

DÉPARTEMENT DU VAL D'OISE

-----o-----

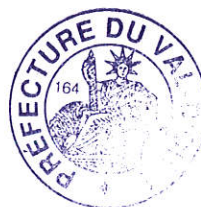
PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN liés aux anciennes carrières souterraines abandonnées et aux dissolutions naturelles du gypse ludien

Article L. 562 du code de l'Environnement

Commune de GRISY-les-PLÂTRES

Note de Présentation

**DIRECTION DEPARTEMENTALE DE
L'ÉQUIPEMENT ET DE L'AGRICULTURE DU VAL
D'OISE**
Service de l'Urbanisme, de l'Aménagement et du
Développement Durable
Pôle Risques, Ecologie et Développement Durable



Vu pour être annexé à
l'arrêté de ce jour,
CERGY-PONTOISE, le

Pour le Préfet,

PRÉFECTURE DU VAL D'OISE
3.D.C.T. - DYNAMIQUE DES
TERRITOIRES ET INTERCOMMUNALITÉ

Prescrit le: 20 octobre 2005

Approuvé le: 27 juillet 2007

Page 1

AVERTISSEMENT :

Le présent plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) a été élaboré sur la base d'une étude réalisée par l'Inspection générale des carrières des départements des Yvelines, de l'Essonne et du Val d'Oise.

Il prend en compte les risques de mouvements de terrain liés au caractère évolutif des anciens ouvrages souterrains abandonnés creusés dans la première Masse de Gypse et les phénomènes de dissolution naturelle des assises gypseuses dans leur ensemble sur la commune de Grisy-les-Plâtres.

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

- Les problèmes de retrait et de gonflement des sols argileux et marneux liés à l'alternance de périodes de sécheresse et de périodes d'excédents pluviométriques, pouvant entraîner des mouvements de sol,
- Les glissements de terrains sur les versants.

Ce PPR est établi dans le cadre de l'article L. 562 du code de l'environnement.

L'objet du présent PPR, est de définir les zones pouvant être affectées par la présence d'anciens cavages et l'extension des assises gypseuses ainsi que les règles à appliquer en vue d'une occupation ou utilisation des sols.

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

I.1 Objet et champ d'application d'un PPR

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 (PPR), *l'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles* engendrés par des phénomènes tels que les affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière.

Un PPR a pour objet:

- de délimiter des zones exposées au risque pris en compte ainsi que les zones non directement exposées au risque 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 existants à la date de l'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Un PPR 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 (PLU) selon l'article R126-1 du code de l'urbanisme. Il a un effet rétroactif puisqu'il peut imposer des mesures aux constructions, ouvrages, biens et activités existant antérieurement à sa publication.

I.2 Procédure d'élaboration et contenu d'un PPR

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 des PPR. Le préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du PPR. Cet arrêté détermine :

- * le périmètre mis à l'étude,
- * la nature des risques pris en compte,
- * le service déconcentré de l'État chargé d'instruire le PPR.

Une fois élaboré, le projet de PPR est soumis au conseil municipal des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.

Le projet de plan est soumis également 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.

1.2.2 Contenu d'un PPR

Le PPR se compose de trois documents réglementaires :

- la note 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 PPR,
- 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.

I.3 Motivation du PPR pour la commune de Grisy-les-Plâtres

Le territoire de la commune de Grisy-les-Plâtres comporte un sous-sol gypseux (formation géologique du Ludien) situé partiellement sous le centre urbain. Ce matériau a fait l'objet d'excavations souterraines à but utilitaire : l'extraction du gypse pour fabriquer, après cuisson et broyage, du plâtre. Ces ouvrages souterrains peuvent être probablement datés des XVIII^{èmes} et XIX^{èmes} siècles. L'accès aux cavages anciens s'effectuait par des puits de service et par une descenderie renfermant un escalier.

Sur Grisy-les-Plâtres, des effondrements de type fontis sont recensés au droit des carrières dès 1873 mais aussi en 1940, 1970, 1977 et 2003.

La commune de Grisy-les-Plâtres dispose d'un document réglementaire délimitant un périmètre de risques liés aux carrières souterraines permettant d'agir en matière de sécurité publique, sur le domaine bâti existant, sur domaine public actuel ou encore sur les emprises pouvant être aménagées à terme et ouvertes au public.

La sensibilité du gypse à la dissolution et l'importante extension des assises gypseuses au-delà des zones de carrière peuvent présenter des risques particuliers lors d'aménagements qui pourraient entraîner un changement de l'occupation des sols ou une occupation permanente de ces zones.

C'est pourquoi, au vu des risques engendrés par la présence de la masse gypseuse, des cavages abandonnés qui y ont été creusés et des zones d'altération possibles, un plan de prévention des risques naturels prévisibles des mouvements de terrains est proposé sur une partie du territoire de la commune de Grisy-les-Plâtres.

Ce PPR permettra de définir des dispositions liées à un zonage du risque :

- * 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 et sur les

observations faites dans l'une des cavités en 1993 lors d'un effondrement survenu dans un jardin. Il n'est ni de la responsabilité ni de la compétence de l'État, d'engager des études particulières au niveau de la parcelle.

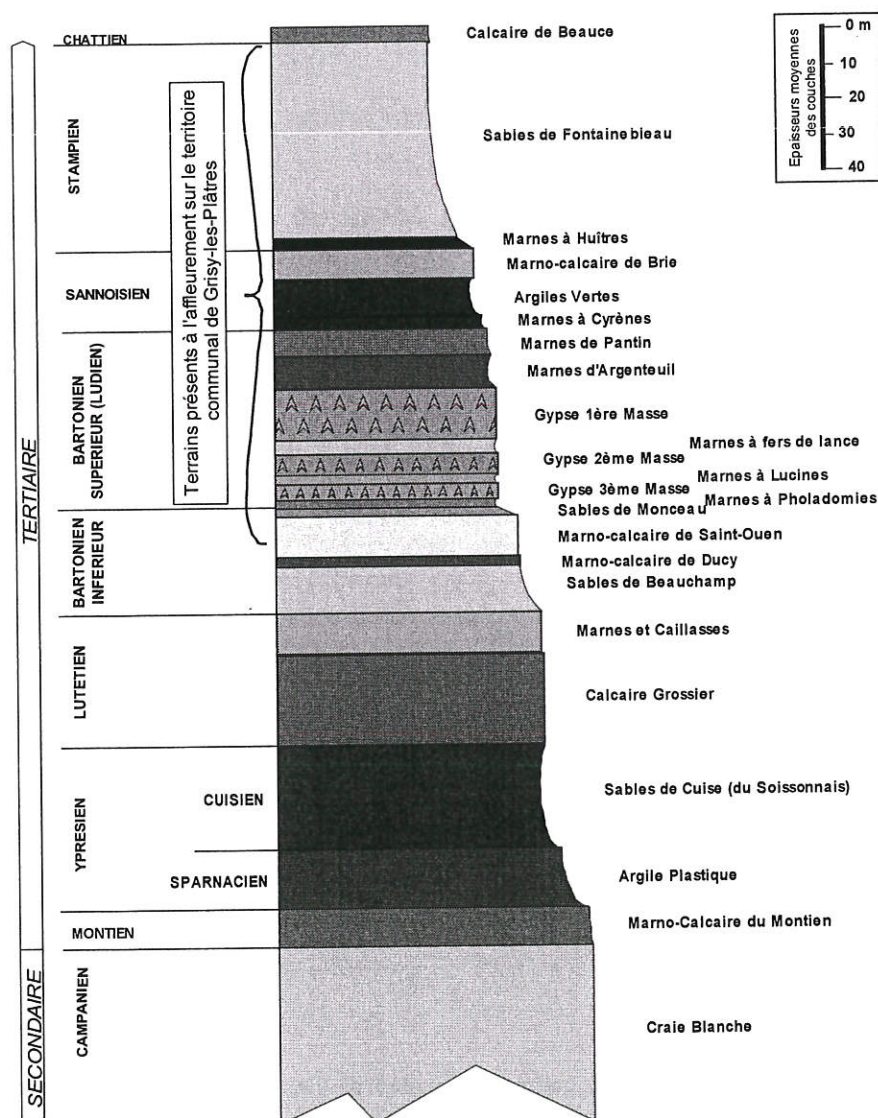
Il pourra être procédé à sa révision notamment en fonction d'éléments nouveaux résultant d'investigations ou d'observations.

CHAPITRE II : CARACTÉRISATION DE L'ALÉA

II.1 Origine du risque

II.1.1 Géologie du site

Les cavités souterraines concernées par l'établissement de ce PPR résultent d'excavations souterraines destinées à extraire le gypse soit la "pierre à plâtre", qui va alimenter toutes les constructions locales et de tous les villages situés autour de la butte.



La masse gypseuse s'inscrit dans la série stratigraphique de l'Ere Tertiaire (voir l'échelle

stratigraphique schématique du Bassin Parisien ci-dessus) qui constitue l'essentiel des roches affleurant dans le paysage vexinois. Ces couches ont été localement affectées par les phénomènes d'érosion qui ont dégagé, à la fin de l'Oligocène, la butte témoin de Grisy-les-Plâtres/Epiais-Rhus dont le détail stratigraphique (de haut en bas) est décrit ci-dessous :

- **Les Sables de Fontainebleau** ne possèdent leur épaisseur complète de 40 mètres qu'à l'Est de Commune au lieu-dit le "Bois du Moulin" où ils ont été protégés de l'érosion par un plaquage résiduel de Meulière de Montmorency. Aux abords du village, l'assise sableuse a été érodée partiellement et les épaisseurs résiduelles sont comprises entre 5 et 20 mètres. Ces sables fins présentent une assez forte teneur en argile brunâtre qui confère une bonne cohésion à l'ensemble de l'assise géologique.

Exposée directement à la pluviométrie, cette couche renferme un aquifère permanent dont l'importance est fonction de l'épaisseur résiduelle de la couche résiduelle de sable. Des sources ou des exsudations de cette nappe perchée sont connues autour de la butte.

Cet aquifère permanent est soutenu par les Marnes à Huîtres peu perméables, peu épaisses, empêchant les percolations vers le bas.

- **Le Sannoisien** est représenté sur moins de 10 mètres d'épaisseur par une superposition métrique du Marno-Calcaire de Brie/Sannois, des Argiles Vertes et des Marnes à Cyrènes.

- **Les Marnes de Pantin**, calcareuses et blanches, sont affectées d'un fin diaclasage sur environ 5 mètres d'épaisseur.

- **Les Marnes d'Argenteuil** atteignent 7 mètres d'épaisseur et présentent des argiles gris-bleu compactes.

- **Le Gypse 1^{ère} Masse** ne dépasse pas 10 mètres d'épaisseur; il est constitué par un sulfate hydraté de calcium qui se présente sous la forme d'un agrégat de fins cristaux élémentaires millimétriques qui confère à la roche l'aspect du sucre (gypse saccharoïde).

- **Les Marnes Infra-Gypseuses** sont constituées par une alternance de résidus des 2^{ème} et 3^{ème} Masses de Gypse et des habituelles Marnes Intercalaires (Marnes à Fers de Lance, Marnes à Lucines et Marnes à Pholadomies); ce complexe n'excède pas 10 mètres d'épaisseur.

- **Les formations de pentes** viennent recouvrir toutes ces assises et elles sont issues de la dégradation superficielle (éboulement, glissement, reptation, etc) des couches en place. L'épaisseur de ces matériaux hétérogènes varie de quelques décimètres au sommet de la butte au niveau des sables à plusieurs mètres dans les versants, en contrebas des formations à prédominance argileuse.

L'ensemble de couches géologiques présente un pendage marqué (moyenne de 1 %) vers le Sud-Ouest en direction du synclinal de la Viosne occupé par cette rivière.

II.1.2 Informations existantes sur les excavations souterraines abandonnées

II.1.2.1 Recensement

La connaissance des carrières souterraines n'est que partielle et repose sur la documentation établie par le carrier et qui fut retrouvée dans les archives des anciens Services des Mines. Cependant, à la suite d'un effondrement survenu dans un jardin en 1993, la recherche d'accès en tréfonds a permis de découvrir fortuitement un ancien puits recouvert qui a autorisé, pour une journée, l'accès à la carrière située au plus près du Château ("carrière Commandeur"). Le puits s'est refermé sur lui-même quelques mois plus tard.

Cette courte incursion dans les cavages accessibles a cependant permis aux intervenants spécialisés de vérifier le plan d'archive qui s'est avéré conforme aux observations, sans toutefois permettre un calage topographique précis. La morphologie générale des exploitations connues permet de penser que les deux carrières principales ont été tracées sensiblement à la même époque.

II.1.2.2 Caractéristiques des excavations

Les carrières souterraines ont été dirigées selon la méthode des piliers tournés avec répartition anarchique des piliers et avec un taux de défrètement moyen dépassant 80 %.

La hauteur des galeries varie entre 2 et 5 mètres (moyenne à 3,70 mètres) et les largeurs de rues sont comprises entre 2 et 6 mètres. L'épaisseur des terrains de recouvrement varie peu, entre 20 et 25 mètres.

Les zones de carrières connues sont au nombre de deux :

- La "carrière Commandeur" située à l'Ouest de la Route Départementale N°922 en direction du lieu-dit "le Château" dont environ 1/3 a pu être visité en 1993 sur les 2 hectares de son extension supposée.

- La carrière s'étendant à l'Est de la RD 922 au lieu-dit "le fond du Pavé" sur environ 1,2 hectares qui ne sont pas accessibles.

A ces deux sites s'ajoute un secteur de carrières supposées au lieu-dit "les vignes de Butelle" qui présente sur moins de 5000 m² une zone d'effondrement caractéristique et aussi deux indices de surface incertains au Sud du Village.

II.1.3 Les désordres relevés en souterrain

Dans la "carrière Commandeur" un ensemble d'indices classiques d'endommagement ont pu être observés. Certains sont anciens et stabilisés d'autres récents et évolutifs :

- Les ciels tombés affectent presque tous les carrefours de galeries mais ils sont presque tous anciens (peu ou pas de blocs au sol) et sont contemporains de la période d'extraction.

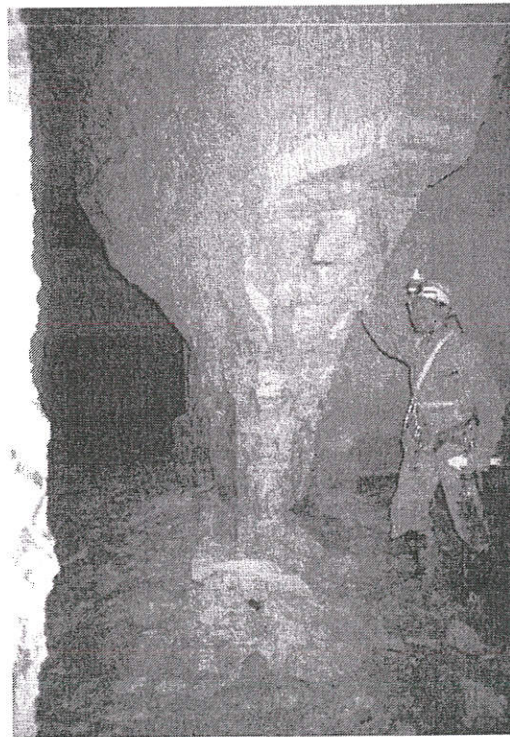
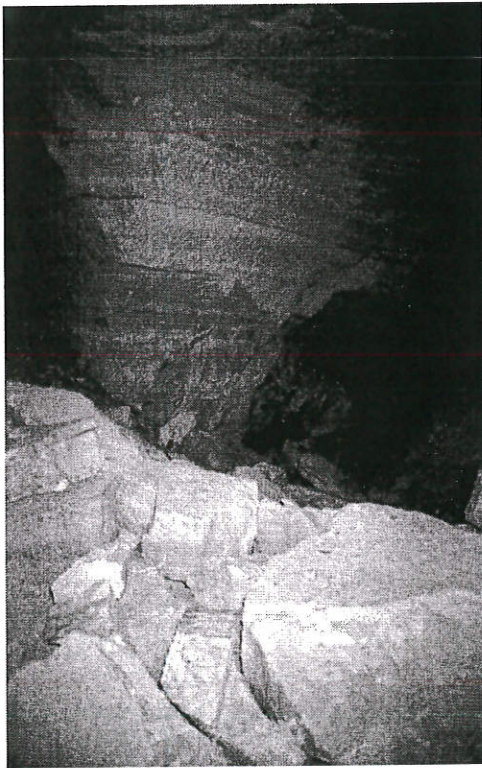
- Les cloches de fontis qui traduisent la remontée d'un ciel tombé dans les terrains de recouvrement sont inexistantes.

- Les fontis constituent les limites nord, Ouest et Sud du cavage, l'Est (du côté de la RD 922) est un front de masse. Tous sont anciens (l'un d'eux est daté de 1872) et sont arrivés à jour comme l'atteste la présence des Sables de Fontainebleau dans les éboulis de quelques accidents.

Vers le Sud d'autres sont beaucoup plus récents et ne montrent, dans leurs éboulis, que les Marnes Supragypseuses de Pantin et d'Argenteuil et les Argiles Vertes. L'épaisseur du recouvrement ne permettant pas un auto-colmatage de la cloche de fontis lors de sa remontée dans les terrains, l'absence de Sables de Fontainebleau laisse supposer que l'accident n'est pas encore arrivé à jour.



*Vue d'une galerie de forme trapézoïdale confortée en 1864
(levée de terre au centre de la galerie).*



Piliers éclatés

- Les sols n'apparaissent pas affectés de phénomènes de poinçonnement des pieds de pilier dans les terrains sous-jacents, ou de soufflage.

- Les Karsts géologiques sont assez nombreux et l'un d'eux a été recoupé par le traçage des galeries (zone Sud). Les anciennes dissolutions naturelles ont créé un chenal de dissolution, en s'appuyant sur la fracturation tectonique naturelle.

- Protégée par un complexe de terrains peu perméables, la masse de gypse n'est pas naturellement aquifère, cependant, les nombreuses remontées de fontis observées ont perforé

et remanié les horizons étanches et la nappe perchée contenue dans les Sables de Fontainebleau est venue se déverser, et continue à le faire, dans la 1^{ère} Masse de Gypse.

Cette eau, peu saturée minéralogiquement, est agressive vis-à-vis du gypse et a provoqué de place en place des dissolutions verticales s'appuyant, ici encore, sur des fractures naturelles.

Cette eau issue de la nappe perchée a perturbé le travail des carriers comme l'attestent les aménagements réalisés par les exploitants qui ont été contraints d'aménager des "levées de terre" (cheminements surélevés), d'équiper un puits profond de 25 mètres pour y descendre 2 corps de pompe animés par un système de tringles, elles mêmes mues en surface par un système de manège, animé par un cheval (puits d'accès de 1993).

Ces installations lourdes montrent que l'eau a occupé longtemps les sols des galeries et contribué à l'accélération de l'endommagement du cavage. En effet, toute roche poreuse susceptible de se saturer perd une grande partie de ses caractéristiques mécaniques.

Lors de l'apparition du fontis de 1970 dans le jardin d'un particulier au Sud de la "carrière Commandeur", l'eau a pu être observée depuis la surface, ruisselante en sol de galerie.

Des confortations ont été édifiées en souterrain au droit de constructions en surface au moyen de moellons de gypse scellés au plâtre (certains sont datés de 1864 à 1884). Ces piliers sont maçonnés "à co ur" et montrent tous un décollement au toit de carrière qui atteste soit d'un défaut de fondation, soit un poinçonnement des sols.

II.1.4 Les dissolutions naturelles

La sensibilité naturelle du gypse à l'eau est intimement liée à ses conditions de formation par précipitation originelle d'ions sulfate et calcium dans une mince tranche d'eau en cours d'évaporation.

La réhydratation provoque une désagrégation de l'architecture cristalline mais aussi une mise en solution des divers éléments vers un nouvel état d'ions.

A travers l'histoire du modelage du paysage le gypse a pu se trouver confronter à la présence d'eaux qui ont pu percoler à travers les terrains et notamment par le biais de plusieurs familles de fractures naturelles qui ont été déterminées par la tectonique locale, certes peu importante, mais suffisamment présente pour avoir affecté toutes les assises géologiques en place et permettre ces circulations de manière continue.

Ces chenaux offrent aux circulations aquifères des directions préférentielles qui les acheminent dans la masse gypseuse. Cependant ces circulations ne peuvent s'opérer pleinement que si la masse gypseuse est directement exposée aux eaux de ruissellement, c'est-à-dire lorsque la couverture naturelle de terrains en place essentiellement argileux a été déblayée par l'érosion.

Les zones exposées de la 1^{ère} Masse de Gypse sont cependant recouvertes, de manière plus ou moins égale, de terrains provenant des assises géologiques sur - incombantes lors du façonnage des versants qui sont constitués par des éboulis de pente sableux auxquels se mélangent des glissements argileux.

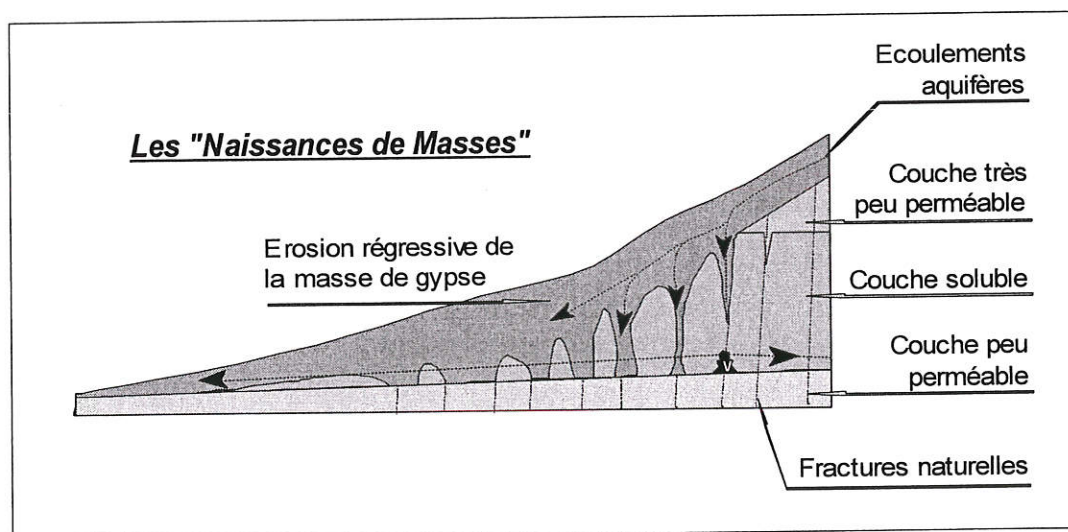
Dans ces secteurs, les eaux infiltrées circulent librement et rapidement dans les fractures maisaturent et percolent très lentement dans la masse même de la roche. Ces deux types de

circulations distinctes conduisent à des résultats complètement différents puisque la saturation de la roche provoque une altération en masse et les circulations libres des dissolutions ponctuelles.

II.1.4.1 *L'altération en masse*

A l'ère Quaternaire et au cours du façonnage du relief par l'érosion, les épisodes glaciaires mobilisent et libèrent de très grandes quantités d'eau qui ruissellent ou s'infiltrent vers la masse gypseuse qui se désagrège lentement par déstructuration du système cristallin.

La masse s'affaisse lentement par perte de matière, se désagrège et les résidus sont évacués au niveau des circulations libres dans les fractures. Ainsi se forment ce que les anciens carriers nommaient les "naissances de masse" qu'ils délaissaient au cours de l'ouverture des carreaux de carrière à ciel ouvert. Toujours au cours du façonnage des versants, les formations superficielles viennent occuper les dépressions et combler les chenaux présents entre les masses résiduelles.



II.1.4.2 *L'altération ponctuelle par karstification*

Sous l'effet des circulations d'eaux libres dans les fractures naturelles de la masse de gypse la dissolution est totale et contribue à élargir progressivement le chenal initial jusqu'à produire des boyaux subverticaux dont le diamètre n'excède que très rarement les 2 mètres.

Ces deux phases de modification des masses de gypses sont aujourd'hui naturellement lentes en raison des conditions climatiques générales qui règnent depuis les derniers grands épisodes froids (environ 12.000 ans).

La plupart des zones d'altération en masse ne sont plus actives par déficit d'apport d'eau en sous-sol, de même que les zones karstiques qui sont soit restées en l'état (c'est-à-dire vides) soit comblés par des écoulements de formations superficielles qui sont venues les obturer.

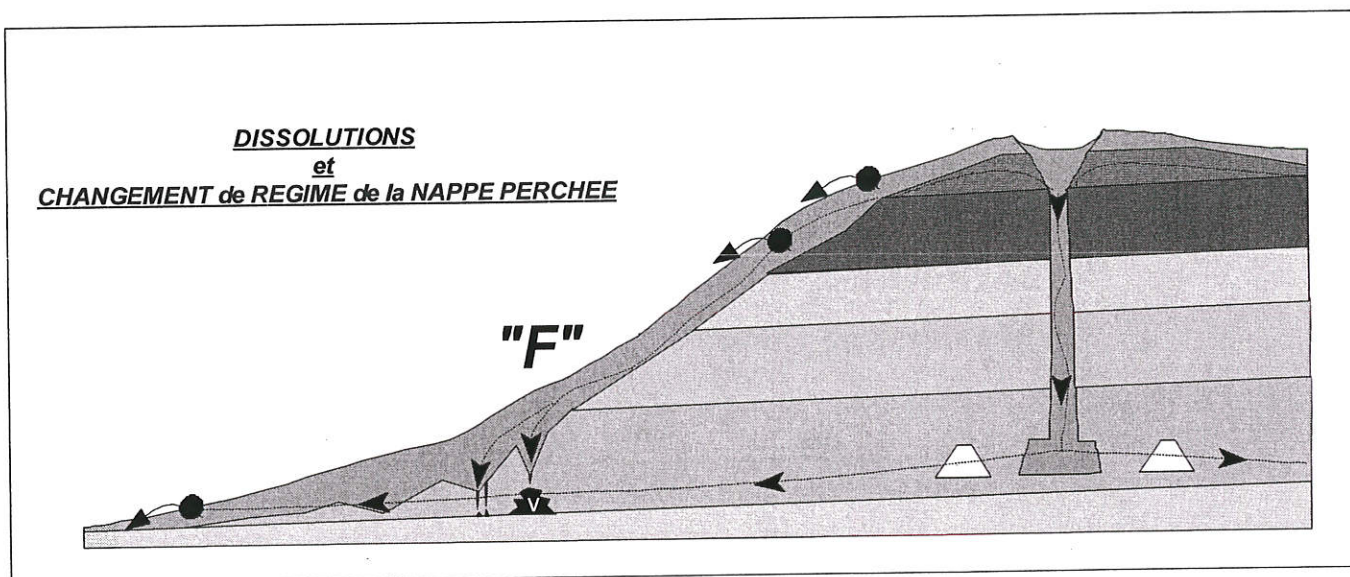
Les quelques circulations d'eau qui subsistent ne sont alimentées que par la pluviométrie qui charge la nappe perchée des Sables de Fontainebleau dont les écoulements naturels diffus à travers les formations de pentes rejoignent les zones d'affleurement résiduel de la masse gypseuse.

Ces circulations (faibles vis-à-vis des événements décrits ci-dessus) n'ont plus un grand

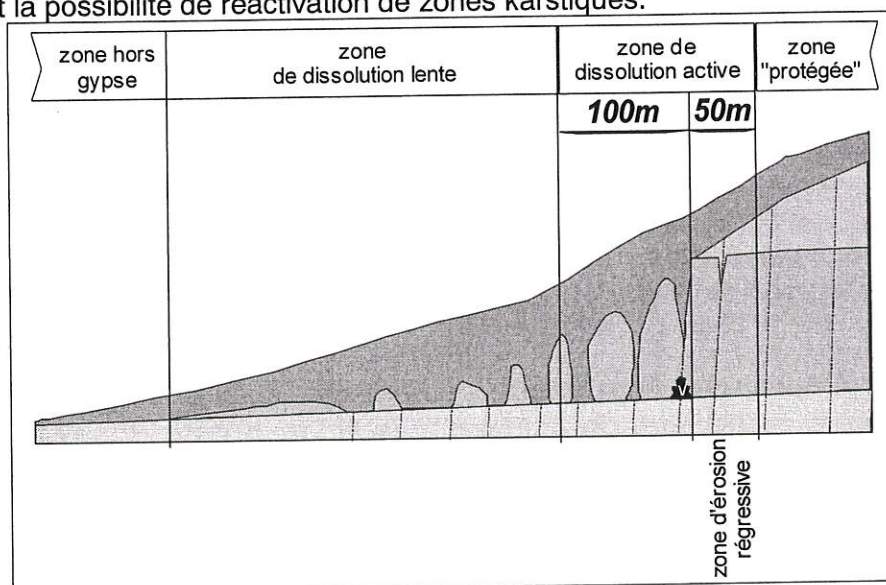
pouvoir de dissolution, dans la mesure où, en arrivant au droit du gypse, elles se sont partiellement sinon totalement saturées sur le plan minéralogique pendant leur cheminement sur et à travers les terrains carbonatés présents sur leurs itinéraires. Elles peuvent tout au plus participer au décolmatage d'anciens karsts comblés par concentration des points d'injection dans le sol et laisser une activité au phénomène.

La présence des carrières interfère sur les cheminements suivis par l'eau lorsque la ruine de la cavité souterraine entraîne la rupture des terrains du recouvrement puis le déversement de la nappe perchée des Sables de Fontainebleau au droit de la carrière souterraine puis, par infiltration selon la direction des pendages, dans la masse même du gypse vers la périphérie de la butte en direction des zones de naissance de masse décrites plus haut.

Dans ce cas précis, les eaux d'infiltration naturelles se saturent très vite et ne participent que très peu à l'évolution des dissolutions.



Le schéma ci-dessus montre l'interférence des remontées de fontis sur le régime général de la nappe perchée et la possibilité de réactivation de zones karstiques.



Le croquis ci-dessus présente la zone dissolution lente correspondant aux secteurs d'altération en masse résiduelle, la zone de dissolution active qui peut renfermer des cavités ponctuelles liées à la karstification, zone qui englobe une activité régressive possible dans la

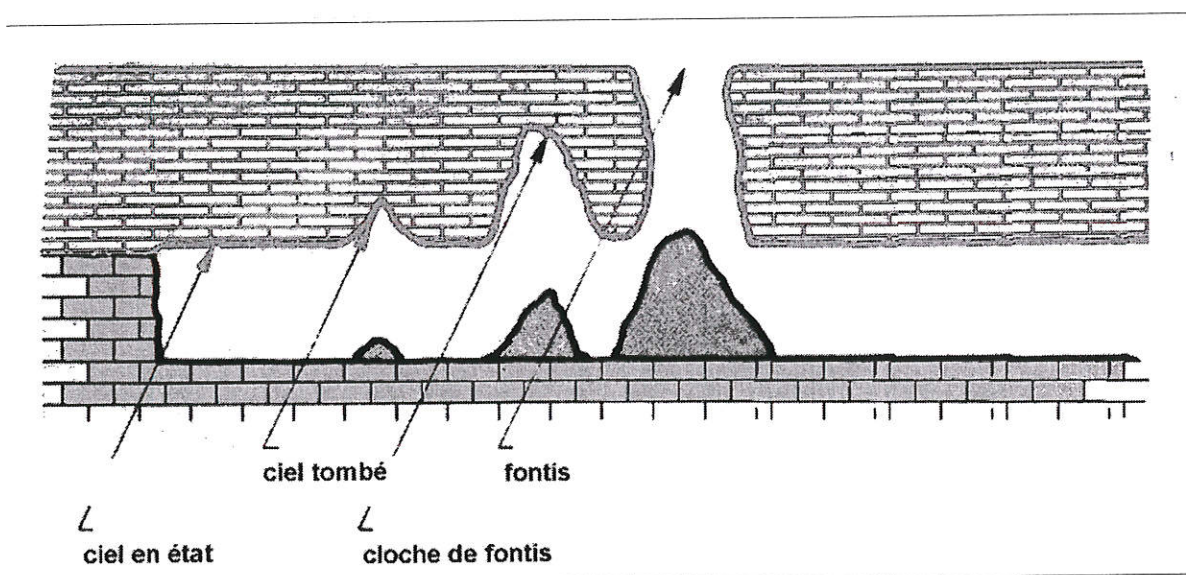
masse de gypse, selon l'orientation des pendages.

II.1.5 Les désordres observés en surface

II.1.5.1 Les effondrements de type FONTIS

Certains des accidents anciens qui sont parvenus en surface ont été remblayés pour permettre la réutilisation de la surface ("carrière Commandeur"), d'autres sont restés en l'état ("le fond du Pavé" et "les Vignes à Butelle")

Les désordres observés font apparaître en surface un effondrement en forme de cratère qui n'est autre que la propagation/aggravation d'un ciel tombé en carrière qui a évolué en cloche de fontis qui, elle-même, est remontée dans les terrains de recouvrement pour provoquer un effondrement brutal et inopiné de la surface qu'est le **fontis**.



La vitesse de progression de la cloche de fontis vers la surface n'est pas connue. En revanche l'évolution est rapide dans les Sables de Fontainebleau en présence d'eau.

Le diamètre instantané du fontis n'est alors pas définitif, il évolue plus ou moins lentement, en fonction de la nature du recouvrement et se stabilise dans le temps pour atteindre un diamètre final souvent très supérieur au diamètre initial. Lorsque les Sables de Fontainebleau sont présents l'angle formé par les flancs du fontis atteint 45° à la stabilisation si les sables sont propres (sans argiles) ou 65° et plus sur l'horizontale s'ils sont très cohérents (cas du site de Grisy-les-Plâtres).

Ce sont des accidents localisés qui peuvent, de proche en proche, s'emboîter les uns dans les autres pour former des dépressions étendues comme on peut l'observer dans la périphérie des cavages "du Fond du Val". Fréquemment les eaux de ruissellement restent piégées dans ces points bas pour y former des mares.

Dans les secteurs où les dissolutions naturelles sont potentiellement encore actives, l'effondrement de cavités franches se manifeste aussi par des fontis ponctuels qui évoluent lentement en mares naturelles, souvent aménagées et entretenues par les anciens agriculteurs.

Même si l'on ne peut pas prédire la venue au jour d'un fontis, une étude statistique de ce phénomène particulier, conduite en 1982 par J-C Vachat à l'Inspection générale des carrières de

Paris, a permis de considérer que la venue au jour se produit si le rapport de la hauteur des terrains de recouvrement (H) sur la hauteur de la galerie (h) est inférieur à 15. A Grisy-les-Plâtres, quelle que soit la situation des carrières, les conditions de fontis sont toujours réunies en raison de la trop faible épaisseur des terrains de recouvrement.

II.1.5.2 Les effondrements généralisés

Lorsque le carrier a trop exploité la masse gypseuse en réalisant des sections de pilier "à minima" et/ou que l'eau a pu parvenir en carrière (saturation et déstructuration du gypse), un ensemble de piliers a pu céder simultanément en entraînant la chute du toit, puis des terrains de recouvrement, sur une surface pouvant être comprise entre quelques centaines de mètres carrés et environ un hectare.

L'accident de surface associé à ce phénomène montre soit une cuvette à fond plat sec dont la périphérie peut présenter quelques petits fontis issus des vides résiduels (cas du secteur de la Vigne à Butelle) soit l'image de grandes mares (cas du lieu-dit le Fond du Pavé).

II.1.5.3 Les affaissements progressifs

Ils sont anciens et manifestent, en surface, la conséquence de la réduction d'épaisseur de la masse de gypse par dissolution; ils sont peu discernables dans la topographie dans la mesure où les ondulations, moutonnements et autres thalwegs sont empâtés par les reptations/glislements de surface des terrains éboulés à prédominance argileuse.

II.2 Quantification de l'aléa

La délimitation des secteurs plus ou moins exposés au risque de mouvements de terrain lié à la ruine d'anciennes excavations souterraines abandonnées et aux dissolutions naturelles du gypse ludien 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 et des terrains affectés de dissolutions.

II.2.1 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, ce n'est pas le cas des mouvements de terrains, et donc des effondrements d'anciennes excavations souterraines abandonnées et des dissolutions naturelles du gypse, pour lesquels aucune étude statistique n'est réalisable.

II.2.2 Nature de l'aléa

II.2.2.1 Sur carrières :

Les aléas affectant les anciennes carrières souterraines abandonnées sur la commune Grisy-les-Plâtres sont l'effondrement localisé appelé fontis et l'affaissement généralisé. Ces mouvements de terrain sont conditionnés par :

** des facteurs déterminants:*

- la connaissance de cavités avérées dans des zones bien localisées,
- l'état de stabilité et les caractéristiques des cavités,
- la probabilité d'existence de cavités non accessibles et non répertoriées dans les secteurs situés dans la zone exploitable du gypse,
- l'occupation en surface.

** des facteurs aggravants /déclenchants :*

- la présence permanente ou non de l'eau (eaux naturelles et parasites),
- l'évolution des charges à la surface du sol.

II.2.2.2 Sur zones de dissolution :

Les aléas concernant les zones de dissolution naturelle du gypse sur le territoire communal sont l'effondrement localisé de type fontis et l'affaissement progressif des terrains de surface. Ces mouvements sont conditionnés par :

- des facteurs déterminants:

- zones de
- la probabilité d'existence de cavités latentes dans la masse gypseuse dans les zones de dissolution,
 - l'état de conservation et les caractéristiques de ces vides anciens,
 - l'occupation de la surface.

- des facteurs aggravants /déclenchants :

- la présence permanente ou non de l'eau (eaux naturelles et parasites),
- l'évolution des charges à la surface du sol.

I.2.3 Probabilité d'occurrence

L'estimation de la survenance d'un fontis s'appuie sur l'analyse du caractère évolutif des cavages et des zones de dissolution, c'est-à-dire les prédispositions à l'endommagement et à l'évolution des vides francs. Cependant toutes les cavités de Grisy-les-Plâtres sont susceptibles de provoquer à terme des venues à jour de fontis.

Le critère déterminant sera donc l'existence de cavités avérées ou probables.

Existence de cavité		Caractère évolutif des excavations
zones de carrières	avérée	Fort
	probable	Moyen
zones de dissolution	probable	Faible

Tableau 1 : Grille d'évaluation du caractère évolutif des anciennes cavités.

II.2.4 L'intensité

Quatre niveaux d'intensité peuvent être distingués selon la faisabilité technique et le coût des mesures de prévention adéquates susceptibles d'être mises en oeuvre.

Niveau de l'intensité de l'aléa		Niveau des mesures de prévention nécessaires	Exemple
E1	faible	10% de la valeur vénale d'une maison individuelle	Confortation partielle d'une cave par piliers maçonnés 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 »

Tableau 2 : Grille pour l'évaluation de l'intensité de l'aléa (document DRM).

Dans le cas des cavités souterraines de Grisy-les-Plâtres, il convient de retenir différents niveaux d'intensité de l'aléa en fonction de l'origine artificielle ou naturelle de ces cavités :

- E3 et E2 en zone de carrières souterraines,
- E2 et E1 en zone de dissolution.

Le coût des travaux de prévention en zone de carrière sera toujours très élevé, compte tenu des techniques à mettre en oeuvre et portant sur des traitements d'ensemble, alors qu'en zone de dissolution, il s'agira plus spécifiquement de travaux ponctuels.

II.2.5 La gravité

L'échelle de gravité des phénomènes 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'événements
H0	Très faible	Accident très improbable (sauf conséquences induites)	Glissements classiques, fluages, tassements, subsidence minière, coulées de boue de faible volume
H1	Moyenne	Accident isolé	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)
-----------	----------------	---	---

Tableau 3 : Échelle de gravité des phénomènes au plan des préjudices humains

Les niveaux suivants seront adoptés selon l'occupation des sols:

- niveau H1 pour les secteurs non bâtis en zone de dissolution et zone de carrière,
- niveau H2 pour les secteurs bâtis en zone de carrière.

II.2.6 Évaluation de l'aléa

L'évaluation de l'aléa s'appuie classiquement sur l'analyse du champ "Probabilité d'occurrence/Intensité". Le critère "intensité" présente plusieurs niveaux selon la zone concernée, c'est donc la probabilité d'occurrence qui établit niveau de l'aléa :

INTENSITE	E3 carrière	E2 carrière	E2 dissolution	E1 dissolution
PROBABILITE d'OCCURRENCE				
Faible à nulle				Faible à nul
moyenne		Moyen	Moyen	
forte	Forte			
très forte				

Tableau 4 : Grille d'évaluation du niveau de l'aléa

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

II.2.7 Qualification du danger

La qualification du danger découle de l'analyse du champ "Probabilité d'occurrence/gravité", analyse qui prend en compte l'occupation des sols. En effet, le danger est fonction de la population fréquentant le lieu : pour un même aléa N le fontis N susceptible de survenir à tout moment, le danger sera plus fort dans une zone pavillonnaire ou industrielle, où la population est présente en permanence, qu'en zone boisée ou agricole où la population n'est présente que occasionnellement. L'absence de probabilité d'occurrence amène à retenir le caractère évolutif des cavités comme critère d'étude.

INTENSITE	Zones non bâties	Zones bâties
PROBABILITE d'OCCURRENCE	Gravité H1	Gravité H2
Fort	Moyen	Fort

Moyen	Moyen	Moyen
Faible	Faible	Faible

Tableau 5 : Grille d'évaluation du niveau de l'aléa

CHAPITRE III: ZONAGE DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

Le périmètre d'étude du PPR concerne sensiblement la moitié du territoire de la commune de Grisy-les-Plâtres.

III.1 Délimitation des zones exposées

Les quatre sous-chapitres suivants sont consacrés à l'apparition de fontis et d'effondrements généralisés en provenance de la dégradation de carrières souterraines abandonnées.

Les emprises des zones effectivement exposées intègrent la géométrie des effondrements susceptibles de survenir ainsi que les effets latéraux à court et à long terme de ces derniers dès lors que le comblement immédiat des cratères ne peut être assuré.

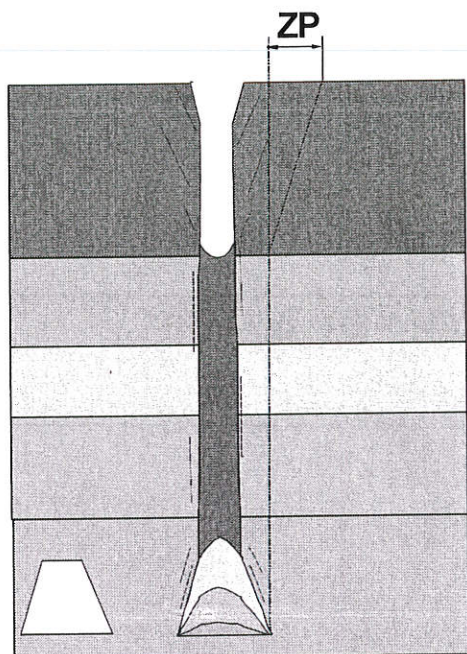
III.1.1 Les emprises sous-minées

Leur localisation a été déterminée à partir des documents archivés par l'IGC. Leurs limites d'extension ne sont pas tracées de façon précise (trait discontinu) puisque les plans n'ont pu être levés ou contrôlés par l'IGC, mais qui ont été établis aussi à partir du recollement d'indices de surface.

III.1.2 Les emprises probablement sous-minées

Les emprises probablement sous-minées correspondent aux terrains situés en continuité, en alignement ou à proximité des excavations connues. Au lieu-dit les Vignes de Butelle, aucune excavation n'est répertoriée mais les indices de surface attestent de l'existence d'un cavage ancien.

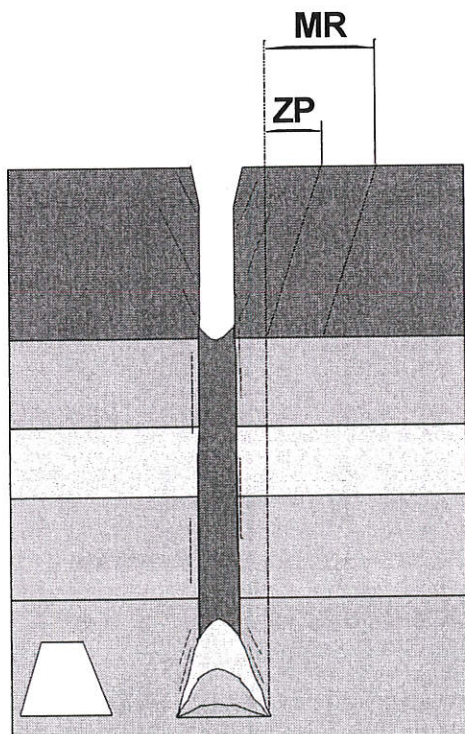
III.1.3 La Zone de Protection (ZP)



Lors de l'arrivée à jour d'un fontis, la périphérie de la cheminée et du cratère du fontis sont affectés instantanément et à court terme de phénomènes de décompression dont l'extension horizontale est fonction, certes de la dynamique même de l'événement, mais aussi et surtout de l'épaisseur et de la nature du recouvrement.

A Grisy-les-Plâtres, les épaisseurs du recouvrement au dessus des carrières ne varient pas de manière importante et l'ensemble de ses caractéristiques mécaniques ainsi que les diamètres moyens des derniers fontis observés depuis 1970 (inférieurs à 10 mètres de diamètre en instantané), permettent de fixer à 10 mètres (valeur égale aux diamètres moyens des accidents cités précédemment) une zone de protection qui borde les limites d'emprises connues ou estimées.

III.1.4 La Marge de Reculement (MR)



Au-delà des effets instantanés ou à court terme, les déformations affectant les terrains progressent lentement aussi bien horizontalement que verticalement à travers le temps (délais nécessaires aux travaux de mise en sécurité).

La marge de reculement est la limite au-delà de laquelle les terrains en place ne peuvent plus subir les effets de l'accident déclaré.

Elle est fixée à 20 mètres de la bordure du cavage considéré soit à 10 mètres au-delà de la Zone de Protection.

III.1.5 Zones de dissolution du gypse 1^{ère} Masse

Au droit des aires d'affleurement/altération de la 1^{ère} Masse de Gypse, autrement dit dans le secteur des naissances de masse deux zones sont distinguées (cf. schéma de la page 13):

- la zone de dissolution géologique lente ou zone d'altération en masse dont la manifestation des effets en surface est aujourd'hui de faible amplitude attendue qui est comprise entre la limite d'affleurement avale et la limite de la zone de dissolution active.

- La zone de dissolution active chevauche la limite d'affleurement amont de 50 mètres au-delà de la limite d'affleurement sous la protection marneuse pour prendre en compte les phénomènes d'érosion régressive et de 100 mètres sous la limite d'affleurement. La zone de dissolution active peut renfermer des conduits karstiques ou des chenaux ouverts pouvant générer des effondrements ponctuels en surface.

Dans ces zones de dissolution active, tous les pompages, de quelque nature qu'ils soient, dans les circulations aquifères sont interdits pour empêcher le renouvellement des eaux potentiellement agressives pour le milieu gypseux.

III 2 Zonage réglementaire du PPR

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

- une zone rouge très exposée : **R**
- une zone bleu foncé moyennement exposée : **B2**
- une zone bleu clair faiblement exposée : **B1**

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

Aléa	Fort	Moyen	Faible à nul
Zones concernées			
Sur carrière avérée et/ou affaissée	R	B2 (MR)	
Sur carrière supposée		B2	B1 (MR)
Zone de dissolution active		B2	
Zone d'altération en masse			B1

Tableau 6 : Grille du zonage du PPR

La **zone Rouge R** comprend les emprises sous-minées avérées, ou affaissées majorées de la zone de protection (ZP).

La **zone bleue B2** correspond :

- à la marge de reculement (MR) des emprises sous-minées avérées, ou affaissées,
- à la zone de carrières supposées majorée de la Zone de Protection (ZP),
- à la zone de dissolution active.

La **zone bleue B1** englobe :

- la Marge de Reculement associée (MR) aux emprises sous-minées supposées,
- la zone d'altération en masse.

En zone R	Toute construction nouvelle est interdite <i>a priori</i> .
En zone B2	Tous les projets, y compris l'extension du bâti existant, feront l'objet d'une étude géotechnique de manière à ce que les fondations spéciales et/ou les superstructures renforcées ne soient pas endommagées par des déformations du sous-sol, même si les déformations attendues sont de faible amplitude. Les travaux éventuels de mise en sécurité des terrains (comblement) seront déterminés en fonction des résultats de l'étude géotechnique. Ils devront être menés avant la construction des projets (voir annexe).
En zone B1	Des fondations et/ou des superstructures destinées à éviter tout endommagement lié à des déformations du sous-sol doivent être réalisées pour tous les projets, y compris l'extension du bâti existant.

III.3 Diminuer/annuler l'événement redouté

Classiquement, les mesures de prévention visent à diminuer ou annuler :

- la survenance de l'événement redouté,
- les effets sur les personnes et les biens (existants et futurs) de l'événement lorsqu'il se manifeste.

Pour les anciennes carrières souterraines abandonnées creusées dans le Gypse 1^{ère} Masse sur la commune de Grisy-les-Plâtres, le premier objectif mentionné ci avant ne pourra pas être envisagé pour les maisons individuelles en raison de la nature et du coût des travaux nécessaires comme le comblement systématique des vides ou le traitement par injections des terrains de recouvrement

De telles mesures de prévention sont recommandées pour les établissements publics comme pour les voies de communication.

Dans ces conditions, il convient de s'orienter vers :

- des dispositions ne mettant en jeu que des moyens plus modestes et donc moins onéreux,
- des restrictions de fréquentation des terrains de surface, y compris ceux jouxtant les constructions situées en zones très exposées ou susceptibles d'être exposées.

Aujourd'hui, tous les anciens ouvrages souterrains sont inaccessibles. Le suivi direct de leur évolution est donc impossible, mais, dans certaines zones, des forages sur implantation choisie pourraient permettre des inspections vidéo-scopiques périodiques qui renseigneraient sur l'évolution de ces vides résiduels.

Le zonage du PPR proprement dit, 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,
- 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.

III.3.1 TRAITEMENT DE L'ACCIDENT

Après analyse de la situation de l'accident et de son évolution probable, et après concertation avec les différents intervenants sur le site, les mesures à prendre dès l'apparition d'un effondrement sont les suivantes:

- à la mairie, dans le cadre des mesures d'urgence de mise en sécurité :
 - délimiter un périmètre de sécurité avec des barrières de police,
 - faire procéder d'urgence au comblement du fontis avec des matériaux inertes pour bloquer l'évolution/extension du fontis,
 - évacuer les habitants dans la zone de l'accident tant que le comblement d'urgence ne sera pas effectué,
- aux propriétaires, dans le cadre des mesures conservatoires :
 - en cas de fuite d'eau dévier provisoirement vers un point d'évacuation toutes les eaux au moyen de tuyaux provisoires aériens, puis, à terme restaurer les évacuations ou les canalisations,
 - faire vérifier l'état et la destination des réseaux internes d'assainissement,
 - rechercher la propriété des carrières compte tenu de la dispersion des fonds sous lesquels elles s'étendent (l'article 552 du Code Civil précise que la propriété du sol emporte la propriété du sous-sol, sauf si une dissociation de la propriété du sol et du sous-sol est mentionnée dans les titres de propriété concernés),
 - faire procéder rapidement, par une entreprise spécialisée, aux travaux de mise en sécurité nécessaires.

III.3-2 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

RECOMMANDATIONS POUR LES RECONNAISSANCES DES SOLS PAR SONDAGES

La reconnaissance des sols demandée doit atteindre plusieurs objectifs :

- * déterminer l'existence des cavages,
- * préciser les contours et l'extension des cavages,
- * connaître leur état de comblement (vide, partiellement remblayé, comblé, etc.),
- * évaluer leur état de stabilité (partiellement effondré, toits effondrés, etc.),
- * apprécier la qualité du recouvrement (terrain décomprimé, amorces de fontis, cloches, etc.).

Il est recommandé de mettre en œuvre les moyens suivants :

- * forage destructif en rotation pure,
- * outil : tricône d'un diamètre proche de 100 millimètres,
- * enregistrement numérique des paramètres instantanés de forages suivants :
 - vitesse d'avancement,
 - pression hydraulique constante maintenue sur l'outil,
 - pression du fluide de forage (si possible eau claire ou boue biodégradable si des problèmes de tenue de parois surviennent).
- * tests de chute libre enregistrés et réalisés "machine chaude" pour chaque forage :
 - tête nue (sans tige),
 - en fond de forage avec le train de tige complet.
- *détermination de la hauteur minimale de vide détectable en fonction du type d'appareil.

Les caractéristiques du matériel mis en œuvre seront fournies avec le résultat des investigations qui présentera :

- * la localisation des sondages sur un plan à l'échelle où figureront :
 - les installations existantes,
 - les installations prévues,
 - les limites de propriété,
 - les voiries,
 - l'orientation.
- * le nivellement approximatif des têtes de sondages
- * les diagrammes d'enregistrement de chaque forage présentant la géologie rencontrée
 - les tests de chute libre,
 - l'analyse géotechnique des résultats, incluant un rapport établi par un géotechnicien dans le cadre d'une mission de type G1 selon la norme NFP 94-500 définissant clairement les travaux de consolidations et / ou de fondations éventuellement à mettre en œuvre.

Ces recommandations sont aussi à appliquer pour les sondages nécessaires à la vérification de la présence d'anomalies détectées par la mise en œuvre de méthodes géophysiques appropriées à la localisation de cavités souterraines.

Des qualifications sont également requises pour le maître d'œuvre des travaux de consolidations et/ou de fondations qui doit intervenir dans le cadre d'une mission de type G3 et G4 selon la norme NFP 94-500.

**adresse de l'Inspection Générale des Carrières:
145/147, rue Yves le Coz 78000 - VERSAILLES. (tel : 01.39.25.12.12).**