

*PLAN DE PREVENTION*

*DES RISQUES NATURELS*

*LIES AUX ANCIENNES*

*CARRIERES*

*COMMUNE DE GAGNY*

MAI 2002

Vu pour être annexé à  
mon arrêté n° 02/2848  
en date du 04/07 2002.

# Sommaire

INTRODUCTION.....	4
<b>1<sup>ère</sup> partie      LES ALEAS LIES À LA PRESENCE D'ANCIENNES CARRIERES.....</b>	<b>5</b>
1. RECUEIL DES DONNÉES.....	6
2. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES DONNÉES .....	6
2. 1. GÉOLOGIE DU SITE.....	6
2. 2. HYDROGÉOLOGIE .....	9
2. 3. MATÉRIAUX EXPLOITÉS ET MODES D'EXPLOITATION.....	9
2. 3. 1. <i>Méthode d'exploitation et taux de défrètement</i> .....	9
2. 3. 2 <i>Inventaire des carrières à ciel ouvert connues</i> .....	13
2.3.3 - <i>Inventaire des carrières souterraines connues</i> .....	15
3. DESCRIPTION SOMMAIRE DES DÉSORDRES .....	19
3.1. GYPSE DU LUDIEN.....	19
3. 2. GYPSE ANTÉLUDIEN (MARINÉSIE ET LUTÉTIEN).....	20
4. ETUDE ET RÉPARTITION DES ALÉAS.....	20
4. 1. DÉFINITION DES ALÉAS.....	20
4. 2. FACTEURS AGGRAVANT LE PROCESSUS DE DÉGRADATION DES CARRIERES .....	25
4. 3. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DE L'ALÉA POUR LES CARRIERES ET LES ZONES DE DISSOLUTION DU GYPSE .....	26
4. 4. CARACTÉRISATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA POUR LES CARRIERES.....	27
4.4.1. <i>Détail des Aléas</i> .....	28
4.4.2. <i>Zones de protection et marge de reculement pour les carrières</i> .....	29
4.5. EVALUATION DE L'INTENSITÉ DES ALÉAS POUR LES MOUVEMENTS DE SURFACE : .....	31
<b>2<sup>ÈME</sup> partie      RÈGLEMENT.....</b>	<b>32</b>
5 DISPOSITIONS GÉNÉRALES DU RÈGLEMENT.....	33
5. 1. PRÉAMBULE.....	33
5. 2. CHAMP D'APPLICATION.....	33
6. GRILLE DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE .....	35
6. 1. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE ROUGE.....	36
6. 1.1 <i>Constructibilité</i> .....	36
6.1.2 <i>Surveillance en surface</i> .....	37
6. 2 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONES BLEUES.....	37
6. 2. 1 <i>Dispositions générales</i> .....	37
6. 2. 2 <i>Prescriptions concernant les biens et activités futurs</i> .....	37

## ILLUSTRATIONS

photo 1 : carrière Saint Pierre - entrée en cavage de la Haute Masse.....	10
photo 2 : zone extrême Est - Saint Gobain .....	14
photo 3 : fracturation du ciel de Haute Masse avec chevillage .....	18
photo 4 : fontis au-dessus de la carrière de Haute Masse de Saint Pierre.....	22
photo 5 : versant Est de la Haute Masse de Saint Pierre .....	24
photo 6 : entrée en cavage de 2ème Masse à Saint Pierre .....	31
Figure 1 : coupe des terrains.....	8
Figure 2 : schéma d'une carrière de gypse à ciel ouvert - entrée en cavage souterrain, piliers tournés et remblais de ciel ouvert.....	11
Figure 3 : détail des différentes masses exploitées.....	12
Figure 4 : le mécanisme d'un fontis .....	21

## Introduction

L'existence d'anciennes carrières souterraines abandonnées dans le département de la Seine-Saint-Denis et sur la commune de Gagny, pouvant être à l'origine de mouvements de terrains, constitue un risque pour les aménagements existants, et une contrainte vis-à-vis de l'occupation ultérieure du sol et du sous-sol.

Dans cette perspective, *ce rapport, après avoir précisé les données géologiques et caractérisé les aléas liés à la présence des anciennes carrières, s'attachera à proposer des dispositions réglementaires concernant l'occupation éventuelle des zones sous-minées.*

La cartographie comprend un report à l'échelle du cadastre (1/5000) des cavités connues à la date de la publication de ce plan. La cartographie est réalisée à partir de l'étude des données disponibles à ce jour. L'analyse critique de ces données permet de définir la grille d'aléas et d'établir la carte correspondante.

Ce document présente l'ensemble des données géologiques, géographiques et historiques qui ont été recueillies sur le territoire de la commune de Gagny. Leur analyse a permis de mettre en évidence les critères d'existence des cavités et les facteurs entraînant leur dégradation.

A partir de ces données de travail, les cartes suivantes ont été établies :

➔ à l'échelle 1/5000 : carte des aléas susceptibles de se produire sur la commune.

➔ à l'échelle 1/5000 : carte réglementaire traduisant les différentes zones sur lesquelles s'appliqueront éventuellement des conditions d'occupation des sols.

Les zones décrites dans le présent document se substituent aux périmètres de risques définis par l'ancien R111-3 du Code de l'Urbanisme (PER) et ne prennent pas en compte les périmètres de risques engendrés par les dissolutions des gypses ludiens et anté-ludiens.

1<sup>ère</sup> partie

**LES ALEAS LIES A LA PRESENCE  
D'ANCIENNES CARRIERES**

# 1. Recueil des données

Cette étape consiste à recueillir le maximum d'informations utiles au recensement des cavités existantes et à la qualification de l'aléa.

Pour cela, la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) a mené une enquête auprès des divers organismes susceptibles de connaître ou d'archiver ce type d'informations. L'Inspection générale des Carrières a réalisé des investigations directes sur le terrain et a exploité ses archives.

Il convient de noter que certains documents consultés sont anciens et peuvent ainsi être incomplets.

Il a aussi été constaté une absence d'informations pour certaines parties de carrières dont l'existence est prouvée ou peut l'être. De la même manière, les limites d'exploitation des carrières à ciel ouvert ne sont pas toujours bien définies.

Les organismes ayant permis de consulter des documents sont :

- Direction départementale de l'équipement de la Seine-Saint-Denis ;
- S.N.C.F. ;
- Les Etablissements Lafarge ;
- La société Marto
- Saint Gobain
- Merkaz Hatorah
- Inspection générale des carrières.

## 2. Présentation et analyse des données

### 2. 1. Géologie du site

La commune de Gagny s'inscrit topographiquement et géologiquement dans une butte-témoin, qui s'étire depuis Belleville à l'Ouest jusqu'à Gagny et de Gagny vers Vaujours à l'Est, dont les axes tectoniques principaux se rencontrent approximativement à Gagny. Cette butte-témoin, composée essentiellement de terrains appartenant au Ludien, est chapeauté par les Travertins de Brie et des argiles vertes voire des glaises qui sont très plastiques et qui ont une tendance à fluer en bordure de versant.

A Gagny, les horizons exploités se situent sur le flanc sud-ouest à sud-est de la butte témoin laissée par l'érosion périglaciaire.

La série ludienne repose sur un ensemble marinésien composé de Marno calcaires (de Saint-Ouen) et de sables (de Beauchamp) recouvrant des Marnes et Caillasses lutétiennes.

Tous ces terrains tertiaires ont été érodés et remaniés durant le Quaternaire pour donner des versants d'une dénivelée supérieure à 50 mètres entre les plateaux du sommet, vers une altitude de 116 m (NGF), et le sol des exploitations à ciel ouvert.

Au niveau des trois sites de carrière répertoriés, les effets de la sédimentologie et de la tectonique sont négligeables pour les épaisseurs des dépôts et leur altitude relative. Par contre, la rencontre des deux axes majeurs tectoniques a joué sur la stabilité des carrières (diaclasses ouvertes, failles...) et très probablement sur l'orientation des entrées en cavage.

Le Ludien et le sommet du Marinésien sont relativement homogènes dans les dépôts. Ils se décomposent en quatre assises ou masses de gypse et cinq couches de marnes à entrefilets gypseux fréquents : les marnes inférieures, les trois marnes intercalaires et les marnes supérieures. Ces horizons ont environ 35 millions d'années et ont au total une puissance avoisinant 50 mètres.

Les trois horizons de gypse ludien ont été entaillés : la Haute Masse, la deuxième Masse et plus rarement la troisième Masse. Ces bancs de gypse sont séparés par un ensemble marneux de 3 à 5 mètres d'épaisseur et surmontent les Marnes Infra-gypseuses, dans lesquelles s'intercalent des bancs de gypse moins épais, inexploitable dans des conditions techniques et économiques satisfaisantes (4<sup>ème</sup> Masse de gypse).

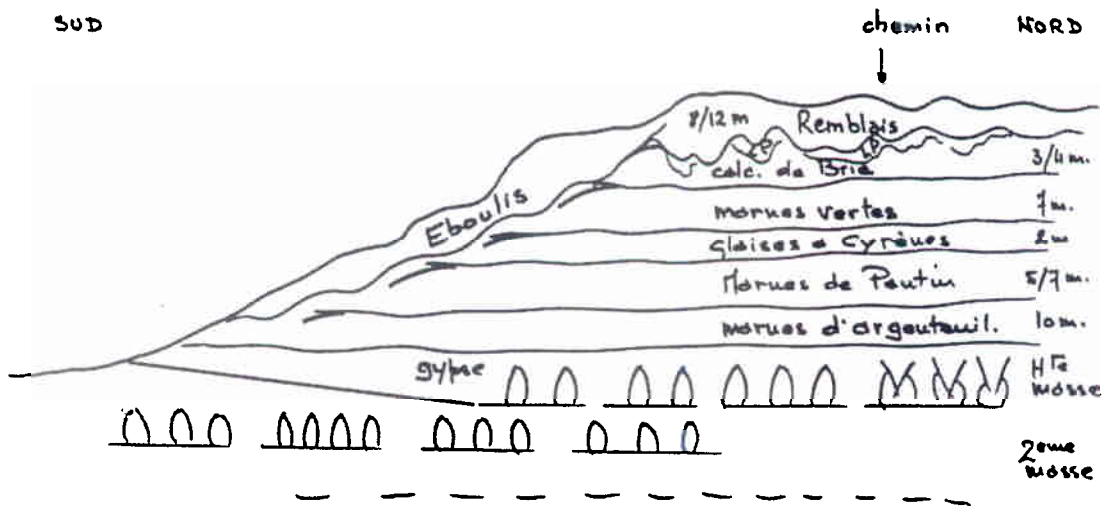
Des marnes supra gypseuses recouvrent le haut des plateaux, zone où il n'y a pas eu d'exploitation en profondeur. Se situent en tête les Marnes dites « de Pantin » qui sont des marnes calcareuses blanchâtres, puis les Marnes dites « d'Argenteuil » bleutées et plastiques qui peuvent renfermer quelques petits niveaux de gypse en base. Cet ensemble est surmonté par des argiles vertes et les Travertins de Brie.

Les formations sous-jacentes au Ludien peuvent également contenir des poches de gypse dit « antéludien », le plus souvent contenu dans le Lutétien, qui se dissolvent lors des circulations d'eau et les mouvements des nappes souterraines. Les formations géologiques susceptibles de renfermer du gypse se rencontrent jusqu'à 60 mètres de profondeur au sud de la carrière de l'Ouest de Gagny.

Toutefois, dans l'état actuel des connaissances géologiques, de tels éléments n'ont pas été observés dans les Marnes et Caillasses du Lutétien, bien que leur épaisseur dépasse 15 mètres, épaisseur minimale pour qu'ils apparaissent. Vers l'Est de Gagny, des sondages carottés de la S.N.C.F. montrent l'existence de ces matériaux gypseux dans les niveaux marinésiens et des dissolutions.

La coupe schématique suivante donne la succession des terrains de recouvrement et les supports des gisements.

Figure 1 : coupe des terrains



Gagny-  
schéma géologique



## 2. 2. Hydrogéologie

Deux nappes principales existent à Gagny :

- la nappe phréatique qui se situe dans les Marno calcaires de Saint Ouen et qui correspond à la nappe générale de cette région de l'Île-de-France ;
- une nappe perchée peu développée, contenue par les aquifères sus-jacents aux Argiles Vertes, essentiellement dans les Travertins de Brie,.

La nappe perchée est alimentée par la pluie efficace du plateau. A l'origine l'eau s'écoulait sur les bordures des plateaux par l'intermédiaire de sources qui ont donné naissance à des thalwegs. Ces sources ayant disparu, ces eaux se perdent dans les formations superficielles et sont probablement à l'origine de la séparation des exploitations Ouest et centre. Elles doivent rejoindre la nappe phréatique en pied de butte au sud des carrières de Gagny. Il est fort probable que des réseaux karstiques se sont constitués en pied de butte dans les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> Masses de gypse.

Toutes ces eaux des terrains de recouvrement se perdent parfois dans les carrières en raison des nombreux fontis atteignant la surface. Le gypse est un matériau soluble dans une eau non saturée en sulfates. Mais dès lors que l'eau est saturée, le gypse se comporte comme un milieu imperméable. On peut donc rencontrer les niveaux de carrière ennoyés dans les zones les plus basses, quelle que soit la Masse considérée.

Il semble qu'il existe à Gagny des circulations de type karstique dans les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> Masses de gypse. Elles entraînent la constitution de vides dans ces horizons et parfois de décompressions dans les marnes sus-jacentes. Le présent document ne traite pas ces circulations et dissolutions.

## 2. 3. Matériaux exploités et modes d'exploitation

### 2. 3. 1. Méthode d'exploitation et taux de défruitement

Les cavités susceptibles d'entraîner des désordres en surface sur le territoire de Gagny concernent le gypse, qu'il s'agisse de cavités anthropiques ou naturelles. D'autres couches géologiques, telles les Marnes Supra-gypseuses, ont pu être extraites à ciel ouvert lors de la découverte du gypse.

L'activité de la majorité des carrières a cessé dans la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle, bien que certaines aient pu être exploitées jusqu'en 1960 environ. Ainsi, différentes méthodes d'exploitation coexistent sur une même carrière en fonction de leur rentabilité et de leur répartition.

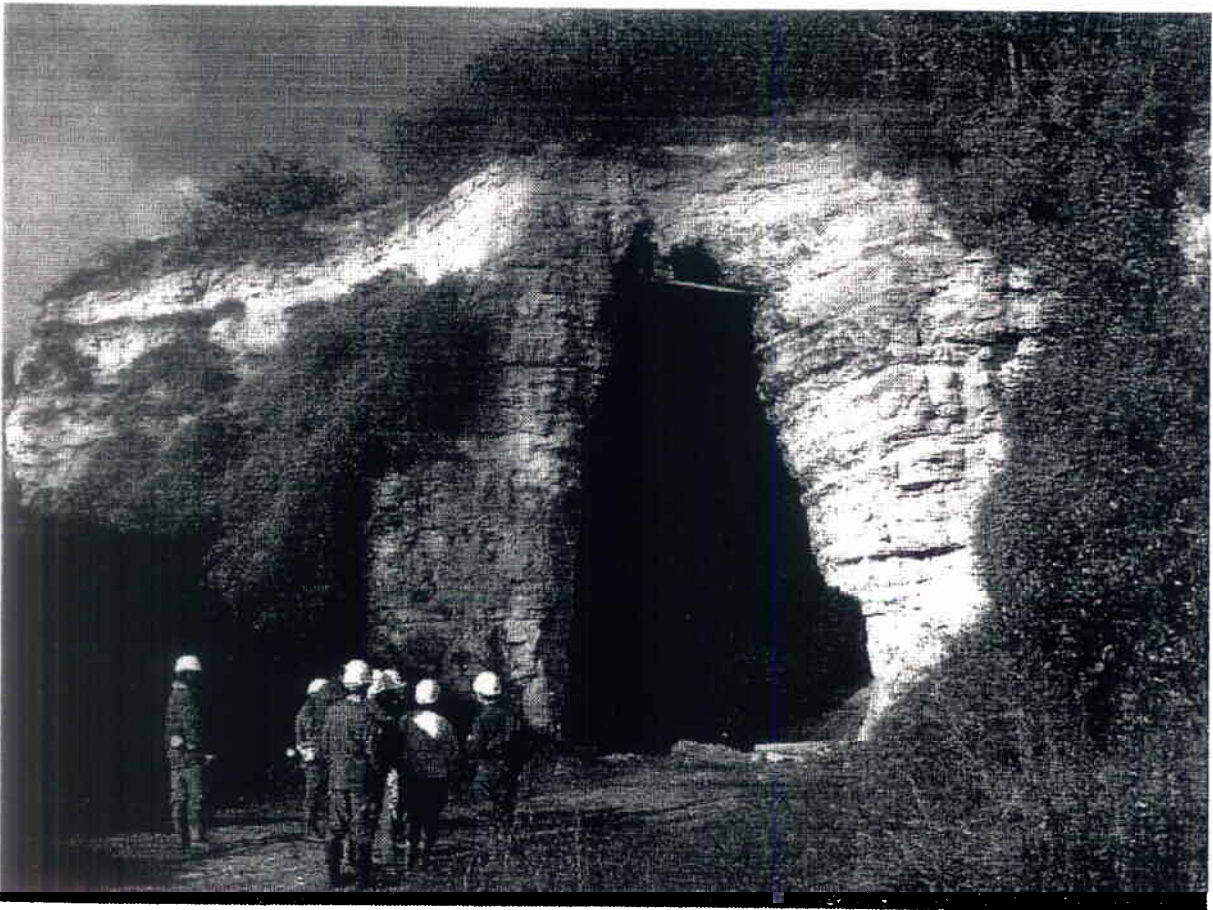
Les modes d'exploitation se sont succédés et ont varié dans le temps d'un lieu à l'autre, mais les principes généraux sont restés semblables.

La méthode la plus simple quand le matériau affleure directement ou que sa faible profondeur le permet, est l'exploitation à ciel ouvert. La carrière est directement à flanc de

coteau. C'est la méthode la plus ancienne. Cette méthode est parfois utilisée lors d'une reprise d'exploitation (dépilage).

Les hauteurs d'exploitation étaient très variables. Les vides créés étaient le plus souvent comblés à l'aide de matériaux divers (déblais, terres stériles du recouvrement... mais aussi avec des gravats, bois, briques et même des ordures ménagères), matériaux ayant des qualités mécaniques variables et souvent très réduites. Les épaisseurs de remblais varient de quelques mètres à 38 mètres, cette épaisseur est particulièrement difficile à estimer quand la carrière a été foudroyée et remblayée par la surface par des remblais de mauvaise qualité.

Le recouvrement augmentant, les carriers ont extrait **en souterrain** le gypse sur 3 niveaux. La Haute Masse a été exploitée intensément sur des hauteurs pouvant atteindre 15 mètres à Gagny. Les deux masses suivantes, moins puissantes, ont été également exploitées. Toutefois, peu d'exploitations de 3<sup>e</sup> Masse sont connues sur Gagny. Aucune trace d'exploitation n'y est connue pour la quatrième masse, très irrégulièrement développée ou faisant même parfois totalement défaut. Dans ce cas le Calcaire de Noisy sous-jacent est plus puissant.



**photo 1 : carrière Saint Pierre - entrée en cavage de la Haute Masse**

Figure 2 : schéma d'une carrière de gypse à ciel ouvert - entrée en cavage souterrain, piliers tournés et remblais de ciel ouvert

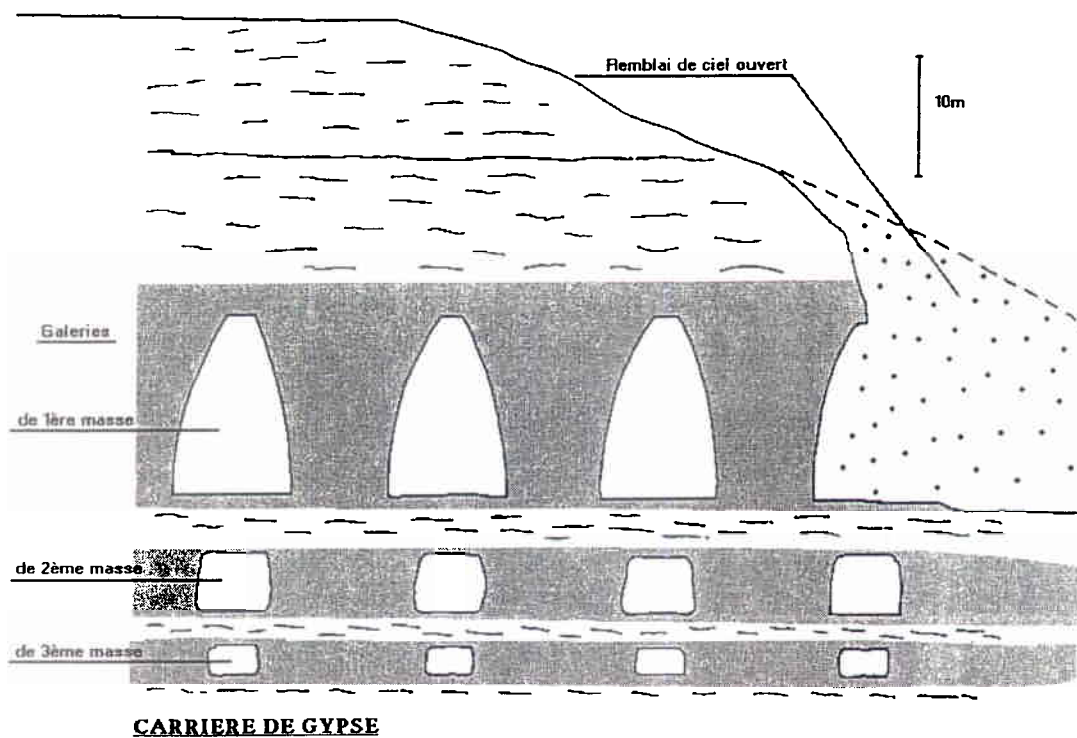
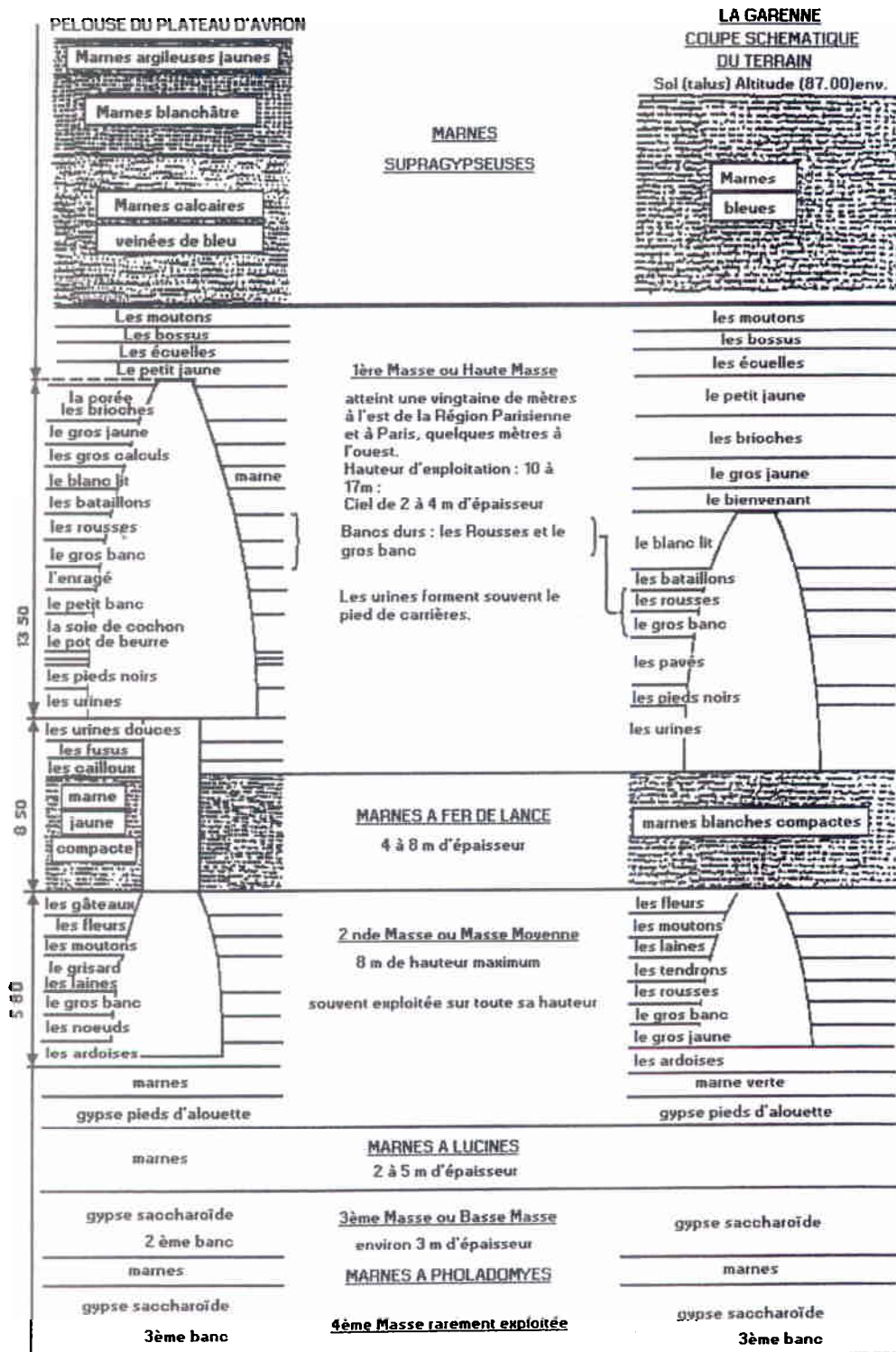


Figure 3 : détail des différentes masses exploitées



Les différentes masses exploitées dans le gypse  
( coupes des carrières de Rosny sous Bois donnant les appellations des carriers )

L'examen des plans et des archives a révélé que l'exploitation a été conduite exclusivement par la méthode dite des piliers tournés (ou piliers abandonnés), avec un taux de défrètement pouvant atteindre 50 à 55 % (carrière du centre). Le taux de défrètement représente le rapport entre la surface des vides et la surface totale de l'exploitation (en considérant les surfaces à 1 mètre du pied de carrière). La méthode des piliers tournés consiste à exploiter le matériau en laissant en place des étaux de masse qui constituent ainsi des piliers naturels.

En vue de réduire la portée du ciel entre deux piliers, précaution rendue nécessaire par la faible résistance à la traction et l'altérabilité du gypse, les carriers ont donné aux galeries une structure ogivale (Haute Masse) ou trapézoïdale (2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> Masses), large à la base et étroite au sommet. Les piliers présentent maintenant des signes visibles d'altération tels que l'écaillage, la fragmentation, la fissuration, voire la ruine totale même si certains piliers ont été ceinturés en béton (ex 2<sup>ème</sup> Masse, carrière de l'Ouest).

L'épaisseur du banc séparatif peut également être faible (cas entre les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> Masses). Dans ce cas, il y a un risque de rupture du banc entre les différents niveaux d'exploitation. De même, le poinçonnement du mur (sol de la carrière) par les piliers est à craindre quand le banc de gypse laissé en base est trop mince.

Les hauteurs d'extraction à Gagny atteignent 15 mètres pour la Haute Masse, 6 mètres pour la deuxième et 2 mètres environ pour la troisième.

Les terrains situés au-dessus des masses exploitées sont de nature marneuse ; leur épaisseur varie entre 15 et 20 m. Rappelons que le recouvrement intervient dans le processus de dégradation par les contraintes verticales (ou obliques en bordure de versant) qu'il induit dans le toit et les piliers, et la rapidité de la venue à jour des fontis. Plus les vides résiduels sont importants par rapport à la hauteur de recouvrement plus la probabilité d'apparition de fontis est forte. La superposition de plusieurs niveaux accélère l'apparition des fontis et accentue leur diamètre.

En fin d'exploitation, la carrière était abandonnée le plus souvent sans remblayage. Afin d'éviter les accidents graves liés à la présence de ces vides souterrains importants, certaines carrières ont subi des « foudroyages », c'est-à-dire la destruction à l'explosif des piliers de carrière afin de provoquer artificiellement l'effondrement des terrains sus-jacents et la disparition des vides.

En pratique, ce procédé, mal contrôlé, laisse subsister des vides entre les blocs de roche fracturés et éboulés et ne conduit pas une stabilité absolue de la surface du sol. Les anciennes exploitations de gypse, foudroyées ou non, constituent toujours une grave menace pour la stabilité du sol, d'autant que les vides sont inaccessibles et ne peuvent donc pas être surveillés. La surface devient très chahutée et les vides arrivés à jour sont souvent remblayés sommairement avec des matériaux de mauvaise qualité.

### 2. 3. 2 Inventaire des carrières à ciel ouvert connues

Schématiquement, en fonction de la géologie et de la topographie du coteau sud de la butte témoin précédemment citée, on peut rencontrer des affleurements de la première Masse mais les autres masses se rencontrent plus rarement directement à l'affleurement.

Toutefois, les deuxième et troisième Masses de Gypse ont apparemment toujours été exploitées à ciel ouvert et en souterrain ou seulement en souterrain à Gagny.

Lorsque le recouvrement est faible, les matériaux ont généralement été extraits à ciel ouvert.

Des carrières à ciel ouvert de la Haute Masse de gypse ont entaillé le versant sud de la butte sur la carrière de l'Ouest et la carrière du centre. Pour la carrière de l'Est, aucune carrière à ciel ouvert n'est connue, mais les falaises laissées en place suggèrent leur existence.

↳ Pour la carrière de l'Ouest, la carrière à ciel ouvert de première Masse de gypse a entaillé la partie Nord-Ouest à partir de l'ancienne plâtrière. Elle correspond à la plus grande partie basse du terrain qui formait une cuvette avant les modifications récentes de la topographie du site.

Schématiquement, elle entaille le coteau sur 1,6 ha environ et s'arrête aux entrées en cavage. Les remblais étaient apparemment peu épais et déposés vers le sud en pente douce pour rejoindre le chemin des Bourdons, vers l'usine à plâtre. Vers l'Ouest, l'exploitation à ciel ouvert s'arrête sur une petite " falaise ". Elle n'a pas été poursuivie en souterrain.

↳ Pour la carrière du centre, l'exploitation à ciel ouvert de Haute Masse se situe à l'Ouest et s'arrête sur les entrées en cavage de la carrière souterraine. Sa délimitation n'est pas connue vers l'Ouest.

Au Sud-Est du site, il existe une zone de remblais importante sans que cela corresponde nécessairement à une carrière à ciel ouvert. Elle pourrait toutefois correspondre à une carrière à ciel ouvert de 2<sup>e</sup> Masse.

↳ Entre la carrière du centre et la carrière de l'Est, une zone rassemble toutes les caractéristiques géologiques et topographiques de carrières à ciel ouvert de 1<sup>ère</sup> Masse et/ou de 2<sup>e</sup> Masse.

↳ Enfin, la toponymie et la topographie portent à croire que des carrières à ciel ouvert ont existé à l'Est des carrières souterraines de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> Masses de gypse à l'Est.



**photo 2 : zone extrême Est - Saint Gobain**

La partie nord de la propriété Saint Gobain est une ancienne carrière à ciel ouvert de gypse de Haute Masse, exploitée jusqu'aux années 1964/65. Elle a été remblayée et compactée de 1973 à 1985.

### 2.3.3 - Inventaire des carrières souterraines connues

Quand le recouvrement est devenu trop grand, l'exploitation à ciel ouvert a été poursuivie en souterrain. C'est le cas de la Haute Masse au Sud et à l'Ouest.

Il existe essentiellement des carrières de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> Masses. La 3<sup>e</sup> Masse n'a apparemment pas de suffisamment bonnes caractéristiques pour avoir été exploitée intensément. Elle est même en partie affectée par des dissolutions.

#### ➔ La carrière de l'Ouest ou carrière dite « Marto » (nom d'un des propriétaires)

Elle a été exploitée sur environ 10 ha. La carrière souterraine s'étend principalement de l'allée de l'Aqueduc et l'allée de la Dhuis vers le sud à la limite des immeubles des Grands Coteaux et vers l'Ouest jusqu'à l'avenue Maurice Prolongée, à l'exception de la rue de la Montagne Savart.

La Haute Masse n'est que partiellement remblayée, parfois avec des matériaux impropres au remblayage. Dans la partie encore visitable, la hauteur des vides résiduels varie de 1,5 à 17 m. Elle est en mauvais état et de nombreux fontis existent dans la partie la plus au Nord vers la limite du Raincy, où le remblaiement est inexistant.

La deuxième Masse de gypse sous-mine la Haute Masse à ciel ouvert dans la partie sud du site vers le chemin des Bourdons et se poursuit sous une partie de la carrière souterraine de Haute Masse. L'exploitation de cette deuxième Masse se scinde en deux parties :

✓ la plus importante fait environ 6,32 ha sur une hauteur résiduelle après exploitation de 2 à 5,6 m. Elle a été partiellement remblayée par son propriétaire actuel qui a fait une descenderie à cette occasion, les matériaux ne sont pas tous propres au remblayage. Le remblaiement a été réalisé avec des engins uniquement à proximité de la descenderie : dans cette zone, des vides résiduels décimétriques (0,5 à 1 m) subsistent en ciel et les remblais ne sont pas tassés.

Cette descenderie a permis un terrassement partiel de cette carrière vers l'ouest sans toutefois atteindre la limite ouest de l'exploitation. Ce terrassement étant assez récent, les nouveaux talus ne sont pas stabilisés définitivement.

✓ la seconde fait environ 0,7 ha et est présumée totalement effondrée, entraînant l'effondrement de la Haute Masse avec elle. D'anciennes photographies aériennes montrent des cratères dans cette zone qui depuis ont été remblayés. Nous ne disposons d'aucun élément concernant le comblement des fontis venus à jour.

La troisième Masse a peut-être fait l'objet d'une exploitation à partir de la carrière de deuxième Masse. L'Inspection générale des carrières ne dispose pas d'information sur cette question : des sondages supplémentaires seraient utiles pour conclure.

En janvier 1996, l'Inspection générale des Carrières a observé un certain nombre de travaux et aménagements réalisés, en violation directe des règles de l'art : creusement d'une descenderie en 2<sup>e</sup> Masse et remblaiement partiel des abords des 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> Masses, avec des matériaux impropres au remblayage (blocs de gypse, produits de démolition, blocs de béton armé, armatures de béton, profilés métalliques, bois, déchets plastiques, ...).

Les matériaux impropres au comblement n'ont pas été retirés.

Le retrait des merlons et des tas de terres et gravats au-dessus de la carrière, et l'interdiction de la circulation d'engins sur les mêmes sites, en raison de l'aggravation des désordres en souterrain, restent nécessaires.

➔ La carrière du centre dit « du Bois de l'Étoile » ou de Lafarge ( 8 et 7,5 ha)

En fonction de la situation des carrières par rapport au chemin du Bois de l'Étoile, la dégradation et le traitement de l'exploitation sont différents :

✓ au Nord, la Haute Masse a été exploitée sur 13 à 18 mètres de haut et a été foudroyée entre 1963 et 1968. Les effondrements arrivés en surface ont été remblayés avec du tout venant et on y retrouve des matériaux de décharge publique. Une autre zone a été foudroyée plus tard (avant 1974) au sud du chemin du Bois de l'Étoile.

Etant donné les quitus du Service des Mines (Arrondissement Minéralogique) en 1968 et 1974, la carrière a été déclarée « mise en sécurité ». Cette mise en sécurité a uniquement fait appel à la technique du foudroyage et au remplissage des vides apparus en surface. Il est d'ailleurs précisé dans ces courriers du Service des Mines que ces travaux « ont permis de rétablir sensiblement le niveau naturel de la surface, sans rendre pour autant ces terrains aptes à tous usages sans travaux de reconnaissance ou confortatif complémentaires ».

✓ au Sud-Est, on retrouve les entrées en cavage en Haute Masse et l'exploitation en souterrain exclusivement en Haute Masse. La partie la plus à l'Est, isolée, est mal connue. Une partie de cette carrière a été partiellement remblayée par terrassement.

✓ à l'Ouest les deux premières masses en exploitation sont superposées. La superposition des piliers est généralement respectée. Apparemment ces galeries sont peu ou pas remblayées.

✓ Au Sud-Ouest, existe principalement l'exploitation de deuxième Masse, localement apparaît sur les cartes une carrière souterraine de troisième Masse assez réduite et mal connue. Cette carrière de deuxième Masse a été en grande partie remblayée par terrassement dans sa partie Est et les fontis ont été traités.



Masses	Altitude du sol de l'exploitation	Hauteur moyenne de galerie	Coefficient d'exploitation	Volume théorique des vides
Haute Masse	68 NGF	13m	0.5	520 000 m <sup>3</sup>
2 <sup>ème</sup> Masse	52 NGF	3.5m	0.55	145 000 m <sup>3</sup>
3 <sup>ème</sup> Masse			?	?

Cette carrière a été partiellement remblayée par son propriétaire au moyen de matériaux inertes compactés (142 000 m<sup>3</sup>) et de sablon humidifié (2 200 m<sup>3</sup>).

Des travaux ont été réalisés de février 1993 à mars 1994 puis en 1998.

➔ La carrière de l'Est dite « Saint Pierre »

Cette carrière est à l'Est de la ville de Gagny. Elle appartient à deux sociétés différentes.

✓ La propriété à l'Ouest :

L'Inspection générale des carrières ne dispose d'aucune information sur des travaux de reconnaissance de sols ou de consolidation de sols qui auraient été réalisés dans cette carrière.

Des visites périodiques de la carrière sont assurées depuis 1991 (fréquence semestrielle environ). Toutefois, l'Inspection générale des Carrières n'est plus destinataire des comptes-rendus de visite depuis 1997.

Un dossier de demande de défrichement a été déposé à la mairie de Gagny le 19 janvier 1998 par France Construction (instruit par l'Inspection générale des Carrières).

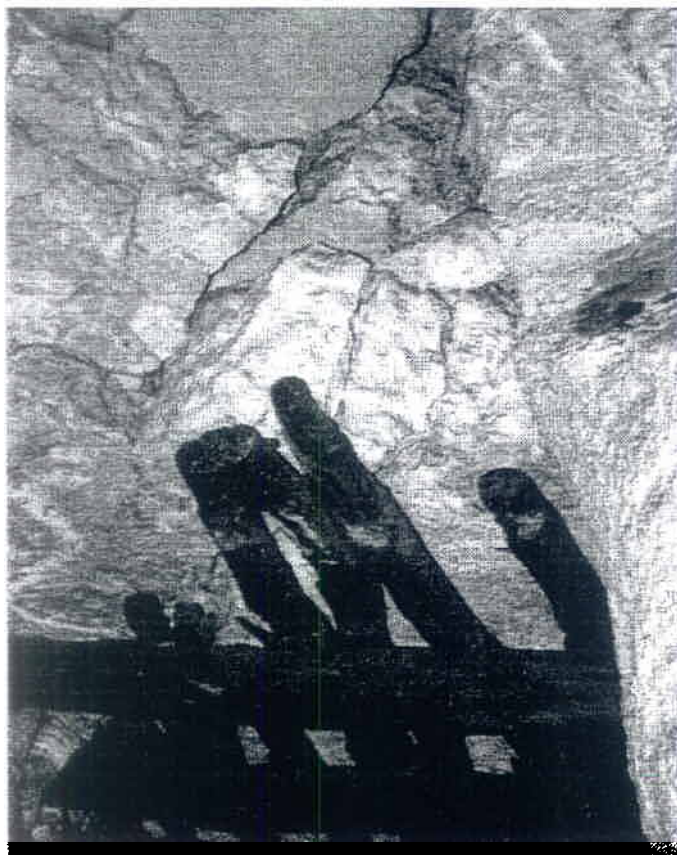
Les deux masses ont des caractéristiques à peu près stables sur l'ensemble du site, répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Nature de la masse exploitée	cote NGF du pied de carrière (en mètres)	hauteur des galeries sous la clé de voûte (en mètres)	Visitable
Première	64	17	Oui
Deuxième Ouest	50	3.5 à 7	Non (entrées en cavage écroulées)
Deuxième Est	50	?	non

Sur ce site, les exploitations ne sont pas superposées. Selon la topographie du site, les carrières de deuxième Masse sont souterraines avec une entrée en cavage individuelle pour 2 carrières. Les carrières ne sont pas remblayées et la partie Est est dangereuse, l'instabilité de son entrée en interdit l'accès.

La Haute Masse est à flanc de coteau et les entrées en cavage se trouvent sur la falaise. Elle est très partiellement comblée avec des engins de terrassement. Le recouvrement de cette exploitation atteint 24 mètres.

Cette Haute Masse présente des fracturations importantes en raison de la proximité du versant et de la tectonique locale.



**photo 3 : fracturation du ciel de Haute Masse avec chevillage**

✓ La propriété de l'Est (Saint-Gobain)

C'est une exploitation souterraine de 2<sup>ème</sup> Masse dont les limites sont assez mal connues et qui est impossible d'accès. De nombreux fontis sont venus à jour et sont encore à craindre. Seule une partie de la carrière a été cartographiée. Le reste est inconnu mais une campagne de sondages de reconnaissance de 1994 a signalé sa présence.

### 3. Description sommaire des désordres

Les désordres de surface (fontis, affaissements, fissurations, ruptures de canalisation, etc) sont consécutifs à la présence de vides dans les bancs de gypse.

Ces vides peuvent avoir deux origines :

- anthropique, l'homme ayant exploité les bancs de gypse en carrières souterraines ou à ciel ouvert (remblais) ;
- naturelle, due à la dissolution du gypse par l'eau.

Les vides peuvent remonter vers la surface après affaissement des terrains qui les recouvrent et provoquer alors une dépression appelée "*fontis*". Les fontis sont des effondrements localisés, de diamètre plus ou moins grand et de forme circulaire. Lorsque l'effondrement concerne une grande partie de la carrière souterraine et se fait brutalement, on parle d'un *effondrement généralisé*. L'apparition de ce phénomène est caractérisée d'une part par une bonne résistance à la traction du banc formant le toit, propriété que ne possède pas le gypse et d'autre part par une exploitation intensive en pied de carrière laissant une couche insuffisamment épaisse en pied pour résister à la surcharge des piliers en place.

Sur la commune de Gagny, le gypse ludien a été exploité en carrière souterraine sur le versant sud des buttes.

Dans les horizons antéludiens (antérieurs au Ludien), en particulier dans les Marnes et Caillasses du Lutétien, on peut rencontrer en région parisienne des lentilles ou des bancs de plusieurs mètres de gypse qualifié de « gypse antéludien », qui n'a pas été exploité mais susceptible d'être affecté par des phénomènes de dissolution.

#### 3.1. Gypse du Ludien

C'est dans cet horizon géologique que se trouvent les différentes masses de gypse exploitées à Gagny et dans la région. Sur la commune de Gagny les vides existants dans cette formation sont essentiellement dus aux carrières de gypse. Toutefois, il existe des vides de dissolution dans ces gypses ludiens, dus à la fracturation de cet horizon et/ou aux écoulements d'eau en base de versants dans les 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> Masses de gypse.

De multiples désordres existent au-dessus des exploitations connues. Ce sont :

- des fontis de faible importance et de faible diamètre ;
- des fontis de diamètre important et avec un effondrement de sol supérieur à 5 mètres de profondeur, pouvant faire des « chapelets » ;
- des zones d'effondrement généralisé provoqué par foudroyage, dont certaines ont été partiellement rebouchées ou nivelées ;

Par ailleurs, certains vides dans le gypse ludien peuvent résulter de phénomènes de dissolution donnant naissance par endroits à des petits réseaux karstiques, dont le vieillissement est similaire à ceux des galeries de carrières.

### 3. 2. Gypse antéludien (Marinésien et Lutétien)

En l'état des connaissances géologiques sur le sud de Gagny, il semble que les Marnes et Caillasses du Lutétien soient assez épaisses pour contenir du gypse. L'unique point de sondages connu à l'Inspection générale des carrières indique une épaisseur des Marnes et Caillasses de 22 mètres. Or plusieurs études géologiques menées à partir de 1967 montrent que si cette épaisseur dépasse 14 mètres, les Marnes et Caillasses contiennent du gypse en lentilles, et si elle dépasse 20 mètres, le gypse est présent sous forme de bancs de plusieurs mètres d'épaisseur cumulée.

De plus, les quelques sondages connus montrent également la présence de gypse dans les Marno-calcaires de Saint-Ouen et dans les Sables de Beauchamp.

Le risque de dissolution des gypses antéludiens existe donc, bien qu'actuellement aucune étude n'ait été menée sur ce sujet. Toutefois le S.D.A.U. de Gagny (Schéma Directeur de l'Aménagement Urbain) fait état d'une « zone favorable à la construction moyennant des précautions particulières au niveau des gypses lutétiens ». Cette zone est reprise dans ce P.P.R.

## 4. Etude et répartition des aléas

### 4. 1. Définition des aléas

Les aléas de mouvements de terrain liés aux exploitations souterraines et à ciel ouvert sont explicités ci-après. Les aléas « carrière » décrits pour les carrières à ciel ouvert ne concernent que celles qui ont été remblayées par les carriers avec des matériaux d'origine diverse et des terrains remaniés laissés sur place, plus particulièrement des stériles contenant encore du gypse.

- **Les fontis** sont des effondrements ponctuels initiés par la rupture progressive des premiers bancs du toit de la galerie ou du vide, par flexion ou par cisaillement sur les appuis, cela en raison d'une largeur de vide excessive eu égard à la résistance des dalles rocheuses en toit. Le processus se développe alors verticalement et provoque la formation d'une « cloche de fontis ».

Figure 4 : le mécanisme d'un fontis



FIGURE 1



FIGURE 2



FIGURE 3



FIGURE 4

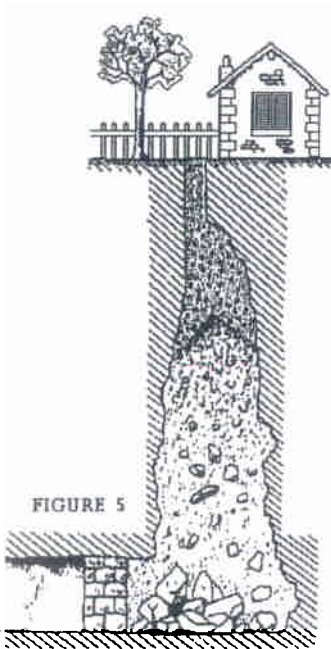


FIGURE 5

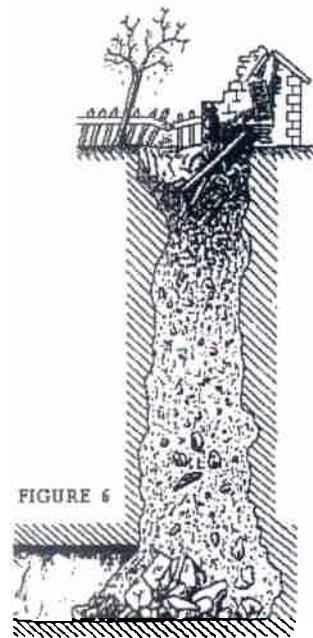


FIGURE 6



**photo 4 : fontis au-dessus de la carrière de Haute Masse de Saint Pierre**

Ce risque est présent sur la commune de Gagny.

- **Les affaissements** sont des désordres ponctuels visibles en surface. Ils se présentent sous forme de cuvettes, et sont consécutifs à la lente fermeture de vides profonds. Ils se forment par ruptures successives des différents horizons formant le recouvrement du vide initiateur.

Il résulte deux phénomènes de remontée de décompression par :

- un fontis d'origine profonde qui s'est auto-colmaté mais qui a décomprimé tous les terrains sus-jacents. Il reste toujours de petits vides résiduels en profondeur qui continuent à évoluer très lentement.

- les horizons sus-jacents au vide initial ne sont pas suffisamment résistants pour que le vide puisse s'agrandir. Les terrains continuent à se décompresser tant que le phénomène initiateur n'a pas cessé.

Son importance varie entre la simple "flache" de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres. Il est peu profond et ne présente pas un danger immédiat de rupture brutale. Toutefois il est nécessaire d'être vigilant et de vérifier toutes les canalisations d'eaux de toute origine, à sa verticale et à sa périphérie immédiate.

- **Les effondrements généralisés** sont susceptibles d'affecter de façon quasi spontanée une superficie de plusieurs hectares. Ils procèdent d'un mécanisme d'ensemble qui concerne la totalité ou une grande partie du volume affecté par l'exploitation. Celle-ci présente une extension horizontale minimale (L) supérieure à la hauteur (H) du recouvrement, ce qui du point de vue de la stabilité correspond à une géométrie dite critique ou supercritique avec un rapport  $L/H > 1$ . Ce type de ruine est lié à l'enfoncement et à la rupture des piliers, qui s'observe au soufflage du mur (enfoncement par poinçonnement des piliers dans un niveau sous-jacent de nature marneuse lorsque la dalle de gypse au mur est d'épaisseur insuffisante).

Etant donné les caractéristiques des carrières de gypse de Gagny, ce cas est peu probable. Il arrive que plusieurs fontis apparaissent le long d'une même galerie mais de façon décalée dans le temps, ce phénomène ne constitue pas un effondrement généralisé. Sur la commune de Gagny les seuls effondrements généralisés observés furent ceux provoqués par foudroyage des piliers.

### • Les zones de dissolution

Le gypse est soluble à 2g/l dans de l'eau pure. Cette solubilité augmente dans une eau chargée. Des réseaux karstiques plus ou moins importants peuvent se développer, en fonction de la dureté des bancs sus-jacents.

La dissolution s'observe essentiellement dans les Marnes et Caillasses lorsqu'elles contiennent du gypse. Toutefois à Gagny, le gypse est également présent dans les deux assises supérieures de l'antéludien : les Marno-calcaires de Saint Ouen et les Sables de Beauchamp (cf. plus haut). Les 3<sup>è</sup> et 4<sup>è</sup>mes Masses de gypse ludien sont affectées également.

Les zones où des vides ont été créés par dissolution sont soumises aux deux premiers phénomènes : le fontis et l'affaissement en fonction de la résistance mécanique à la traction de l'horizon géologique au-dessus du vide qui se forme.

### • les falaises et les glissements de terrain

Les risques significatifs de mouvements de sol sont liés essentiellement à l'exploitation des carrières de gypse qui a engendré des falaises, des talus de déblai trop raides parfois au-dessus des fronts de taille, ou des mises en dépôt anarchiques de stériles.

► A la carrière de l'Ouest, les deux cas de figures rencontrés sont :

#### 1. Zone du talus vers les Grands Coteaux

Il s'agit d'un site où les glissements de terrain sont récurrents en raison de la pente du talus dans les Marnes Supra gypseuses et de la surcharge de terres, et autres matériaux en tête du talus, derrière un merlon. Ce risque de glissement de terrain menace essentiellement la résidence immédiatement au-dessous. Pour ce site l'aléa « glissement fort » (GF) est retenu.

#### 2. Les fronts de taille de la Haute Masse de la carrière de l'Ouest

Ceci correspond à la falaise verticale de gypse de Haute Masse. Elle est surmontée par un talus constitué par les Marnes supra gypseuses généralement peu stables. Le risque consiste en des chutes de blocs lorsque l'on se trouve au-dessous et à proximité de la falaise. L'aléa est un « chutes de blocs modéré » (BM) pouvant faire à longue échéance reculer la falaise au-dehors des limites du terrain et déstabiliser les terrains sus-jacents. Seul le risque de chute de pierres ponctuelle existe. Les personnes travaillant sur le site encourent un danger au cas où elles s'aventureraient au pied de la falaise.

S'ajoute à ces entrées en cavage, le cas des talus créés par le terrassement de la 2<sup>ème</sup> Masse lors de travaux récents. Ces talus entaillent la 2<sup>ème</sup> Masse et les Marnes à fers de lance dans le prolongement des entrées en cavage ci-dessus mentionnées. Cette zone est pour cela classée en aléa fort pour risque de glissement et d'éboulement.

Une partie de ces fronts de taille a été remblayée, ce qui minimise le risque mais ne le fait pas disparaître : les éboulements, dus essentiellement à la dissolution par l'eau des fronts de taille non protégés par les remblais d'apport, entraînent des affaissements en surface. L'aléa se traduit par des affaissements dus à des chutes de blocs dans les remblais. En l'absence de réseaux d'eau enterrés, cet aléa est faible (BFa).

➤ A la carrière du centre

Les entrées en cavage sont noyées dans les remblais de carrière à ciel ouvert, le risque de chutes de blocs est transformé en affaissement de surface, l'aléa est donc le même que précédemment (BFa).

Les remblais de la zone Sud-Est ne semblent pas poser de problèmes de stabilité majeurs.

➤ A la carrière de l'Est

1. Rupture en tête de versant

Sur les talus Est et Sud, au-dessus de la carrière de Haute Masse, ce phénomène concerne des sols argileux (glaises vertes et marnes supra gypseuses) dont les résistances de cisaillement sont faibles et peuvent entraîner un risque de glissement.



**photo 5 : versant Est de la Haute Masse de Saint Pierre**



Ces glissements (solifluxion) sont lents et ne concernent que le reste du terrain vague au-dessus de la carrière ou plus à l'Est un terrain normalement interdit au public. Pour ce site l'aléa « solifluxion faible » (SFa) est retenu.

## 2 –La falaise de l'entrée en cavage

La falaise est en mauvais état et des blocs sont actuellement retenus par des poutres en bois, formant le chevillage et étant en état de pourrissement. Ces blocs risquent de tomber d'une hauteur de 15 mètres environ sur les promeneurs éventuels.

Dans cette hypothèse, le site est classé en l'aléa « chutes de blocs » très fort (BtF), qui nécessitera une purge ou tout autre mode de mise en sécurité. Il convient d'interdire la circulation sous ces entrées sauf aux personnes accréditées.

### • Risque tassement et de glissement dû aux argiles

Sur la commune de Gagny existe aussi un large affleurement des Glaises Vertes et de Marnes à Cyrènes. Ces argiles sont gonflantes et fluent rapidement lorsqu'elles sont soumises aux conditions météorologiques, à l'affleurement et à faible profondeur. Les zones de risque sont approximativement situées entre les cotes +95 et +105 NGF.

En ce qui concerne ce risque, lié à la sécheresse, la commune de Gagny est classée en zone d'aléas fort par le DDRM et en zone « favorable à la construction sous réserve d'une étude approfondie des versants » dans le S.D.A.U.. Il sera classé en aléa faible de surface.

## 4. 2. Facteurs aggravant le processus de dégradation des carrières

De quelque nature qu'ils puissent être, les processus de dégradation des carrières qui engendrent des situations accidentelles, résultent souvent d'une combinaison entre une ou plusieurs configurations défavorables susceptibles de modifier les conditions d'équilibre du milieu et d'accélérer la rupture. Ces configurations sont généralement dues au contexte géologique, hydrogéologique du site mais aussi géographique et humain :

∞ Les zones où des exploitations à ciel ouvert ont été ouvertes puis remblayées avec des matériaux perméables ou gypseux, présentent de forts risques d'infiltration d'eau. Or, la présence d'eau peut avoir une grande influence sur les propriétés mécaniques des terrains de recouvrement et donc sur la stabilité des ouvrages.

∞ La topographie du site et l'occupation du sol influencent également l'intensité de la dissolution du gypse car elles conditionnent l'infiltration et la circulation des eaux. Ainsi, les dissolutions sont d'autant plus fortes que l'eau se renouvelle rapidement ; de l'eau qui stagne longtemps dans le sol ne dissout plus le gypse environnant une fois saturée.

∞ L'absence d'assainissement dans les zones urbaines, les fuites de réseau, des cuves non étanches, sont des facteurs aggravants non négligeables puisqu'ils représentent autant de sources d'eau non saturées en sulfates dans le sol.

∞ Les circulations d'eau entraînent également toutes les particules fines argileuses ou silteuses qu'elles rencontrent dans le sol et provoquent l'apparition de décompressions dans les horizons traversés.

∞ Dans les zones où la couverture est importante, la dissolution du gypse est peu probable sauf autour des fontis.

∞ La déclivité, les talus non soutenus, les falaises laissées à nu dans des terrains gypseux.

### 4. 3. Méthodologie d'évaluation de l'aléa pour les carrières et les zones de dissolution du gypse

Un aléa est une notion complexe qui dépend de plusieurs critères essentiels influant sur la gravité (ou l'intensité) du phénomène attendu.

Les critères à prendre en compte pour évaluer l'aléa sont de trois types :

- ① la présence de cavités,
- ② le contexte géologique et hydrogéologique de l'environnement,
- ③ la présence de facteurs aggravants

#### ① présence de cavités, anthropiques ou naturelles

Compte tenu de l'échelle de travail (1/1000), on admettra que toutes les cavités sont semblables : leur taux de défrètement moyen avoisine 50 à 55 % et les planches au toit et au mur n'excèdent pas 1 mètre.

Les critères géométriques de l'exploitation (section des galeries, disposition des piliers, épaisseur des bancs) ainsi que les critères géotechniques (comportement mécanique, état d'endommagement des toits, des piliers, épaisseur des bancs résiduels) sont déterminants pour l'évaluation de l'aléa.

#### ② puissance et nature du recouvrement

La hauteur de recouvrement (puissance) ainsi que ses caractéristiques géologiques permettent également de caractériser l'aléa.

Ce dernier est très variable, si :

- la carrière est à faible profondeur ;
- le front de taille est peu protégé par des couches argileuses imperméables ;
- l'exploitation est à ciel ouvert et que les remblais de comblement sont des matériaux hétérogènes parfois perméables ou gypseux permettant des dissolutions ou des embarquements d'éléments fins.

#### ③ facteurs aggravants

Ils ont été détaillés dans le paragraphe précédent. Il s'agit essentiellement de la présence d'eau qui peut avoir une grande influence sur les propriétés mécaniques des terrains, et donc sur la stabilité des ouvrages.

Pour une carrière souterraine de gypse par exemple, les couches imperméables des terrains de recouvrement la protégeront de l'altération des eaux météoriques

**Sur ces bases, on peut considérer que les risques de fontis et/ou d'affaissement sont très élevés sur toutes les zones concernées par les anciennes carrières souterraines vides ou partiellement remblayées.**

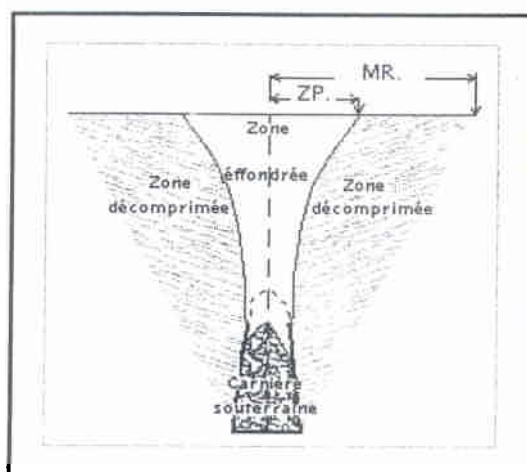
#### 4. 4. Caractérisation et cartographie de l'aléa pour les carrières

Nous avons retenu quatre niveaux d'aléas (très fort, fort, modéré, faible), une zone de protection et une marge de reculement.

La zone de protection (ZP) correspond à la bande de terrain susceptible de s'effondrer avec la venue à jour d'un fontis.

La marge de reculement (MR) représente la bande de terrain où la venue à jour d'un fontis a une influence.

Ces deux zones sont définies à partir de la limite connue de la carrière (front de taille).



Les grilles ci-dessous présentent les 4 niveaux d'aléas, liés aux carrières, retenus en fonction des critères énoncés précédemment.

## QUATRE NIVEAUX D'ALEAS

Ces niveaux d'aléas ont été cartographiés à l'échelle 1/2000.

NIVEAU DE L'EXPLOITATION	à ciel ouvert	sous faible recouvrement	sous fort recouvrement
Présence de carrières non consolidées	Fort	Très fort	Fort
Présence de carrières consolidées ou remblayées	Faible à modéré	Faible à fort	Faible à modéré
Présence de carrières supposée	Modéré	Fort	Faible à modéré

Une carrière est dite « remblayée » lorsqu'elle a fait l'objet de travaux de remblaiement mais que des vides résiduels décimétriques peuvent subsister.

Une carrière est dite « consolidée » lorsque les vides résiduels d'après remblaiement ont été comblés et clavés, que les remblais de carrières et les terrains décomprimés ont été traités par injection sous pression.

### 4.4.1. Détail des Aléas

Sont classées en **aléa très fort** :

- Les zones de carrières souterraines non consolidées, non remblayées, où le risque de fontis et/ou d'affaissement est par conséquent très grand ;
- Les zones de protection autour des carrières souterraines classées en aléa très fort.

Sont classées en **aléa fort** :

- Les carrières de gypse à ciel ouvert dont les limites sont connues et n'ayant pas fait l'objet d'aucun traitement particulier,
- Les zones de carrières souterraines non consolidées, non « remblayées », où le recouvrement est important,
- Les zones de carrières souterraines « remblayées »
- Les zones de carrières souterraines foudroyées, déclarées par le Service des Mines comme mises en sécurité, dans la mesure où des campagnes de reconnaissance et de

confortation seront mises en œuvre avant toute utilisation. Les vides résiduels seront à rechercher en priorité à proximité des fronts de taille, plus particulièrement ceux qui délimitent la carrière à l'Est (apparition d'un fontis en août 2001).

- ➔ Les zones où l'existence de cavités est probable (ancien plan, indices en surface...) mais dont les limites n'ont pas été reconnues, et où le risque de fontis et/ou d'affaissement est grand,
- ➔ Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en aléas forts.
- ➔ Les marges de reculement autour des carrières souterraines classées en aléa très fort (du fait de la décompression éventuelle des terrains en cas de fontis),

Sont classées en **aléa modéré** :

- ➔ Les carrières souterraines remblayées par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire sans clavage, sous fort recouvrement.
- ➔ Les carrières de gypse à ciel ouvert dont les limites sont mal connues ou traitées mais non injectées,
- ➔ Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en l'aléa modéré,
- ➔ Les marges de reculement autour des carrières souterraines classées en aléa fort,

Sont classées en **aléa faible** :

- ➔ Les zones où l'existence de cavités est probable, mais dont les limites ne sont pas connues, et où le risque de fontis et/ou d'affaissement est faible du fait de la hauteur de recouvrement importante.
- ➔ Les carrières consolidées (souterraines ou à ciel ouvert).
- ➔ Les zones anciennement incluses dans le périmètre de l'ancien article R111-3 du Code de l'Urbanisme, valant PPR en phase transitoire. Aucune information ne permet de les classer en zone hors carrière de façon définitive.
- ➔ Les marges de reculement des zones classées en aléa modéré

#### **4.4.2. Zones de protection et marge de reculement pour les carrières**

##### **Zone de protection**

Il s'agit de la bande de terrain, bordant les emprises sous minées, susceptible de s'effondrer durant, ou relativement peu de temps après la survenance d'un fontis (voir schéma plus haut).

Le délai d'apparition de ces effondrements, et l'extension horizontale de ceux-ci, sont fonction de la dynamique de l'événement.

Ce débord est dimensionné à partir d'une estimation du diamètre des fontis formés en surface, repérés sur les photographies aériennes et sur les observations directes du terrain. Sa largeur est fixée à :

- ZP = 0 mètre pour la carrière consolidée (aucun vide ne subsiste) et les entrées en cavage ;
- ZP = 5 mètres quand la carrière est remblayée ;
- ZP = 10 mètres quand la carrière est foudroyée en 1<sup>ère</sup> Masse, ou qu'on se trouve en présence que de 2<sup>ème</sup> Masse ;
- ZP = 20 mètres dans les autres cas.

Quand les dénivellations topographiques le permettent, la largeur de cette zone est réduite, en fonction de la pente.

### **Marge de reculement**

Elle représente en matière de mouvement, la zone d'influence d'un événement qui s'est produit en surface, ou qui est susceptible de se produire (voir schéma plus haut) ;

Au-delà de cette zone, aucun désordre n'est à craindre pour les aménagements de surface.

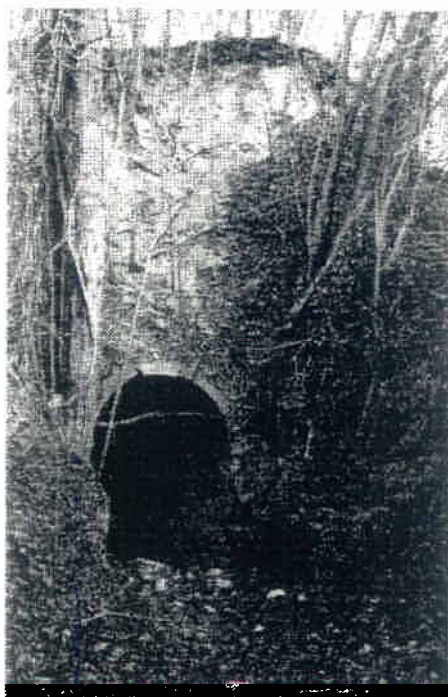
La largeur de cette bande de terrain exposée aux effets latéraux des effondrements est fixée :

- à 0 mètre dans le cas des carrières consolidées et des entrées en cavage ;
- à 10 mètres dans le cas des carrières remblayées ;
- à 20 mètres pour les carrières foudroyées de 1<sup>ère</sup> Masse, ou uniquement de 2<sup>ème</sup> Masse ;
- à 40 mètres dans les autres cas.

	0 mètre	5 mètres	10 mètres	20 mètres	40 mètres
ZP	Carrière consolidée et entrée en cavage	Carrière remblayée	Carrières foudroyées ou 2 <sup>ème</sup> Masse	Tous les autres cas	-
MR	Carrières consolidées et entrées en cavage	-	Carrière remblayée	Carrières foudroyées ou 2 <sup>ème</sup> Masse uniquement	Tous les autres cas

**4.5. Evaluation de l'intensité des aléas pour les mouvements de surface :**

<b>Niveau d'aléa</b>	<b>Mouvement de sol</b>		
Fort à très fort	éboulement	glissement	chute de blocs
Modéré			chute de blocs
Faible		solifluxion	Affaissement dû aux chutes de blocs dans les remblais



**photo 6 : entrée en cavage de 2ème Masse à Saint Pierre**