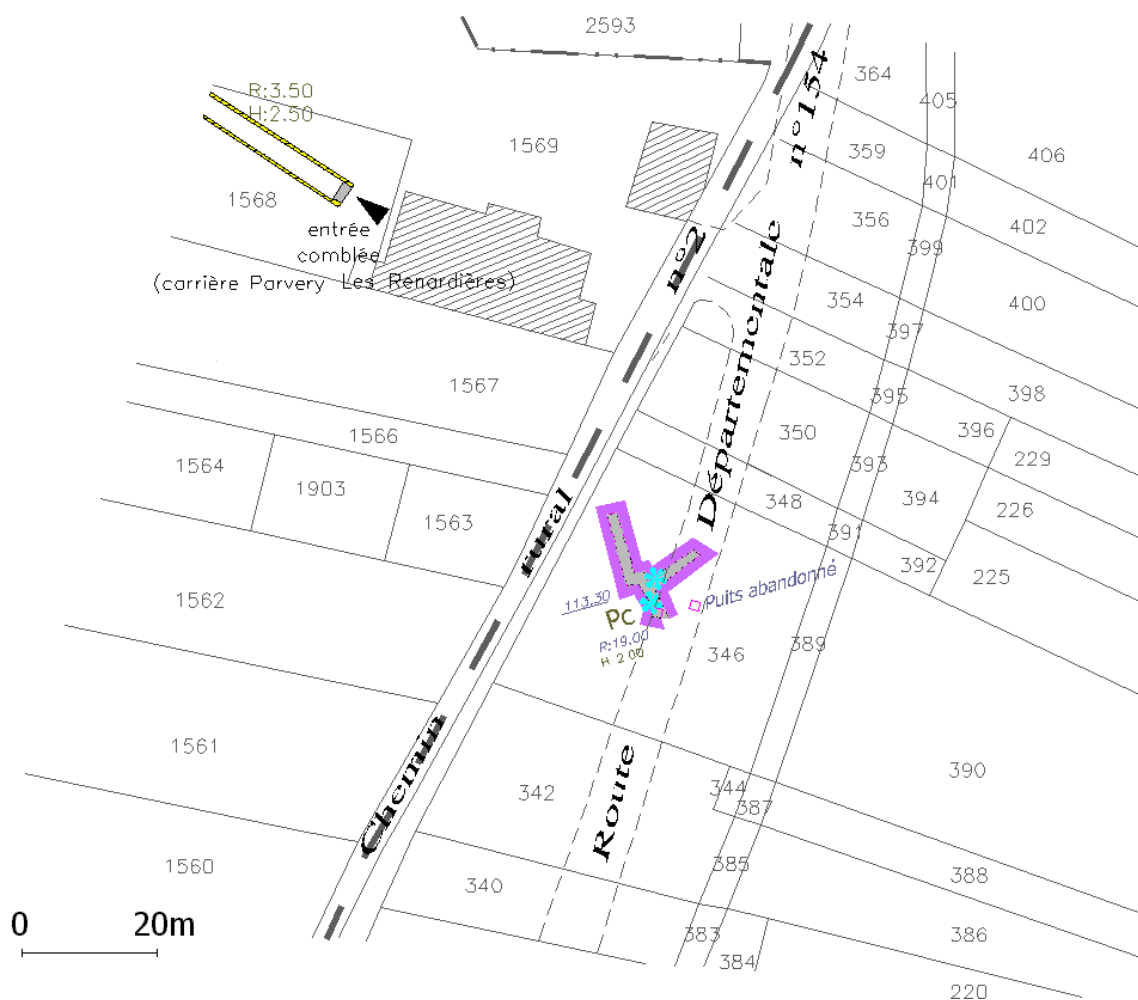


Figure n° 6.Extrait de carte.

Carrière de BLOT : fiche technique

<u>Localisation :</u>	commune de Médan lieu-dit « Le Chemin de Breteuil » section cadastrale Médan A5. repère 2
<u>Historique :</u>	1832 : ouverture sans autorisation 1836 : interdiction 1837 : éboulement de l'unique puits d'accès 1838 : injonction de combler l'excavation
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par un puits unique exploitation par galeries
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 25 à 30 m - hauteur des galeries : 2 à 3 m supposée - superficie : 126 m ²
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	aucun RD 154d
<u>Sondages réalisés :</u>	4 sondages ne révélant pas de vide
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	la galerie est sans doute comblée

Carrière de BLOT : illustrations

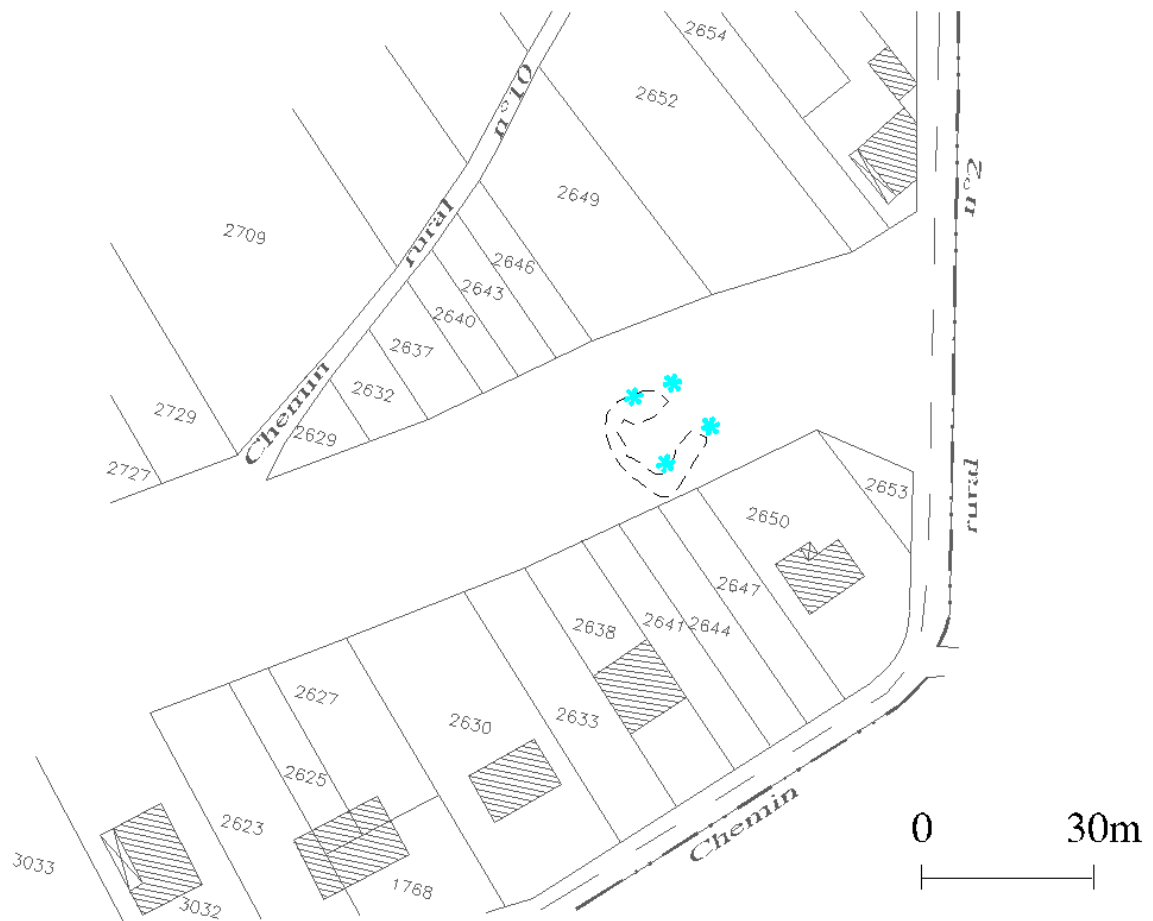


Figure n° 7. Extrait de carte.

Carrière de BLOT-LEBAS : fiche technique

<u>Localisation :</u>	commune de Médan lieu-dit « La Ferme les Bruyères » section cadastrale Médan A5 repère 3
<u>Historique :</u>	1832 : ouverture sans autorisation 1836 : interdiction de continuer l'exploitation commencée sans autorisation 1837 : autorisation accordée
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par puits (profondeur 30 m) exploitation par galeries
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 25 à 30 m - épaisseur de la masse : 1 à 5 m - hauteur des galeries : 2 à 3 m supposée - superficie : 951 m ²
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	aucun terrains non bâtis à proximité de la RD 154d
<u>Sondages réalisés :</u>	2 sondages ne révélant aucune anomalie
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	état des vides inconnu

Carrière de BLOT-LEBAS : illustrations



Figure n° 8. Vue du secteur de la carrière Blot-Lebas.

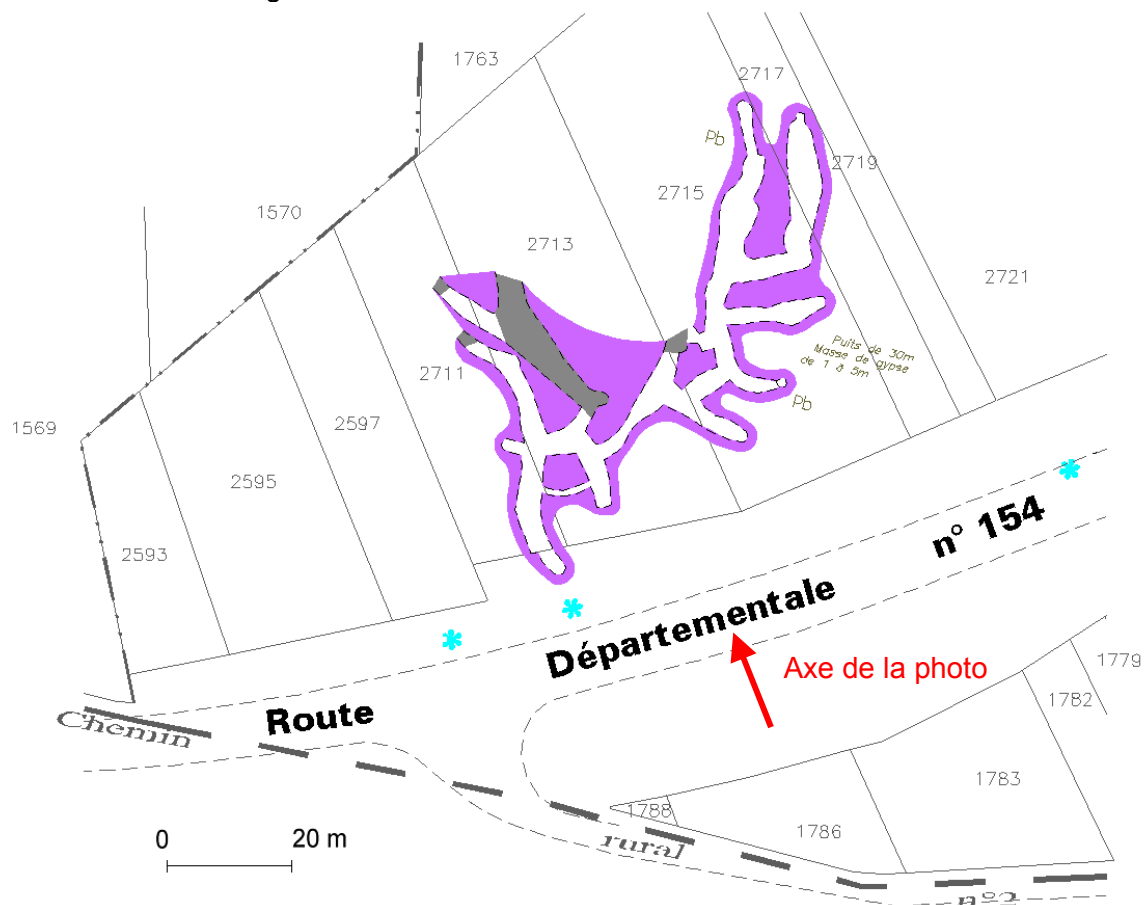


Figure n° 9. Extrait de carte.

Carrière de GIRAUX : fiche technique

<u>Localisation :</u>	commune de Villennes-sur-Seine lieu-dit « Beaulieu » section cadastrale Villennes AO et AR. repère 4
<u>Historique :</u>	1819 : plan au 1/216 ^{ème} 1837 : premier rapport 1844 : contravention pour empiètement sous C.V. 03/09/1846 : arrêté préfectoral entraînant l'abandon de la carrière
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par puits exploitation par piliers tournés
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 20 à 30 m - hauteur des galeries : 5 à 6,5 m - superficie : 5498 m ² - taux de défrètement : 77%
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	zones effondrées repérées sur les documents anciens, mais non visibles zone bâtie chemin des Sables (CR n° 20) chemin de Breteuil (VC n° 4)
<u>Sondages réalisés :</u>	4 sondages en bordure nord de la carrière ne révélant pas de vide
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	état des vides inconnu, sûrement en partie effondrés

Carrière de GIRAUX : illustrations



Figure n° 10. Vues du secteur de la carrière Giraux.

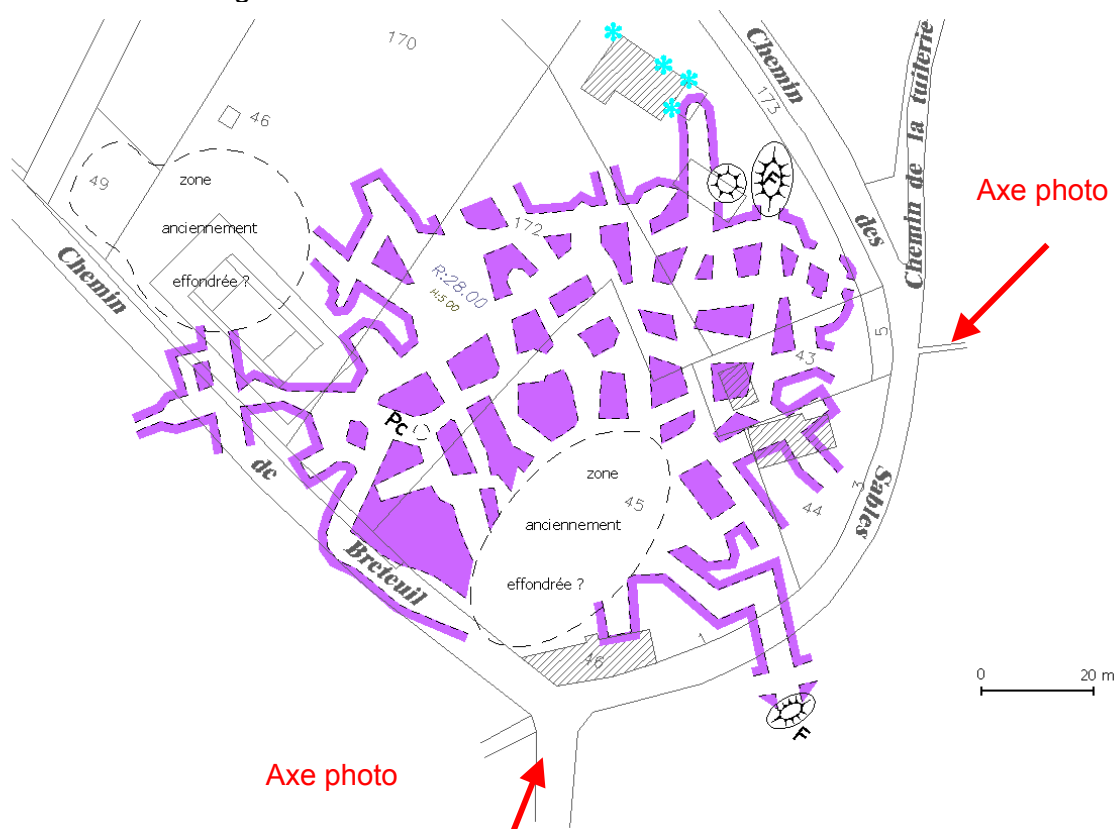


Figure n° 11. Extrait de carte.

Carrière de PARVERY (Médan) : fiche technique

<u>Localisation :</u>	commune de Médan lieu-dit « Les Renardières » section cadastrale Médan A5 repère 5
<u>Historique :</u>	1896 : plan au 1/500 ^{ème} avec droit de fortage 12/10/1896 : déclaration d'ouverture 1970 : effondrement de la galerie d'accès (propriété de M.Lourier)
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par descenderie (hauteur 2 m) et par puits exploitation par piliers tournés et par galeries
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 25 à 55 m - hauteur des galeries : 2 à 5 m - superficie : 16103 m ² - taux de défruitement : 57%
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	fontis (?) camping et locaux techniques sente des Bruyères (SR n° 27)
<u>Sondages réalisés :</u>	carottages (coupes SOBESOL g, h et i) en bordure nord de la carrière, arrêtés dans les Sables de Fontainebleau
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	carrière en partie visitée en 1970, vides non comblés et partiellement inondés

Carrière de PARVERY (Médan) : illustrations

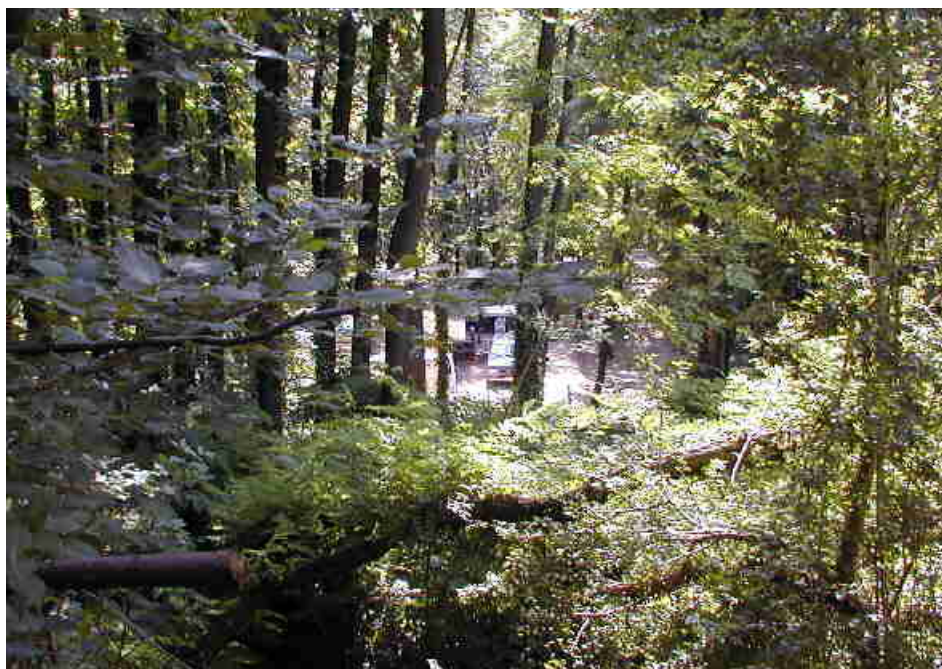


Figure n° 12. Vue du camping situé sur l'ancienne carrière Parvery.

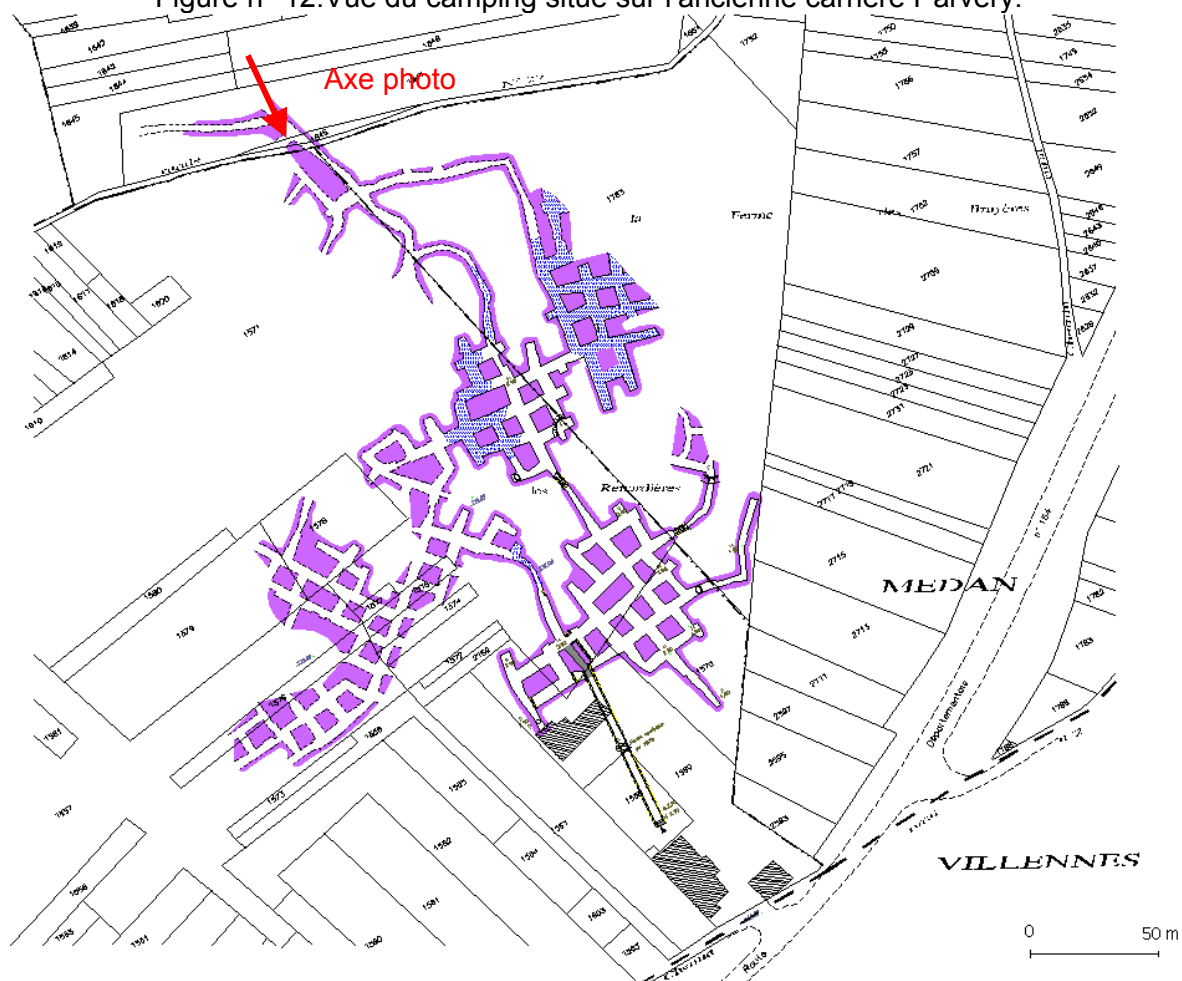


Figure n° 13. Extrait de carte.

Carrière de PARVERY (Villennes-sur-Seine) : fiche technique

<u>Localisation :</u>	commune de Villennes-sur-Seine lieux-dits « Le Bosquet » et « Sous le Bosquet » section cadastrale Villennes AR. repère 6
<u>Historique :</u>	1845 : premier rapport autorisant l'exploitation rapport du 15/11/1897 : carrière abandonnée
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par puits et par galerie voûtée exploitation par piliers tournés
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 30 à 40 m - épaisseur de la masse : 6 m - hauteur des galeries : 5 m - superficie : 35292 m² - taux de défrètement : 60%
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	nombreux fontis forêt deux habitations certaines zones sont remblayées en surface chemin de Breteuil (CR n° 20) chemin de la côte (CR n° 13)
<u>Sondages réalisés :</u>	8 sondages au niveau de la descenderie : un sondage révèle du vide
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	état des vides inconnu

Carrière de PARVERY (Villennes-sur-Seine) : illustrations



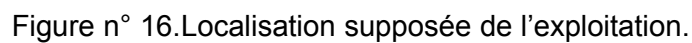
Figure n° 14. Vue d'ensemble de la forêt recouvrant la zone de la carrière Parvery.



Figure n° 15.Extrait de carte.

Zone de carrière de PETITJACQUES : fiche technique

<u>Localisation :</u>	communes de Médan et Villennes-sur-Seine lieu-dit « Bas-Breteuil » section cadastrale Médan A5, Villennes AS. repère 7
<u>Historique :</u>	aucun rapport, aucun plan (renseignements verbaux fournis en 1971 par M. PETITJACQUES)
<u>Mode d'exploitation :</u>	non connu
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement supposé : 25 m environ - hauteur des galeries : inconnue
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	cuvettes ou dépression pouvant avoir pour origine une ancienne exploitation de glaise en surface quelques habitations route de Vernouillet (CR n° 2)
<u>Sondages réalisés :</u>	2 sondage au nord ne révélant aucun vide 4 sondages destructifs au sud de la carrière (à 22, 25, 25,5 et 26 m) -> pas de vide
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	zone de vides très hypothétique



Carrière de VOYER « Les Gravier » : fiche technique

<u>Localisation :</u>	commune de Villennes-sur-Seine lieu-dit « Les Gravier » section cadastrale : Villennes AS. repère 8
<u>Historique :</u>	1828 : autorisation d'ouvrir deux carrières par puits (plan pour les droits de forage mais aucun plan d'exploitation)
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par puits
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 13 m supposé - hauteur des galeries : 5,5 m supposé - superficie du droit de forage : 10617 m ²
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	aucun terrains cultivés rue de la Croix (VC n° 5)
<u>Sondages réalisés :</u>	aucun
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	état des vides inconnu

Carrière de VOYER « Les Gravieres » : illustrations

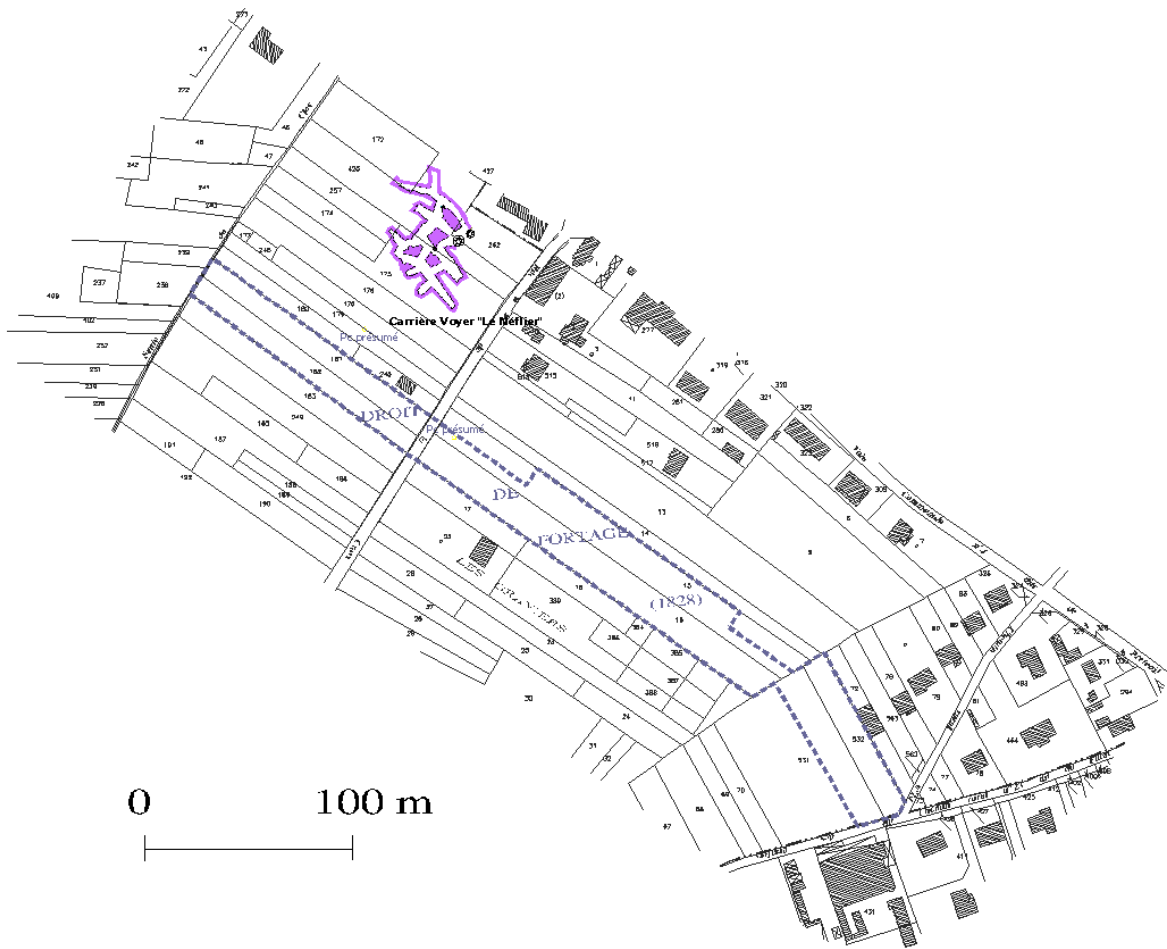


Figure n° 17. Extrait de carte.

Carrière de VOYER « Le Néflier » : fiche technique

Localisation :

commune de Villennes-sur-Seine
lieu-dit « Le Néflier »
section cadastrale Villennes AS
repère 9

Historique :

1819 : plan au 1/432^{ème}
1821 : autorisation d'exploiter
souterrainement
droit de forage

Mode d'exploitation :

accès par puits
exploitation par piliers tournés

Caractéristiques :

- recouvrement : 12 à 17 m
- hauteur des galeries : 5,5 m
- superficie : 1018 m²
- taux de défrètement : 84%

Observations en surface :

- désordres repérés :
- occupations des sols :

aucun fontis observé actuellement mais deux
fontis repérés sur des documents anciens
terrains cultivés

Sondages réalisés :

aucun

Observations sur l'état des
vides :

état des vides inconnu

Carrière de VOYER « Le Néflier » : illustrations



Figure n° 18. Vue d'ensemble.

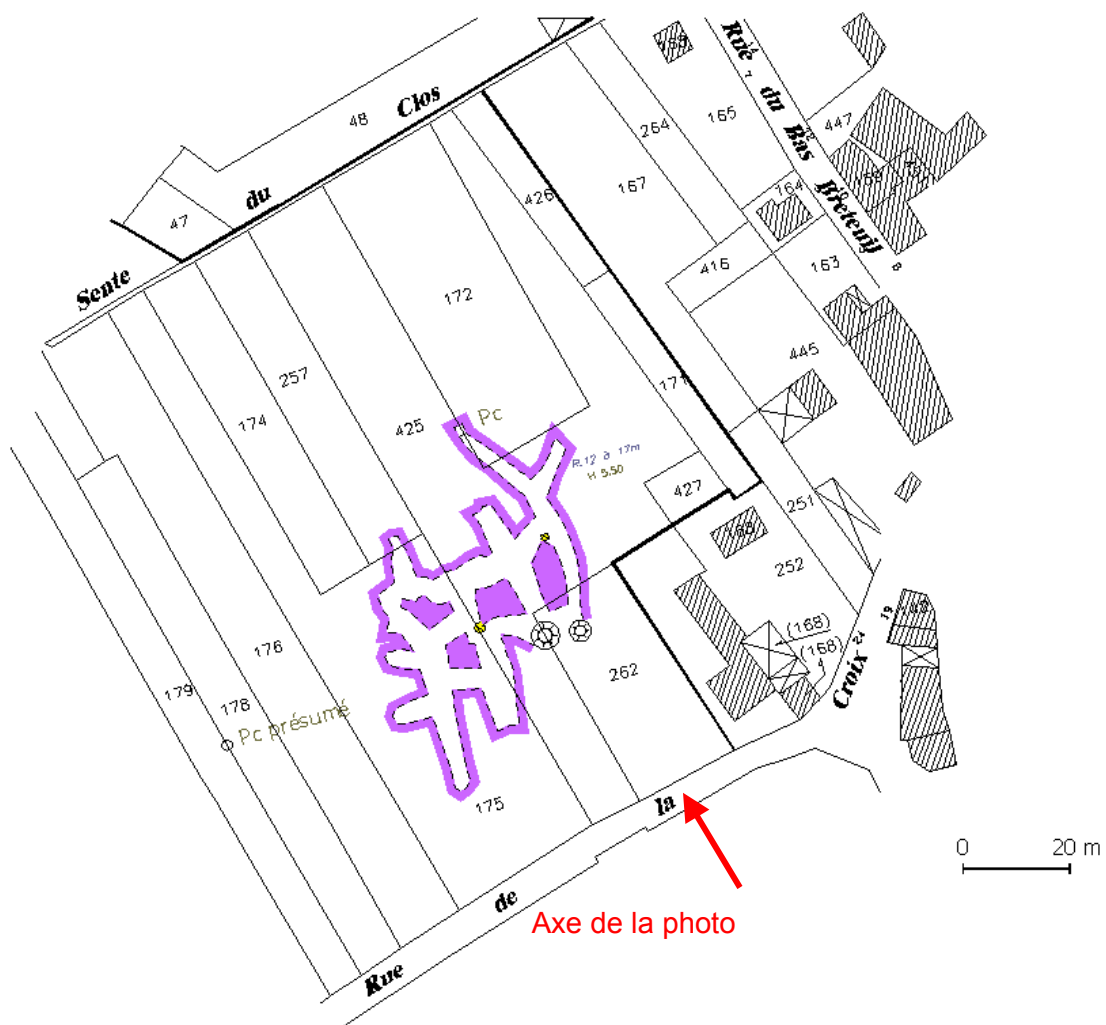


Figure n° 19. Extrait de carte.

Carrière de VOYER-MEUNIER : fiche technique

<u>Localisation :</u>	communes de Médan et Villennes-sur-Seine lieu-dit « Les Bornes » section cadastrale Médan A3, Villennes AS repère 10
<u>Historique :</u>	1845 : autorisation d'exploiter par puits
<u>Mode d'exploitation :</u>	accès par puits exploitation par piliers tournés
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement : 15 m - hauteur des galeries : 5 m - superficie : 3271 m ² - taux de défrètement : 88%
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	fontis zone bâtie VC n° 5 ou CR n°3 (?)
<u>Sondages réalisés :</u>	carottages sur la commune de Médan (coupes Botte a, b, c et d) coupe géologique différents sondages montrant des anomalies
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	état des vides inconnu

Carrière de VOYER-MEUNIER : illustrations



Figure n° 20. Vue de deux effondrements localisés.



Figure n° 21. Extrait de carte.

Zone de carrière "Des Sables" : fiche technique

<u>Localisation :</u>	communes de Villennes-sur-Seine section cadastrale Villennes AR. repère 11
<u>Historique :</u>	aucun rapport, aucun plan
<u>Mode d'exploitation :</u>	non connu
<u>Caractéristiques :</u>	- recouvrement supposé : 25 m environ - hauteur des galeries : inconnue
<u>Observations en surface :</u> - désordres repérés : - occupations des sols :	cuvettes ou dépression en surface quelques habitations Chemin des Sables (CR n° 20)
<u>Sondages réalisés :</u>	7 sondages réalisés dans cette zone 1 sondage montrant du vide entre 25 et 27 m 3 sondages signalant des anomalies à partir de 25 m
<u>Observations sur l'état des vides :</u>	zone de vides probables repérées localement par sondage, état inconnu.

Zone de carrière "Des Sables" : illustrations



Figure n° 22. Vues du secteur "Des Sables"

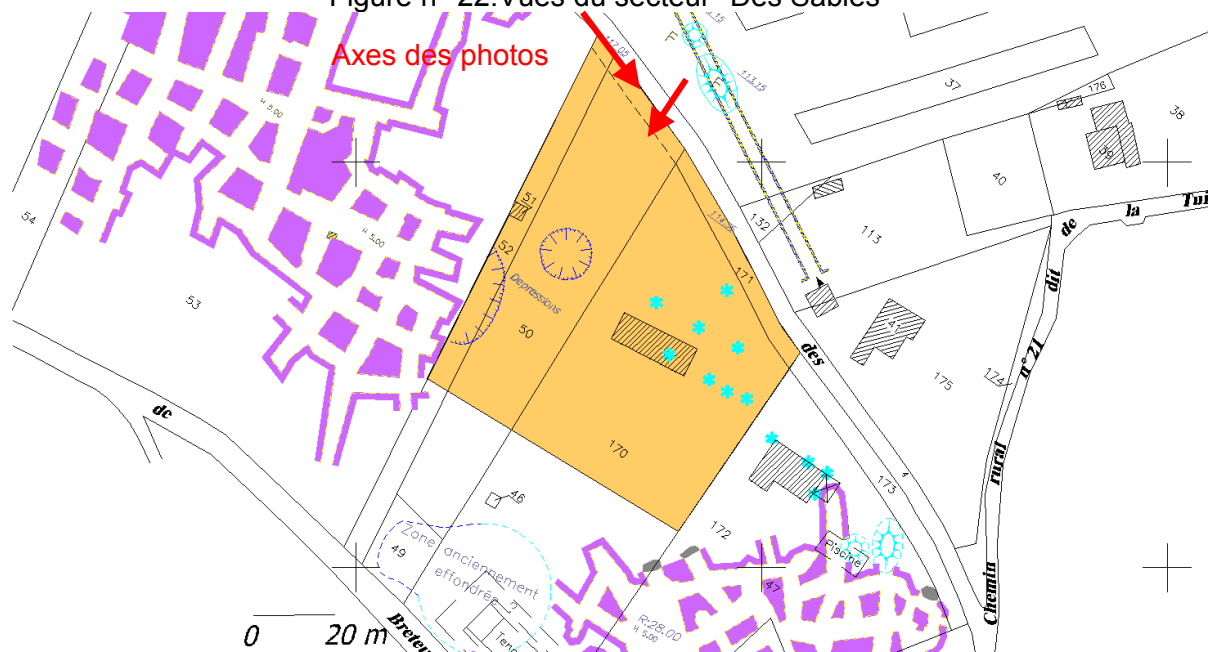
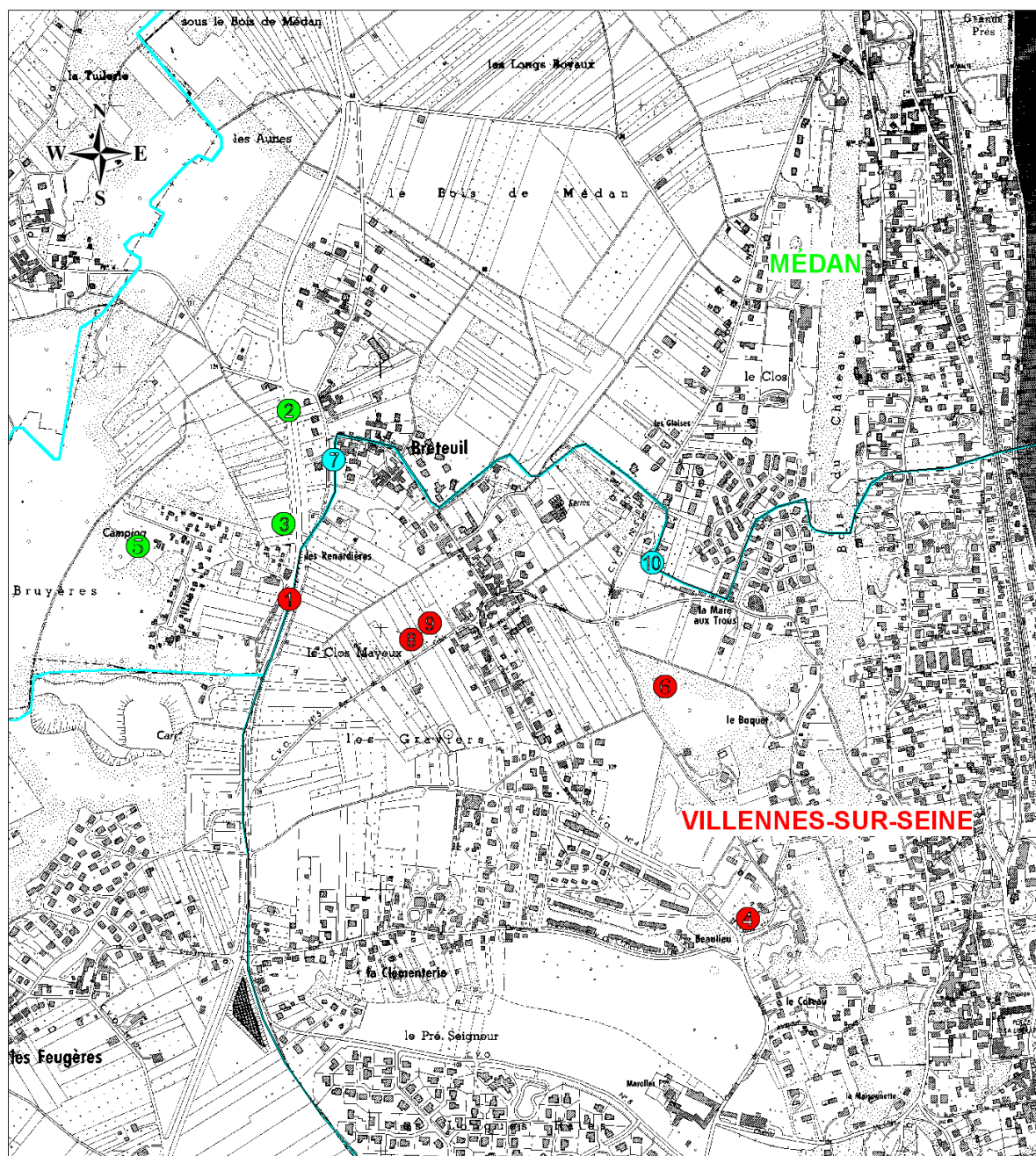


Figure n° 23. Localisation supposée de l'exploitation.



Limite de commune

1 Carrière sur la commune de Villennes-sur-Seine

2 Carrière sur la commune de Médan

7 Carrière sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine

Figure n° 24. Carte de localisation des différentes carrières.

II-1.2.2. Mode d'exploitation et moyen d'accès

Le mode d'exploitation et le moyen d'accès ont pu être mis en évidence grâce aux rapports et plans d'archives existants.

L'accès aux carrières souterraines se faisait par deux moyens :

- soit par descenderie : il s'agit d'un long plan incliné aboutissant au niveau des couches de gypse,

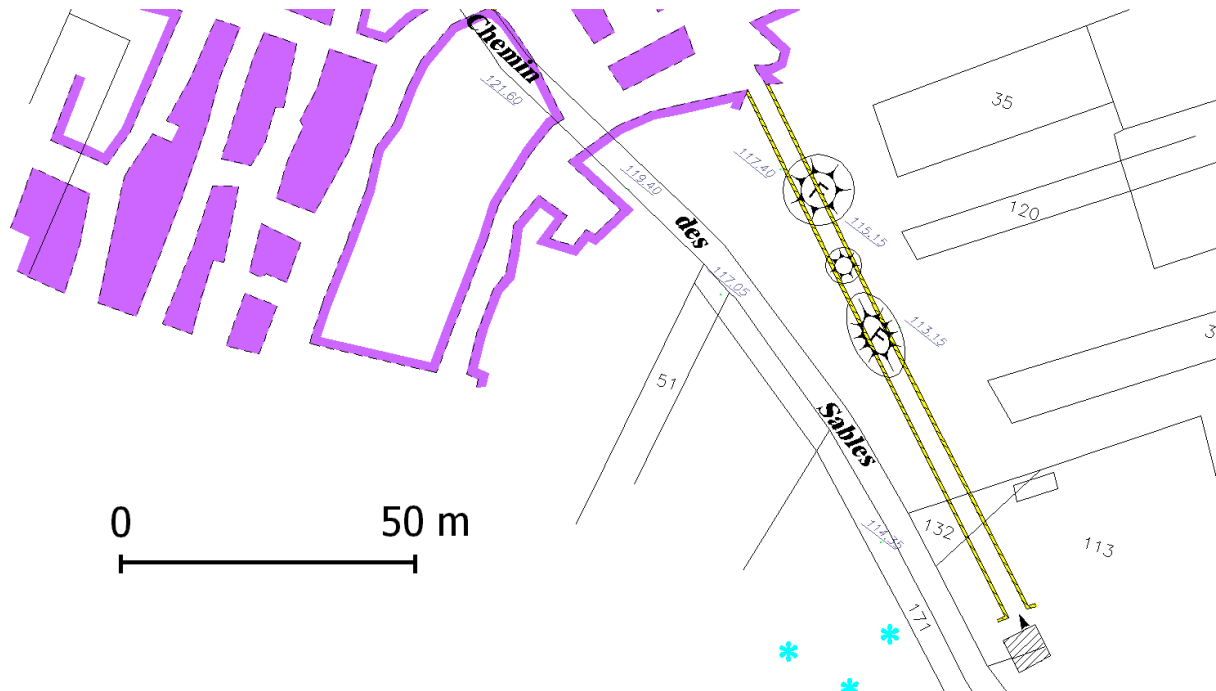


Figure n° 25. Descenderie de la carrière PARVERY de Villennes (extrait de carte).

- soit par puits : cette méthode était majoritairement utilisée.

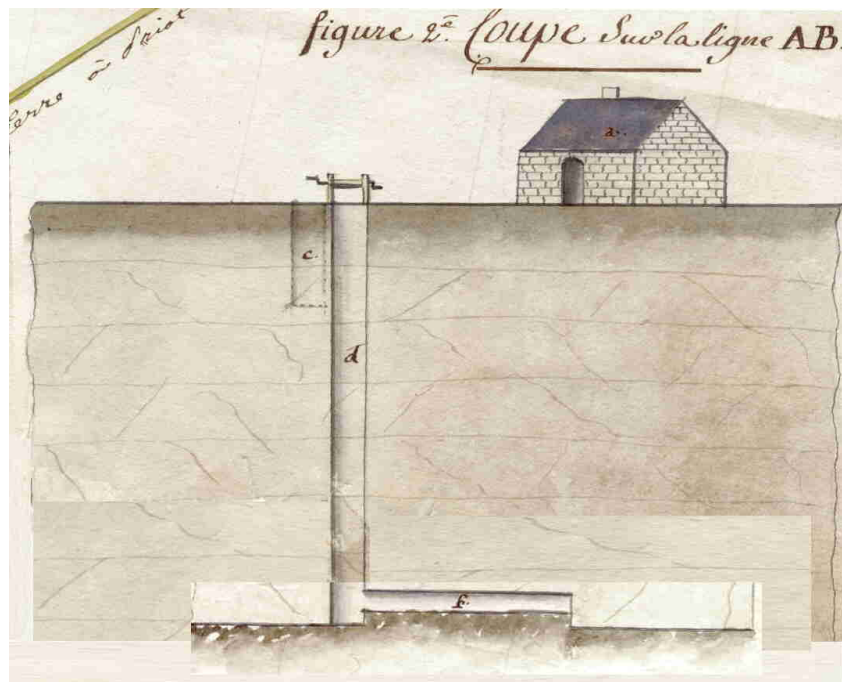


Figure n° 26. Dessin de puits d'accès de la carrière BLET de Villennes (dessin d'archive).

L'exploitation du gypse s'est faite selon deux méthodes : par galerie ou par piliers tournés. Quelque soit la méthode d'exploitation, la section des galerie est trapézoïdale afin de soutenir le ciel de la carrière (réduction de la portée du toit des galeries), le gypse possédant des caractéristiques mécaniques médiocres.

- exploitation par galerie.

Cette méthode correspond aux carrières les plus anciennement exploitées : ce sont alors de petites exploitation artisanales : le gypse n'est dans ce cas pas exploité de manière exhaustive. Il n'y a pas de plan d'exploitation et les carrières sont toutes en longueur.

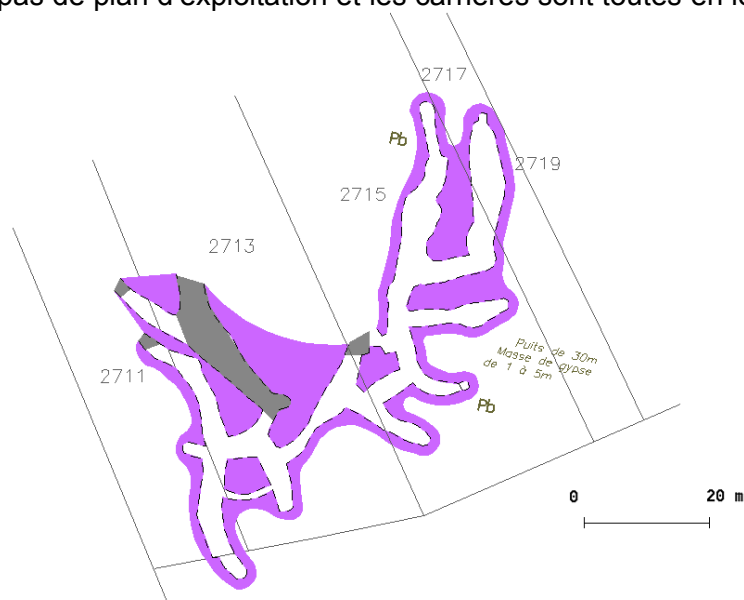


Figure n° 27. Exploitation par galeries : carrière de BLOT-LEBAS (extrait de carte).

- exploitation par piliers tournés (ou chambres et piliers)

Les galeries d'exploitation forment dans ce cas un réseau laissant subsister dans la masse de gypse des piliers intacts de section variable (on tournait autour de ces piliers lors de l'extraction d'où leur nom). Les méthodes d'exploitation ont évolué dans le temps : l'exploitation a d'abord été anarchique (piliers de forme et de section très variables et répartition irrégulière) et puis plus organisée (piliers répartis assez régulièrement et de section quasi rectangulaire) pour obtenir un meilleur taux de défrèvement.

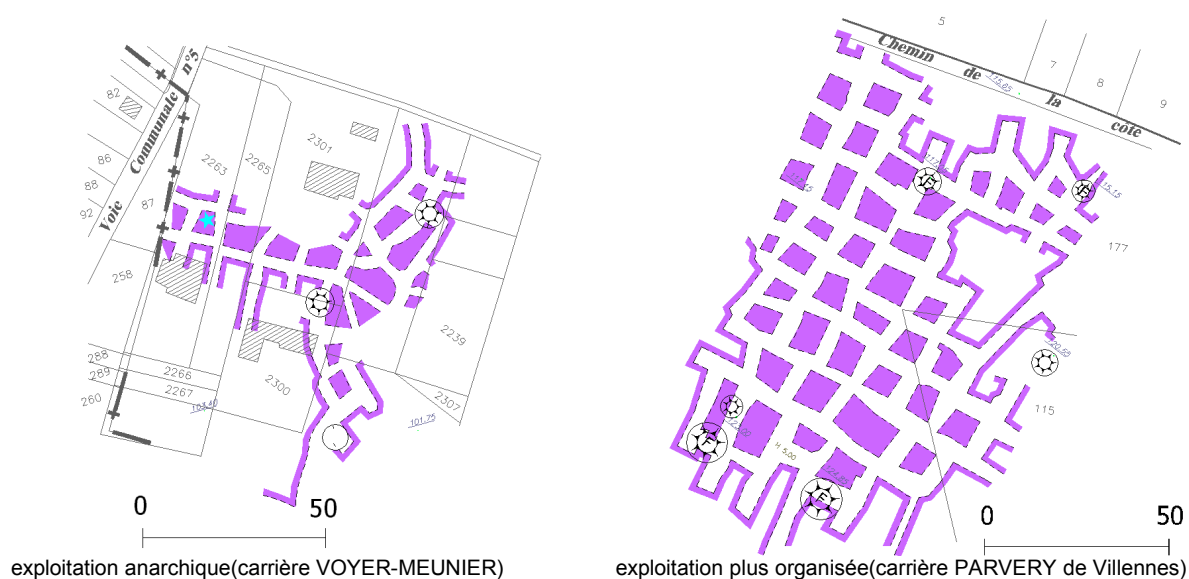
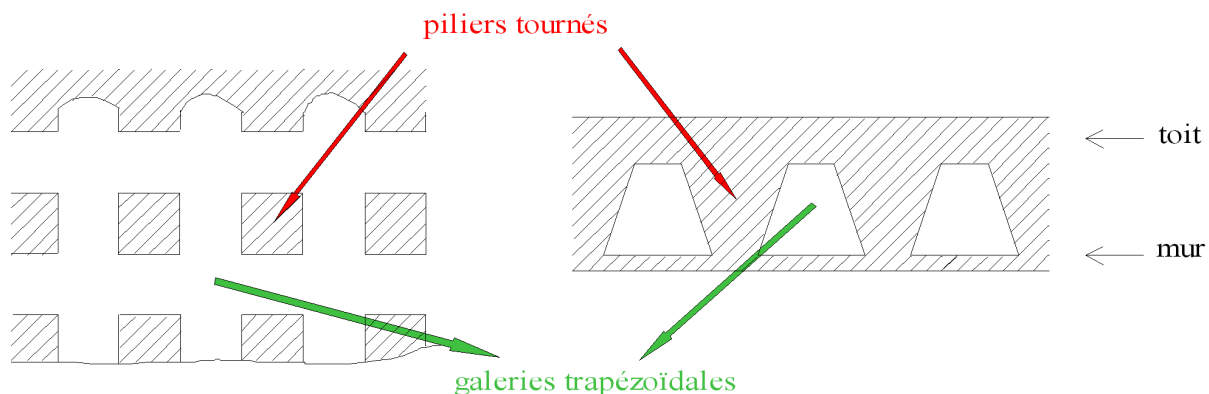


Figure n° 28. Exploitation par piliers tournés (extraits de carte).



PLAN

COUPE

Figure n° 29. Schéma de l'exploitation par piliers tournés : coupe et plan.

II-1.3. Les désordres observés en surface

Sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine, une partie des zones sous-minées est bâtie ce qui rend l'accès et les observations difficiles. Cependant des fontis ont pu être repérés, notamment au niveau des carrières Parvery (Villennes-sur-Seine) et Voyer-Meunier.

Dans l'îlot de forêt situé au niveau du lieu-dit « Le Bosquet » (sur la commune de Villennes-sur-Seine), correspondant à l'ancienne carrière abandonnée Parvery, de nombreux fontis ont été recensés et figurent sur l'extrait de carte ci-après. Le diamètre maximal observé est de 15 m.



Figure n° 30. Vue d'un fontis dû à l'ancienne carrière Parvery de Villennes-sur-Seine.



Figure n° 31. Fontis sur l'ancienne carrière Parvery à Villennes-sur-Seine (extrait de la carte).

Au dessus de l'ancienne carrière abandonnée Voyer-Meunier, qui s'étend sur les deux communes, des fontis ont également été repérés. Le diamètre maximal observé est de 15m.



Figure n° 32. Vue d'un fontis dû à l'ancienne carrière Voyer-Meunier.

Dans les autres cas, l'absence de fontis peut être réelle mais peut également être due à des travaux de remblayage des terrains en surface.

II-2. Les processus de dégradation des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine

Les processus de dégradation susceptibles de se développer au niveau d'anciennes carrières souterraines abandonnées sont :

- soit des endommagements localisés menant à des effondrements ponctuels appelés fontis,
- soit des endommagements intéressant un ensemble de chambres et de piliers conduisant à des désordres en surface couvrant des secteurs plus vastes ; ce sont des effondrements généralisés.

Sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine, actuellement seuls des fontis ont été observés.

II-2.1. Les effondrements localisés (fontis)

II-2.1.1. Mécanisme de formation d'un fontis

Le mécanisme s'initie soit, et c'est le cas le plus fréquent, par la ruine du toit entre les piliers, soit par la ruine d'un pilier en raison d'une fracturation préexistante importante ou d'une réduction de la section par écaillage consécutive à un excès de contrainte. Ce second mécanisme, moins fréquent, aboutit à des fontis de plus grand diamètre et de vitesse de remontée plus rapide que ceux obtenus par le premier mécanisme.

Nous allons développer en détail le premier mécanisme : ce mécanisme s'initie donc par la rupture progressive des premiers bancs du toit. On parle alors de ciel tombé. Le gypse est en effet un matériau possédant des caractéristiques mécaniques faibles : il se délite très facilement (figure suivante b).

Le processus se développe ensuite verticalement et génère une cloche de fontis (figure suivante c).

Le fontis rencontre alors tout d'abord le niveau des marnes et argiles ; le fontis garde dans ces couches une forme pseudo cylindrique (figure suivante d).

Le fontis continue de progresser vers la surface pour atteindre ensuite les Sables de Fontainebleau qu'il recoupe selon une surface tronconique inclinée. Le fontis débouche rapidement en surface, entraînant la formation d'un cratère (figure suivante e) : la vitesse de venue à jour est d'autant plus rapide que les sables sont en partie noyés par une nappe.

Le diamètre du fontis n'est alors pas définitif : le fontis se stabilise dans le temps pour atteindre un diamètre final supérieur au diamètre initial (figure suivante f). On peut estimer selon une première analyse, que l'angle de stabilisation des Sables de Fontainebleau est de 45°.

On ne connaît pas la vitesse de progression du fontis vers la surface, mais on sait qu'elle croît du gypse aux marnes et des marnes aux Sables de Fontainebleau.

Le risque de venue au jour d'un fontis est déterminé par l'état de conservation de la carrière qui dépend principalement des paramètres suivants:

- du mode d'exploitation,
- de l'épaisseur et de l'état du ciel de la carrière,
- de l'épaisseur et de l'état du recouvrement,
- de la hauteur des galeries,
- de la présence éventuelle d'eau,
- des charges à la surface du sol.

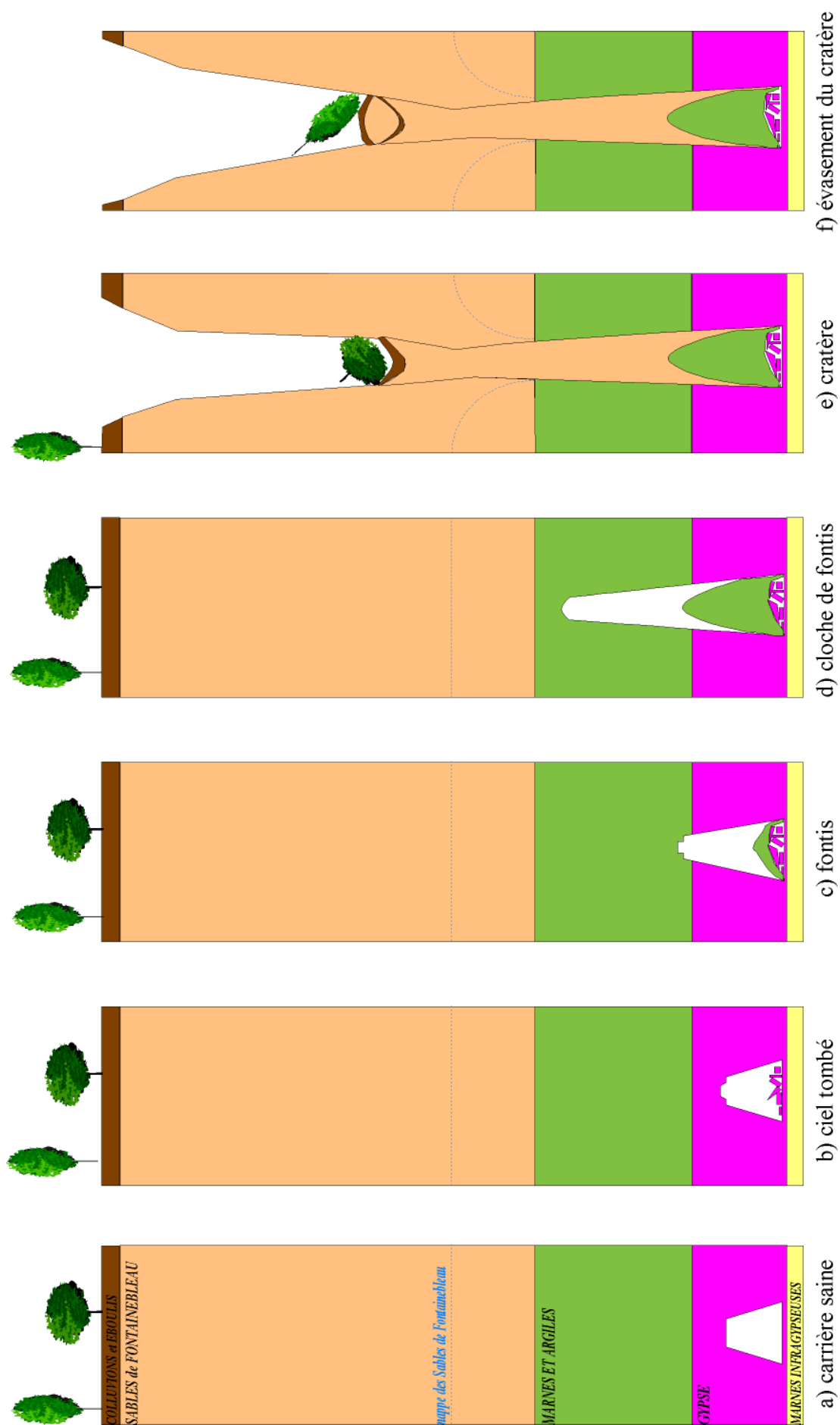


Figure n° 33. Mécanisme de formation d'un fontis.



Figure n° 34. Fontis venu à jour dans une ancienne carrière de gypse (Courdimanche).



Figure n° 35. Fontis, ancienne carrière de gypse abandonnée (Triel-sur-Seine).



Figure n° 36. Ciel tombé, ancienne carrière de gypse abandonnée (Annet-sur-Marne).

Remarque : ces photos proviennent d'anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées d'autres communes d'Ile de France car celles de Médan et Villennes-sur-Seine sont actuellement inaccessibles.

II-2.1.2. Critère de venue à jour d'un fontis

On ne peut pas prédire la venue au jour d'un fontis, cependant un critère de venue à jour a été établi par Jean-Claude Vachat dans sa thèse (Inspection Générale des Carrières de Paris, 1982). Il a exploité le registre des accidents survenus dans les zones sous-minées de la région parisienne. A partir des données recueillies pour chacun des fontis (120 dans le calcaire grossier et 72 dans le gypse), il a établi des tableaux contenant, pour chaque fontis :

- la hauteur de recouvrement (R),
- la hauteur d'exploitation (h),
- le rapport $Q = R/h$ (coefficient de recouvrement),
- le mode d'exploitation,
- le diamètre du fontis au niveau du ciel ($\emptyset$),
- le diamètre du fontis venu à jour (ϕ),
- la profondeur visible venue à jour (P),
- le rapport $\phi / \emptyset$ donnant « l'image de la cloche ».

L'analyse statistique de ces données a permis de montrer qu'aucun fontis n'est venu au jour pour $Q > 14$ dans le calcaire grossier et pour $Q > 13$ dans le gypse.

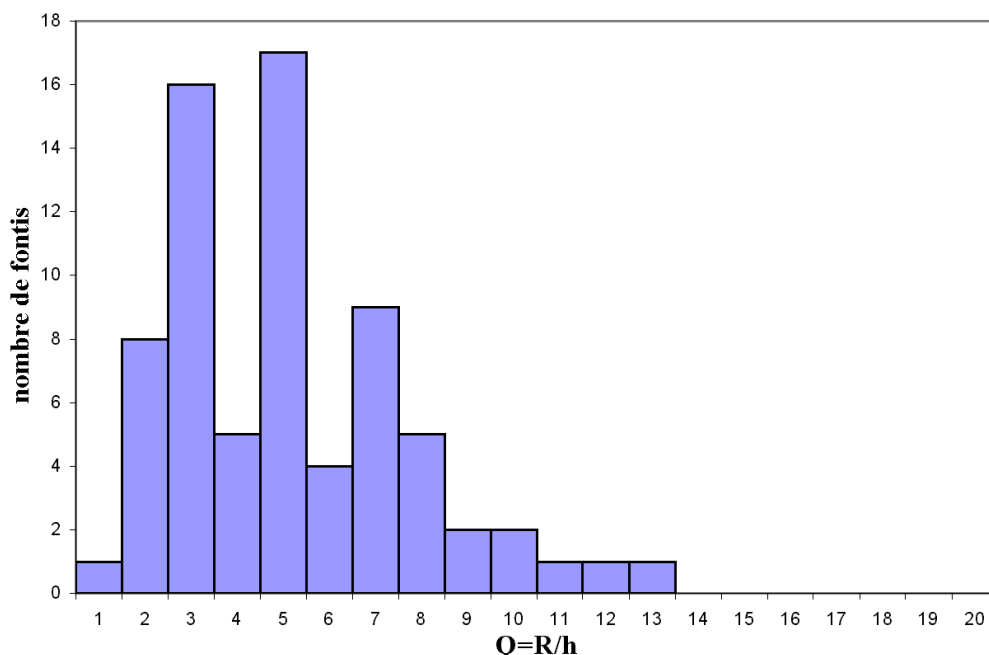


Figure n° 37. Histogramme de fréquence des fontis apparus dans le gypse en région parisienne en fonction du rapport Q.

De cette étude, on peut retenir que **si Q est supérieur à 15 (c'est-à-dire si le recouvrement est 15 fois supérieur à la hauteur des galeries), il n'y aura pas statistiquement de venue au jour de fontis.**

Le recensement des fontis venus à jour sur le massif de l'Hautil (à partir des documents d'archives et des cartes établies par l'IGC de Versailles) a permis de corroborer cette étude : aucun fontis n'est venu au jour pour $Q > 15$ (cf. figure suivante).

Cependant, si cette règle a pu être vérifiée pour les exploitations de calcaire grossier, elle n'a pas pu l'être pour le gypse où les rapports R/h sont toujours inférieurs à 15 (en région parisienne). Par ailleurs l'expérience montre que les marnes supragypseuses, sous l'action de l'eau, sont fluidifiables et peuvent donc être entraînées très loin dans les galeries à la faveur de création de fontis ; cette règle du quinzième doit donc être considérée, pour le gypse, avec beaucoup de prudence.

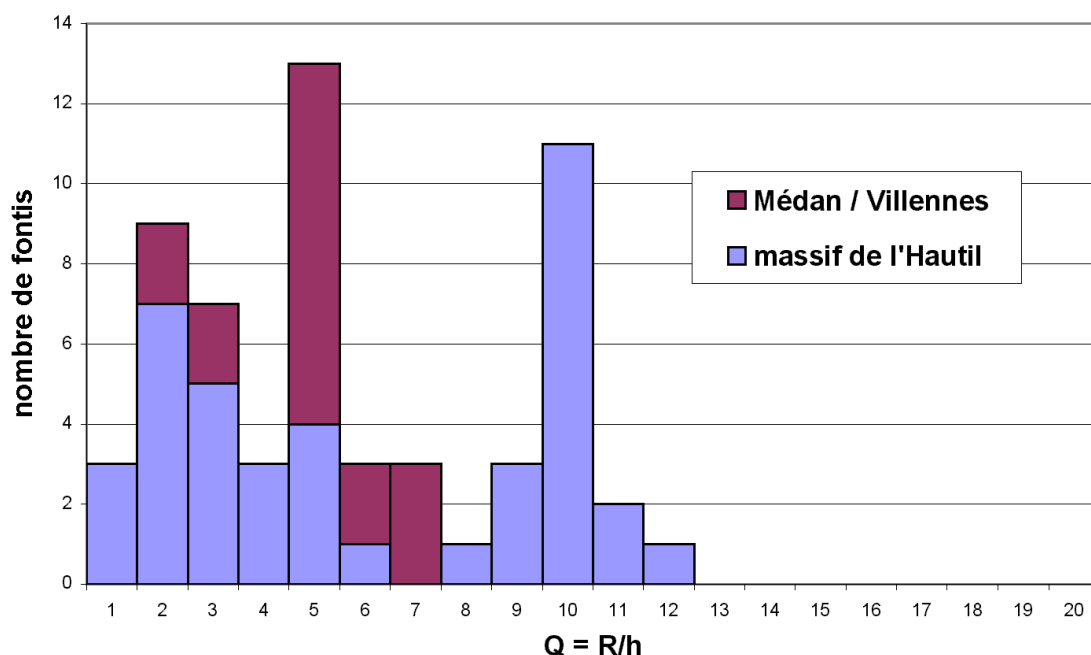


Figure n° 38. Histogramme de fréquence des fontis apparus dans le gypse sur le massif de l'Hautil et sur les communes de Médan et Villennes en fonction du rapport Q .

Sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine, comme sur le massif de l'Hautil, le rapport Q est toujours inférieur à 15 : toutes les anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées sont donc susceptibles de provoquer à termes des venues à jour de fontis.

Il convient également de noter que pour un rapport Q supérieur à 15, il y a tout de même danger : des affaissements ou des tassements de terrains peuvent se produire (cf. figure suivante).

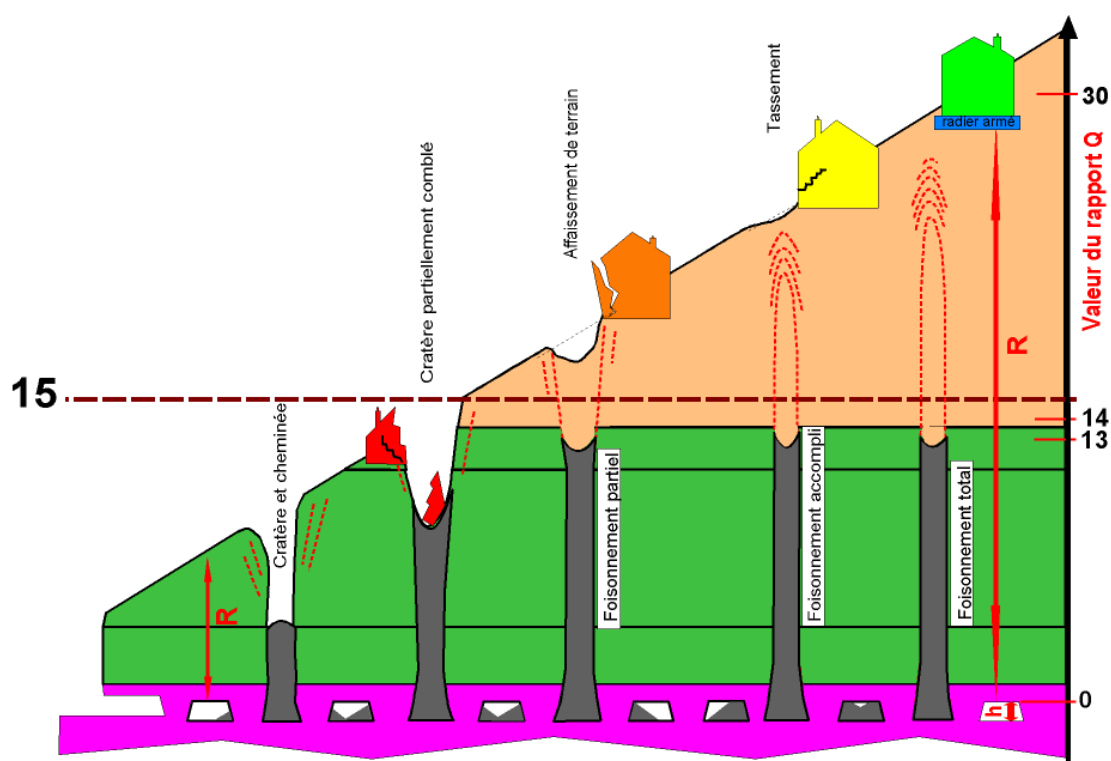


Figure n° 39. Dangers selon la valeur du rapport $Q=R/h$.

II-2.1.3. Géométrie des fontis.

Les fontis venus à jour sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine ont des diamètres variables mais, selon les données d'archives et nos observations, toujours inférieurs à 15 mètres.

Ce diamètre dépend d'un certain nombre de paramètres, comme les dimensions du ciel tombé à l'origine du processus, le volume des vides résiduels à combler, la nature et l'épaisseur des terrains de recouvrement, la présence ou non d'un aquifère.

II-2.1.3.1. Paramètres influant sur le diamètre des fontis

La nature des terrains de recouvrement influe sur le diamètre de l'effondrement. Les fontis recourent :

- les sols argileux, selon une surface de cisaillement pseudo cylindrique de diamètre sensiblement égal à celui de la cloche de fontis,
- les terrains sableux de la formation de Fontainebleau, selon une surface tronconique inclinée à 45° environ sur l'horizontale d'où un diamètre de fontis qui s'accroît et cela d'autant plus que l'assise sableuse est recoupée sur une épaisseur importante,
- des remblais ; il est alors difficile de prévoir l'évolution de la cloche de fontis, et donc le diamètre de l'effondrement, la nature des remblais étant très variable.

Le diamètre du fontis augmentera si, en plus du toit, un ou plusieurs piliers voisins du ciel tombé se dégradent.

À ce sujet il convient de mentionner les principaux stades de l'endommagement des piliers, à savoir :

- l'apparition de fissures mécaniques à la base des angles des piliers,
- le développement de cette fissuration qui progresse du bas vers le haut dans les angles et latéralement pour couvrir l'essentiel des faces,
- le décollement et la chute de plaques (écaillage) qui réduisent la section efficace du pilier et augmente le diamètre de la cloche de fontis,
- l'écroulement du pilier, d'où une nouvelle augmentation du diamètre de la cloche de fontis, et vraisemblablement une vitesse de remontée accrue de celle-ci.

Enfin, il convient de retenir que les cloches de fontis débouchent en surface de façon soudaine, et sans signe précurseur visible si l'excavation en cause est inaccessible, et ne fait donc pas l'objet de visites périodiques.

II-2.1.3.2. Estimation de la valeur du diamètre des fontis

Une analyse statistique a été réalisée à partir d'un recensement des fontis venus à jour sur le massif de l'Hautil et sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine. Pour chaque fontis, le diamètre (d) et la hauteur de recouvrement (R) ont été retenus.

Cette analyse permet d'observer que la courbe d'équation:

$$R = 2,5 \times e^{\left(\frac{d}{10}\right)}$$

correspond statistiquement à la limite supérieure des diamètres des fontis, c'est à dire à l'extension maximale en surface et dans le temps des cratères des effondrements.

Les valeurs recensées sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine (en triangle rouge) sont également limitées par cette courbe.

La géologie et la géométrie des exploitations du massif de l'Hautil étant similaires à celles de Médan et Villennes-sur-Seine, il semble justifié d'utiliser cette courbe comme limite prévisible de l'extension en surface des fontis dans le temps sur ces communes.

On peut donc estimer la valeur limite du diamètre du fontis pour une hauteur de recouvrement donnée, ceci, si aucun travaux de comblement n'est entrepris.

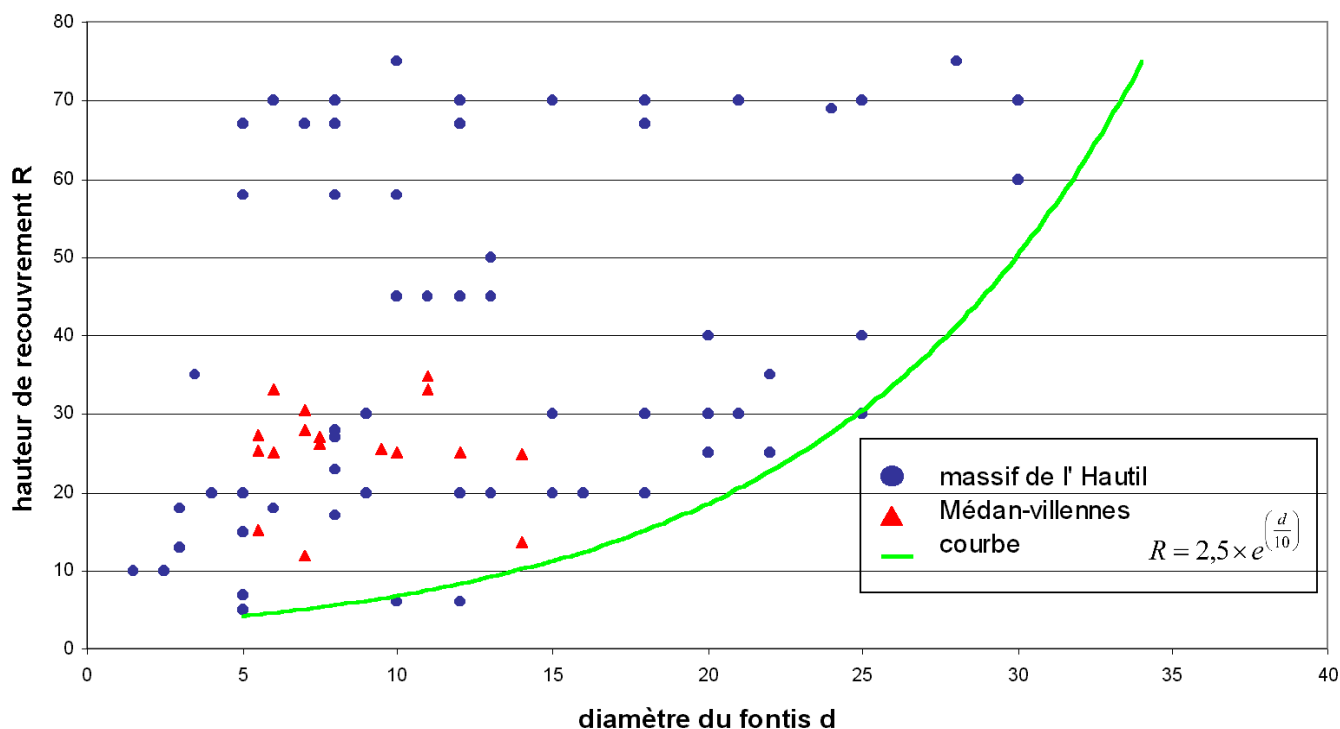


Figure n° 40. Résultats de l'étude statistique.

II.2.2 Les effondrements généralisés

Ce type de mouvement de terrain est moins fréquent que le fontis. Il procède d'un mécanisme d'ensemble qui concerne la totalité ou une grande partie du volume affecté par l'exploitation (cf. figure suivante).

Celle-ci doit présenter une extension horizontale minimale (L) supérieure à la hauteur du recouvrement (R) ce qui du point de vue de la stabilité correspond à une géométrie dite critique ou supercritique avec le rapport L/R supérieur à 1.

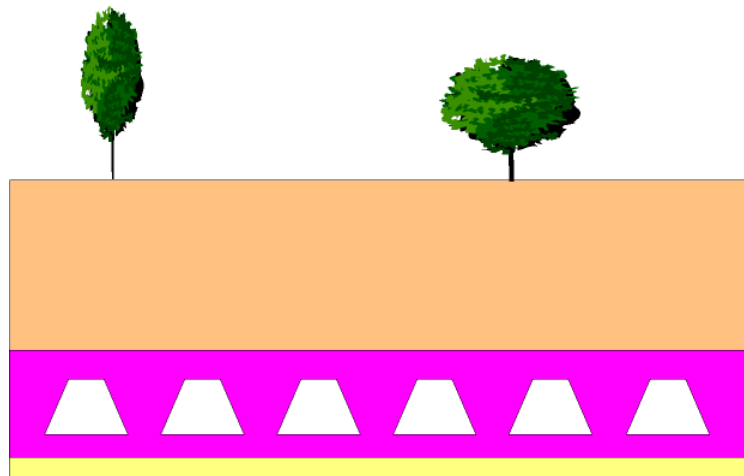
Sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine, les dimensions des carrières et les recouvrements sont tels qu'on n'atteint pas une géométrie critique ou supercritique. De plus pour qu'une carrière abandonnée soit susceptible d'évoluer vers un effondrement généralisé, son extension doit être suffisante, ce qui n'est pas le cas des carrières Blet et Blot.

	L	R	L/R
Blot-Lebas	30	25 à 30	1 à 1,2
Giroux	90	20 à 30	3 à 4,5
Parvery (Médan)	70	25 à 55	1,3 à 2,8
Parvery (Villennes)	130	30 à 40	3,2 à 4,3
Voyer Le Néfler	40	12 à 17	2,3 à 3,3
Voyer-Meunier	40	15	2,7

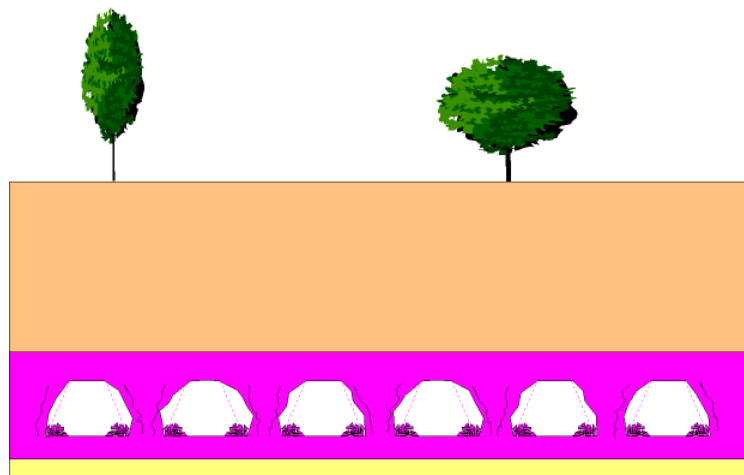
Figure n° 41. Rapport L/R pour les anciennes carrières de Médan et Villennes-sur-Seine.

Un tel mouvement se traduit en surface par un abaissement de la cote du terrain égal au tiers environ de la hauteur des galeries incriminées.

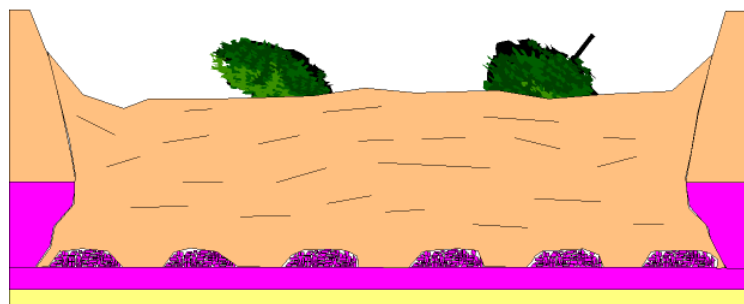
Aucun mouvement de ce type n'a été observé sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine; il ne sera donc pas pris en compte dans cette étude.



1) carrière saine



2) fissuration des piliers et écaillage



3) effondrement généralisé de la galerie

Figure n° 42. Mécanisme de déclenchement d'un effondrement généralisé.

II-3. Quantification de l'aléa

La délimitation des secteurs plus ou moins exposés au risque de mouvement de terrain lié à la ruine d'anciennes excavations souterraines abandonnées implique l'identification de la nature de l'aléa ainsi que l'évaluation de la probabilité d'occurrence, de l'intensité et de la gravité des phénomènes résultant de la dégradation des dites cavités.

La méthode adoptée, créée par la Délégation aux Risques Majeurs (DRM), est basée sur la sélection des critères les plus pertinents sans recours à des investigations spécifiques.

II-1. Définition de l'aléa

Un aléa est un phénomène d'occurrence et d'intensité données. Cependant, si certains phénomènes naturels, comme les inondations ou les avalanches, sont probabilisables, pour les mouvements de terrains, aucune étude statistique n'est réalisable: les mouvements de terrains dans lesquels rentrent les effondrements de carrières ne sont pas des phénomènes probabilisables.

II-2. Nature de l'aléa

D'une manière générale, la nature de l'aléa affectant les anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées des communes de Médan et Villennes-sur-Seine, est un mouvement de terrain de type effondrement localisé appelé fontis.

Ce mouvement de terrain est conditionné par :

- des facteurs déterminants :
 - l'épaisseur du recouvrement et notamment l'épaisseur de la couche des Sables de Fontainebleau,
 - l'épaisseur de la planche au toit (non connue).
- des facteurs aggravants :
 - l'endommagement des piliers des carrières (non connue)
 - l'importance de la nappe des Sables de Fontainebleau

Ces paramètres conditionnent notamment le diamètre du fontis.

II-3. Probabilité d'occurrence

L'estimation de la survenance d'un fontis s'appuie essentiellement sur l'analyse du caractère évolutif des excavations, c'est-à-dire leur prédisposition à l'endommagement.

En l'absence d'informations géotechniques (les anciennes carrières étant inaccessibles), nous nous baserons sur l'état actuel supposé des cavités : nous prendrons en compte l'effondrement ou le comblement éventuel des anciennes carrières (cf. figure suivante). En effet une carrière remblayée ou effondrée présente moins de prédispositions à la formation de fontis.

État des carrières	Caractère évolutif des excavations
Carrières dont l'existence est supposée Zones de droit de forage	Faible
Carrières remblayées ou effondrées	Figure n° 43.Moyen
Carrières supposées intactes	Fort

Figure n° 44.Grille d'évaluation du caractère évolutif des anciennes carrières.

II-4. L'intensité

Pour exprimer ce critère, la Délégation aux Risques Majeurs (D.R.M.) suggère de faire appel à une notion technico-économique. Cette option permet de caractériser le mouvement par l'importance des moyens techniques qu'il serait théoriquement nécessaire de mettre en œuvre pour en réduire les causes et les stabiliser, et cela quelle que soit l'utilisation de l'espace et la vulnérabilité des biens exposés. Ces moyens visent essentiellement à stabiliser les anciennes excavations abandonnées dont on redoute le caractère évolutif : il s'agit de parades actives.

Quatre niveaux d'intensité peuvent être distingués selon les mesures de prévention adéquates (cf. figure suivante).

Figure n° 45. Niveau au de l'intensité de l'aléa		Figure n° 46. Niveau des mesures de prévention nécessaires	Figure n° 47. Exemple
Figure n° 48. E1	faible	10% de la valeur vénale d'une maison individuelle (1)	Confortation partielle d'une cave par pilier maçonné Purge de blocs instables accessibles
E2	moyen	Parade technique financièrement supportable par un groupement restreint de propriétaires	Comblement d'une marnière Purge de blocs instables ou réalisation d'un piège à blocs Drainage d'une zone instable de faible extension ou de faible ampleur
E3	fort	Parades techniques spécifiques hautement qualifiées, intéressant une aire géographique débordant largement le cadre parcellaire ou celui d'un immeuble courant et d'un coût financier important	Stabilisation d'un glissement de terrain de grande ampleur Comblement de carrière souterraine Confortement d'un pan de falaise instable Défense collective contre l'érosion littorale
E4	majeur	Pas de parade techniquement possible (ou d'un coût insupportable pour la collectivité)	Glissement ou écoulement catastrophique type « La Clapière » ou « ruines de Séchillienne »

(1) Par référence au décret n° 93.351 du 15 mars 1993 relatif à l'élaboration des plans d'exposition aux risques naturels prévisibles (P.E.R.).

Figure n° 49. Grille pour l'évaluation de l'intensité de l'aléa (document DRM).

Dans le cas des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées des communes de Médan et Villennes-sur-Seine, c'est un niveau d'intensité E2-E3 qu'il convient de retenir pour l'aléa fontis. En effet dans la quasi-totalité des cas :

- le coût des travaux de prévention sera d'un montant supérieur à 10% de la valeur vénale du bien exposé,
- la réalisation des travaux intéressera une emprise débordant la parcelle à protéger et nécessitera l'application de techniques spécifiques hautement qualifiées.

Remarque : On notera que le comblement de carrière souterraine est cité parmi les exemples de parades adaptées à une intensité de niveau E3.

II-5. La gravité

Nous nous référons à une échelle de gravité des phénomènes, au plan des préjudices humains, proposés par la DRM, qui intègre la dynamique des mouvements (cf. figure

suivante).

L'échelle est graduée en quatre niveaux dont chacun peut être défini en fonction de la vitesse de propagation et, pour des mouvements rapides, de l'importance des masses mises en jeu.

Niveau	Gravité	Préjudices humains	Exemples d'évènements
H0	Très faible	Accident très improbable (sauf conséquences induites)	Glissements classiques, fluages, tassements, subsidence minière, coulées de boue de faible volume
H1	Moyenne	<i>Accident isolé</i>	Chutes de pierres ou de blocs isolés
H2	Forte	Quelques victimes	Chutes de blocs (Savoie, avril 1986, 4 morts) Éboulement rocheux en masse Effondrements ponctuels de carrière Glissement (Lyon, juillet 1977, 3 morts)
H3	Majeure	Catastrophe majeure (quelques dizaines de victimes)	Écroulement ou glissements catastrophiques (volume > 10 ⁶ m ³) Laves torrentielles ou coulées de débris (Plateau d'Assy, avril 1970, 71 morts) Effondrement généralisé de mine ou de carrière (Clamart, juin 1961, 21 morts)

Figure n° 50.Échelle de gravité des phénomènes au plan des préjudices humains

Nous proposons d'adopter les niveaux suivants selon l'occupation des sols :

- niveau H1 pour les zones non bâties,
- niveau H2 pour les zones bâties.

II-6. Évaluation de l'aléa

L'évaluation de l'aléa s'appuie classiquement sur l'analyse du champ "Probabilité d'occurrence / Intensité ". L'absence de probabilité d'occurrence nous a amené à retenir le caractère évolutif des anciennes carrières comme critère d'étude.

	E2-E3	Intensité
Caractère évolutif	ALEA	
Faible	Faible	
Moyen	Moyen	
Fort	Fort	

Figure n° 51.Grille d'évaluation de l'aléa.

Cette qualification est cartographiable (cf. carte de l'aléa au 1/2000^{ème} en annexe).

II-7. Qualification du danger

La qualification du danger découle aussi également de l'analyse du champ "Probabilité d'occurrence / gravité", analyse qui intègre l'occupation des sols. En effet, le danger est fonction de la population fréquentant le lieu : pour un même aléa – le fontis – susceptible de survenir à tout moment, le danger sera plus fort dans une zone pavillonnaire, où la population est présente en permanence, qu'en zone boisée où la population n'est présente qu'occasionnellement. L'absence de probabilité d'occurrence nous a amené à retenir le caractère évolutif des anciennes carrières comme critère d'étude.

	Zones non bâties	Zones bâties	Occupation du sol
	H1	H2	Gravité
Caractère évolutif	Qualification du danger		
Faible	Faible	Faible	
Moyen	Faible	Moyen	
Fort	Moyen	Fort	

Figure n° 52. Grille d'évaluation du niveau de danger.

Cette qualification est cartographiable (cf. carte du danger au 1/2000^{ème} en annexe). Ce document qualifie le danger que représente l'alea, mais ne cartographie pas les zones "dangereuses" découlant des conséquences de l'aléa en surface (cratère des fontis et leurs extensions dans le temps).

CHAPITRE III : VULNÉRABILITÉ DES AMÉNAGEMENTS IMPLANTÉS DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

Le présent chapitre a pour but de recenser les différents aménagements de surface et les principaux équipements pouvant être perturbés gravement ou dont le fonctionnement est susceptible d'être interrompu durablement, par la survenance d'un événement.

Le périmètre d'étude a été déterminé de manière à intégrer:

- la totalité des zones sous-minées dont la superficie est de l'ordre de 7 hectares (cette estimation découle de l'exploitation des documents archivés à l'Inspection Générale des Carrières).
- Les secteurs présumés fouillés correspondant:
 - soit à d'ancien droit de forage
 - soit à des exploitations dont on suppose l'existence à partir de témoignages, aux vues d'anomalies topographiques ou suite à la réalisation de sondages géologiques mettant en évidence la présence d'anomalies

Cette emprise qui reprend pour l'essentiel les anciens périmètres R 111-3 pour ce qui concerne les anciennes carrières souterraines de gypse a également été déterminé de façon à ce qu'en surface le P.P.R. englobe la totalité des zones exposées ou susceptible de l'être. Ceci, bien entendu dans l'état actuel des connaissances acquises.

L'essentiel des anciennes carrières souterraines de Gypse se développe en zones non urbanisées (parcelles cultivées ou en friche, prairies, forêts) ; des secteurs urbanisés, des tronçons de routes Départementales, des voies communales sont soit sous minés, soit situés à proximité immédiate de zones fouillées ou présumées fouillées.

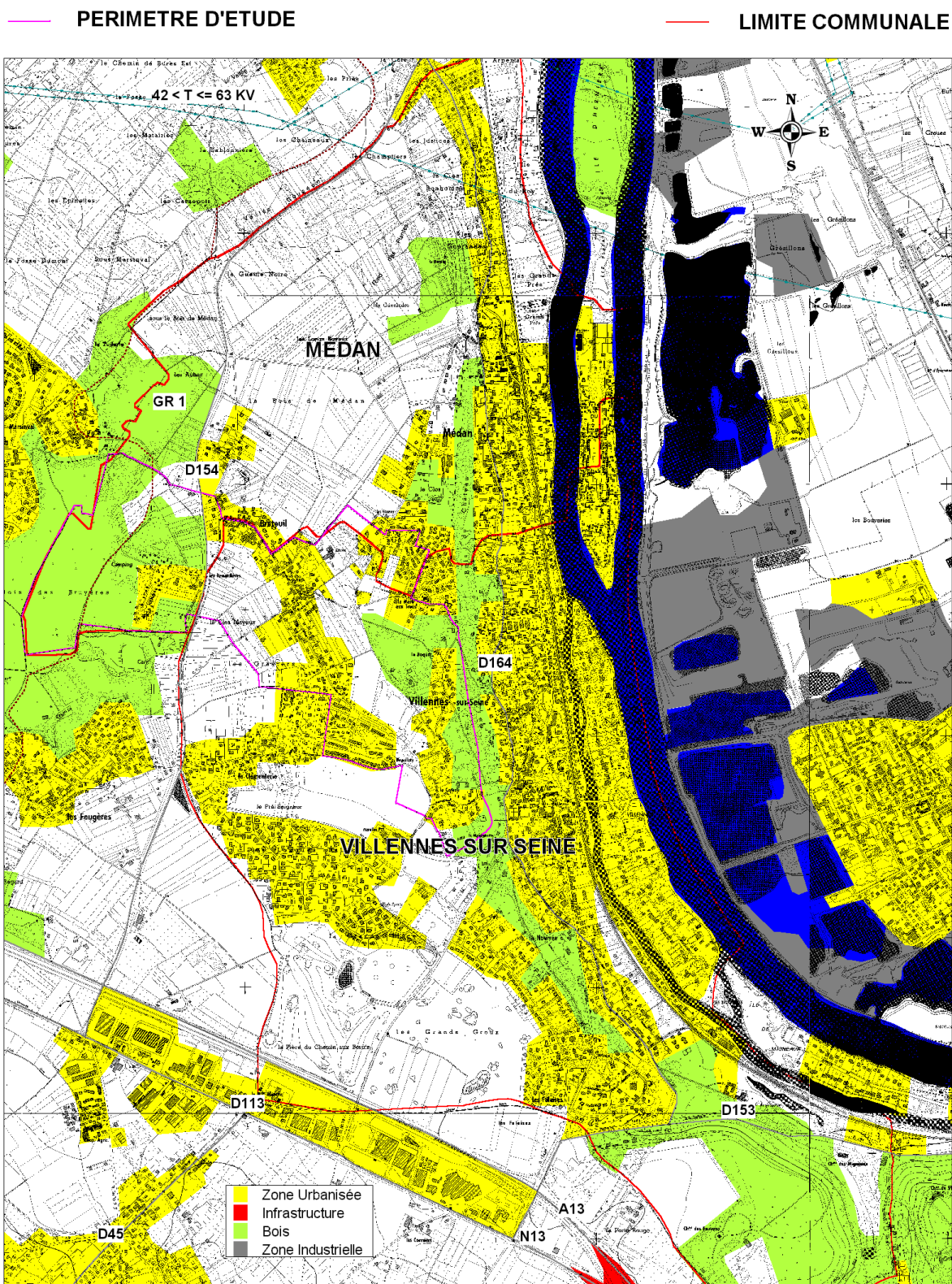


Figure n° 53. Répartition des différentes zones en fonction de leur occupation

III-1. Les secteurs urbanisés

Ont été considérées comme "Zones d'Urbanisation" toutes les zones sur lesquelles existent des constructions ou des occupations permanentes.

Actuellement un secteur est occupé par un camping, "Les Renardières" sur la commune de Médan. Cette zone a également été considérée comme zone d'urbanisation.

COMMUNE	Surfaces approximatives estimées en hectares				
	Surface totale (hectares)	Surface Zone Urbanisée	Surfaces concernées par le P.P.R.		
			Surface totale	Surface Zone Urbanisée	Surface Zone Naturelle
MEDAN	285	90	45	10	35
VILLENES SUR SEINE	508	190	75	40	35
<i>total</i>	793	280	120	50	70

Figure n° 54.Répartition par commune des différentes zones

Il a été procédé au dénombrement des constructions de toutes natures inscrites dans les zones exposées ou susceptibles d'être exposées. La répartition sur les deux communes est la suivante:

COMMUNE	Nombres de constructions	Observations
MEDAN	6	~60 emplacements de caravanes
VILLENES SUR SEINE	18	
<i>total</i>	24	

Figure n° 55.Répartition par commune des constructions

Les constructions sont de type pavillonnaire, l'âge et les éléments de construction de ce bâti étant extrêmement variables. La population totale résidant dans les zones exposées n'a pas été recensée de façon précise, elle représente environ 200 habitants.

III-2. Les équipements publics

III.2.1 Les routes départementales

Une seule route départementale a son tracé qui se développe dans le périmètre d'étude. Il s'agit de la D. 154, dont 4 tronçons se situent dans ou à proximité des emprises sous minées ou susceptibles d'être sous minées.

1. Secteur sous minées par la carrière de BLET (1):

Pour ce secteur il existe un arrêté préfectoral (10/05/1817) demandant le remblaiement de la galerie car elle est creusée dans la zone de protection de la "Route de Vernouillet à Orgeval". 2 sondages ont été réalisés révélant des anomalies entre 12,5 et 26 m, mais pas de vide. La carrière est sans doute comblée.

2. Secteur sous minées par la carrière de BLOT (2):

Rappel historique:

- 1832 : ouverture sans autorisation
- 1836 : interdiction
- 1837 : éboulement de l'unique puits d'accès
- 1838 : injonction de combler l'excavation

4 sondages ont été réalisés ne révélant pas de vide. La galerie est sans doute comblée.

3. Secteur situé à proximité de la carrière de BLOT-LEBAS (3):

Rappel historique:

- 1832 : ouverture sans autorisation
- 1836 : interdiction de continuer l'exploitation commencée sans autorisation

2 sondages ont été réalisés ne révélant aucune anomalie. Etat des vides inconnu.

4. Secteur situé dans le secteur de carrière de PETITJACQUES (7):

Aucun rapport, aucun plan (renseignements verbaux fournis en 1971 par M. PETITJACQUES). 2 sondages ont été réalisés ne révélant aucun vide.

III.2.2 Les voiries Communales

6 voiries Communales comportent des tronçons dans ou à proximité immédiate des emprises sous minées ou susceptibles d'être sous minées.

Commune	Type de voie	Numérotation	Appellation	Longueur intéressée (m)
Villennes sur Seine	Chemin Rural	C.R. n°13	De la cote	680
Villennes sur Seine	Chemin Rural	C.R. n°20	Des sables	230
Villennes sur Seine	Voie Communale	V.C. n°5	Rue de la Croix	260
Villennes sur Seine	Voie Communale	V.C. n°4	De Breteuil	180
Villennes sur Seine	Voie Communale	V.C. n°6	Route de Vernouillet	110
Médan	Sente Rurale	S.R. n°27 G.R. n°1		100
Total				1560

Figure n° 56.Répartition des voies Communales

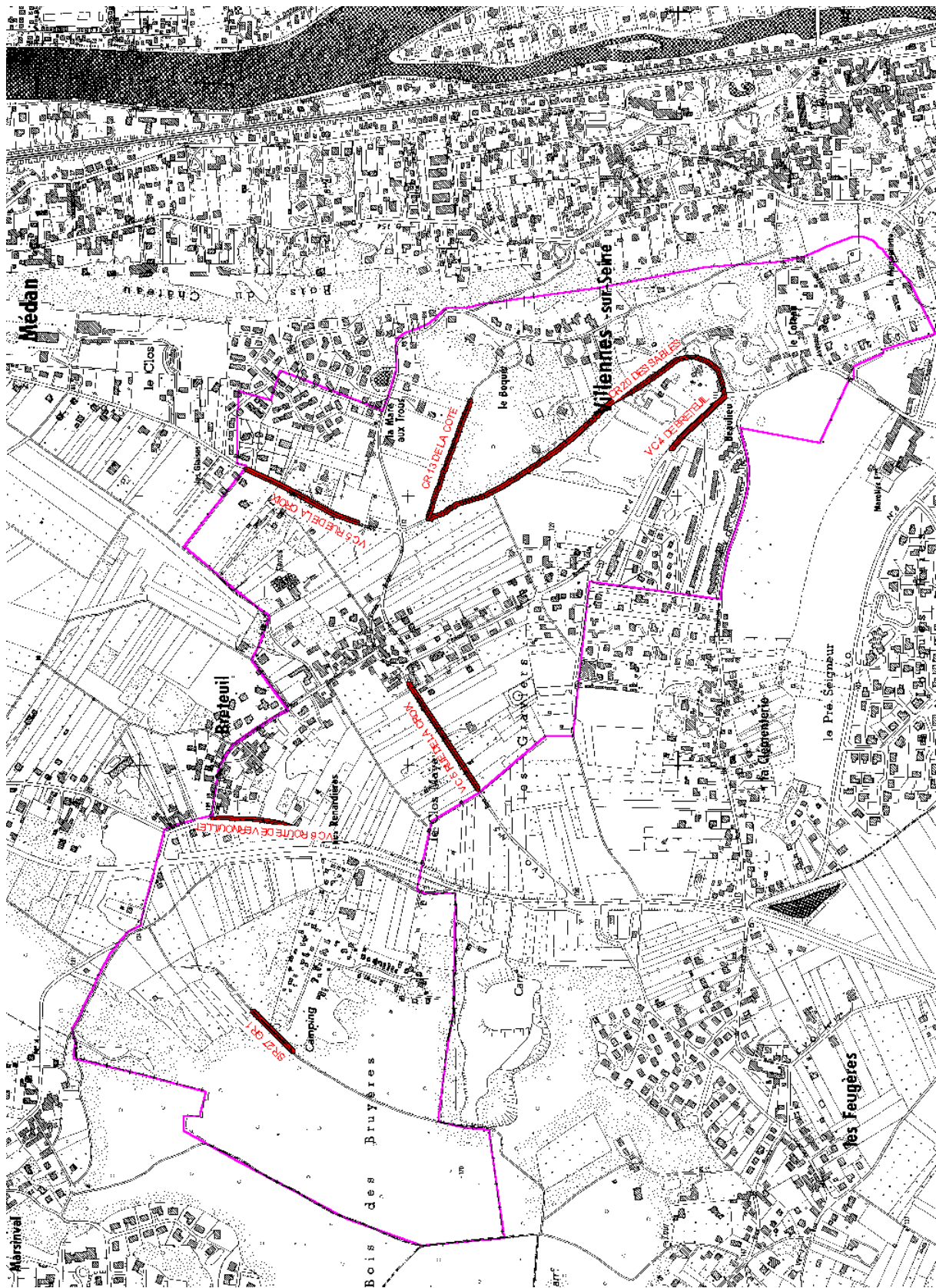


Figure n° 57. Situation des voies Communales

III.2.3 Les autres équipements

1. L'adduction de l'eau potable

Le réseau AEP est géré par la société "Lyonnaise des eaux", 42, rue du Président Wilson B.P. 56, 78230 Le Pecq. Cette société gère les conduites d'alimentation en eau (diamètres 300,150,125 et 60 mm) dont les tracés comportent des tronçons dans ou à proximité immédiate des emprises sous minées ou susceptibles d'être sous minées.

Aucun réservoir n'a été signalé dans le périmètre d'étude.

2. Le réseau d'assainissement

CHAPITRE IV : ZONAGE DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

Le périmètre d'étude du P.P.R., déterminé par l'arrêté préfectoral _____, concerne le sud de la commune de Médan et le nord de la commune de Villennes-sur-Seine.

Du chapitre II du présent document, il s'avère que la base de la couche de gypse est située au dessus de la cote 80 N.G.F. sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine.

On peut donc d'ores et déjà exclure de ce périmètre toutes les zones dont la cote N.G.F. de surface est inférieure à 80.

IV-1. Délimitation des zones exposées

Il s'est avéré nécessaire pour délimiter le périmètre des zones exposées de faire des hypothèses afin de prendre en compte :

- la géométrie des effondrements localisés ainsi que les effets latéraux à long terme de ces derniers dès lors que le comblement immédiat des cratères ne peut être assuré,
- l'imprécision de certains plans, vraisemblablement incomplets, dont le report sur des fonds de plans plus récents s'est révélé difficile, notamment avec les changements d'échelle.

IV-1.1. Les emprises sous-minées

La localisation des emprises sous-minées a été déterminée à partir des documents archivés de l'Inspection Générale des Carrières. Les limites d'extension des anciennes carrières de gypse abandonnées sont tracées :

- soit en traits pleins lorsqu'elles sont connues avec exactitude : on dispose de plans levés ou contrôlés par l'IGC et les fronts de masse des anciennes carrières ont été positionnés par rapport à la surface,
- soit en traits pointillés lorsque les limites des emprises sous-minées sont imprécises : il s'agit du report de plans d'archives dont la validité n'a pas pu être vérifiée.

Dans certains cas, l'existence des carrières, pour lesquelles nous ne disposons d'aucun plan d'archive, est soupçonnée par des indices topographiques, des témoignages ou des sondages géologiques; seule une localisation générale approximative de la carrière est supposée: les limites exactes des emprises sous-minées sont elles inconnues.

A partir des informations, un périmètre susceptible de correspondre aux limites de l'emprise sous-minée de la carrière a été déterminé.

Remarque : Des observations de surface ont permis de repérer des cuvettes, initialement imputées à la dégradation des anciennes carrières souterraines abandonnées. Cependant ces dépressions de terrains peuvent dans certains cas correspondre à des exploitations à ciel ouvert de marnes et argiles. Ces cuvettes n'ont donc pas toutes été prises en compte pour la localisation des emprises sous-minées.

IV-1.2. La zone de protection

L'exploitation des archives de l'IGC a révélé que le ciel des galeries longeant les fronts de masse n'est pas épargné par le processus de dégradation à l'origine des fontis. La probabilité pour qu'un effondrement localisé se produise à cet endroit n'étant pas nulle, on est conduit, de par l'extension prévisionnelle des désordres en surface, à considérer comme exposées les abords immédiats des zones sous-minées connues au même titre que celles-ci. Ce débord pris en compte sous la dénomination de zone de protection (Z.P.) est une bande de terrain bordant les emprises sous-minées, susceptible d'être perturbée au même titre que les emprises sous minées elles mêmes.

Ce débord correspondant à la zone de protection doit donc être dimensionné à partir d'une estimation du rayon maximal atteint par les fontis, rayon variable avec le recouvrement. Ce débord étant appliqué à partir du centre des galeries longeant les fronts de masse (cf. figure suivante).

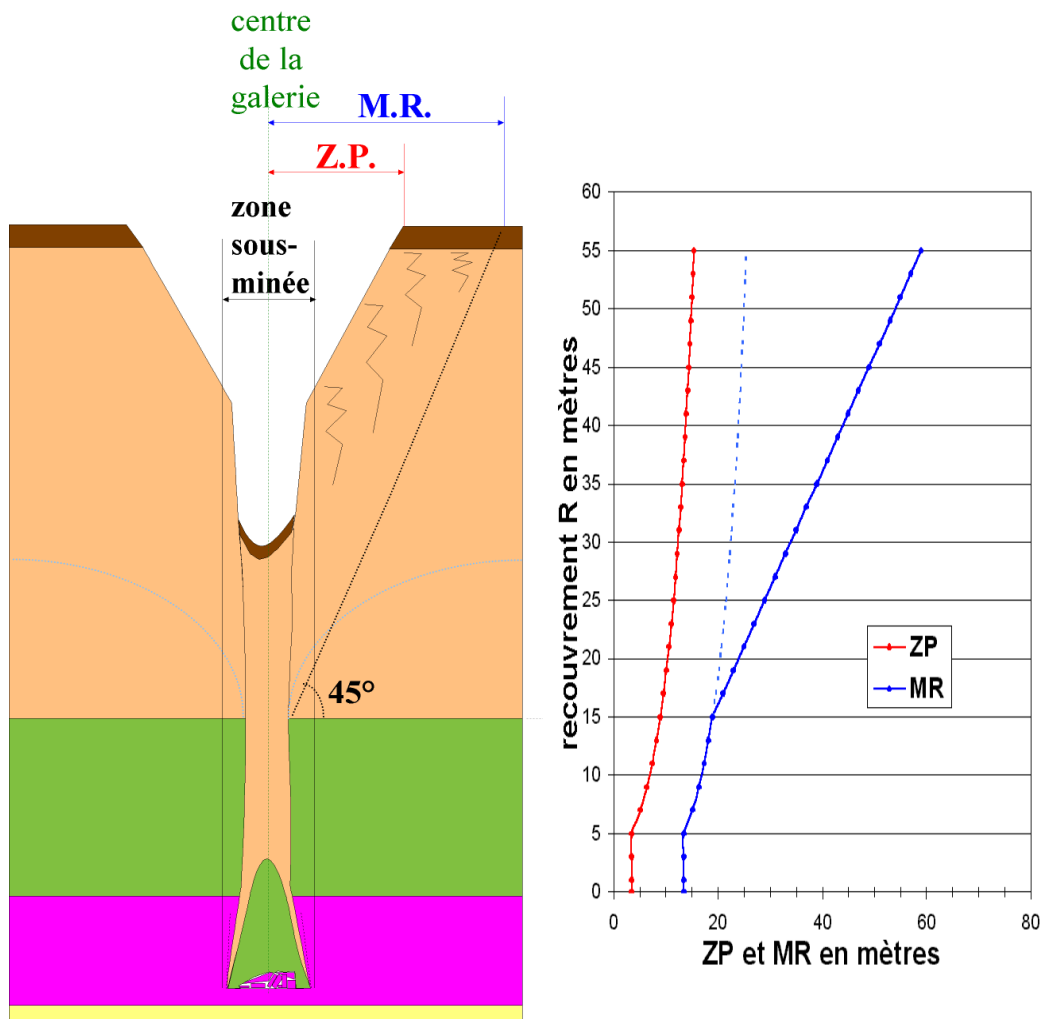


Figure n° 58. Largeur de la zone de protection et de la marge de reculement pour des limites d'emprises sous-minées connues.

Le diamètre maximal d'un fontis peut être évalué grâce à l'étude statistique précédente (cf. § II-2.1.3). Ce diamètre d peut donc être estimé en fonction du recouvrement R par la formule empirique :

$$d = 10 \times \ln\left(\frac{R}{2.5}\right)$$

Il a donc été admis que la largeur de la zone de protection (ZP) correspond au rayon maximal atteint par le fontis estimé par la formule précédente. On a donc : $d = 5 \times \ln\left(\frac{R}{2.5}\right)$ pour un recouvrement R supérieur à 5m.

Pour un recouvrement inférieur à 5m, il a été pris une valeur forfaitaire de **3,5m** pour la zone de protection. Ces valeurs sont récapitulées dans le tableau suivant.

IV-1.3. La marge de reculement

La marge de reculement (M.R.) représente, en matière de mouvement, la zone d'influence d'un événement qui s'est produit, ou la zone d'influence potentielle pour un événement susceptible de se produire. Ces effets latéraux résultent d'une décompression des terrains entourant le fontis ; ils se traduisent par des déformations dont l'amplitude diminue lorsqu'on s'éloigne du cratère. Ces déformations peuvent engendrer des désordres dans les constructions mais ne sont pas susceptibles de mettre en danger, par leur seul fait, des vies humaines.

La marge de reculement tient également compte du facteur d'incertitude lié aux plans d'archives et notamment au report des extensions sous-minées sur des fonds de plans plus récents. C'est pourquoi, lorsque les limites des emprises sous-minées sont imprécises, la marge de reculement a été majorée.

La largeur de la marge de reculement, qui intègre celle de la zone de protection, varie avec la hauteur de recouvrement (cf. figure précédente) :

- pour $R \leq 15$ mètres, la largeur de la marge de reculement est fixée à la largeur de la zone de protection (Z.P.) plus 10 m : **M.R. = Z.P. + 10**,
- pour $R > 15$ mètres, le fontis atteint les Sables. Or, lors d'un mouvement dans les Sables de Fontainebleau, il est logique de considérer que les terrains se stabilisent selon l'angle de frottement naturel des matériaux, c'est-à-dire 45° . Cette limite a donc été retenue pour définir la marge de reculement ce qui correspond à la formule suivante : **MR = (R-15) + 19**, qui est l'équation d'une droite de pente 45° . Le nombre 15 est la hauteur de recouvrement correspondant au passage des Sables de Fontainebleau aux marnes et argiles. Le nombre 19 est la constante permettant l'intersection, au niveau de l'ordonnée 15m, de la courbe $MR = 5 \times \ln\left(\frac{R}{2.5}\right) + 10$ avec la droite de pente 45° .

Au-delà de cette zone, aucun désordre n'est à craindre pour les aménagements de surface étant donné l'absence :

- de déformation tant du sous-sol que de la surface,
- de dégradation des caractéristiques mécaniques des sols sollicités par les fondations des superstructures.

Certaines anciennes carrières sont actuellement inaccessibles et n'ont pas pu être contrôlées par l'IGC ; les limites des emprises sous-minées sont alors imprécises. Pour tenir compte de cette incertitude, la marge de reculement a été majorée d'une largeur de 10 mètres dans ces zones.

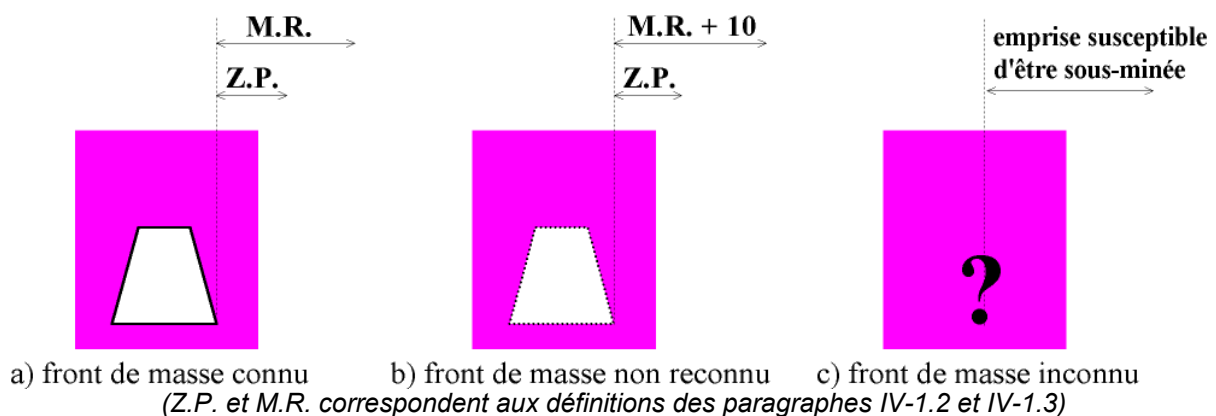


Figure n° 59. Délimitation des zones exposées.

Le tableau ci-dessous récapitule les formules donnant les valeurs des zones de protection et des marges de reculement en fonction de la précision des contours des emprises sous-minées et de l'importance du recouvrement.

Limites des emprises sous-minées	Connues			Imprécises			Inconnues
Carrières concernées	Parvery « Les Renardières » (Médan) (en partie).			Blet, Blot, Blot-Lebas, Giraux, Parvery « Les Renardières » (Médan) (en partie), Parvery (Villennes), Voyer-Meunier, Voyer « Le Néflier ».			Petitjacques, Voyer « Les Graviers » Chemins des sables Breteuil
Valeur du recouvrement en mètres	$R \leq 5$	$5 \leq R \leq 15$	$R \geq 15$	$R \leq 5$	$5 \leq R \leq 15$	$R \geq 15$	Quelque soit R
Valeur de la zone de protection (Z.P.) en mètres	3,5	Figure n° 60. $5 \times \ln(R/2,5)$		3,5	$5 \times \ln(R/2,5)$		Figure n° 61. détermination des emprises susceptibles d'être sous-minées
Valeur de la marge de reculement (M.R.) en mètres	Z.P.+10		(R-15)+19	Z.P.+10 + 10		(R-15)+19 + 10	

Figure n° 62. Formules donnant les valeurs des zones de protection et des marges de reculement.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la largeur des zones de protection et des marges de reculement pour quelques valeurs de recouvrement. C'est ce tableau a été utilisé pour le tracé des contours des zones bleues et rouges (cf. §IV-2).

emprises sous-minées						
recouvrement R	connues			imprécises		
	ZP (en m)		MR (en m)	ZP (en m)		MR (en m)
0	$5 \times \ln(R/2,5)$	3,5	ZP+10	13,5	$5 \times \ln(R/2,5)$	23,5
2,5		3,5		13,5		23,5
5		3,5		13,5		23,5
10		7,0		17,0		27,0
15		9,0		19,0		29,0
20		10,5	(R-15)+19	24,0		34,0
25		11,5		29,0		39,0
30		12,5		34,0		44,0
35		13,0		39,0		49,0
40		14,0		44,0		54,0
45		14,5		49,0		59,0
50		15,0		54,0		64,0
55		15,5		59,0		69,0

Figure n° 63. Valeurs des zones de protection (ZP) et des marges de reculement (MR) selon le recouvrement.

IV-2. Zonage réglementaire du P.P.R.

Le document cartographique réglementaire, "Plan de Zonage", délimite les zones plus ou moins exposées aux risques d'effondrements, le zonage comprend :

- une zone rouge très exposée,
- une zone bleue moyennement exposée,
- une zone blanche non exposée.

La grille ci-après indique, quelle que soit l'occupation du sol, la couleur adoptée selon le niveau de l'aléa et la localisation par rapport à l'excavation.

Limites des emprises sous-minées	Connue	Imprécise	Inconnue Fortage Comblée remblayée
Zones concernées			
Emprise sous-minée	ROUGE		BLEUE B2
Zone de protection			
Marge de reculement (hors zone de protection)	BLEUE B1	BLEUE B2	

Figure n° 64. Grille du zonage du P.P.R.

- La **zone rouge** correspond aux zones sous-minées augmentées de la zone de protection. Cette zone est exposée à un risque d'effondrement menaçant gravement les vies humaines. C'est pourquoi, en zone rouge, les terrains sont inconstructibles .
- La **zone bleue** correspond à la bande de terrain comprise entre la zone de protection et la marge de reculement. La zone bleue concerne également les terrains pour lesquels des droits de fortage sont archivés mais dont aucun plan de carrière n'existe.

Il s'est avéré nécessaire de distinguer en matière de prescriptions une zone B1 et une zone B2 (cf. le règlement du P.P.R.) :

- la **zone B1** concerne les carrières aux limites d'emprises sous-minées connues.

Tous les projets, y compris l'extension du bâti existant, seront étudiés de manière à ce que les fondations (spéciales) et /ou les superstructures (renforcées) ne soient pas endommagées par des déformations du sous-sol ; ces mesures seront à prendre même si les déformations susceptibles de se produire sont de faible amplitude.

Le bâti existant ne fera pas l'objet de prescriptions en dehors des dispositions générales mentionnées dans le règlement et applicables à l'ensemble des zones bleues.

- La **zone B2** concerne les carrières aux limites d'emprises sous-minées imprécises ou inconnues, au droit de fortage et aux carrières présumées comblées ou remblayées.

CHAPITRE V : MESURES DE PRÉVENTION CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Rappel:

Le présent plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) ne prend en compte que les risques d'effondrements liés au caractère évolutif des anciennes carrières souterraines de gypse abandonnées sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine.

Il n'intègre donc pas la totalité des mouvements de terrains susceptibles d'affecter certains secteurs du site qui pourraient entre autre avoir pour origine :

- *la dissolution des horizons gypseux entraînant la formation de cavités,*
- *les carrières souterraines développées dans d'autres formations géologiques (comme les carrières de calcaire grossier présentes à Villennes-sur-Seine),*
- *les problèmes de retrait et de gonflement des sols argileux et marneux liés à l'alternance de période de sécheresse et de période de pluie, pouvant entraîner des mouvements de sol.*
- *Les glissements de terrains sur les versants et les stabilités de falaise*

Ces autres mouvements de terrain susceptibles d'affecter certains secteurs du périmètre étudié devront être cependant pris en compte par les maîtres d'ouvrages et les constructeurs.

Classiquement les mesures de préventions visent à diminuer voire à annuler:

- Soit la survenance de l'événement redouté
- Soit, en cas de survenance d'un événement, les préjudices humains et / ou l'endommagement des aménagements existants et futurs

V-I. Diminuer / annuler l'événement redouté

Pour les carrières souterraines de gypse situées sur les communes de Médan et Villennes sur Seine, le premier objectif mentionné ci avant peut être envisagé pour les équipements existants. Il consistera à réaliser le comblement systématique des vides, complété par un traitement des terrains de recouvrement au moyen d'injections et ceci au droit des zones occupées augmentées de la largeur de la zone de protection appliquée au site.

De telles mesures de prévention sont recommandées pour les équipements privés et publics (essentiellement des voies de circulation pour le second).

V-2. Diminuer / annuler les préjudices humains

Pour atteindre cet objectif il convient de s'orienter vers des restrictions en matière de fréquentation des terrains de surface situés dans les zones exposées ou susceptible d'être exposées.

Les carrières souterraines de gypse situées sur les communes de Médan et Villennes sur Seine sont inaccessibles, aucune mesure de suivi de leur évolution par des visites de surveillances ne peut être mise en place.

Parallèlement au zonage du PPR proprement dit, un document, dénommé carte de danger, a été établi et peut servir de base à l'élaboration:

- Des plans de secours indispensables pour les interventions en cas de survenance des événements redoutés

- De l'information de la population concernant l'attitude à adopter en cas de survenance des événements redoutés (réalisation du D.C.S., du D.I.C.R.I.M.)
- Des mesures propres à assurer la sécurité publique. Ces mesures (interdiction de stationner ou de circuler, pose de panneaux , ...) relèvent de la compétence de l'autorité chargée des pouvoirs de police.

V-3. Diminuer / annuler l'endommagement des aménagements futurs

Toute occupation ou utilisation du sol, en particulier tout projet de construction y compris l'extension de bâti existant, sera étudiée de manière à ce que les fondations (spéciales ou profondes) et / ou les superstructures (renforcées, rigidifiées) ne soient pas endommagées par les déformations du sous sol.

Ces mesures seront à prendre même si les déformations susceptibles de se produire sont de faible amplitude.

ANNEXE

Recensement des fontis survenus sur le massif de l'Hautil et sur les communes de Médan et Villennes-sur-Seine.