

Vu, pour être annexé à mon arrêté de ce jour,

Le 2 juin 2006

Pour le Préfet des Hauts-de-Seine

et par délégation
Le Secrétaire Général

signé :

Philippe CHAIX

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté • Egalité • Fraternité

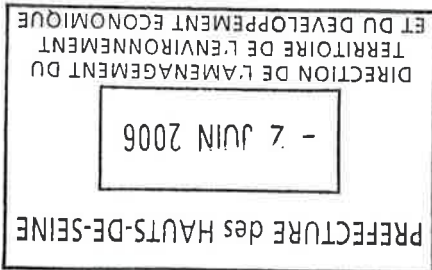


PREFECTURE DES HAUTS-DE-SEINE

PLAN DE PRÉVENTION DU RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN

SAINT - CLOUD

ANCIENNES CARRIÈRES ET GLISSEMENTS DE TERRAIN



direction départementale
de l'Équipement
Hauts-de-Seine



groupe études et
prospective
Atelier Urbanisme et
Habitat

Note de Présentation

APPROUVÉ PAR ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 02 JUN 2006



JUIN 2006

Pour ampliation

Pour le Préfet et par délégation,

Le Directeur de l'Aménagement du Territoire, de
l'Environnement et du Développement Economique

Bruno DARGNIES

Sommaire

3	INTRODUCTION.....	30
1	ELÉMENTS DE CADRAGE.....	
1.1	Les objectifs d'un plan de prévention des risques.....	4
1.2	Fondements réglementaires du plan de prévention des risques.....	4
1.3	Objet du présent PPRMT.....	5
2	PÉRIMÈTRE D'ETUDE.....	7
2.1	Données géographiques et topographiques.....	7
2.2	Contexte géologique.....	8
2.3	Contexte hydrogéologique.....	9
3	IDENTIFICATION DES PHÉNOMÈNES ET DES ALÉAS LIÉS À LA PRÉSENCE D'ANCIENNES CARRIÈRES.....	11
3.1	Analyse des phénomènes.....	11
3.1.1	Matériaux exploités.....	11
3.1.2	Méthode d'exploitation.....	11
3.2	Etude et répartition des aléas liés à la présence d'anciennes carrières.....	13
3.2.1	Définition des aléas.....	13
3.2.2	Facteurs aggravant le processus de dégradation des carrières.....	16
3.3	Évaluation de l'aléa pour les carrières.....	17
3.4	Caractérisation et cartographie de l'aléa pour les carrières.....	18
3.4.1	Détail des aléas.....	19
4	IDENTIFICATION DES PHÉNOMÈNES ET DES ALÉAS LIÉS AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN.....	21
4.1	Description des désordres.....	21
4.1.1	Typologie de glissements de terrain.....	21
4.1.2	Désordres inventoriés.....	23
4.2	Qualification de l'aléa.....	24
5	DISPOSITIONS RETENUES POUR LE ZONAGE ET LE RÉGLEMENT.....	26
5.1	La cartographie des aléas.....	26
5.2	La cartographie des enjeux.....	26
5.2.1	Description de l'occupation du sol.....	26
5.3	Le croisement aléas et enjeux.....	27
5.4	Le zonage réglementaire.....	27
5.5	Le règlement.....	28

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Sources : Mairie de Paris - IGC

Direction Régionale de l'Équipement de l'Île-de-France - LREP

Figure 1 : extrait de carte mis à jour à partir du récolement de travaux en souterrain.....	5
Figure 2 : Contexte topographique (échelle verticale déformée trois fois).....	7
Figure 3 : Contexte morphologique et tectonique de la région parisienne.....	8
Figure 4 : Réduction de l'épaisseur des couches géologiques à l'approche de l'anticlinal de Meudon (d'après Feugueur en 1974 – Rapport pour la SNCF « étude de la zone du tunnel.....	9
Figure 5 : Une galerie dans une carrière exploitée par hagues et bourrages.....	12
Figure 6 : Fatigue d'une galerie en front de taille.....	13
Figure 7 : Fontis sous la rue Pozzo di Borgo, avant comblement.....	14
Figure 8 : Mécanisme d'un fontis.....	14
Figure 9 : Maçonnerie de consolidation.....	16
Figure 10 : Dégénération du ciel de carrière le long d'une diaclase ouverte.....	16
Figure 11 : Racines d'arbre en carrière.....	17
Figure 12 : Schéma Zone de Protection - Marge de Recul.....	18
Figure 13 : Fluage des matériaux argileux sous charge.....	21
Figure 14 : Terminologie spécifique d'un glissement.....	22
Figure 15 : Schéma type d'éroulement par glissement d'une couche tendre.....	23

Photographie couverture : Carrière de Calcaire Grosseir, secteur Villa Preschez à Saint-Cloud (Source : Mairie de Paris - IGC)

INTRODUCTION

La commune de Saint-Cloud est une des nombreuses communes des Hauts-de-Seine touchées par le risque de mouvements de terrain.

En application de l'article L.562-1 du Code de l'environnement, le Préfet des Hauts-de-Seine a prescrit par arrêté du 21 décembre 1999 un Plan de Prévention des Risques de Mouvements de Terrain (PPRMT)

Ce PPRMT concerne à la fois les carrières à ciel ouvert et souterraines, et les mouvements de terrain superficiels, liés ou non aux carrières : éboulements, glissements de terrain et instabilité des pentes, contrairement à l'ancien périmètre en vigueur.

Ces glissements de terrain et la présence d'anciennes carrières souterraines abandonnées constituent un risque pour les aménagements existants, et une contrainte vis-à-vis de l'occupation ultérieure du sol et du sous-sol.

Toutefois, il ne prend pas en compte les mouvements de terrain induits par les problèmes de retrait-gonflement des sols argileux. Les prescriptions concernant la prévention de ce risque spécifique lié aux fortes variations des teneurs en eau des sols seront définies dans le cadre d'un PPR sécheresse, établi au niveau départemental par la mission de service public du Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

La présente note décrit dans un premier temps les objectifs d'un plan de prévention des risques, et ses fondements réglementaires. Les bases communes des aléas sont ensuite posées : géologie, hydrogéologie et topographie. Ces trois facteurs sont essentiels pour comprendre la disposition des exploitations de carrières et la répartition des différents mouvements de terrain.

Puis sont expliquées les modes de qualification des aléas liés aux carrières, d'une part, et aux glissements de terrain, d'autre part.

Une cartographie des aléas dont une carte de synthèse carrières et glissements a été établie à l'échelle du 1/500^{ème}.

Enfin une dernière partie présente les dispositions retenues pour le zonage et le règlement.

Ce règlement constitue un document à part entière : *Il définit des interdictions, des prescriptions et des recommandations dont le caractère obligatoire conditionne la constructibilité éventuelle des zones sous-minées ou exposées à un mouvement de terrain.*

L'analyse des phénomènes et des aléas s'appuie sur les études réalisées en 2004 et 2005, par l'Inspection générale des carrières, concernant l'identification des phénomènes et des aléas liés à la présence d'anciennes carrières, et par le Laboratoire Régional de l'Est Parisien (rapport n°2.17289), concernant les aléas relatifs aux glissements. Ces deux études peuvent être consultées auprès de la Direction Départementale de l'Équipement des Hauts-de-Seine.

1 ÉLÉMENTS DE CADRAGE

1.1 LES OBJECTIFS D'UN PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

La prévention des risques est une politique globale qui vise à permettre un développement durable des territoires en assurant une sécurité maximale des personnes et un niveau optimal de sécurité des biens.

L'objectif du PPRMT est de mettre en place des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde pour garantir la sécurité publique des personnes, des biens et des activités qui sont sur le territoire concerné.

Le PPRMT est la traduction réglementaire de la politique de prévention concertée entre l'Etat et les collectivités locales.

L'objet d'un PPRMT est donc de délimiter les zones exposées à des risques et celles qui n'y sont pas directement exposées mais où l'utilisation du sol pourrait provoquer ou aggraver les risques, et d'y réglementer l'utilisation des sols. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions.

Le PPRMT permet de délimiter les zones concernées par les risques et d'y définir ou d'y prescrire des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde. Son domaine d'intervention doit respecter les compétences que les lois attribuent aux communes en matière d'aménagement et de police, et les responsabilités à la charge des particuliers.

1.2 FONDEMENTS RÉGLEMENTAIRES DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) ont été institués par la Loi du 22 juillet 1987 modifiée par la Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement (Loi Barnier). Leur procédure d'élaboration a été fixée par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005. La Loi Barnier a été intégrée dans les articles L.562-1 et suivant du Code de l'environnement.

Le PPR ou PPRMT, pour les mouvements de terrain, est le seul document réglementaire spécifique aux risques, procédure unique qui est une refonte des procédures existantes. C'est une procédure élaborée sous l'autorité du Préfet, en concertation avec la collectivité.

Après avoir été soumis à l'avis du Conseil municipal de la commune, à la procédure d'enquête publique et approuvé par arrêté préfectoral, le PPRMT a valeur de servitude d'utilité publique, et à ce titre, il doit être annexé au plan local d'urbanisme (article L.126-1 du Code de l'urbanisme).

Cette servitude d'utilité publique s'impose à tous : particuliers, entreprises, collectivités y compris l'Etat. Le PPRMT s'impose à toute autorisation de construire ou d'occuper le sol.

Le PPRMT traduit entre autres l'exposition aux risques des communes dans l'état actuel des connaissances, et est susceptible d'être révisé si cette exposition ou la connaissance de cette exposition devait être sensiblement modifiée.

1.3 OBJET DU PRÉSENT PPRMT

L'élaboration du PPRMT de Saint-Cloud étudie le risque lié aux anciennes carrières et le risque de glissements de terrain et d'instabilité des pentes liés ou non à la présence de carrières.

La Direction Départementale de l'Équipement (DDE) des Hauts-de-Seine chargée de l'élaboration et de la mise en œuvre des PPR a missionné deux experts, l'Inspection Générale des Carrières (IGC) et le Laboratoire Régional de l'Est Parisien (LRPE) pour leur assistance technique à la réalisation du PPRMT de Saint-Cloud.

L'Inspection Générale des Carrières a travaillé à partir de différentes cartes disponibles :

- La carte géologique au 1/5000 existant à l'IGC et comportant des points de sondages avec des coupes résumées.
- Les cartes des carrières de l'atlas au 1/1000 réalisées à partir des plans fournis par les carriers et des relevés assurés par des agents de l'IGC. Ces cartes de carrières sont tenues à jour à partir des déclarations d'incidents et des récolements de travaux (voiries, permis de construire, grands travaux).

Dans le cadre de la convention passée entre le Conseil Général des Hauts-de-Seine et la Ville de Paris, l'Inspection Générale des Carrières procède à des visites de contrôle sous le domaine public. Chaque secteur visitable est vérifié une fois par an. En raison de l'imbrication des domaines et de la taille des carrières de Saint-Cloud, l'Inspection peut s'étendre ponctuellement sous le domaine privé. Ces visites permettent d'avoir un aperçu objectif de l'état de la carrière. Des visites ponctuelles peuvent aussi être effectuées lors du contrôle réglementaire des travaux de consolidation par piliers maçonnés en carrière et permettent d'inspecter, voire de cartographier des zones mal connues ou inconnues.



Figure 1 : extrait de carte mis à jour à partir du récolement de travaux en souterrain

Ce n'est que depuis la création du département des Hauts-de-Seine, en 1964, que l'Inspection Générale des Carrières a compétence sur la commune de Saint-Cloud. Ainsi, les carrières de Saint-Cloud ont pour la plupart été cartographiées uniquement d'après d'anciens plans réalisés par les carriers et, aujourd'hui encore, à l'occasion de travaux, certaines zones minées sont découvertes. Les premières cartes de l'atlas des carrières de Saint-Cloud, réalisées par l'Inspection générale des carrières datent des années 1970.

Il a aussi été constaté une absence d'informations relatives à des zones où l'existence de carrière est fortement présumée. De la même manière, les limites d'exploitation des carrières à ciel ouvert ne sont pas toujours bien définies.

Le Laboratoire Régional de l'Est Parisien, quant à lui, s'est appuyé sur la connaissance locale du territoire et a demandé à la commune l'accès aux archives des documents qui font mention de désordres, plaintes ou travaux occasionnés par des mouvements de sol, ainsi que les résultats des reconnaissances de sols effectuées lors des constructions de bâtiments publics ou privés.

2 PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

La zone d'étude correspond au territoire de la commune.

2.1 DONNÉES GÉOGRAPHIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

La commune de Saint-Cloud est située à l'ouest de Paris, sur la rive gauche de la Seine. La vallée de Saint-Cloud est bien marquée et entaillée le plateau d'Est en Ouest, de Vauresson à Saint-Cloud, s'ouvrant sur la Seine en surplomb.

La commune regroupe 28157 habitants (chiffre INSEE du recensement de 1999) pour une superficie de 752 hectares, mais dont plus de 50% n'est pas urbanisée, et occupée majoritairement par le Domaine National de Saint-Cloud (300 Ha).

La topographie de la commune est marquée par la Seine et par un talweg central séparant le territoire en deux petites buttes à relief relativement doux. L'altitude varie entre les côtes 30 et 162 NGF, la partie côté Parc de Saint-Cloud ayant un relief plus marqué à l'extrémité ouest de la commune. Les pentes les plus accentuées se retrouvent en front de Seine. Il convient de noter également les deux principales tranchées SNCF de part et d'autre du talweg dans une direction grossièrement Nord-Sud.

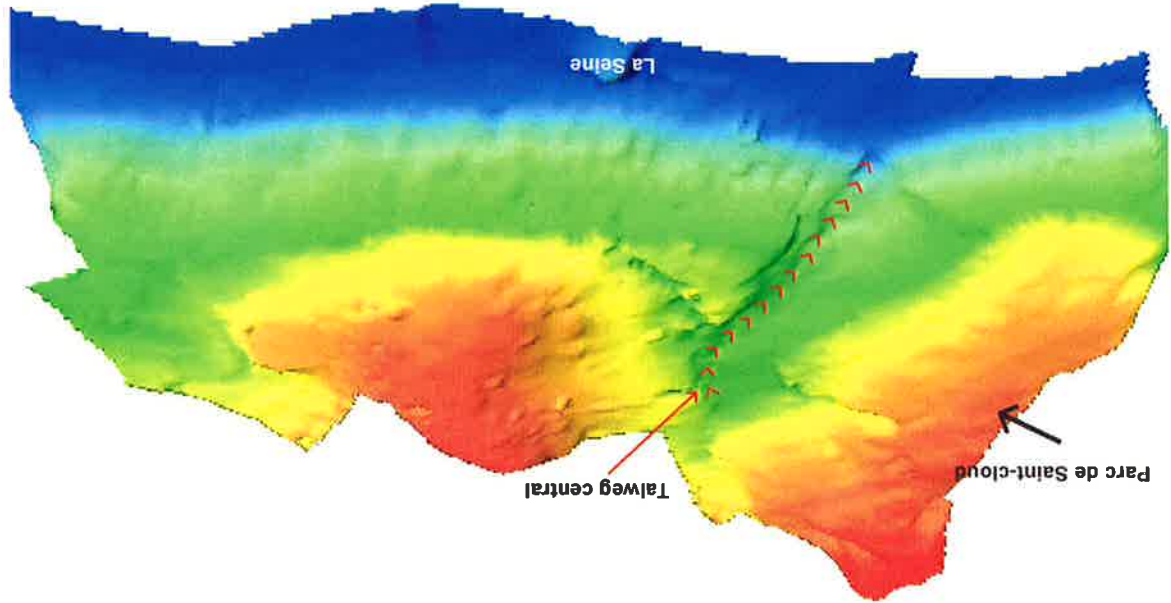


Figure 2 : Contexte topographique (échelle verticale déformée trois fois)

Au droit du front de Seine, l'érosion de la Seine a occasionné des pentes naturelles fortes atteignant 25° et en parallèle, l'aménagement du territoire à des fins d'urbanisme a nécessité la mise en place de murs de soutènement occasionnant des dénivellés très importants.

2.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Dans le cadre morphologique régional, le secteur de Saint-Cloud se situe au raccordement entre le massif du Hurepoix et la Seine (figure n°3). Le socle de ce plateau est constitué par la formation du Calcaire Grossier, il est couronné par les Sables de Fontainebleau. Cette structure est recoupée par la Seine qui a mis à jour, par érosion, tous les terrains de la série tertiaire jusqu'au sommet de la Craie secondaire en créant en grande partie la topographie actuelle.

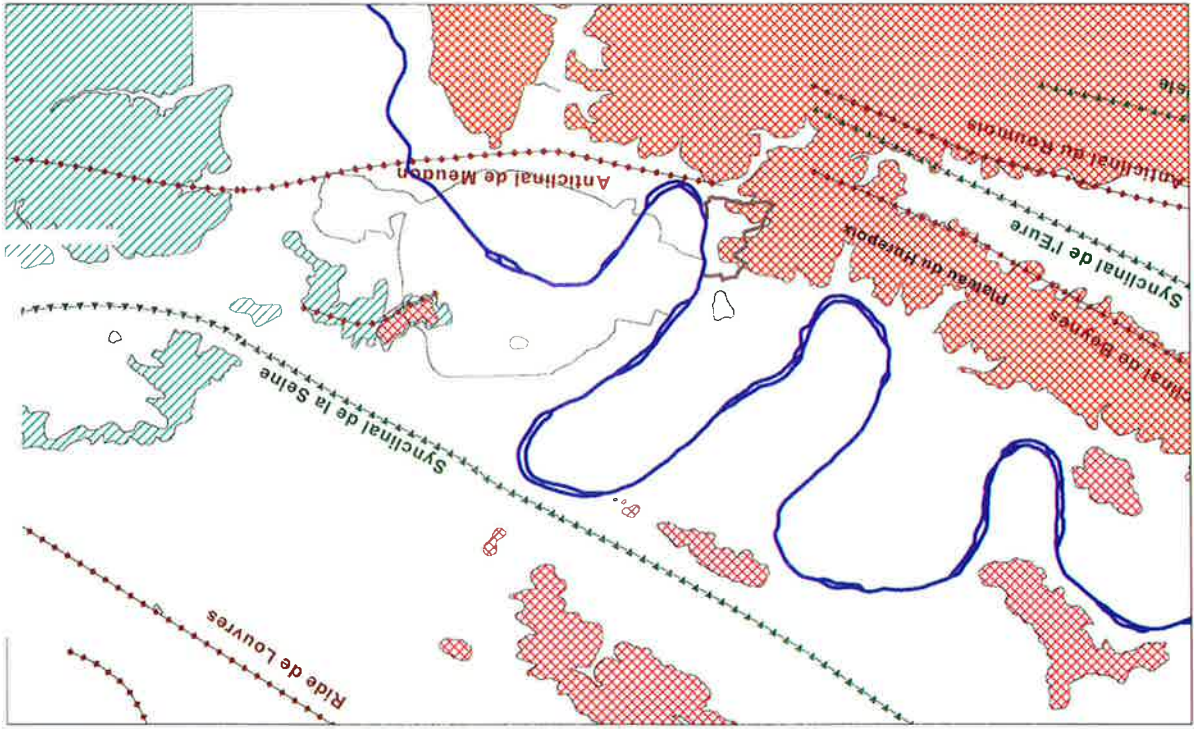


Figure 3 : Contexte morphologique et tectonique de la région parisienne

Du point de vue structural, la zone d'étude est située aux abords de l'axe antichlinal de Beynes-Meudon, axe tectonique majeur dans le rôle qu'il a joué sur les structures géologiques de l'Ile-de-France.

L'épaisseur de la plupart des couches géologiques est fortement réduite à l'approche de cet axe, par endroit il peut même y avoir des lacunes de sédimentation et/ou des érosions presque totales de certains niveaux (figure n°4).

En dehors de ces systèmes aquifères, les précipitations arrivant dans le versant ou les fuites de réseaux enterrés (eaux potables, eaux usées, ...) peuvent induire, au contact des terrains argileux, des rétentions d'eaux ou des écoulements localisés dans les sols de surface (éboulis de pente principalement).

Toutes ces eaux des terrains de recouvrement se perdent parfois dans les carrières en raison d'accidents de terrains (travaux, fontis atteignant la surface, fissurations, diaclases ouvertes). Le calcaire et la craie étant des matériaux solubles dans une eau non saturée en carbonates, il peut être rencontré des petits réseaux karstiques dans le Calcaire Grossier et dans la Craie, surtout en bordure de versants où se concentrent les principaux phénomènes.

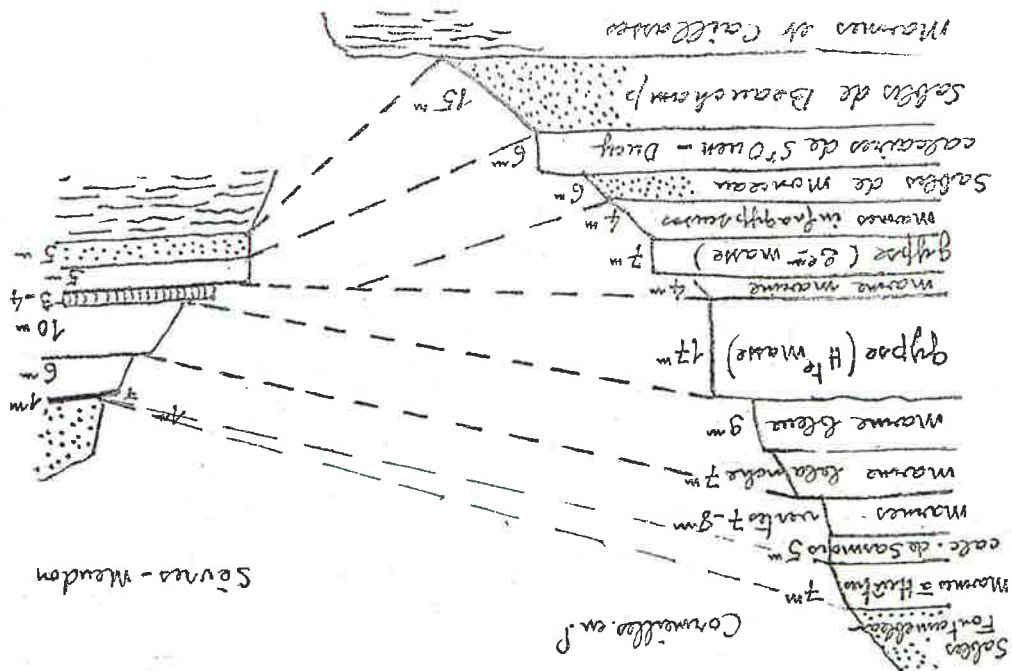
Parmi les différentes nappes existantes à Saint-Cloud, Il convient de noter la nappe de la Craie particulièrement puissante et en rapport direct avec la nappe alluviale de la Seine et le niveau du fleuve.

La principale formation aquifère de la zone d'étude est représentée par les Sables de Fontainebleau, marqués par une assez forte perméabilité intergranulaire. La formation sous-jacente des Argiles Vertes, forme un écran imperméable qui stoppe les infiltrations en profondeur. La nappe ainsi délimitée est régulièrement alimentée par les précipitations qui s'infiltrent sur le haut du versant.

Dans tout risque, les eaux naturelles ont toujours constitué un facteur déclenchant ou aggravant. Plusieurs nappes circulent dans les formations géologiques représentées pour partie en figure n°4, ces nappes sont souvent un élément défavorable pour la stabilité de ces formations sur les versants.

2.3 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Figure 4 : Réduction de l'épaisseur des couches géologiques à l'approche de l'antichinal de Meudon (d'après Feugneur en 1974 - Rapport pour la SNCF « étude de la zone du tunnel de Sèvres - Ville d'Avray »)



Les eaux superficielles qui s'écoulent sur les versants de la vallée sont un facteur déterminant pour l'implantation des carrières et pour leur stabilité. Ainsi sur Saint-Cloud, la plupart des carrières se situent au sud de la commune, le nord présentant des problèmes hydrogéologiques ou de stabilité (formations de pente).

3 IDENTIFICATION DES PHÉNOMÈNES ET DES ALÉAS LIÉS À LA PRÉSENCE D'ANCIENNES CARRIÈRES

L'étude réalisée par l'Inspection Générale des Carrières dans le cadre de l'élaboration du PPRMT de Saint-Cloud a permis de mettre en évidence les critères d'existence des cavités ainsi que les facteurs entraînant leur dégradation ou mise en mouvement.

L'analyse critique des données géologiques, géographiques et historiques liées à l'existence des carrières permet de définir les niveaux d'aléas et d'établir les cartes correspondantes.

3.1 ANALYSE DES PHÉNOMÈNES

3.1.1 Matériaux exploités

Les cavités susceptibles d'entraîner des désordres en surface sur le territoire de Saint-Cloud concernent essentiellement le calcaire, qu'il s'agisse de cavités anthropiques ou naturelles (éventuels karsts).

D'autres couches géologiques, tel que le gypse ludien, ont pu être exploitées à ciel ouvert ou en souterrain. Il existe des zones relativement plates où ne subsistent plus que des marnes infra gypseuses. Il est probable que les niveaux gypseux correspondant avaient été exploités à ciel ouvert mais ces carrières n'ont pas été remblayées par la suite. Ceci n'est qu'une hypothèse.

Il est à noter que le gypse ludien a été exploité en souterrain sur la commune de Ville d'Avray sur 2 à 3 mètres de hauteur et que cette carrière peut entraîner des désordres locaux au sud de la commune de Saint-Cloud.

Les marnes Supra gypseuses ont dû également faire l'objet d'extraction à ciel ouvert. Les faciès marno-calcaires des Marnes Supra gypseuses servaient, comme la craie, à la fabrication de la chaux. Toutefois, l'Inspection Générale des Carrières n'a aucune trace formelle de telles exploitations.

Pour mémoire, la craie est un matériau qui a été exploité à Sèvres et à Meudon, communes voisines. Etant donné la topographie de Saint-Cloud et la vallée de la Seine, aucune carrière de ce type n'existe.

3.1.2 Méthode d'exploitation

La plupart des carrières ont arrêté leur activité dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. Cela explique les différentes méthodes d'exploitation sur une même carrière en fonction de la rentabilité de chacune d'elles.

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 quand le recouvrement le permet (faible profondeur) est l'exploitation à ciel ouvert. C'est la méthode la plus ancienne. Les exploitations de Calcaire Grossier de Saint-Cloud ont été entreprises de cette façon sur la partie sud de la commune, versant de la vallée de la Seine. Il ne semble pas

Y avoir beaucoup d'exploitations de ce type de la commune, puisisque des éboulis montrent que les affluements de Calcaire Grossier ont été affectés par l'érosion périglaciaire et fluviale.

Le recouvrement augmentant, les carriers ont extrait le Calcaire Grossier en souterrain. Pour le gypse ludien, seule cette méthode a été employée sur la commune de Ville d'Avray. A Saint-Cloud, l'examen des plans et des archives a révélé que ces exploitations en souterrain ont été conduites exclusivement par la méthode dite par hagues et bourrages, avec un taux de détruitement de 100%.

Les vides créés ont été comblés en grande partie à la fin de l'exploitation, à l'aide de matériaux divers (déblais, terres stériles du recouvrement... mais aussi avec des gravats, bois, briques...), matériaux ayant des qualités mécaniques variables et souvent très réduites.



Figure 5 : Une galerie dans une carrière exploitée par hagues et bourrages

Les hauteurs d'extraction à Saint-Cloud peuvent atteindre 3 à 3,20 mètres d'après la documentation et les observations faites dans les secteurs encore visitables.

Les terrains situés au-dessus du calcaire exploité sont de nature marneuse à marne - calcaire et sableuse et leur épaisseur varie entre 4 et 39 mètres.

Le recouvrement intervient dans le processus de dégradation tant par son épaisseur (poids des terres) que par sa nature. Il induit des contraintes verticales (ou obliques en bordure de versant) dans le toit et les piliers, et il influe sur la rapidité de la venue à jour des fontis.

En fin d'exploitation, la carrière était abandonnée le plus souvent sans remblayage des galeries laissées pour l'exploitation, le reste de la carrière ayant été auparavant remblayé en grande partie. Il peut rester quelques endroits sans accès actuels et en mauvais état de conservation. Les remblais ont tassé avec le temps, provoquant des affaissements du ciel de carrière sur les remblais avec des décompressions dans les terrains de recouvrement.

Les galeries présentent maintenant des signes visibles de vieillissement tels que l'écaillage, la fragmentation, la fissuration, voire la ruine, surtout dans la zone de front de taille (le ciel de carrière descendant progressivement pour s'appuyer sur les remblais qui se tassent).

3.2 ETUDE ET RÉPARTITION DES ALÉAS LIÉS À LA PRÉSENCE D'ANCIENNES CARRIÈRES

3.2.1 Définition des aléas

- Les affaissements

Ce sont des désordres ponctuels, visibles en surface, se présentant sous forme de cuvettes et consécutifs à la lente fermeture de vides profonds. Ils se forment également par rupture successive des différents horizons formant le recouvrement du vide initial.

Leur importance varie entre la simple "flèche" de quelques centimètres à quelques mètres. Ils sont peu profonds et ne présentent pas un danger immédiat de rupture brutale.

► Sur les bâtiments, ces affaissements créent des tassements différentiels sur les fondations qui se traduisent par des fissures plus ou moins importantes et plus ou moins ouvertes, parfois traversantes, allant de la dégradation du revêtement à la ruine des murs porteurs, en passant par le blocage des portes et fenêtres.

- Les fontis

Ce sont des effondrements ponctuels initiés par la rupture progressive des premiers bancs du toit par flexion ou par cisaillement sur les appuis, cela en raison d'une largeur de galerie excessive eu égard à la résistance des dalles rocheuses en toit, qui sont le plus souvent fracturées. Le processus se développe alors verticalement et provoque la formation d'une "cloche de fontis".

Ce risque est présent sur la commune de Saint-Cloud plus particulièrement à proximité des fronts de taille dans le Calcaire Grossier exploité par Hagues et Bourrages, là où les contraintes de cisaillement dans le ciel de carrière sont maximales.

Figure 6 : Fatigue d'une galerie en front de taille



► Sur les bâtiments, l'apparition d'un fontis se traduit par la perte de sol de fondation. Si le bâtiment n'a pas de structure rigide des fondations, les murs porteurs cassent entraînant la ruine de tout ou partie du bâti, en fonction de la taille du fontis et du point de survenance du phénomène.

Figure 7 : Fontis sous la rue Pozzo di Borgo, avant complètement

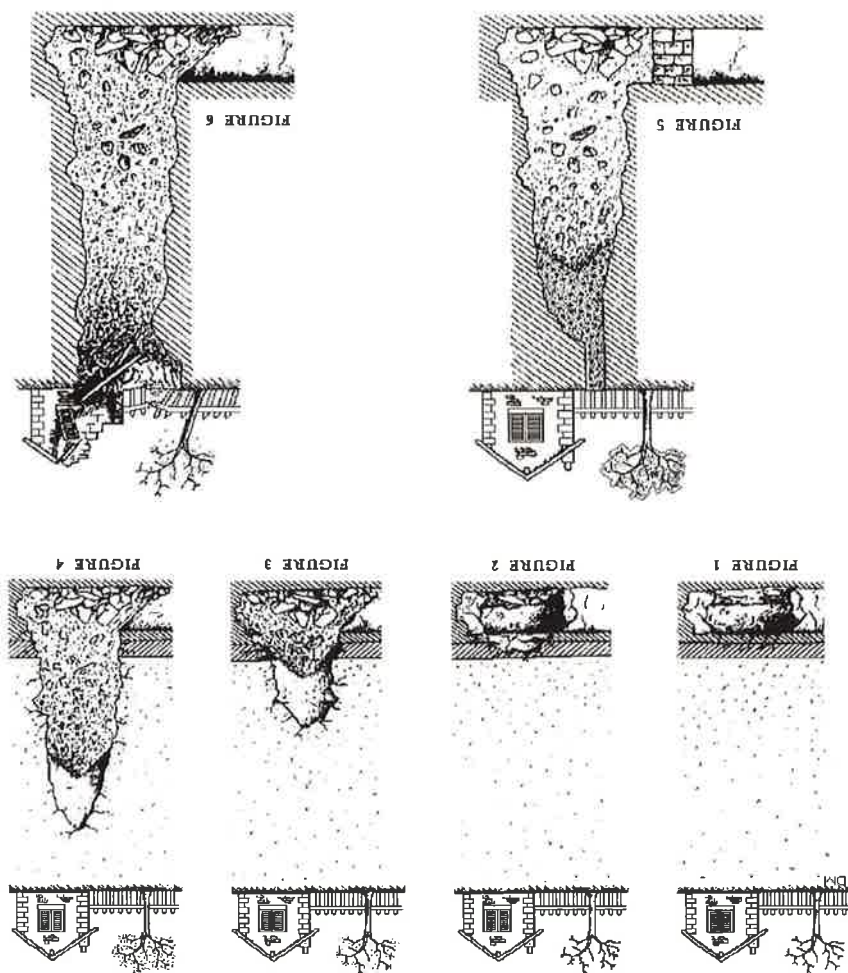


Figure 8 : Mécanisme d'un fontis

- **Les effondrements généralisés**

Ils 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 par écrasement.

➤ *Le bâti est totalement détruit par la violence du phénomène.*

- **Les zones de karst**

Le calcaire est soluble à $1,445 \cdot 10^{-2}$ g/l dans de l'eau pure à 25°C. Cette solubilité augmente dans une eau chargée en sels et avec la température.

Le phénomène de dissolution du calcaire crée des karsts dans le Calcaire Grossier et la craie, plus particulièrement sur les versants.

Pour mémoire, le problème est plus critique dans le cas du gypse ludien puisque le gypse est très soluble dans l'eau : 2 g/l dans l'eau pure. Toutefois la dissolution du gypse nécessite des circulations d'eau non saturée en gypse assez importantes.

Pour les zones où des vides ont été créés par dissolution, on peut retrouver les deux premiers phénomènes de dégradation : le fontis ou l'affaissement en fonction de la résistance mécanique à la traction de l'horizon géologique situé au-dessus du vide qui se forme.

Les phénomènes de dissolution sont plus lents pour le calcaire (échelle des temps géologiques), que pour le gypse (échelle humaine possible). L'évolution mécanique due à la déstabilisation des terrains peut être dans les deux cas plus rapide que la dissolution.

Sur la commune de Saint-Cloud, des désordres existent au-dessus et dans les exploitations connues de Calcaire Grossier. Ce sont soit :

- des fontis d'importance et de diamètre variables en fonction des caractéristiques de la carrière (nombre d'étages, superposition correcte ou non des piliers, hauteur des galeries, discontinuités, épaisseur et nature des terrains de recouvrement).
- des zones d'affaissements ou de tassements différentiels.

- **Les falaises et les glissements de terrain (liés aux carrières)**

Les risques significatifs de mouvements de sol peuvent être liés en partie à l'exploitation des carrières à ciel ouvert de Calcaire Grossier qui a généré l'existence de falaises. Les entrées en cavage sont des endroits fragiles qui risquent de s'écrouler. Dans le Domaine National de Saint-Cloud, les versants ont été consolidés par des murs.

En bordure de versant, à proximité des entrées en cavage ou des talus, il est fréquent de rencontrer des diaclases ouvertes dans les premiers mètres de l'exploitation. S'ajoute à ces diaclases, un ripage des bancs de calcaire, ce qui explique que les entrées en cavage sont généralement renforcées par des voûtes et que certaines ont été définitivement fermées, empêchant de les repérer.

- Les zones où des éboulements se sont produits, présentent de fortes probabilités d'infiltrations d'eau.
- Les zones où des exploitations à ciel ouvert ont été ouvertes puis remblayées avec des matériaux perméables, présentent également de fortes probabilités d'infiltrations d'eau.
- La présence d'eau peut avoir une grande influence sur les propriétés mécaniques des matériaux exploités et des terrains de recouvrement et donc sur la stabilité des ouvrages.
- Les circulations d'eau peuvent également entraîner les particules fines argileuses ou silteuses qu'elles rencontrent dans le sol et provoquer ainsi l'apparition de décompressions dans les horizons traversés.
- Dans les zones où la couverture est importante, les venues d'eau ont peu d'influence sur la dégradation de la carrière, sauf autour des fontis et des puits. Il en est de même pour la dissolution, autour des fontis.
- Le modèle du site (déclivité, talus non soutenus, falaises laissées à nu dans les terrains) a des conséquences directes sur la stabilité des carrières, plus particulièrement au niveau des entrées en cavage.
- L'absence d'assainissement dans certaines zones, les fuites de réseau, les cuves non étanches, même anciennes, sont des facteurs aggravants non négligeables puisqu'elles représentent autant de sources d'eau non saturée dans le sol. Ces venues d'eau ont une grande importance sur l'intensité de la dissolution du calcaire ou du gypse. Ainsi, les

De quelle 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 :

3.2.2 Facteurs aggravant le processus de dégradation des carrières

Figure 9 : Maçonnerie de consolidation



Figure 10 : Dégradation du ciel de carrière le long d'une diaclase ouverte



dissolutions sont d'autant plus fortes que l'eau peut se renouveler rapidement par rapport à de l'eau stagnante dans le sol et qui, une fois saturée, ne dissout plus le matériau environnant.

➔ Dans les zones en bordure de Seine, la dissolution peut être fossile, due aux cycles de glaciations – dégels du début du Quaternaire, ou active en raison des ondes de crues du fleuve.

➔ Enfin, un fort couvert végétal, en particulier quand il présente des essences à racines abondantes et profondes. Ces dernières passent par les fissures en toit de carrière et se développent en pied. En grossissant, elles accentuent les venues d'eau en carrière et éclatent le ciel.



Figure 11 : Racines d'arbre en carrière

3.3 EVALUATION DE L'ALÉA POUR LES CARRIÈRES

La notion d'aléa prend en compte la susceptibilité d'occurrence d'un phénomène attendu et son ampleur.

L'intensité de l'aléa est définie à partir de plusieurs critères qui sont :

- La présence de cavités, anthropiques ou naturelles
- Compte tenu de l'échelle de travail (1/5000), on admettra que toutes les cavités sont semblables : leur taux de détruitement est de 100 % et les bancs au toit et au mur n'excèdent pas 0,5 mètres.
- 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.
- La superposition de plusieurs cavités est aussi un facteur déterminant.
- Le contexte géologique et hydrogéologique de l'environnement

La hauteur de recouvrement (puissance) ainsi que ses caractéristiques géologiques et géotechniques sont déterminants pour caractériser l'aléa.

Ce contexte détermine l'intensité de l'aléa, notamment à partir des critères suivants :

- La carrière est à faible profondeur ;
- Le front de taille est peu protégé par des couches argileuses imperméables ou des maçonneries ;
- L'exploitation est à ciel ouvert et les remblais de comblement sont des matériaux hétérogènes parfois perméables permettant des dissolutions, des éboulements ou des entraînements d'éléments fins par l'eau.

• Les 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 le Calcaire Grossier, la proximité d'un versant sur matériau argileux est un facteur d'instabilité et de fissuration des entrées.

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.

3.4 CARACTÉRISATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA POUR LES CARRIÈRES

Il a été retenu quatre niveaux d'aléas (très fort, fort, modéré, faible), une zone de protection et une marge de recullement.

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

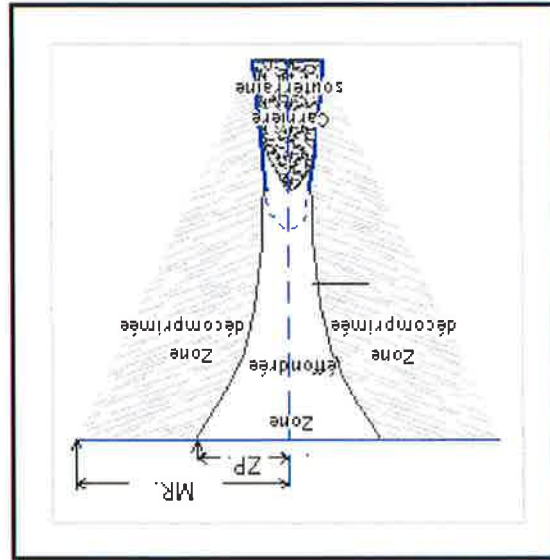


Figure 12 : Schéma Zone de Protection - Marge de Recullement

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

3.4.1 Détail des aléas

Sont classées en aléa très fort :

- Les zones de carrières souterraines non « consolidées », non « remblayées », où des fontis et des zones en mauvais état ont été repérés, pour tous les types d'exploitation.
- Les zones de carrières non « consolidées », non « remblayées » avec des galeries vides ou partiellement remblayées d'origine dans le cas du gypse ;
- Les zones de protection autour des zones de cloches fontis repérées ou de fontis venus à jour mais non comblés et les zones de carrières en mauvais état, ou vides, ou remblayées partiellement dans le cas du gypse.

Sont classées en aléa fort :

- Les zones de carrières souterraines non « consolidées », non « remblayées » de calcaire Grossier ;
- Les zones de carrières souterraines « remblayées » de gypse ;
- 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 puits d'accès non ceinturés en carrière dans le cas du gypse ;
- Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en aléa fort ;
- 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). C'est le cas pour le gypse ludien de Ville d'Avray.

Sont classées en aléa modéré :

- Les carrières de Calcaire Grossier à ciel ouvert dont les limites sont connues ;
- Les carrières souterraines de gypse, remblayées par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire, avec clavage ;
- Les zones de carrières souterraines de Calcaire Grossier, non consolidées, non « remblayées », où le recouvrement est important ;
- Les carrières souterraines de Calcaire Grossier, remblayées récemment par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire sans clavage, sous faible recouvrement ;
- Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en aléa modéré ;
- Les marges de reculement autour des carrières souterraines classées en aléa fort.

Sont classées en aléa faible :

- Les carrières « remblayées » et « consolidées » ;

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, après remblaiement, ont été comblés et clavés, que les remblais de carrières et les terrains décomprimés ont été traités par injection sous pression ou que la carrière a fait l'objet de consolidations par piliers maçonnés appuyés directement sur le pied des niveaux d'exploitation.

Ces niveaux d'aléas ont été cartographiés à l'échelle 1/5000.

- 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 de Calcaire Grossier à ciel ouvert dont les remblais ont subi un traitement particulier ;
- Les marges de reculement des zones classées en aléa modéré.

4 IDENTIFICATION DES PHÉNOMÈNES ET DES ALÉAS LIES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN

L'approche retenue par le Laboratoire Régional de l'Est Parisien, dans le cadre de l'élaboration du PPRMT de Saint-Cloud, a consisté à recenser les instabilités et désordres, de façon systématique sur le territoire de la commune, puis à évaluer l'aléa correspondant vis à vis des aménagements existants ou futurs.

4.1 DESCRIPTION DES DÉSORDRES

4.1.1 Typologie de glissements de terrain

L'étude s'est intéressée plus particulièrement aux désordres associés aux versants. Il est possible de retenir, par ordre de rapidité du phénomène, quatre familles principales :

- Les phénomènes de fluage peuvent affecter des masses rocheuses lorsque celles-ci sont très redressées (fauchage) ou des terrains meubles soumis à des surcharges. Sur le territoire de Saint-Cloud, le pendage des couches géologiques étant faible, on s'intéressera principalement aux formations meubles. Dans ces matériaux (marnes et argiles), le fluage se caractérise par des mouvements lents (quelques mm par mois) sans rupture affectant toute la masse. Lorsque les vitesses augmentent, ce phénomène est susceptible d'évoluer vers un glissement. Le fluage peut également s'observer dans des remblais constitués d'argiles amenées à des teneurs en eau élevées dans le temps.

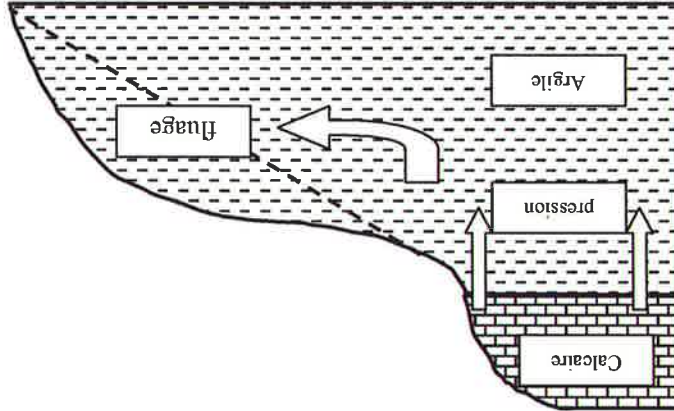


Figure 13 : Fluage des matériaux argileux sous charge

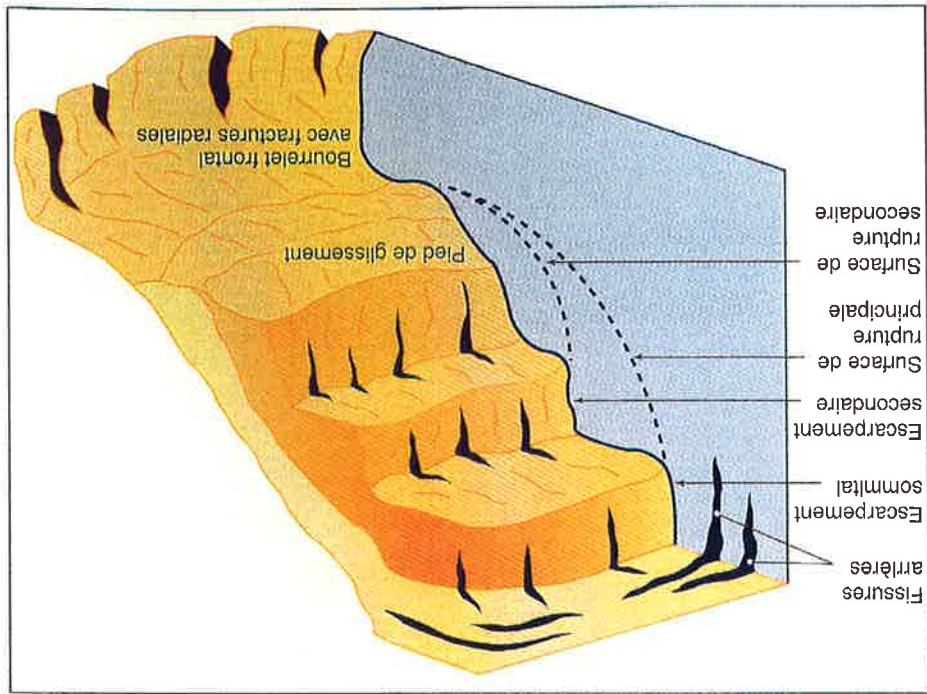
- Les glissements sont des déplacements continus, plus ou moins rapides, parfois brutaux, d'une masse de matériaux meubles ou rocheux suivant une surface de moindre résistance. La forme de cette surface est variable, il est possible de retrouver l'un des trois cas suivants :

- Les **écroulements** sont des chutes soudaines de masses rocheuses importantes. L'écroulement type est représenté par l'effondrement d'un pan de falaise.

La genèse, la forme et l'évolution des glissements sont largement conditionnées par la structure (fracturation, plissement, ancienne surface de glissement) et la lithologie.

- La suppression de la butée du pied, d'origine naturelle ou anthropique (terrassement) ;
 - Une surcharge de terrains provoquée par un remblai, une construction ;
 - La modification du régime hydraulique.
- Les facteurs déclenchants du glissement sont habituellement :

Figure 14 : Terminologie spécifique d'un glissement



Un glissement est caractérisé par une terminologie spécifique, expliquée sur le schéma suivant :

La vitesse d'évolution du phénomène est variable (quelques mm/mois à quasi-instantanée). Pour les mouvements lents, les vitesses fluctuent en fonction de la pluviométrie saisonnière. Les volumes mis en jeu peuvent être également très variables.



vertical. Ce type de mouvement n'est pas susceptible d'affecter la colline de Saint-Cloud. Il est évoqué cependant le phénomène d'éroulement consécutif au fluage ou glissement d'une couche tendre sous-jacente qui est peut être à l'origine des énormes blocs de Calcaire Grossier retrouvés dans les éboulis. Une autre hypothèse avancée est la chute des blocs par sous-cavage des Sables d'Autueil. Ce phénomène a pu avoir lieu à une époque où il existait une falaise rocheuse de Calcaire Grossier.

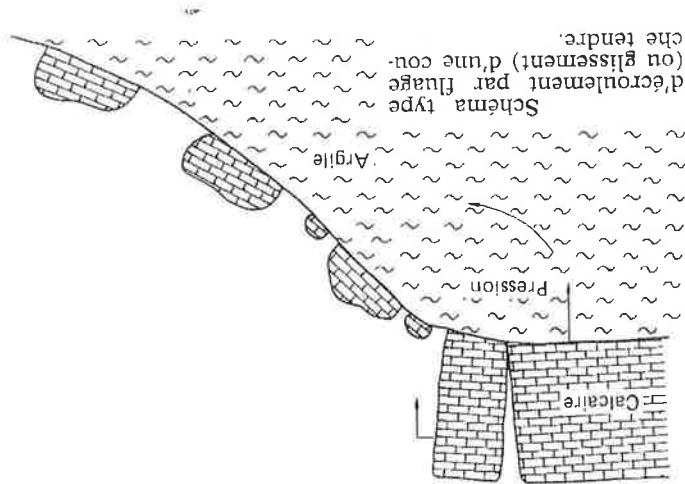


Figure 15 : Schéma type d'éroulement par glissement d'une couche tendre

- Les coulées boueuses sont des mouvements fluides de matériaux en suspension qui surviennent lorsque les sols en place déjà saturés et déstabilisés sont mis en contact avec un apport d'eau soudain. Cet apport d'eau peut être d'origine météorique (violent orage), profonde (débourrage de karst, rupture de poches glaciaires) ou accidentelle (ruptures de digues ou barrages). La taille des éléments charriés est variable, par contre le phénomène est toujours extrêmement rapide. Ces phénomènes sont associés à de très fortes précipitations ou à des ruptures de digues ou de barrages.

4.1.2 Désordres inventoriés

Sur la commune de Saint-Cloud, ce sont a priori plutôt les deux premiers phénomènes qui sont susceptibles de se produire : fluage et glissements.

Après une recherche exhaustive, en particulier auprès des services de la commune, il n'a été possible de localiser que deux désordres :

Lieux	Contexte	Formation géologique concernée	Pente
Fouille du Palais	Rupture suite à un tassement	Eboulis	56°
Talus SNCF – Tranchée Sèvres-Ville d'Avray	Rupture des talus	Argile Verte Marnes Supra-Gypseuses.	34°

Etant donné les pentes concernées par ces désordres, ces deux exemples ne sont pas suffisants pour servir de références à la définition des différentes classes d'aléas.

Par ailleurs, les contacts pris avec les bureaux d'études géotechniques travaillant régulièrement sur le territoire de la commune de Saint-Cloud, font état de glissements anciens (sans doute antérieurs au développement urbain) dans le secteur de l'église (rue du Docteur Destossez). Les sondages montrent en effet une modification sensible de la disposition stratigraphique des formations géologiques, mais il n'a pas été possible de mettre en évidence des mouvements de sols récents.

Aussi afin de pouvoir établir tout de même la carte des aléas, il convient de se rapporter à l'analyse faite pour les communes voisines (PPRMT de Chaville réalisé, Meudon en cours).

Les éléments les plus notables représentatifs de l'origine des désordres sur la commune sont :

- Dans l'environnement urbain dense des Hauts de Seine, les glissements sont associés à des contextes particuliers, ils se sont produits dans des pentes ayant subi des interventions humaines importantes ;
- Les glissements observés concernent des épaisseurs de terrain restreintes et se développent principalement dans les éboulis de pente au contact de matériaux argileux ou lorsque les pentes sont importantes ;
- Les proximités des entrées de carrières souterraines, des remblais importants et des zones de terrassements en milieu de pente, présentent une sensibilité accrue.

4.2 QUALIFICATION DE L'ALÉA

L'examen des désordres a conduit à retenir les trois paramètres à l'origine des glissements de terrain :

- La nature géologique des terrains ;
- La configuration topographique des lieux (la pente) ;
- La présence d'anciennes carrières et de leurs entrées en cavage.

Partant de cette analyse, les cartes de ces différents paramètres ont été croisées de manière à délimiter des zones présentant des facteurs de prédisposition homogènes (même valeurs de pente, géologie identique et même contexte).

La définition des trois classes d'aléas (faible, modéré et fort) se fait par formation. Les limites entre les classes sont fixées selon plusieurs critères : principalement par rapport à un coefficient de sécurité au glissement, combiné avec une analyse des désordres ayant eu lieu, des indices relatifs à ce genre de phénomène (relevés par photo-interprétation et visites de terrain), et la connaissance régionale ou locale de ces phénomènes.

La présence d'eau, facteur aggravant particulièrement important, peut difficilement être localisée : en conséquence, il a été fait l'hypothèse que la totalité des formations de pente était susceptible d'être traversée par des circulations superficielles résultant du déversement des nappes dans le versant.

Concrètement, les formations de pentes sont affectées d'un aléa croissant pour les classes de pente de 10-15°, 15-20° et supérieure à 20°. Compte tenu qu'aucune pente notable n'existe dans les Sables de Fontainebleau, ainsi que dans les Argiles Vertes, les différentes classes d'aléas retenues ne concernent que la formation des Eboulis de pente, soit :

	Pente 10-15°	Pente 15-20°	Pente > 20°
Eboulis de pente	faible	modéré	fort

La carte de répartition de l'aléa glissements de terrain souligne le relief du front de Seine marqué par une pente significative et d'importants dépôts de colluvions.

5 DISPOSITIONS RETENUES POUR LE ZONAGE ET LE RÉGLEMENT

Les dispositions réglementaires visent à améliorer la sécurité des personnes, et à réduire la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones.

Le croisement des aléas et des enjeux détermine le zonage réglementaire.

5.1 LA CARTOGRAPHIE DES ALÉAS

Les cartes des aléas, réalisées à dire d'expert (IGC et LREP), ont permis de localiser et de hiérarchiser les zones exposées à des phénomènes potentiels liés d'une part à la présence de carrières, d'autres part, aux glissements de terrain.

La carte de synthèse des aléas mouvements de terrain reprend les zonages des deux types d'aléas.

Quatre niveaux d'aléas - très fort, fort, modéré et faible - relatifs aux carrières, et trois niveaux d'aléas - fort, modéré et faible - relatifs aux glissements de terrain ont été identifiés sur cette carte.

5.2 LA CARTOGRAPHIE DES ENJEUX

Les enjeux font l'objet d'une appréciation qualitative portant sur les personnes, biens et activités exposés, sur les modes d'occupation et d'utilisation du territoire.

Ces enjeux sont d'ordre humain, socio-économique et environnemental.

5.2.1 Description de l'occupation du sol

Il convient d'analyser les enjeux existants et futurs dans les secteurs soumis à un ou plusieurs aléas. Des cartes ont été réalisées à partir des données du Mode d'Occupation du Sol (MOS), complétées par des sources communales.

Les cartes des enjeux montrent :

- La répartition de l'habitat, individuel et collectif.
- L'occupation du sol, plus particulièrement, les activités industrielles et commerciales importantes, les établissements recevant du public et équipements sensibles, les principales infrastructures, les bois et forêts et les zones d'aménagement concertées.
- La densité de population à l'hectare.

Ces cartes permettent de vérifier que le niveau de précision des études liées aux aléas est bien adapté aux réalités du terrain.

La vallée de Saint-Cloud a la particularité d'avoir deux versants très distincts : un versant boisé occupé par le Domaine national de Saint-Cloud que prolonge la forêt de Fausses-Reposes, d'exposition Nord. Ce parc présentait un dénivelé de plus de 70 mètres occupe la moitié sud de la commune, soit plus de 300 Ha. L'autre versant, orienté plein sud

est construit. Il s'agit pour l'essentiel d'un habitat individuel ou de petits collectifs, avec parcs et jardins.

Il est intéressant de noter que la commune s'est fortement urbanisée entre les années 1950 et 1975, avec une forte proportion d'immeubles collectifs.

Les immeubles collectifs, de différentes tailles, se situent majoritairement sur les coteaux. Les pentes à forte déclivité s'étendent du rebord du plateau à la Seine.

Les coteaux totalement urbanisés sont le support de voies ferrées : les lignes SNCF Paris Saint-Lazare/Versailles /Saint-Nom-la-Bretèche (gares du Val d'Or et de Saint-Cloud) ; le Tramway Val de Seine La Défense/Issy-les-Moulineaux (gares des Coteaux, des Milions et du Parc de Saint-Cloud).

Egalement, le viaduc, accès et tunnel de l'autoroute A13 traversent et marquent fortement le territoire.

Compte tenu de la topographie, de l'importance de la végétation et d'un tissu urbain diversifié, l'agglomération de Saint-Cloud constitue un espace urbain dense.

5.3 LE CROISEMENT ALÉAS ET ENJEUX

En superposant la carte des aléas à celles des enjeux, les zones d'aléas liées aux carrières se situent à la fois en centre ville et dans la partie la plus aménagée du Parc de Saint-Cloud, de part et d'autre des tunnels de l'A13

Les zones d'aléas liés aux glissements de terrain se concentrent sur les fortes pentes en front de Seine, notamment dans l'espace situé entre les deux voies ferrées, et dans la partie sud est du Parc.

Ce tissu, dans lequel se situent majoritairement les aléas, est constitué de logements, d'équipements recevant du public, de grandes infrastructures viaires, ou d'espaces verts et de promenades appartenant au Parc de Saint-Cloud, il représente dans son ensemble un enjeu fort pour la ville.

5.4 LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Le croisement des enjeux et de l'intensité des aléas est traduit réglementairement pour le territoire en quatre zones :

- Une zone rouge très exposée, jugée inconstrucible, où les mesures de prévention sont généralement inapplicables en raison de leur importance.

- Une zone rouge correspond notamment à l'aléa très fort relatif aux carrières. Cette zone correspond notamment aux aléas forts pour les carrières et aux aléas forts et modérés pour les glissements. Elle comprend également une zone de protection autour des zones d'aléas très fort relatives aux carrières.

- Une zone bleu foncé moyennement exposée, jugée construcible sous conditions, où des mesures de prévention doivent être prises.

- Une zone bleu clair faiblement exposée, jugée construcible sous conditions, où des mesures de prévention doivent être prises.

Cette zone correspond notamment aux aléas modérés et faibles pour les carrières et à l'aléa faible pour les glissements.

Elle est soumise à recommandations pour les biens et activités futurs (excepté pour des établissements recevant du public ou des installations classées qui relèvent de prescriptions obligatoires).

- Une zone blanche jugée sans risque par rapport à la nature du sous-sol « en l'état des connaissances acquises à ce jour », et dans laquelle il n'est prescrit aucune mesure particulière.

Ces zones sont identifiées sur la carte de zonage réglementaire du PPRMT de Saint-Cloud.

Afin de prendre en compte la coexistence des deux risques, le risque lié à l'aléa carrière est représenté par un aplat couleur, le risque lié au glissement de terrain, par des hachures. Ainsi, dans une même zone, il peut exister à la fois un risque carrière fort et un risque glissements de terrain modéré.

5.5 LE RÉGLEMENT

Il définit les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables au territoire de Saint-Cloud soumis au risque mouvements de terrain. Ces dispositions sont destinées à renforcer la sécurité des personnes et à limiter les dommages aux biens et activités existants.

Le règlement comprend trois volets :

- Sur les constructions, installations, ouvrages, aménagements ou exploitations futurs, il précise les mesures d'interdictions et d'autorisations sous réserve de prescriptions (règles d'urbanisme, de construction et de gestion).
Une étude géotechnique impose des dispositions constructives et des modes de fondations adaptés au terrain.
L'acteur de la construction est entièrement responsable de la qualité et de l'exécution des travaux.

- Sur les constructions et installations existantes, à la date d'approbation du PPRMT, les mesures réglementaires portent sur la maîtrise des écoulements d'eau et sur l'étanchéité des réseaux :

- L'injection directe des écoulements d'eaux usées, eaux vannes et eaux pluviales dans le sous-sol est strictement interdite. Les puits sont interdits. L'assainissement autonome est interdit.

- Les écoulements d'eaux usées et pluviales ou les branchements particuliers des constructions existantes susceptibles d'aggraver les risques de mouvements de terrain doivent être obligatoirement diagnostiqués dans un délai d'un an, en zone rouge, et dans un délai de deux ans, en zone bleue (foncé et clair) à compter de la date d'approbation du PPRMT.

- Le cas échéant, si le diagnostic révèle une défaillance du réseau ou le besoin de raccorder par un système étanche au réseau collectif, celui-ci doit être réparé dans un délai maximal de deux ans, en zone rouge, et dans un délai de cinq ans, en zone bleue (foncé et clair), dans la mesure où le coût de ces travaux reste inférieur à 10% de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du PPRMT.

- L'étanchéité des réseaux d'assainissement collectifs, des branchements particuliers et des réseaux de voirie et concessionnaires sur les domaines public et privé doivent impérativement faire l'objet d'un contrôle périodique.
- Des mesures de mise en conformité (contrôle régulier ou remblaiement gravitaire avec clavage) doivent être prises dans les parcs, espaces verts et voiries publics.

• **Concernant les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde**, elles relèvent de la responsabilité de la collectivité publique, ou incombent aux particuliers. Elles doivent être mises en œuvre, en tant que de besoin, dans les zones déjà urbanisées ou occupées.

- Il peut s'agir de moyens relativement légers ou non-structurés, tels que :
- La mise sous surveillance de sites ou d'ouvrages, notamment les ouvrages de soutènement ;
 - L'information sur les risques et les précautions à prendre ;
 - La signalisation du danger, le contrôle ou la suppression d'accès dans les zones d'effondrement ou d'éboulement ;
 - Des travaux de drainage ou de contrôle des eaux de ruissellement qui contribuent à atténuer, voire à stabiliser les glissements, mais aussi à réduire les dégradations à l'origine d'éboulements ou d'effondrements.

LEXIQUE

- Abattage** : Action de faire tomber un bloc de pierre d'un front de taille
- Affleurement** : Partie d'un terrain visible à la surface de la Terre.
- Anticlinal** : Pli (déformation résultant de la flexion ou de la torsion des roches) dont les éléments situés à l'intérieur de la courbure étaient, à l'origine, les plus bas.
- Assise** : Ensemble de bancs de pierre possédant les mêmes caractéristiques.
- Atelier** : Niveau d'exploitation où travaillaient les carriers, dans les carrières souterraines. Le mot chantier est plutôt réservé aux carrières à ciel ouvert.
- Atelier supérieur** : Etage le plus haut de l'exploitation.
- Banc** : Couche naturelle de pierre se terminant au-dessus et au-dessous par une séparation nette, c'est la plus petite subdivision du terrain.
- Banc de ciel** : Banc généralement dur laissé au-dessus des piliers d'une carrière pour en former le ciel ou le toit.
- Banc de souchet** : Banc de pierre tendre, de l'étage supérieur, c'est par ce banc que les carriers attaquaient le plus fréquemment le front de taille.
- Bancs francs** : Bancs de Calcaire Grossier se trouvant sous le Banc de Roche, formant le ciel. Ce terme regroupe les appellations de Cliquart, Grignard, Souchet, Banc Blanc.
- Banquette** : Plate forme de travail, aménagée dans le talus d'une fouille à ciel ouvert.
- Bloc** : Masse de pierre, extraite ou éboulée, à l'état brut.
- Bouche** : Ouverture ; entrée dans une carrière souterraine ; ouverture d'un puits.
- Bourrage** : Remblais mis en place dans une carrière souterraine.
- Cavage** : Entrée, à flanc de coteau, d'une carrière souterraine.
- Ceinture** : Anneau maçonné entourant un puits ou un fontis.
- Ciel** : Banc rocheux laissé en toit de carrière.
- **ciel tombé** : chute de blocs du banc du ciel.
- **ciel ouvert** : exploitation d'une carrière en plein air.
- Cliquart** : (du verbe cliquer) Variété de Calcaire Grossier qui rend un son métallique sous les coups de marteau.
- Cloche** : Excavation qui se forme progressivement par suite de l'effondrement du ciel.
- Découverte** : Ensemble des terrains qu'il faut enlever dans une carrière à ciel ouvert, pour atteindre la masse exploitable.

Epautrure : Eclat, entaille accidentelle sur une pierre de taille ou sur les parois d'une carrière.

Etage de carrière : Niveau d'exploitation, synonyme d'atelier. A ne pas confondre avec étage stratigraphique.

Etau de masse : Partie non exploitée dans une carrière. Si l'étau est de faible épaisseur, on le dénomme aussi « rideau de masse » (on dit tronc dans les carrières à ciel ouvert).

Feuillères : Cavités formées par circulation d'eau le long d'une fissure, d'une diaclase. Elles peuvent mesurer de quelques centimètres à plusieurs mètres.

Flache : Petit affaïssement très localisé et pouvant être profond par rapport à ses dimensions (terme utilisé en voirie).

Fontis : Effondrement local souterrain provoqué par éboulement dans un vide de dissolution ou de carrière, pouvant entraîner la formation d'un affaïssement en surface.

Four : Partie haute d'un front de taille par laquelle les carriers commençaient souvent l'extraction.

Front de taille : Surface verticale suivant laquelle on attaque la couche à exploiter.

Front de masse : Limite des exploitations (ciel ouvert ou souterraines).

Galerie : Passage souterrain utilisé pour l'exploitation des carrières. Les dimensions sont variables et déterminées par :

- la hauteur des bancs à extraire ;
- la circulation pour l'évacuation des blocs ;
- la solidité du ciel.

Hague : Mur en pierres sèches servant à retenir les bourrages.

Liais : Appellation d'un banc caractéristique (peu fossilifère) de l'étage moyen des carrières de Calcaire Grossier.

Lit : Plan parallèle à la stratification plus ou moins visible dans les carrières parisiennes.

Ludien : Sous-étage du Tertiaire, correspondant à l'Eocène supérieur (sous époque du Tertiaire)

Lutétien : Etage du Tertiaire correspondant à l'Eocène moyen

Masse : Ensemble des bancs exploitables d'une carrière :

- masse en ciel : banc exploitable laissé en surépaisseur dans le ciel ;
- masse en pied : banc exploitable laissé en surépaisseur sur un sol de carrière.

Météorique - eaux météoriques : Eaux ayant leur origine dans l'atmosphère : pluie, neige, grêle, ...

Mur : Limite inférieure d'un gisement, d'un banc ou d'une formation.

Nez de pilier : Partie supérieure d'un angle de pilier.

Pied : Sol de carrière ou base d'un pilier.

Pilier à bras : Pilier élevé en pierres sèches dans une carrière souterraine pour soutenir le ciel. Synonyme : cale.

Puisard : Cavité d'érosion remplie de matériaux terreux apportés par les eaux ; on la rencontre dans la masse rocheuse en cours d'exploitation.

Se dit également d'un petit puits creusé en pied de carrière pour y recueillir les eaux parasites pendant l'exploitation ou après.

Puits d'aération ou d'aérage : Puits, généralement de petit diamètre, créant avec d'autres puits un courant d'air destiné à ventiler la carrière.

Puits de service : Puits servant à l'exécution des travaux en souterrain.

Purge : Action de décoller et de faire tomber des épaufrures et des blocs instables.

Recherche : Première galerie d'exploitation de l'étage supérieur, galerie d'avancement des travaux de débouffrage. Galerie réalisée aussi lors de la recherche des flots de carrières.

Récollement : Vérification du tracé de la carrière fait sur la carte par rapport à la réalité.

Recouvrement : Ensemble des terrains rencontrés au-dessus d'une carrière. Le banc de ciel est compris dans le recouvrement.

Roche : Banc supérieur du Calcaire Grossier, souvent très fossilifère (empreintes de Cérithes). Il forme le ciel de très nombreuses exploitations (0,40 à 1,20 m d'épaisseur).

Roquette : Banc caractéristique des Marnes et Caillasses du Lutétien ; très coquillier, souvent siliceux, il se trouve un peu au-dessus de la Roche.

Stampien : Etage géologique du Tertiaire correspondant à l'Oligocène (époque du Tertiaire)

Souchet : Banc de pierre tendre de l'étage supérieur du Calcaire Grossier. Dans l'exploitation actuelle des carrières, on emploie le mot « tiroir ».

Souchevage : Opération qui consiste à enlever le « souchet » pour faciliter l'extraction du banc supérieur.

Taux de détruitement : Pour une carrière souterraine, pourcentage des vides par rapport à la surface totale. Les surfaces sont comptées dans une section horizontale, à la base.

Toit : Synonyme de ciel de carrière ; surface supérieure d'une masse ou d'une exploitation souterraine.

Tranche : Galerie étroite percée dans la masse pour permettre un passage entre deux carrières ou pour traverser un étai.

Tréfonds : Sous-sol d'un terrain considéré.

Trou de communication : Puits ou passage ouvert dans le banc séparant deux étages.

Trou de service : Ancien nom donné à un puits d'extraction.