

**PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES
NATURELS DE MOUVEMENTS DE TERRAIN**
liés aux anciennes carrières souterraines
de Calcaire Grossier et de craie

Commune de La Celle-Saint-Cloud

Note de Présentation



Vu pour être annexé à l'arrêté de ce jour
Versailles, le

Pour le Préfet des Yvelines, le 29 OCT. 2015

et par délégation

Le chef de bureau

H. ROSENZWEIG

AVERTISSEMENT

L'objet du présent PPRN est de définir les zones pouvant être affectées par la présence d'anciennes exploitations souterraines de Calcaire Grossier et de craie ainsi que les règles à appliquer en ce qui concerne l'occupation ou l'utilisation des sols.

Ce PPRN est établi en application de l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement.

Il prend uniquement en compte les risques de mouvements de terrains liés au caractère évolutif des anciens ouvrages souterrains creusés dans le Calcaire Grossier et dans la craie sur le territoire communal de LA CELLE-SAINT-CLOUD.

SOMMAIRE

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS.....	4
I.1 OBJET ET CHAMP D'APPLICATION D'UN PPRN.....	4
I.2 PROCÉDURE D'ÉLABORATION ET CONTENU D'UN PPRN.....	4
I.2.1 Procédure d'élaboration.....	4
I.2.2 Contenu d'un PPRN.....	4
I.3 MOTIVATIONS DU PPRN POUR LA COMMUNE DE LA CELLE-SAINT-CLOUD.....	5
I.4 ÉLABORATION, RÉVISION OU MODIFICATION DU PPRN.....	6
CHAPITRE II: GÉOMORPHOLOGIE.....	8
ET GÉOLOGIE LOCALE.....	8
II.1 CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE.....	8
II.2 GÉOLOGIE DU SITE.....	9
II.3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE.....	12
CHAPITRE III: CARACTÉRISATION DE L'ALÉA.....	13
III.1 ORIGINE DES RISQUES.....	13
III.1.1 La carrière de craie (Pointelet).....	13
III.1.2 La carrière de Calcaire Grossier (Loison).....	16
III.1.3 Les typologies de désordres liées aux cavités souterraines.....	19
III.1.4 Événements connus sur la commune de La Celle-Saint-Cloud.....	23
III.2 QUANTIFICATION DE L'ALÉA.....	24
III.2.1 Nature de l'aléa.....	24
III.2.2 La Zone de Protection (ZP) et la Marge de Reculement (MR).....	25
III.2.3 Probabilité d'occurrence.....	26
III.2.4 Intensité.....	27
III.2.5 Évaluation de l'aléa.....	28
CHAPITRE IV: ANALYSE DES ENJEUX.....	29
IV.1 COMPOSITION DU MILIEU URBAIN ET NATUREL.....	29
IV.2 RECENSEMENT DES PROJETS CONNUS À LA DATE D'APPROBATION DU PPRN.....	30
CHAPITRE V: ZONAGE ET REGLEMENT.....	31
V.1 ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	31
V.2 RÉGLEMENT.....	32
V.2.1 Principes.....	32
V.2.2 Réglementation des projets.....	32
V.2.3 Mesures sur les biens et activités existants.....	33
V.2.4 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.....	34
CHAPITRE VI: DEMARCHE D'ASSOCIATION ET DE CONCERTATION.....	36
VI.1 LES MODALITÉS D'ASSOCIATION.....	36
VI.2 LES MODALITÉS DE CONCERTATION.....	36
ANNEXE 1.....	38
CARTOGRAPHIE DES ALÉAS LIÉS À LA PRÉSENCE D'ANCIENNES CARRIÈRES SOUTERRAINES.....	38
ANNEXE 2.....	39
CARTOGRAPHIE DES ENJEUX.....	39
ANNEXE 3.....	40
RECOMMANDATIONS POUR LES EXAMENS GÉOTECHNIQUES.....	40
ANNEXE 4.....	41
RECOMMANDATIONS POUR LES RECONNAISSANCES DES SOLS PAR SONDAGES.....	41

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

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

Dans le cadre de la mise en place d'une politique générale de prévention des risques, l'État élabore en partenariat avec les collectivités territoriales des documents réglementaires.

En application de l'article L. 562-1 du code de l'environnement, l'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles engendrés par des phénomènes tels que les mouvements de terrain.

Le PPRN a pour objet :

- de délimiter les zones exposées aux risques pris en compte ainsi que les zones non directement exposées aux risques, où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux ;
 - de définir les mesures relatives aux aménagements existants à la date de l'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs ;
 - de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers.

Un PPRN est un document de prévention qui a valeur de servitude d'utilité publique : annexé au plan local d'urbanisme (PLU) conformément à l'article R.126-1 du code de l'urbanisme, il s'impose donc aux décisions d'urbanisme. Lorsque des niveaux de risque importants le justifient, le PPRN peut également imposer des mesures adaptées aux constructions, ouvrages, biens et activités existants à la date de son approbation.

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

I.2.1 Procédure d'élaboration

Les PPRN sont établis par l'État et ont valeur de servitude d'utilité publique. Leurs modalités d'élaboration, d'approbation et d'application sont régies par les articles L. 562-1 à L. 562-9 (partie législative) et R. 562-1 à R. 562-12 (partie réglementaire) du code de l'environnement.

Par son arrêté en date du 6 novembre 2012, le préfet a prescrit l'élaboration d'un PPRN pour les risques liés aux mouvements de terrains sur la commune de La Celle-Saint-Cloud.

Une fois élaboré, le projet de PPRN est notamment soumis aux conseils municipaux et aux organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert en tout ou partie par le plan. Il est ensuite soumis à une enquête publique telle que prévue aux articles L.123-1 et suivants du code de l'environnement. À l'occasion de l'enquête, le commissaire enquêteur doit auditionner le ou les maires des communes concernées.

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

I.2.2 Contenu d'un PPRN

Le PPRN se compose de trois documents :

- une **note de présentation** indiquant les raisons de la prescription du PPRN, le secteur géographique concerné (contexte physique et enjeux), la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances, mais aussi le mode de qualification des aléas, les objectifs de prévention visés et la

présentation et justification du zonage et du règlement ;

- des **documents cartographiques** qui délimitent les zones où s'applique le PPRN ;
- un **règlement** qui précise pour les zones exposées :
 - les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones ;
 - les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités et/ou les particuliers, ainsi que celles relatives aux aménagements existants qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le PPRN peut également contenir, pour information et explication, des annexes qui n'ont pas de valeur réglementaire, telles que des cartes et coupes renseignant sur les événements passés, la géologie du site ou les aléas, les textes de lois, une bibliographie...

I.3 Motivations du PPRN pour la commune de La Celle-Saint-Cloud

La commune de La Celle-Saint-Cloud, chef-lieu de canton, est située dans le département des Yvelines, en rive gauche de la vallée de la Seine et en limite du département des Hauts de Seine. Située à une quinzaine de kilomètres de la capitale, elle s'étend sur environ 582 hectares et est bordée par les communes de Bougival au nord et nord-ouest, Louveciennes au sud-ouest, Rocquencourt et Le Chesnay au sud ainsi que Rueil-Malmaison et Vaucresson à l'est.

Le contexte géologique et géomorphologique, décrit dans le chapitre II du présent document, explique comment la commune de La Celle-Saint-Cloud et les communes voisines sont devenues des sites préférentiels d'exploitations souterraines de Calcaire Grossier et notamment de la Craie Blanche souvent trop profonde dans le reste du Bassin Parisien.

Depuis le 05 août 1986, la commune de La Celle-Saint-Cloud dispose d'un document réglementaire, en application de l'article R111-3 du code de l'urbanisme ayant fait l'objet de l'arrêté préfectoral n°86-400, délimitant un périmètre de risques lié à la présence de ces carrières souterraines abandonnées. À l'intérieur de ce périmètre, les autorisations d'occupation ou d'utilisation du sol peuvent être soumises à des conditions spéciales de nature à assurer la stabilité des constructions.

Le vieillissement naturel des anciennes exploitations souterraines, conduit inéluctablement, en l'absence de travaux confortatifs préventifs, à la ruine de ces ouvrages et par conséquent à des impacts sur les zones d'aménagement. Dans ce contexte, au vu des risques engendrés par la présence de carrières souterraines de Calcaire Grossier et de craie sur les zones urbanisées et terrains pouvant faire l'objet d'aménagements futurs, l'élaboration d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles a été proposée sur la commune de La Celle-Saint-Cloud.

Cette démarche d'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels de Mouvements de Terrains liés à la présence de ces cavités souterraines s'inscrit dans la continuité de la démarche engagée par l'État dans ce secteur. En effet, la commune de Louveciennes est dotée depuis le 6 septembre 2012 d'un P.P.R.M.T. carrières souterraines. Celui de la commune de Bougival a été approuvé le 14 novembre 2012.

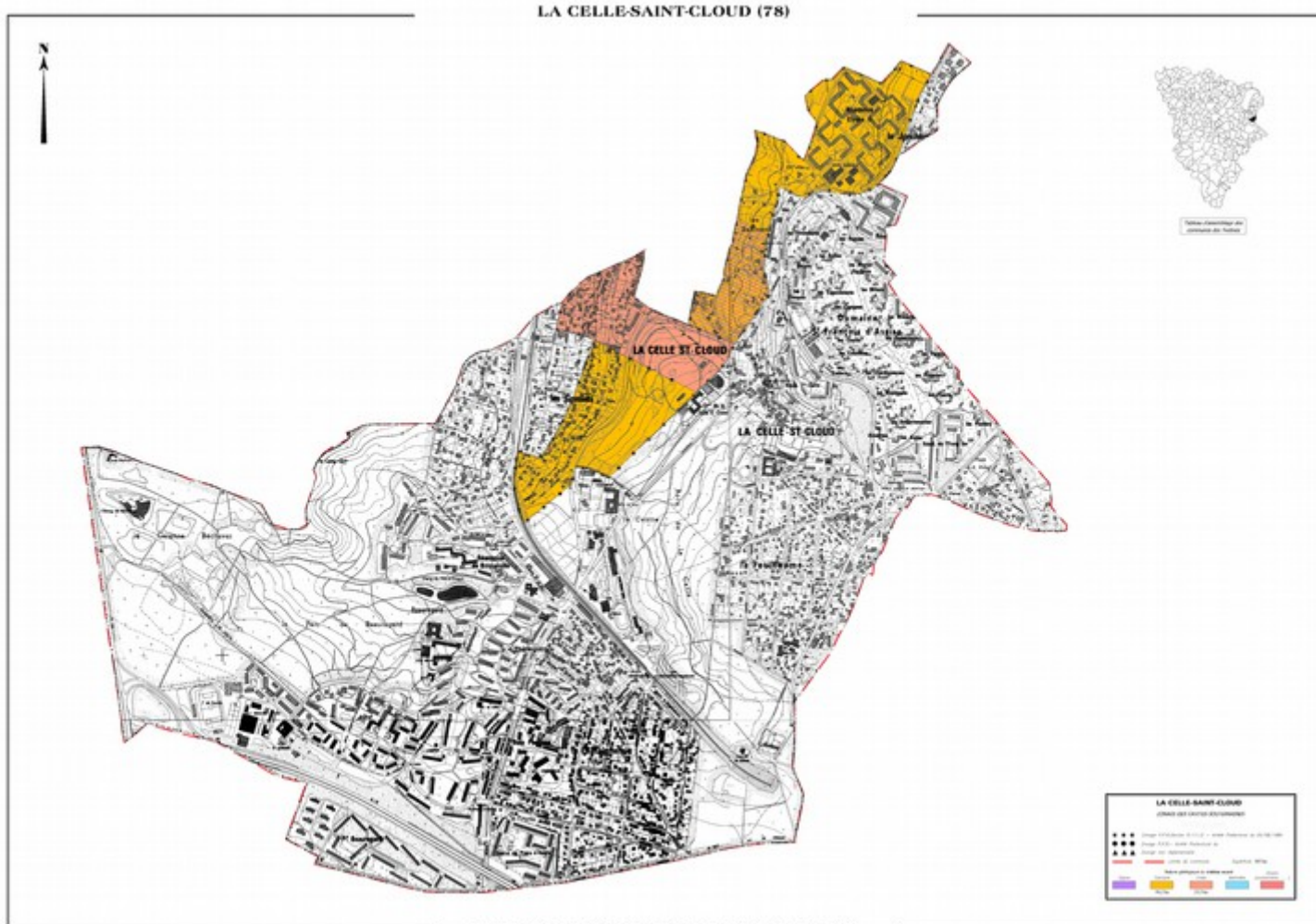


Figure 1: Zonage communal existant des cavités souterraines (périmètre de risque R111-3)

I.4 Élaboration, révision ou modification du PPRN

Ce PPRN, prescrit le 6 novembre 2012, doit permettre de définir des dispositions liées à un zonage du risque :

- en définissant les prescriptions que doivent prendre en compte les nouveaux projets d'aménagement et de construction et donc les autorisations d'occupation du sol ;
- en indiquant les mesures qu'il convient d'appliquer aux constructions, ouvrages, biens et activités existants à la date d'approbation du PPRN.

Son élaboration s'appuie sur le recueil et l'exploitation des données existantes (archives communales, de l'Inspection Générale des Carrières de Versailles et de l'ancien service des mines, archives départementales des Yvelines, cartes géologiques du Bureau de Recherches Géologiques et Minières...) et sur les observations et les relevés faits sur le terrain lors des opérations de cartographie des vides par le personnel de l'IGC. Il convient de noter que certains documents consultés sont anciens et peuvent être partiels.

Un comité de pilotage réunissant la commune et ses services techniques, l'Inspection Générale des Carrières (IGC), et la Direction Départementale des Territoires des Yvelines (DDT 78) a permis de valider le contenu du projet aux différentes étapes de son élaboration (cf. chapitre IV).

Enfin, il est rappelé qu'il n'est ni de la responsabilité ni de la compétence de l'État, d'engager des études particulières au niveau de la parcelle mais que le préfet de département a la possibilité d'engager la révision du PPRN notamment en fonction d'éléments nouveaux résultant d'investigations ou d'observations.

Dans le cadre d'une éventuelle révision ou modification du plan, les études et travaux qui auraient été réalisés, soit dans le cadre de mesures obligatoires définies par le règlement (chapitre 2 et 3 du règlement), soit de la propre initiative des propriétaires ou des maîtres d'ouvrage publics, pourront le cas échéant être pris en compte par une adaptation du zonage. Cette dernière reposera cependant sur une transmission au service instructeur en charge de la modification ou de la révision du plan, de l'ensemble des documents attestant de la bonne exécution des travaux de mise en sécurité.

CHAPITRE II: GÉOMORPHOLOGIE ET GÉOLOGIE LOCALE

II.1 Cadre géomorphologique

Le territoire communal est constitué, de façon schématique, d'un plateau recoupant depuis la formation géologique des Argiles Plastiques l'ensemble des terrains de l'ère tertiaire. L'altitude de ce dernier décroît du sud (179m au niveau de l'A13) vers le nord en direction de la vallée de la Seine (76m à l'intersection des avenues Pierre Brossolette et François Debergue). Un petit ru, la Drionne, ancien affluent de la Seine (canalisé et enfoui de nos jours), a entaillé ce plateau dans la moitié nord et approximativement au centre de la commune. Le thalweg de la Drionne se situe au niveau des avenues de la Drionne, Jean Moulin (RD321) et Pierre Brossolette. Le fond de ce thalweg atteint l'altitude de 28m au niveau de l'ancienne confluence avec la Seine sur la commune de Bougival et accueille la principale voie de circulation automobile reliant le plateau de Versailles à l'ancienne route nationale n°13 qui borde la Seine au niveau de Bougival.

Sur les communes de Bougival et de Louveciennes l'érosion des terrains par le réseau hydrographique a également mis à l'affleurement la formation géologique de la Craie Blanche du Crétacé.

Ce contexte géomorphologique explique la mise à disposition des matériaux. De plus, la proximité de la voie fluviale facilitait le transport de ceux-ci. La commune de La Celle-Saint-Cloud et les communes voisines sont par conséquent devenues des sites préférentiels d'exploitations souterraines de Calcaire Grossier et notamment de la Craie Blanche souvent trop profonde dans le reste du Bassin Parisien.

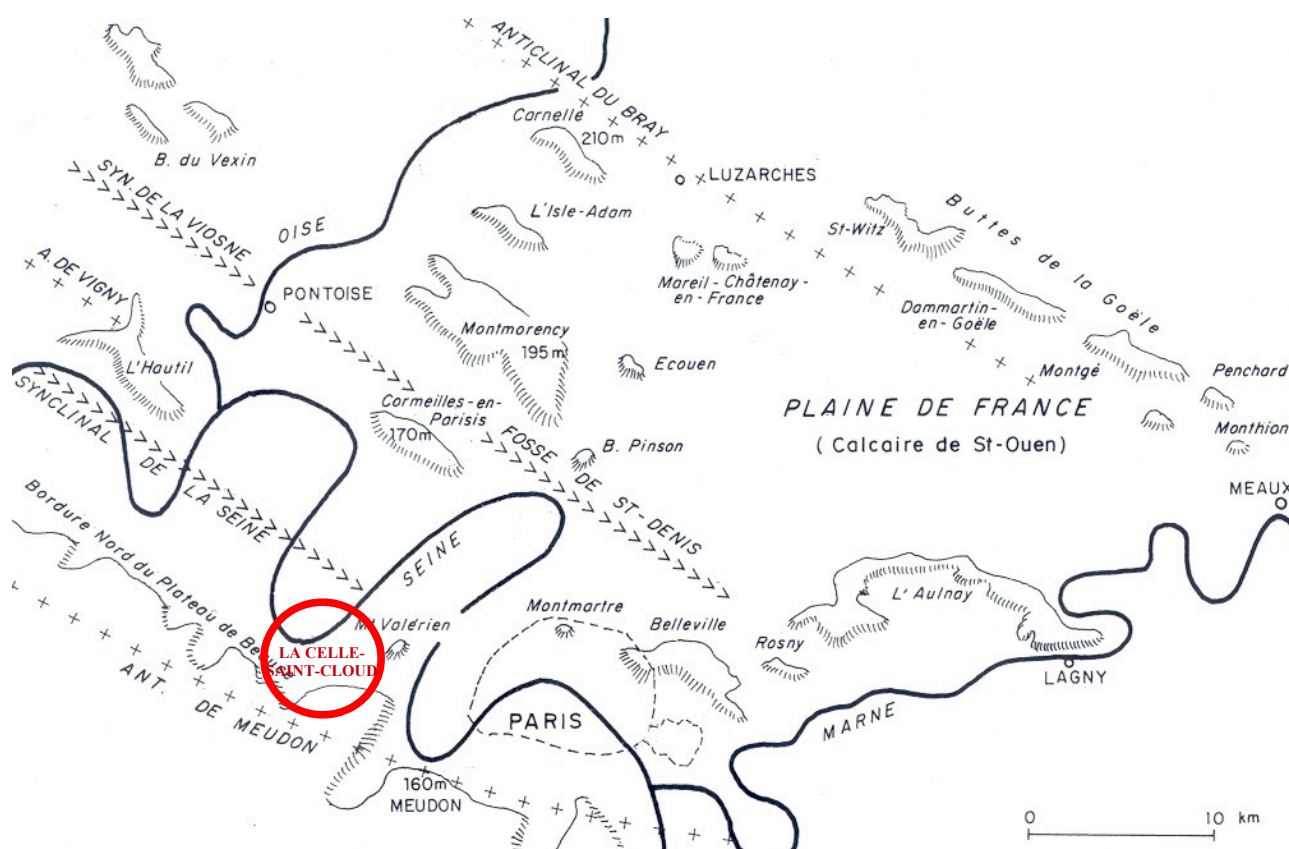


Figure 2: Localisation de la commune de La Celle-Saint-Cloud au sein des massifs géologiques de la région parisienne (extrait du livre « découverte géologique de Paris et de l'Île-de-France » de Charles Pomerol)

II.2 Géologie du site

La commune de La Celle-Saint-Cloud s'inscrit du point de vue de la géologie régionale dans le vaste ensemble sédimentaire constituant le bassin parisien entre le synclinal de la Seine au nord et l'anticlinal de Meudon au sud. La mise en place du réseau hydrographique qui donnera naissance à la Seine a creusé profondément la couverture tertiaire et dénudé le socle crétacé pour constituer une vaste plaine alluviale dominée par le plateau sablo-calcaire de la région de Versailles (extrémité de la bordure nord du plateau de Beauce).

Au-delà de la partie sommitale de l'ère secondaire constituée par la Craie Blanche du Campanien (age : 65 millions d'années), on rencontre successivement de bas en haut, les formations du Montien (Marnes de Meudon), de l'Yprésien (Argiles Plastiques du Sparnacien surmontées par les Sables du Cuisien dont l'épaisseur est réduite), du Lutétien (Calcaire Grossier et Marnes et Caillasses), de l'étage Bartonien inférieur (alternance de niveaux sableux et marno-calcaires), du Ludien (marne et gypse), du Stampien (Argiles Vertes, Marnes à Huîtres et Sables de Fontainebleau) et de l'Aquitanien (Meulière de Montmorency).

L'ensemble de ces formations est masqué par un complexe de surface limoneux à limono-sableux et par des recouvrements d'éboulis et de remblais, d'épaisseur hétérogène, issus de l'action humaine, de dépôts éoliens ou encore produits de l'altération de la roche sous-jacente remaniés par des effets de solifluxion et de ruissellement.

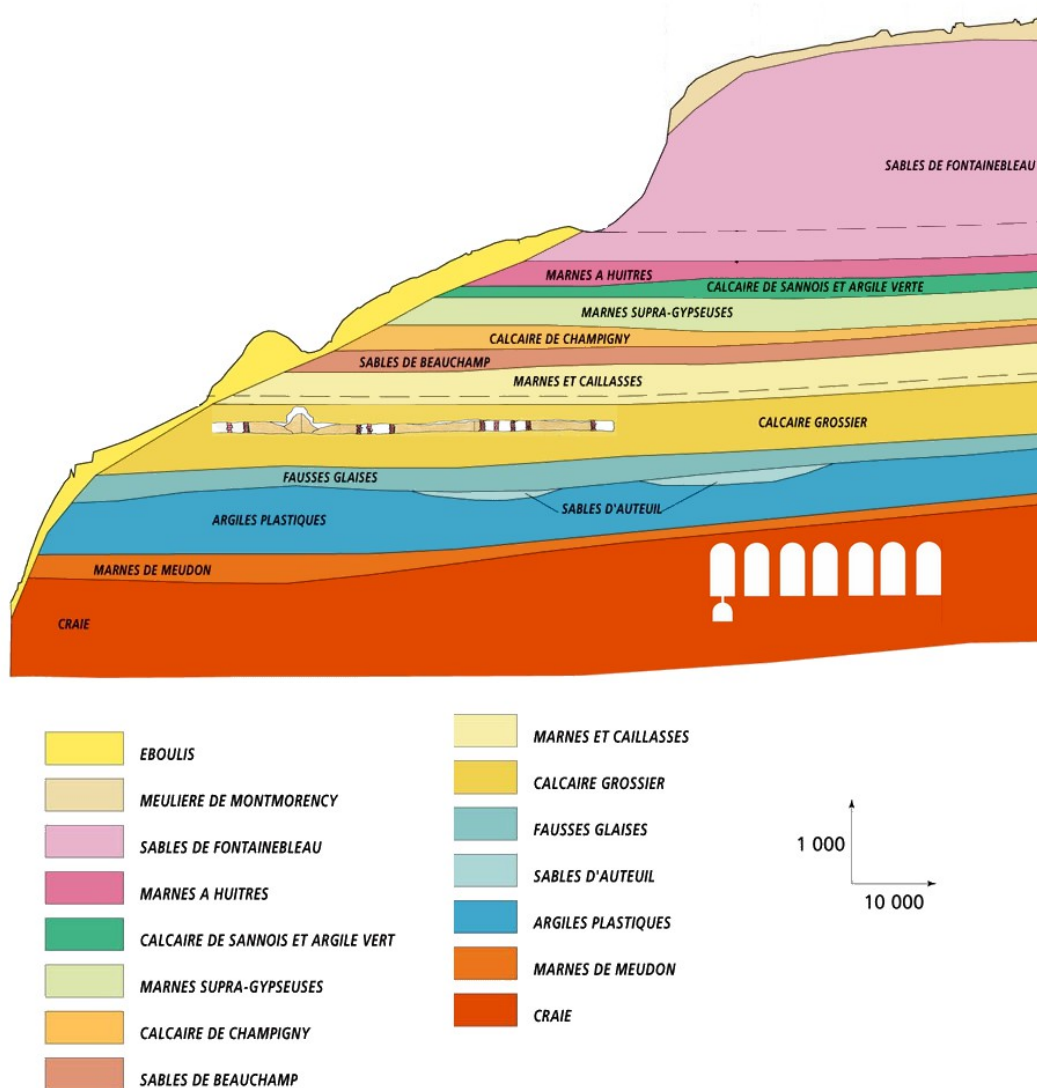


Figure 3: coupe stratigraphique schématique de la région au niveau du secteur de Bougival

L'existence au niveau régional de deux axes anticlinaux (celui de la Seine et celui de Beynes) séparés par le synclinal du ru de Gally traduit une ancienne activité tectonique ayant influencé la succession classique des formations du bassin parisien (disparition de certaines assises, modification de faciès, réduction importante d'épaisseur...) et mis à l'affleurement la craie campanienne.

Ainsi, l'examen des différents sondages auxquels nous avons eu accès conduit au niveau du territoire communal de La Celle-Saint-Cloud à l'interprétation stratigraphique suivante :

Les Meulières de Montmorency d'une épaisseur maximale de 4 mètres recensée sur la commune, ce sont des roches siliceuses, généralement celluleuse, associées à des argiles bariolées communément appelées argiles à meulières.

Les Sables de Fontainebleau ne possèdent qu'une épaisseur limitée en bordure de versant 2 à 5 mètres mais peuvent atteindre plus de 30 mètres en limite de Rocquencourt ou de Vaucresson. Ces sables fins, blancs à jaunes, micacés et colorés sous l'action d'oxydes de fer peuvent présenter localement une teneur en argile verdâtre à bleuâtre suffisante pour conférer une bonne cohésion à l'ensemble de l'assise géologique. Sous la couverture sableuse, on rencontre **les marnes à huîtres**, marnes blanches à grises calcaires, très fossilifères, d'une épaisseur n'excédant pas 3 à 4 mètres en bordure de versant.

Le Sannoisien ou Stampien Inférieur est représenté sur une petite dizaine de mètres au maximum par le faciès Marno-Calcaire de Brie/Sannois (alternance de marnes blanches sablo-calcaires et de petits bancs de calcaires durs associés à des veines d'argiles grisâtres) et les Argiles Vertes dites de Romainville (argiles très plastiques calcaires alternant avec des marnes blanches).

L'étage **ludien** est constitué par **les Marnes de Pantin**, calcaireuses et blanches, affectées d'un fin diaclasage et **les Marnes d'Argenteuil** qui présentent un faciès argileux gris à bleu compact, l'épaisseur totale du complexe est de quelques mètres. La base de l'assise est formée par les calcaires de Champigny, alternance de bancs argilo-marneux et de niveaux calcaires compacts.

L'ensemble Bartonien Inférieur représenté par les sables de Monceau/Marines, les marno-calcaires de Saint-Ouen et les sables de Beauchamp d'une puissance qui peut varier de 2 à 8 mètres sur la commune.

Les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier du Lutétien composés pour les premières d'une alternance régulière de minces bancs calcaires dolomitiques généralement compacts et durs et de lits marneux à marno-sableux contenant de petits filets argileux gris ou verts et pour le second de bancs calcaires massifs (par endroits à dominante sableuse, à d'autres niveaux renfermant des veines marneuses) glauconieux à grain plus ou moins grossier, riches en mollusques (milioles, cérithes...). Les bancs supérieurs sont généralement bien indurés et homogènes alors que les niveaux inférieurs apparaissent plus sableux et plus sensibles aux phénomènes d'altérations. Ce complexe présente au niveau communal de fortes variations d'épaisseur (d'une dizaine à près d'une trentaine de mètres) liées d'une part au contexte topographique et d'autre part à des phénomènes d'érosion et d'altération. Ces niveaux calcaires ont été exploités pour la pierre à construction (moellons et pierres de taille). Ce massif calcaire est affecté par une fracturation naturelle d'origine tectonique, les fractures pouvant être plus ou moins ouvertes et karstifiées avec des remplissages argileux.

Les formations de l'Yprésien constituées des sables de Cuise (d'épaisseur très réduite (métrique) voire inexistantes en certains endroits de la commune) et des argiles du Sparnacien. Ces dernières regroupent à la fois des fausses glaises (argiles plastiques grisâtres violacées), des sables grossiers siliceux (dénommés sables d'Auteuil) et des argiles plastiques bariolées parfois ligniteuses. L'épaisseur de ces formations est très variable (de quelques mètres à un peu plus d'une quinzaine de mètres), son augmentation se faisant au détriment du Montien sous-jacent. L'épaississement peut avoir différentes origines, soit en lien avec des phénomènes de glissement latéral de par le pendage, la topographie et le poids des terrains surincombants, soit encore en rapport avec les conditions de sédimentation des matériaux.

Les Marnes de Meudon et le calcaire pisolithique du Montien. Il s'agit de marnes grisâtres à verdâtres à nodules crayeux surmontant des niveaux calcaires présentant des faciès variés (calcaire grossier compact et coquillier, sables calcaires ou encore conglomérat à éléments de craie et de silex). L'épaisseur de ce complexe est relativement variable mais généralement inférieure à une dizaine de mètres.

La Craie du Campanien correspondant à un dépôt de mer peu profonde et chaude, sous forme d'une accumulation de coquilles et de micro-organismes (coccolites) dans une matrice, très fine et non soudée. C'est donc une roche sédimentaire calcaire, composée à plus de 90% de carbonate de calcium (CaCO₃). Elle peut renfermer des silex qui sont des accidents siliceux formés à l'intérieur de la craie. Elle est représentée sur Louveciennes par un faciès recristallisé à la jonction avec le Montien passant plus en profondeur à une craie blanche relativement pure à lits de silex. Cette formation crayeuse qui constitue le soubassement de l'Île-de-France possède une épaisseur de plusieurs centaines de mètres. Elle peut dévoiler différents aspects, craie molle un peu plastique et pâteuse ou bien craie relativement compacte présentant « un aspect de roche ». Elle est affectée d'une part par d'importantes fractures (diaclasses) verticales ou subverticales (inclinaison de l'ordre de 70° à 90° sur l'horizontale) d'origine tectonique et d'autre part, plus ponctuellement, par des phénomènes de remplissage des vides karstiques (poches de dissolution de craie comblées par des matériaux argilo-sableux sus-jacents).

Les formations superficielles (limons, éboulis et remblais) viennent recouvrir toutes ces assises et ont des origines variées. Il s'agit généralement de matériaux à texture limoneuse ou limono-argileuse déposés sur les plateaux ou plaqués sur les versants. Ces dépôts, d'épaisseur très irrégulière (de quelques décimètres à plusieurs mètres) sont issus d'altérations et de remaniements par des effets de solifluxion et de ruissellement quand ils ne sont pas liés à une action anthropique.

En conclusion, il convient de garder à l'esprit que la géologie de la commune de La Celle-Saint-Cloud présente, au-dessus de la craie, l'ensemble de la succession classique des formations du tertiaire mais l'impact de la tectonique locale (notamment de par la présence du synclinal de la Seine) a fortement influencé les épaisseurs (conduisant ponctuellement à la disparition de certaines assises) et engendré des variations de faciès (absence de niveaux gypseux au sein du Ludien). L'ensemble des couches géologiques présente un pendage assez marqué en direction du Synclinal de la Seine occupé par ce fleuve.

II.3 Contexte hydrologique et hydrogéologique

La commune de La Celle-Saint-Cloud est située dans le bassin versant de la Seine aval. Une partie du territoire a par ailleurs été entaillé par une vallée creusée par le ru de la Drionne aujourd'hui entièrement canalisé.

Du point de vue hydrogéologique, différents aquifères sont présents sur La Celle-Saint-Cloud du fait de la succession des terrains tertiaires avant d'atteindre le socle crétacé. Ainsi, il existe :

- une petite nappe suspendue au niveau de la base des sables de Fontainebleau, les formations sous-jacentes du Sannoisien formant un écran imperméable qui stoppent les infiltrations en profondeur. Cette ressource est délicate à capter de par la finesse des sables, et son alimentation se fait principalement par les précipitations météoriques percolant à travers la couverture des terrains de surface à plus ou moins forte porosité (remblais, éboulis ou limons). Le niveau piézométrique de cette nappe dépend de la cote du substratum imperméable.
- des circulations plus ou moins diffuses dans les calcaires bartoniens.
- une nappe contenue dans les formations du Lutétien-Soissonnais et déterminée par les argiles du Sparnacien (fausses glaises et argiles plastiques) où l'eau semble pouvoir s'écouler facilement sur un plan subhorizontal entre les bancs de caillasses et de marnes parallèlement à la stratification existante. Par ailleurs, le Calcaire Grossier, parfois très compact, est cependant toujours plus ou moins fissuré, ce qui permet une circulation libre de l'eau de manière subverticale à la faveur des fractures naturelles.
- la nappe de la craie notablement puissante et en rapport direct avec la nappe alluviale de la Seine et le niveau du fleuve, situé aux environs de + 20 NGF au niveau du pont de Bougival (la craie est particulièrement aquifère et son réseau de diaclases communique avec la plaine alluviale).

La partie supérieure de la formation de Craie Blanche a pu être exploitée dans ce secteur (Louveciennes, Bougival, La Celle-Saint-Cloud) car elle est d'une part protégée par les argiles sparnaciennes et d'autre part à ce niveau pas encore soumise directement aux fluctuations de la nappe alluviale de la Seine. Toutefois, concernant la carrière Pointelet, les nombreux effondrements ont mené à la rupture de l'écran argileux sparnacien et à l'écoulement des eaux du Lutétien-Soissonnais dans les vides non effondrés. Ces événements ont eu un impact considérable et ont créé une hydrogéologie locale atypique qu'il serait intéressant d'étudier plus spécifiquement. Si des échanges entre nappes ont été créés, quels seraient les conséquences des variations saisonnières ou d'épisodes climatiques exceptionnels sur la stabilité des vides non effondrés ?

CHAPITRE III: CARACTÉRISATION DE L'ALÉA

III.1 Origine des risques

L'origine du risque est liée d'une part à des facteurs pré-existants issus du contexte géologique, hydrogéologique et topographique et d'autre part à l'action anthropique qui a pu être faite sur le territoire communal dans le cadre de l'exploitation des matériaux dans le but d'obtenir de la pierre à bâtir et des constituants pour la fabrication notamment de la chaux hydraulique produite dans l'usine Pointelet utilisée dans la construction (mortiers...).

Des archives il ressort que les formations géologiques présentes à l'affleurement sur le territoire de La Celle-Saint-Cloud ont été exploitées à ciel ouvert notamment pour la fabrication de briques ou simplement pour la réparation des murets et chemins. Des arrêtés préfectoraux datant de la fin du XIX^{ème} siècle, conservés aux archives départementales et communales, témoignent de l'exploitation de matériaux divers « sable, argile, meulières, pierres cassées ». Seule la briqueterie Deseine est clairement identifiée sur le territoire communal avec des plans de fours à briques au lieu-dit "Les Bas Mommores".

Le passé extractif de La Celle-Saint-Cloud est étroitement lié à celui de la commune voisine. En effet, c'est à Bougival que débutent les deux grandes exploitations souterraines qui se prolongeront par la suite sous les terrains cellois.

III.1.1 La carrière de craie (Pointelet)

III.1.1.i La méthode d'exploitation par piliers tournés

La carrière de craie a été exploitée par la méthode des piliers tournés avec des voûtes du toit plus ou moins proche de la structure en plein cintre. Les piliers de craie laissés en place par le carrier sont carrés (7m de côté), très réguliers et répartis de manière orthogonale. Les rues (distance entre les piliers) sont larges de 4m et la hauteur des galeries atteint 6 à 8m. L'exploitation n'a été menée que sur un seul niveau sur le territoire de la Celle-Saint-Cloud.



photo 1: Carrière de craie exploitée par piliers tournés (cliché IGC – Le Port Marly)



photo 2: Photo d'une galerie inondée (cliché IGC – vidéoscopie en sondage RD321 Bougival)

Les caractéristiques mécaniques de la craie varient fortement en fonction de la teneur en eau (la résistance mécanique d'une craie saturée d'eau est considérablement plus faible que celle d'une craie sèche). Or, la carrière a été le siège de nombreux effondrements qui ont eu pour conséquence l'écoulement de la nappe du Soissonnais dans les vides non effondrés. Par conséquent, bien qu'il n'existe aucune donnée piézométrique sur le secteur cellois de la carrière, force est de présumer que la carrière est inondée.

III.1.1.ii Historique de l'exploitation et données existantes

La carrière est beaucoup plus vaste sur la commune de Bougival où était implantée l'usine de chaux hydraulique Pointelet. Le matériau extrait était évacué par un puits situé au sein de l'emprise de l'usine, au lieu-dit "Les Billoises". L'entrée des ouvriers s'effectuait par une descenderie à partir de l'ancien chemin d'intérêt commun n°84 (actuelle avenue Jean Moulin – RD321). L'extraction débuta a priori en 1844.

L'accès à la craie nécessitant le percement de la formation des Argiles Plastiques, des sources abondantes de la nappe du Soissonnais devaient être captées. Lors de la guerre franco-allemande de 1870, l'arrêt des pompages provoque le premier effondrement généralisé de la carrière du côté bougivalais le 7 février 1871. Après plus de 6 mois de pompages, l'activité extractive reprend. La zone effondrée est contournée et l'exploitation s'étend en direction de La Celle-Saint-Cloud et en 1875 un début de 2e niveau s'ouvre sous le lieu-dit "Le fond de Bougival".

Bien que l'autorisation d'ouvrir une galerie de passage sous l'avenue Pierre Brossolette ne soit donnée qu'en 1880, il semble que l'extraction celloise débute dès 1877.

D'autres effondrements se produisent le 16 septembre 1877 et le 07 octobre 1883 du côté bougivalais donnant lieu à des essais de résistance à l'écrasement de la craie prélevée dans la carrière. Suite à ces études, le Préfet de Seine et Oise prend un arrêté (27/07/1888) modifiant radicalement la méthode d'exploitation. L'extraction devient moins rentable, l'activité diminue fortement et la veuve Pointelet abandonne la carrière en 1890. L'arrêté préfectoral du 8 novembre 1890 oblige Mme Pointelet à faire remblayer les passages effectués sous les chemins et à couvrir les puits. Un procès verbal d'un ingénieur des Mines constate le 29 juin 1891 la fin des travaux exigés. Les pompages sont arrêtés et la carrière abandonnée. Le 3 décembre 1891, un 3e effondrement généralisé se produit. Les premiers effondrements du côté cellois se produisent les 17 et 18 mars 1892.

Tous ces effondrements d'ampleur importante n'ont fait aucune victime ni en sous-sol, ni en surface. Les terrains sous-minés n'étaient pas urbanisés. Seuls les bâtiments de l'usine Pointelet subirent des dégâts allant de la fissuration à la ruine totale, notamment lors de l'effondrement de 1891, les lieux étaient déjà désaffectés.

La carrière est inaccessible depuis son abandon. L'état actuel de la connaissance repose sur les éléments d'archives (notamment des rapports des ingénieurs des Mines et des plans) ainsi que sur des données recueillies par résultats de sondages de reconnaissance de sols. La donnée existante la plus fiable est la cote du sol de la carrière à 36 m NGF environ. En considérant une hauteur d'exploitation moyenne de 7m, le recouvrement est d'environ 33m au niveau de la rue Pierre Brossolette et de 60m au niveau de l'allée des Robichons.

Le côté cellois de la carrière Pointelet sous-mine le quartier des Robichons de la section cadastrale AP.



Figure 4: Extrait de l'atlas des carrières souterraines – La Celle-Saint-Cloud_AP (secteur des Robichons)

Une partie de la section cadastrale AC, lieu-dit “Les sablons”, est bordée par les galeries sous-minant le côté bougivalais de la carrière de craie ainsi que par la carrière de Calcaire Grossier Couturier puis Pointelet sus-jacente.



Figure 5: Extrait de l'atlas des carrières souterraines – La Celle-Saint-Cloud_AC (secteur des Sablons)

III.1.2 La carrière de Calcaire Grossier (Loison)

III.1.2.i La méthode d'exploitation par hagues et bourrages

Le taux de défrètement, c'est-à-dire le rapport entre la surface de matériau extrait et la surface initiale, varie en général de 50 à 70% pour les exploitations de craie mais peut atteindre plus de 80% dans certaines carrières de calcaire grossier. Une quantité importante de déchets de taille est laissée sur place et constitue un remblai de pied plus ou moins épais ; dans certains cas, les galeries devenues inutilisées ont pu être remblayées sur la quasi-totalité de leur hauteur, ne laissant subsister que de petits vides résiduels difficilement localisables de nos jours.

Cette méthode permet un défrètement total du matériau recherché par ateliers successifs. Le ciel de la carrière est alors soutenu de place en place par des piliers à bras (cales en pierres sèches simplement empilées du mur au toit et bloquées). Les vides sont quant à eux remblayés progressivement par des déchets de l'extraction ou par des terres apportées de la surface à cet effet. Ces bourrages sont maintenus le long des galeries de circulation (utilisées pour le transport depuis l'atelier jusqu'au puits de service) par des hagues ou murs de pierres sèches. Cette méthode conduit à la réalisation de chambres de hauteur limitée (de l'ordre de 2 m en général) mais au terme de l'exploitation seules quelques galeries subsistent.

Ces constructions souterraines souvent très étendues mettent en place des « phéno-piliers » sur lesquels les toits viendront s'affaisser, plus ou moins rapidement, en provoquant éventuellement une légère subsidence de la surface, mais en principe jamais de fontis, cet affaissement général réduit les hauteurs primitives des galeries résiduelles et provoque des fractures et des effondrements du ciel.

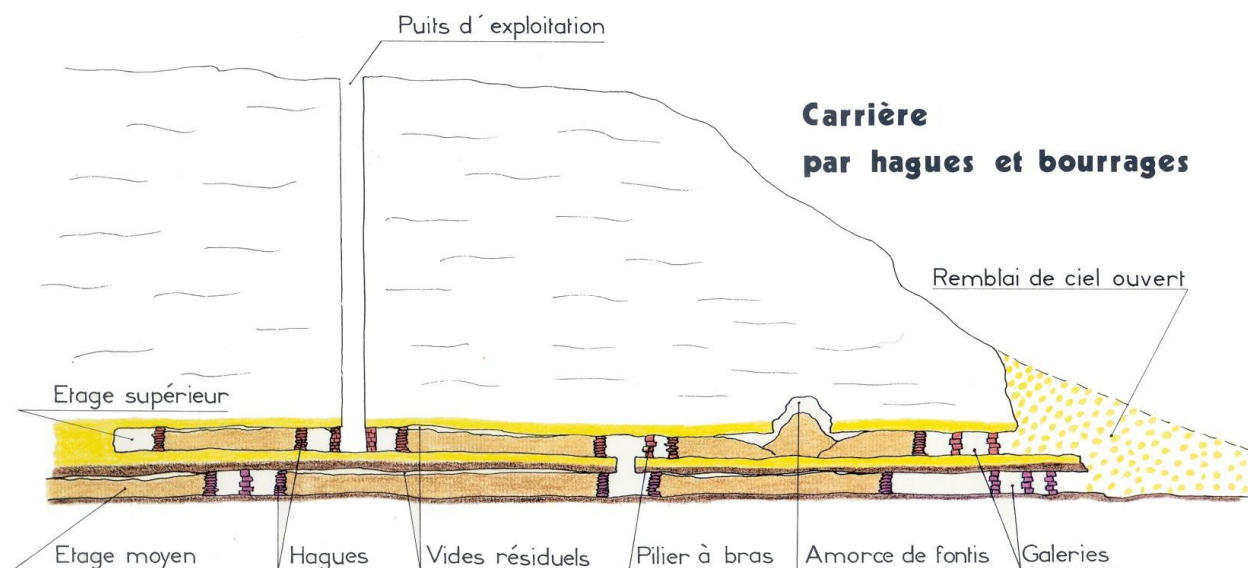


Figure 6: Schéma d'une exploitation par hagues et bourrages dans le calcaire

III.1.2.ii Historique de l'exploitation et données existantes

L'extraction de Calcaire Grossier Loison débute à la fin du XVIIIème siècle sur la commune de Bougival où se situe les entrées en cavage à partir d'une ancienne carrière à ciel ouvert, l'extraction s'est ensuite poursuivie en souterrain sous le parc de la Jonchère et jusqu'à La Celle-Saint-Cloud. L'abandon de la carrière s'effectue vers le début du XIXème siècle.

L'épaisseur de recouvrement est de l'ordre de quelques mètres au niveau des entrées en cavage à Bougival. Sur la commune de La Celle-Saint-Cloud elle atteint 45 m environ au niveau des terrains de tennis municipaux et 50 m environ sous la résidence Élysée II.

Le banc de calcaire a été exploité sur une hauteur moyenne de 1,5 à 2,5 m environ (exploitation du banc de roche) au niveau des côtes 75 à 80 m NGF. La largeur des galeries existantes est de l'ordre de 3 à 5 m.

L'extension générale de la carrière est mal connue de par la nature même de la méthode d'exploitation.

Dans les années 1960 lors de la construction de la résidence Élysée II, la carrière Loison fait l'objet de travaux partiels de confortement par piliers ou voûtes maçonnés au droit de certains des bâtiments. Sous la résidence on distingue cinq galeries principales laissées vides d'une longueur de 150 à plus de 300 m.

Sous les terrains de tennis municipaux, on constate la présence de place en place de nombreux piliers à bras de faible section constitués par des empilements de pierres sèches.

Par ailleurs, les remblais de bourrage ont été creusés par endroits par des visiteurs clandestins.



photo 3: Galerie avec piliers à bras

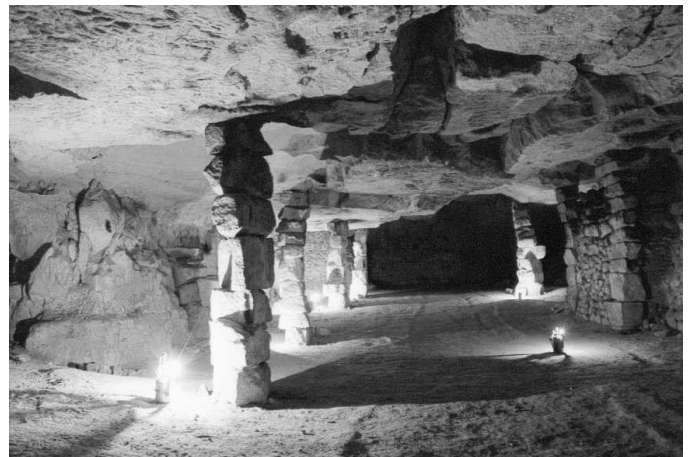


photo 4: Galerie avec piliers à bras

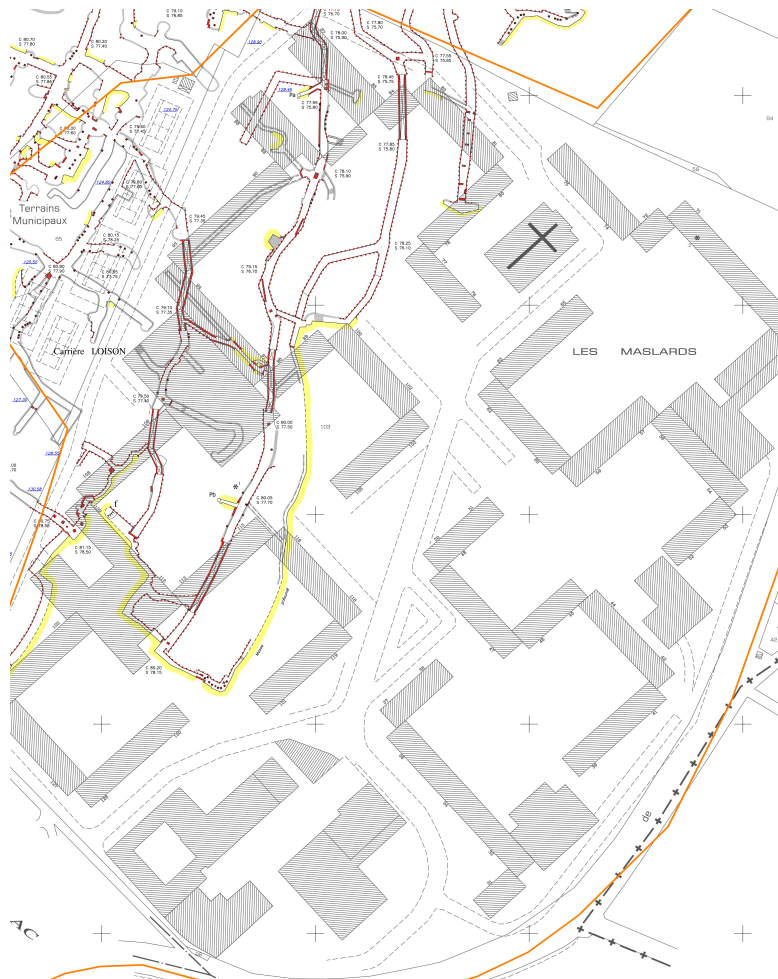


Figure 7: Extrait de l'atlas des carrières souterraines – La Celle-Saint-Cloud_AB

Une partie de la section cadastrale AC est bordée par les galeries sous-minant le côté bougivalais de la carrière Loison.

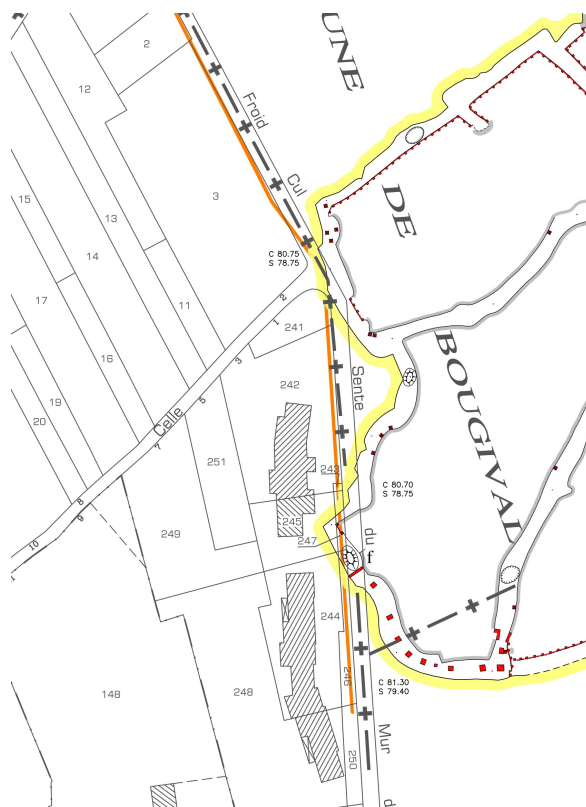


Figure 8: Extrait de l'atlas des carrières souterraines – La Celle-Saint-Cloud_AC (secteur des Sablons)

III.1.3 Les typologies de désordres liées aux cavités souterraines

Les risques principaux résultant de la dégradation des anciennes exploitations souterraines se manifestent en surface par des phénomènes plus ou moins importants (affaissements, effondrements ponctuels ou généralisés) selon la nature et l'épaisseur des terrains de recouvrement, l'origine du désordre ou bien encore la nature de la cavité (en particulier son type d'exploitation et son emprise).

Dès le terme de leur exploitation, toutes les cavités souterraines sont soumises à un lent processus de vieillissement. Ceux-ci sont notamment fonction d'éléments extérieurs comme les arrivées d'eau qui induisent des diminutions des caractéristiques mécaniques des matériaux ou bien encore surchargent les ciels des cavités en saturant les terrains sus-jacents. Ce vieillissement va générer des dégradations de plus en plus importantes qui aboutissent inéluctablement à des désordres en surface qui peuvent porter atteinte à la sécurité des personnes et des biens. Les mécanismes de dégradation se développent au sein des deux principales structures qui assurent la stabilité des ouvrages, les piliers et les toits.

L'existence de réseaux de fractures ou de failles qui parcourent la masse calcaire ou crayeuse constitue autant de discontinuités qui ont été utilisées par les anciens carriers lors du traçage des galeries dans la mesure où elles constituaient des zones plus fragiles sous les coups des outils individuels. À ces fractures naturelles s'ajoutent des fractures mécaniques notamment dans la carrière Loison liées à l'affaissement des toits sur les hagues et bourrages.

Dès l'ouverture de son exploitation, une carrière souterraine devient le siège d'une évolution pouvant se traduire par des mouvements plus ou moins importants, voire des effondrements, dès que les sollicitations deviennent trop importantes pour la cavité.

III.1.3.i Les affaissements progressifs

Ils manifestent, en surface, la conséquence de la lente fermeture de vides profonds, de la ruine de cavités de petite dimension ou bien encore du tassement des matériaux de remblais ayant remplacé l'horizon géologique exploité, en particulier dans les zones ayant fait l'objet de carrières souterraines par hagues et bourrages. Ces phénomènes progressifs peuvent induire au-delà de l'affaissement de surface proprement dit, une décompression des terrains de recouvrement entraînant une diminution de leur force portante. Ils peuvent être réactivés par des arrivées d'eau engendrant une reprise du tassement des remblais et le ciel de carrière peut reprendre sa descente progressive en appui sur les bourrages. Leur importance varie entre le simple flache¹ de quelques centimètres à la dépression de plusieurs décimètres de profondeur. Généralement ces mouvements affectent la majeure partie de l'exploitation.

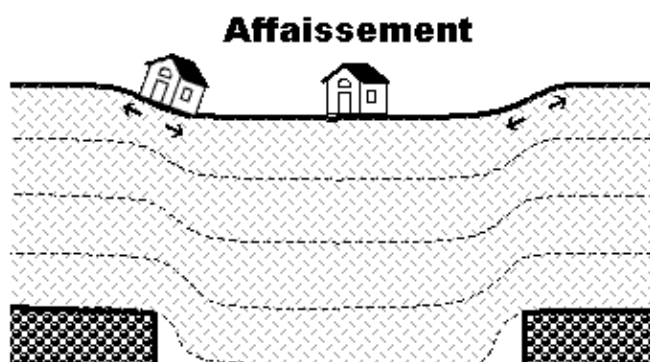
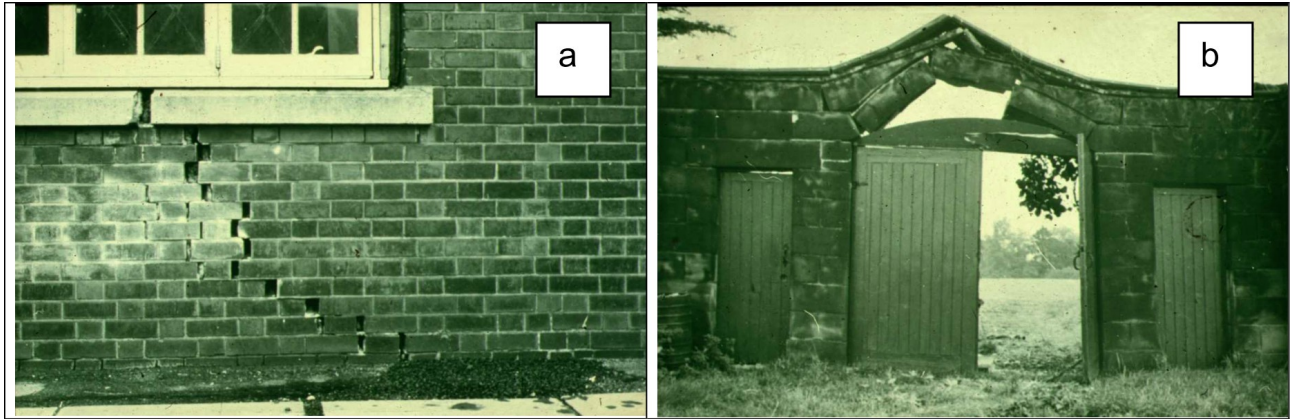
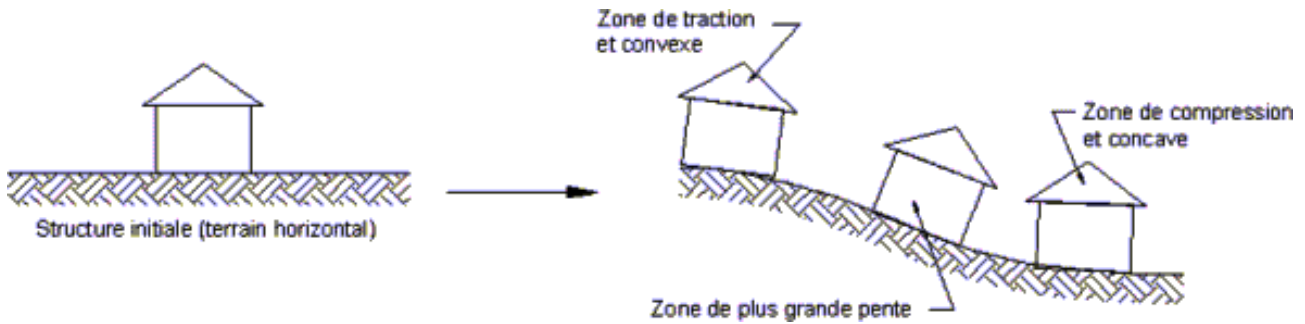


Figure 9: Conséquences d'un affaissement pour la surface (source : BRGM)

1 Dénivellation localisée à la surface du sol.



INERIS Dommages induits par les mouvements du sous-sol d'origine minière

a : rupture par extension-cisaillement ; b : rupture par compression

Figure 10: Conséquences d'un affaissement pour la surface (source : INERIS)

III.1.3.ii Les effondrements de type Fontis

Il s'agit de phénomènes plus importants que les flaches de surface et ils constituent le principal mode de dégradation des carrières souterraines. Ce type de désordre, caractéristique d'un mouvement gravitaire à composante essentiellement verticale, peut survenir de façon plus ou moins brutale dans les cavités souterraines. Les désordres observés font apparaître en surface des effondrements ponctuels en forme de cratères qui ne sont autres que la propagation/aggravation d'un ciel tombé qui a évolué en cloche de fontis qui, elle-même, est remontée dans les terrains de recouvrement pour provoquer un effondrement brutal et inopiné de la surface qu'est le **fontis**.

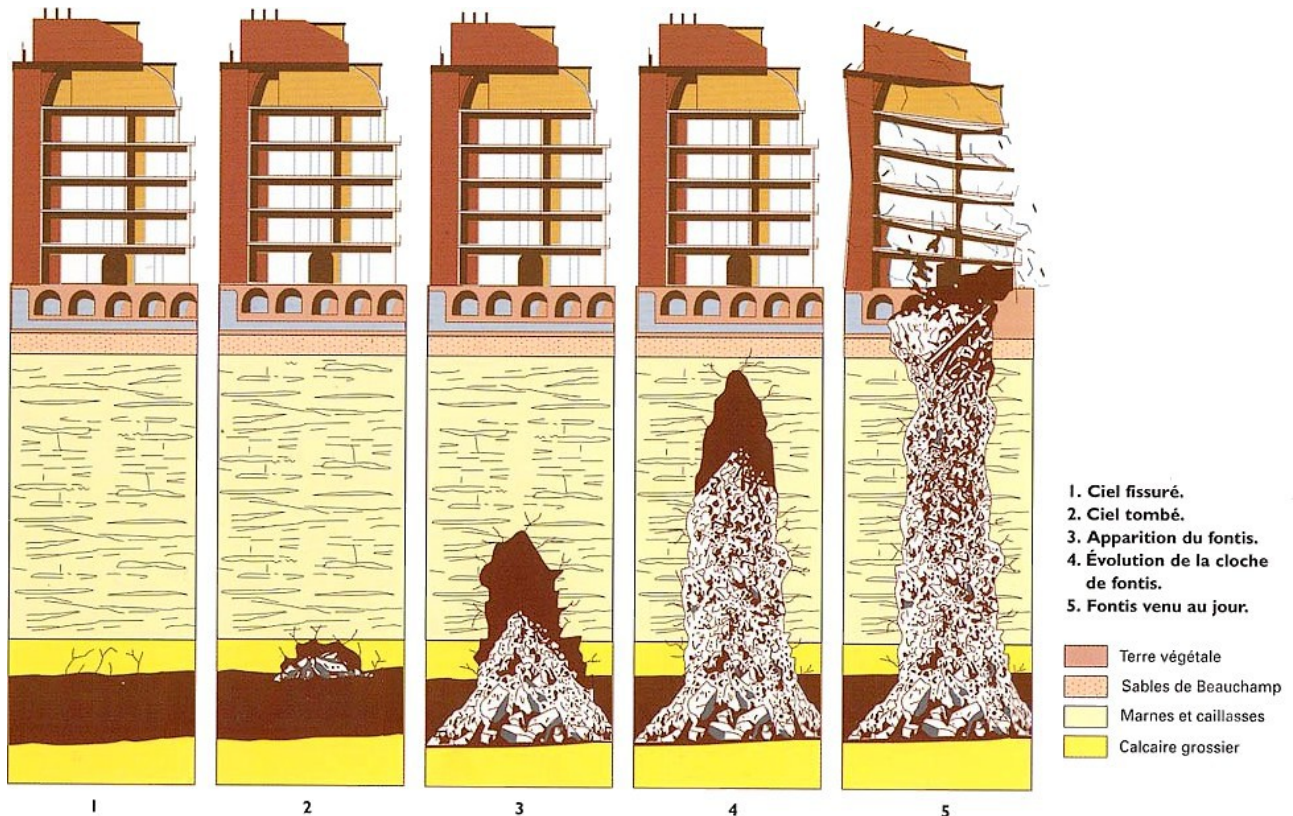


Figure 11: Conséquences d'un fontis pour la surface

Les fontis ont généralement pour origine :

- une dégradation des toits engendrant une rupture progressive des premiers bancs de ciel : le carrier a exploité le maximum de roche ne laissant en ciel qu'une épaisseur réduite ou encore il a ouvert une largeur excessive de galeries eu égard à la résistance de la dalle rocheuse en toit. En effet, cette « dalle » présente des points de faiblesse, en particulier à la conjonction de fractures mécaniques et naturelles ou encore dans des zones d'altération. Dans ces zones, un fléchissement du toit et des décollements entre les bancs de ciel peuvent alors se produire et être à l'origine de ciels tombés et/ou de cloches de fontis. Lorsque ce phénomène a pu évoluer, on rencontre alors des blocs à terre ;
- l'endommagement d'un pilier de taille trop réduite par rapport aux charges qu'il supporte : au fil du temps, le pilier présente des signes d'altération (écaillage, fragmentation, fissuration...) pouvant provoquer sa ruine et induire une rupture du toit par cisaillement sur l'appui ;

Dans la commune de La Celle-Saint-Cloud, le phénomène de fontis ne se manifesterait que suite à un rejeu d'un effondrement généralisé dans la carrière de craie. Dans le cas où l'écrasement des piliers ne serait pas total ou dans le cas de la ruine de vides résiduels importants. Il est fait mention de trois de ces phénomènes dans les archives sur la commune de Bougival : 2 en 1892 et 1 en 1893 dans la zone effondrée en 1871. Ces mouvements, de bien plus faible ampleur que les effondrements généralisés dans ce secteur, n'ont peut-être pas fait l'objet d'un recensement exhaustif. Les terrains à l'époque avaient été condamnés.

Toutefois, ce type de dégradation peut avoir des conséquences irréversibles pour les constructions existantes au droit des zones affectées.

III.1.3.iii Les effondrements généralisés

Ces phénomènes, qui concernent la majeure partie de la surface d'exploitation d'une carrière, sont susceptibles d'affecter des superficies importantes (plusieurs hectares). Ils peuvent se développer quand l'extension horizontale minimale (L) de l'exploitation est supérieure à la hauteur du recouvrement (H), ce qui correspond du point de vue de la stabilité à une géométrie dite critique ou supercritique (L/H supérieur ou égale à 1).

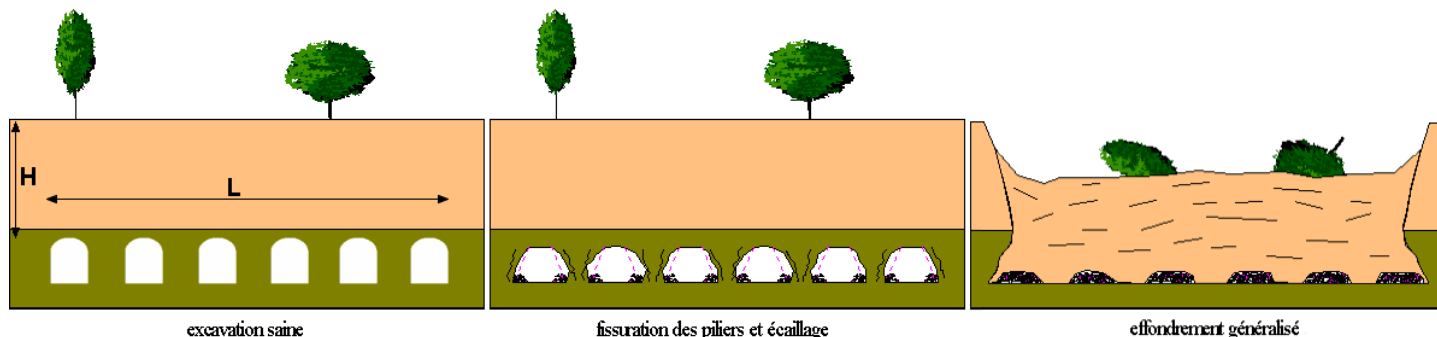


Figure 12: Mécanisme de l'effondrement généralisé

5 événements majeurs se sont produits dans la carrière Pointelet (4 à Bougival -1 à La Celle-Saint-Cloud) dont les principaux facteurs de prédisposition sont les suivants :

- la saturation et diminution brutale des caractéristiques mécaniques du matériau liée à l'arrêt des pompes ;
- le carrier a trop exploité le matériau en réalisant des sections de piliers trop petites (taux de défrèvement trop élevé) ;

Dans ces cas, un ensemble de piliers cède simultanément (rupture en chaîne) et entraîne la chute du toit, puis des terrains de recouvrement, sur une surface comprise entre quelques centaines de mètres carrés à près d'un hectare selon les données recensées dans les archives. Il s'agit d'un phénomène brutal engendrant des dégâts considérables aux constructions (avec un risque important de victimes physiques) en raison de la rapidité et de l'importance du mouvement.





photo 5: Conséquences de l'effondrement généralisé de carrières de craie et de calcaire grossier à Clamart (92) en 1961
État des infrastructures routières et du bâti au droit des zones effondrées
Origine des photos : M. Toulemont (M.A.T.E)

III.1.4 Événements connus sur la commune de La Celle-Saint-Cloud

Le seul événement recensé sur la commune de La Celle-Saint-Cloud est un effondrement généralisé d'une partie de la carrière de craie Pointelet. Ci-dessous sont rassemblés des extraits des différents rapports des ingénieurs des Mines établis en mars 1892 :

« Trois effondrements successifs ce sont produits le 17 mars à 8h25 du soir, et le 18 à 3h et 8h du matin. Ils ont affecté a peu près tout le quartier de la carrière délimité par le chemin des Rigoles, le chemin rural des Robichons et un chemin de culture dit des Hauts Robichons. [...] A la surface du sol les crevasses assez larges et profondes se sont produites sur tout le pourtour de la zone effondrée. Les maisons situées le long du chemin des Rigoles sont au nombre de 3. La maison Hérodin(?) et la maison Bellière se trouvent à au moins 15m des crevasses les plus rapprochées. Pas de dégâts sur le chemin des Rigoles, circulation impraticable sur le chemin rural des Robichons et le chemin de culture dit des Hauts Robichons ».

« Le 17 mars 1892 le quartier compris entre le chemin des Rigoles, le chemin des Robichons et un chemin de culture dit des Hauts Robichons, s'est affaissé en masse sur une étendue de plus d'un hectare et demi.[...] Les dégâts causés par cet éboulement sont moindres que ceux causés par l'effondrement du 3 décembre 1891* parce qu'une partie des galeries étaient remblayées jusqu'à la naissance des voûtes. Toutefois il s'est formé près du chemin des Robichons, un entonnoir de dimensions considérables. »

(* l'effondrement du 3 décembre 1891 s'est produit du côté bougivalais)

« L'éboulement du 17 mars, [...] s'est étendu dans la partie haute du coteau bien au-delà des limites de la propriété Pointelet ; le chemin rural n°27, qui formait cette limite a été effectivement bouleversé très profondément en plan et en profil et des terrains riverains situés sur le côté opposé ont été fortement atteints par le glissement et l'affaissement du sol jusqu'à une distance de 30m du bord de la voie publique. Le chemin rural n°14 dit de Robichons qui limite en partie la propriété Pointelet dans la région nord, présente également de profondes excavations sans toutefois que le mouvement de terrain se soit étendu de façon bien notable dans le jardin particulier longeant l'autre rive du chemin [...] ».

De quelque nature qu'ils puissent être, les processus de dégradation des carrières souterraines 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 dépendent du contexte géologique, hydrogéologique, géographique et humain. Ainsi, comme nous l'avons signalé précédemment, la circulation d'eau dans le sous-sol (liée à la topographie du site mais encore éventuellement à des fuites de réseaux) peut contribuer à diminuer les caractéristiques des matériaux et donc de la stabilité des cavages.

III.2 Quantification de l'aléa

Un aléa est un phénomène d'occurrence et d'intensité données. Cependant, si certains phénomènes naturels, comme les inondations ou les avalanches, sont probabilisables (une crue « centennale » par exemple), ce n'est pas le cas des mouvements de terrains, et donc des effondrements d'anciennes excavations souterraines pour lesquels aucune étude statistique en tant que telle n'est réalisable.

La délimitation des secteurs plus ou moins exposés au risque de mouvements de terrain lié à la ruine d'anciennes excavations souterraines de Calcaire Grossier ou de craie, impose donc l'identification de la nature de l'aléa ainsi que l'évaluation de sa probabilité d'occurrence (probabilité qu'un événement type puisse se produire dans un intervalle de temps déterminé) et de son intensité.

III.2.1 Nature de l'aléa

Les aléas affectant les anciennes carrières souterraines sur la commune de La Celle-Saint-Cloud sont l'affaissement progressif (dans le cas de la carrière de Calcaire Grossier exploitée par hagues et bourrages), l'effondrement généralisé (au niveau de la carrière de craie) et dans une moindre mesure l'effondrement localisé appelé fontis (au niveau des zones présumées effondrées ou remblayées de la carrière de craie). Comme nous l'avons vu précédemment, ces phénomènes résultent d'une combinaison de plusieurs facteurs liant étroitement les contextes géologiques, hydrogéologiques du site mais également géographique et humain.

Ces mouvements de terrain sont conditionnés par :

- des facteurs déterminants :
 - la connaissance de cavités avérées dans des zones bien localisées,
 - l'état de stabilité du cavage et les caractéristiques des cavités (méthodes d'exploitation, hauteur des vides...),
 - l'occupation en surface.
- des facteurs aggravants /déclenchants :
 - une perturbation de l'hydrogéologie du secteur,
 - l'évolution des charges à la surface du sol.

Compte tenu des désordres, ponctuels ou généralisés et brutaux, qu'engendre l'aléa « carrières », il y a lieu de définir des composantes horizontales, au-delà des espaces qui surplombent directement des vides, afin de cerner l'étendue réelle de l'exposition au risque d'effondrement.

III.2.2 La Zone de Protection (ZP) et la Marge de Reculement (MR)

L'analyse des archives et notamment la description des événements survenus sur les différentes carrières a permis de révéler que les divers phénomènes affectant la stabilité générale des cavages pouvaient se produire en « partie courante » mais également en bordure d'exploitation.

Dans ce contexte, il convient de prendre en compte une zone de protection (**ZP**), correspondant à la bande de terrain bordant les emprises sous-minées, susceptible d'être perturbée, au même titre que les emprises sous-minées, pendant ou à très court terme après la survenance de l'événement (à la suite d'un phénomène de décompression lié à la dynamique du mouvement).

Au-delà des effets instantanés ou à court terme, les déformations affectant les terrains progressent lentement aussi bien horizontalement que verticalement à travers le temps. Ainsi, la marge de reculement (**MR**) représente en matière de mouvement, la zone d'influence d'un événement qui s'est produit ou la zone potentielle pour un événement susceptible de se produire. Ces déformations peuvent engendrer des désordres pour les constructions mais ne sont pas susceptibles de mettre en danger, de par leur seul fait, des vies humaines. On considère qu'au-delà de cette zone, les terrains en place ne peuvent plus subir les effets de l'accident déclaré.

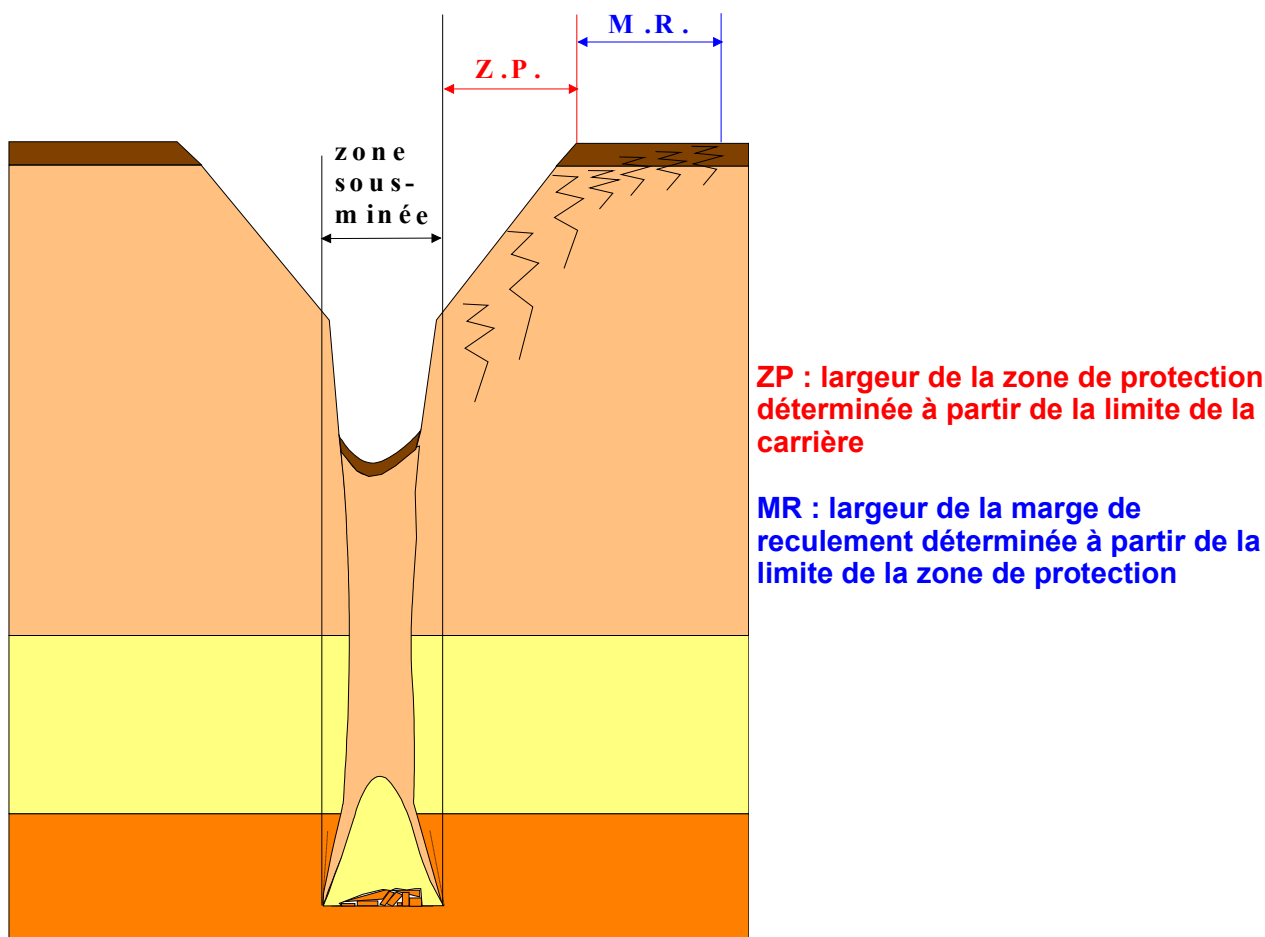


Figure 13: Définition de la zone de protection et de la marge de reculement

Le tableau ci-après récapitule les largeurs de la zone de protection et de la marge de reculement dans le cadre des différentes typologies de carrières présentes sur la commune de La Celle-Saint-Cloud.

Type de cavités	Largeur de la zone de protection	Largeur de la marge de reculement
Carrière de craie	ZP = 5 m si le recouvrement est inférieur à 35m ZP = 10 m si le recouvrement est supérieur à 35m	MR = 5 m
Carrière de calcaire grossier exploitée par hagues et bourrages(*)	ZP = 20 m	MR = 0 m

tableau 1: Répartition des largeurs des zones de protection et des marges de reculement

(*) : les limites d'une exploitation par hagues et bourrages n'étant pas connues avec précision, il convient de retenir une grande largeur pour la zone de protection mais pas de marge de reculement.

La largeur de la zone de protection dans le cas de cette carrière de craie est majorée lorsque le recouvrement est supérieur à 35 m. Cette limite a notamment été choisie sur la base des essais de résistance effectués sur des échantillons secs de la carrière qui ont permis de déterminer la charge maximale supportable par les piliers. Cette limite permet également de prendre une marge de sécurité vis-à-vis des phénomènes de glissements de terrains qui pourraient s'additionner à l'effondrement de la carrière compte-tenu des fortes pentes du versant sous-miné.

III.2.3 Probabilité d'occurrence

L'estimation de la survenance d'un phénomène s'appuie, dans la mesure où la localisation des cavités est bien connue, sur la prévision dans le temps de la rupture du massif rocheux. En l'absence de périodes de retour « types » (à l'instar des crues dites décennales ou centennales dans le cas des inondations), l'approche pour les mouvements de terrains dus aux carrières souterraines va s'appuyer sur l'analyse du caractère évolutif des cavages, c'est-à-dire sur les prédispositions à l'endommagement et à l'évolution de vides.

Le critère déterminant pour ces cavités d'origine anthropique sera donc, en regard des caractéristiques générales des cavages (matériau exploité, hauteur des vides, recouvrement...), le caractère évolutif des excavations (zone de carrières en majeure partie déjà effondrées...) qui est fonction de l'état de dégradation estimé ou constaté de celles-ci.

Le caractère évolutif des excavations sera donc évalué sur trois niveaux selon la grille suivante:

Type de cavités et emprises concernées (Zsm : zone considérée sous-minée / ZP : Zone de protection)	Probabilité d'occurrence
Carrière de craie non effondrée : Zsm et ZP	Forte
Carrière de craie présumée effondrée en majeure partie ou remblayée : Zsm et ZP	Moyenne
Carrière de Calcaire Grossier exploitée par hagues et bourrages : Zsm	Moyenne
Carrière de Calcaire Grossier exploitée par hagues et bourrages : ZP	Faible
Marges de reculement	Faible

tableau 2: Grille d'évaluation du caractère évolutif des anciennes cavités

III.2.4 Intensité

L'intensité correspond aux types de manifestations susceptibles d'affecter la surface et d'engendrer des dégâts au bâti. L'ampleur et les caractéristiques des différents types de mouvements de terrains relevés sur le territoire communal sont donc les principaux critères de détermination de cette intensité.

Niveau d'intensité	Description
Élevé à très élevé	Effondrement en masse de la surface

tableau 3: Hiérarchisation des niveaux d'intensité pour un effondrement généralisé (document MEEDDAT)

Niveau d'intensité	Diamètre de l'effondrement
Très limité	Effondrements auto-remblayés à proximité immédiate de la surface (« flache » de profondeur centimétrique)
Limité	$\varnothing < 3\text{m}$
Modéré	$3\text{m} < \varnothing < 6\text{m}$
Élevé	$\varnothing > 6\text{m}$

tableau 4: Hiérarchisation des niveaux d'intensité pour un effondrement localisé (document MEEDDAT)

Niveau d'intensité	Description
Très limité	Désordres uniquement perceptibles pour les ouvrages les plus sensibles
Limité	Désordres légers de type fissures isolées sans atteintes aux fonctionnalités du bâtiment
Modéré	Fissures visibles de l'extérieur. Portes et fenêtres peuvent coincer et certaines canalisations se rompre
Élevé	Désordres structurels importants. L'utilisation du bâtiment est compromise

tableau 5: Hiérarchisation des niveaux d'intensité pour un affaissement de terrains

En appliquant les tableaux ci-dessus à la typologie retenue des cavités souterraines de La Celle-Saint-Cloud, on obtient les niveaux suivants pour qualifier l'intensité de l'aléa :

Type de cavités et emprises concernées (Zsm : zone considérée sous-minée / ZP : Zone de protection)	Niveau de l'intensité de l'aléa
Carrière de craie non effondrée : Zsm et ZP	Élevé à très élevé
Carrière de craie présumée effondrée en majeure partie ou remblayée : Zsm et ZP	Modéré
Carrière de calcaire grossier exploitée par hagues et bourrages : Zsm	Modéré
Carrière de calcaire grossier exploitée par hagues et bourrages : ZP	Limité
Marges de reculement	Très Limité

tableau 6: Grille d'évaluation de l'intensité de l'aléa des cavages de La Celle-Saint-Cloud

III.2.5 Évaluation de l'aléa

L'évaluation de l'aléa s'appuie classiquement sur l'analyse du champ « Probabilité d'occurrence/Intensité », c'est-à-dire sur le caractère évolutif de la cavité et sur l'importance des phénomènes potentiellement associés.

On retiendra pour la commune de La Celle-Saint-Cloud, les niveaux d'aléa suivants :

Zones exposées (Zsm : zone considérée sous-minée / ZP : Zone de protection)	Probabilité d'occurrence	Niveau de l'intensité de l'aléa	Niveau de l'aléa
Carrière de craie non effondrée : Zsm et ZP	Forte	Élevé à très élevé	Fort
Carrière de craie présumée effondrée en majeure partie ou remblayée : Zsm et ZP	Moyenne	Modéré	Moyen
Carrière de calcaire grossier exploitée par hagues et bourrages : Zsm	Moyenne	Modéré	Moyen
Carrière de calcaire grossier exploitée par hagues et bourrages : ZP	Faible	Limité	Faible
Marges de reculement	Faible	Très Limité	Très Faible

tableau 7: Grille d'évaluation du niveau de l'aléa carrière souterraine

Cette qualification est cartographiable (cf. carte de l'aléa en annexe).

Au regard de cette cartographie, il est à noter que les périmètres concernés par l'aléa lié aux carrières souterraines abandonnées sont beaucoup moins vastes que l'ancien périmètre du 5 août 1986 régi par l'ancien article R111-3 du code de l'urbanisme. En effet, lors de l'enquête menée en 1968 auprès de la commune de La Celle-Saint-Cloud, il est fait mention de 3 zones présumées avoir été le siège d'exploitation de Calcaire Grossier sur un plan d'aménagement de la commune. Lors de l'enquête plus large et détaillée menée pour l'élaboration du présent document, aucune archive faisant mention de ces zones n'a été retrouvée. Il est fortement probable que ces zones devaient correspondre à d'anciennes exploitations à ciel ouvert. Par conséquent, elles n'ont pas été prises en compte.

CHAPITRE IV: ANALYSE DES ENJEUX

La notion de risque peut être appréhendée comme l'impact potentiel des phénomènes naturels sur les personnes, biens et activités susceptibles d'être exposés. Ces derniers sont désignés plus couramment sous le terme d'enjeux.

Après avoir mis en évidence dans le chapitre 3, la probabilité et l'intensité possibles des phénomènes de mouvements de terrain (aléas), l'analyse des enjeux a pour objet de comprendre l'organisation du territoire et de mettre en évidence les biens et personnes pouvant être affectés par les phénomènes naturels, ou dans certains cas, pouvant en être la cause ou le facteur aggravant.

C'est sur la base de cette analyse du contexte local, croisée avec les résultats de la qualification des aléas, que les choix en matière de zonage et de règlement seront faits dans le cadre du PPRN.

Les points suivants seront abordés :

- composition du milieu urbain et naturel ;
- recensement des projets connus.

IV.1 Composition du milieu urbain et naturel

La commune est composée du bourg (seul quartier ayant un habitat continu bas traditionnel et qui donne à la place de l'église un caractère de place de village) et d'un centre essentiellement composé de bâtiments administratifs et publics.

Autour du bourg et du centre, différents quartiers composent le milieu urbain.

Les Gressets se compose d'un hameau totalement pavillonnaire. Dans ce lieu d'habitat très ancien, ont été trouvés des silex taillés ainsi que des débris de poteries gallo-romaines.

La Feuillaume également appelé le « plateau » comporte le lotissement de La Celle les Bois ainsi que la Division Théry.

La Châtaigneraie est constitué du lotissement du même nom ainsi que des résidences (résidence de bel Ebat, hameau et village de bois Fontaine notamment) qui bordent la départementale 321 (avenue L.R. Duchesne).

Domaine Saint-François d'Assise est un vaste ensemble pavillonnaire construit dans le parc d'un château qui jouxte la Résidence de l'Étang sec.

La Jonchère à dominante de collectif et doté d'un centre commercial, se compose essentiellement des résidences Élysée I et II.

Beauregard est à dominante de collectifs avec une densité relativement forte.

Petit Beauregard est séparé du précédent par l'autoroute A13 avec une dominante de collectifs.

La composition naturelle est très riche. En effet la commune est traversée par une véritable coulée verte puisque les zones naturelles (bois, étangs, jardins...) occupent plus de 35% du territoire.

Les bâtiments situés en zone fortement exposée sont essentiellement des logements pavillonnaires construits dans les années 1960-1970. Pour ces logements, aucune prescription de construction relative au risque d'effondrement ne semble avoir été mise en œuvre.

IV.2 recensement des projets connus à la date d’approbation du PPRN.

Les principaux projets recensés sur la commune sont les suivants :

- requalification du centre commercial (logements + parking)
- création d’un écoquartier proche de la gare
- construction maisons individuelles près du centre-ville
- construction de logements avec réhabilitation secteur des Gressets
- réhabilitation du collège
- construction de logements sociaux secteur Beauregard
- deux projets à définir (secteur la Jonchère + les Sablons)

À ce jour ces projets ne sont pas concernés par le PPRN. Ils sont toutefois localisés sur la carte des enjeux figurant dans l’annexe 2.

CHAPITRE V: ZONAGE ET REGLEMENT

À partir du résultat des études décrites aux chapitres 3 et 4, des principes de délimitation des zones réglementées dans le cadre du PPRN ont été arrêtés en association avec la commune de La Celle-Saint-Cloud (cf « association », chapitre VI).

Le règlement du PPRN définit pour chacune des zones réglementées :

- les interdictions et prescriptions pour les projets de constructions, les aménagements et autres changements d'occupation du sol ;
- les travaux devant être réalisés dans un délai fixé à compter de la date d'approbation du PPRN, pour les biens et activités existants les plus exposés ;
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à mettre en œuvre pour diminuer, voire annuler, les préjudices humains et les dommages susceptibles d'être générés par les mouvements de terrain pris en compte.

C'est sur la base des niveaux d'aléas que des choix ont été opérés afin de distinguer, d'une part, des zones d'interdiction de construire et, d'autre part, des secteurs exposés où le PPRN définit des prescriptions pour tout projet d'aménagement.

V.1 Zonage réglementaire

La carte de zonage réglementaire, carte opposable notamment aux décisions d'urbanisme, indique le niveau de la contrainte réglementaire ; conformément à l'article L. 562-1 du code de l'environnement, ce sont principalement les secteurs où prévaut l'interdiction de construire, et les secteurs où des prescriptions sont imposées qui sont délimitées.

Les territoires exposés de la commune ont été divisés en deux catégories de zones réglementées. Ces zones concernent les emprises directement sous-minées ainsi que des zones de précaution (zone de protection ZP et marge de reculement MR) où la surface peut subir des mouvements de terrains liés à la proximité des effondrements.

Les **zones rouges** correspondent aux emprises sous-minées des carrières de craie non effondrées majorées des zones de protection correspondantes.

Les zones rouges sont inconstructibles.

Les **zones bleues (B1₂, B1₃ et B2)** correspondent aux marges de reculement des cavages situés en zone rouge et aux emprises sous-minées, aux zones de protection et aux marges de reculement des autres cavités. Ces zones ont été délimitées afin de prendre en compte les particularités de la nature des vides souterrains.

Les zones bleues n'interdisent pas la construction mais obligent au respect des prescriptions détaillées dans le règlement.

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

Zones concernées	Emprise considérée sous-minée	Zone de Protection	Marge de Reculement
Type de cavités			
Carrière de craie non effondrée	Zone Rouge		Zone bleue B2
Carrière de craie présumée effondrée en majeure partie ou remblayée	Zone bleue B1₂		
Carrière de calcaire grossier exploitée par hagues et bourrages	Zone bleue B1₃	Zone bleue B2	-

V.2 Règlement

V.2.1 Principes

En application des articles L. 562-1 et suivants du code de l'Environnement, le règlement définit :

- les interdictions et prescriptions pour les projets de constructions, les aménagements et autres changements d'occupation du sol (chapitre 2) ;
- les études et travaux devant être réalisés dans un délai fixé à compter de la date d'approbation du PPRN, pour les biens et activités existants les plus exposés (chapitre 3) ;
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à mettre en œuvre pour diminuer, voire annuler, les préjudices humains et les dommages susceptibles d'être générés par les mouvements de terrain pris en compte (chapitre 4).

Le règlement du PPRN ne fait pas obstacle à l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

Les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et installations implantées antérieurement à l'approbation du PPRN (notamment opération de réfection de toiture, remplacement/pose de clôtures légères et traitements de façade) ne sont pas interdits par le présent règlement. De même, les travaux et aménagements destinés à réduire ou supprimer les risques ne sont pas réglementés au titre du PPRN mais doivent respecter les normes et réglementations en vigueur et se conformer aux préconisations de l'annexe du règlement.

V.2.2 Réglementation des projets

V.2.2.i Définition des projets

Les projets réglementés par le PPRN peuvent être :

- des constructions nouvelles susceptibles de faire l'objet d'un dépôt de permis de construire ;
- des aménagements ou des ouvrages qui ne rentrent pas forcément dans la catégorie précédente mais dont l'impact sur les risques existants, ou la vulnérabilité à l'égard de ces risques, justifient d'être encadrés voire interdits par le PPRN ;
- certains aménagements de biens existants à la date d'approbation du PPRN qui doivent également être réglementés compte-tenu des risques encourus ou pouvant être aggravés : extension de bâtiments existants, changement de destination ou l'aménagement de constructions existantes à la date d'approbation du PPRN.

V.2.2.ii Mise en œuvre des mesures

La justification des niveaux de contrainte pour chaque zone est donnée au point V.1.2 :

- dans les zones rouges d'aléas les plus forts, l'interdiction de construire est la règle générale tant pour les constructions nouvelles que les extensions de bâtiments existants (à l'exception de certains petits aménagements spécifiques définis dans le règlement) ;
- dans les autres zones, il est prescrit pour tout projet de construction une étude géotechnique préalable et la réalisation des travaux de mise en sécurité correspondants.

Les caractéristiques de la mission géotechnique sont données en annexe du règlement. La mission géotechnique dépend de la localisation des biens au regard de la typologie du vide souterrain: La carte de zonage réglementaire permet de préciser la situation des propriétés au regard des risques liés aux cavités.

Conformément à l'article R. 431-16.e du Code de l'Urbanisme, toute demande de permis de construire devra être accompagnée d'une attestation établie par l'architecte du projet ou par un expert :

- certifiant la réalisation des études géotechniques préalables exigées dans le règlement ;
- constatant que le projet prend en compte, au stade de la conception, les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation définies par ces études.

La nature et les conditions d'exécution des techniques de prévention prises pour l'application du règlement sont définies et mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre concernés par les constructions, installations et travaux visés. Si, au stade du dépôt de permis de construire, il n'est imposé en application de la réglementation en vigueur que la réalisation de l'étude et le dépôt de l'attestation prévue à l'article R. 431-16.e du CU, il est néanmoins obligatoire de procéder aux travaux de mise en sécurité préconisés par l'étude **avant le démarrage de la construction ou des aménagements**.

En outre, les droits de visite et de communication prévus à l'article L. 461-1 du CU pourront être mis en œuvre par l'autorité compétente pour procéder au contrôle de la réalisation de ces travaux par la communication de tous documents utiles. Il est rappelé à ce titre que les articles R. 462-6 et R. 462-7.d du CU imposent, tels que rédigés à la date d'approbation du PPRN, un récolement obligatoire par l'autorité compétente, donc la commune dans le cas présent, dans un délai de 5 mois à compter de la réception de la déclaration d'achèvement des travaux.

V.2.2.iii Sanctions

Conformément à l'article L. 562-5 du code de l'Environnement, le non-respect des dispositions du PPRN est puni des peines prévues à l'article L.480-4 du code de l'Urbanisme (versement d'une amende) dans les deux situations suivantes :

- construction ou aménagement d'un terrain situé dans une zone inconstructible ;
- non-respect des conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par le PPRN.

Le respect des dispositions du PPRN garantit à l'assuré, dans le cadre de son contrat, le bénéfice éventuel de l'indemnisation des dommages matériels directement occasionnés par la survenance de l'événement, lorsque l'état de catastrophe naturelle aura été constaté par arrêté interministériel.

Selon les dispositions de l'article L. 125-6 du code des Assurances, l'obligation de garantie de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles prévue à l'article L. 125-2 du même code ne s'impose pas aux entreprises d'assurance à l'égard des biens ou activités postérieurs à la publication du PPRN lorsqu'elles sont :

- situés dans des terrains classés inconstructibles par le PPRN ;
- construits ou exploités en violation des règles du PPRN.

Toutefois, cette dérogation ne peut intervenir que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat d'assurance.

V.2.3 Mesures sur les biens et activités existants

V.2.3.i Justifications

En application de l'article L.562-1 du code de l'environnement :

– dans les emprises sous-minées ainsi qu'au niveau des zones de protection des carrières de craie présumées effondrées en majeure partie ou remblayées, des campagnes de reconnaissance et de traitement des anomalies seront à faire réaliser selon les dispositions décrites dans le chapitre 3 du présent PPRN.

– dans les carrières de Calcaire Grossier exploitées par la méthode des hagues et bourrages des examens géotechniques et des travaux de consolidation seront à faire réaliser selon les dispositions décrites dans le chapitre 3 du présent PPRN.

– dans les marges de reculement des carrières de craie et au niveau des zones de protection des carrières de Calcaire Grossier exploitées par la méthode des hagues et bourrages, il est recommandé de faire réaliser des études et travaux selon les dispositions décrites dans le chapitre 3 du présent PPRN

Dans les emprises des carrières de craie inaccessibles (présumées ennoyées), les travaux de consolidation ou de comblement dépasseraient le seuil de 10 % de la valeur vénale des biens. Dans ces conditions, et conformément au III de l'article R. 562-5 du code de l'environnement, il ne peut être imposé de travaux de prévention sur les biens impactés. Par ailleurs, à ce jour, il n'existe

pas de méthodes géotechniques permettant d'identifier l'état de dégradation de ce type de cavités inaccessibles.

V.2.3.ii Nature des mesures

Les études doivent être, dans tous les cas, réalisées dans un délai de 2 ans à compter de l'approbation du PPRN.

Concernant les travaux de mise en sécurité qui seraient prescrits aux termes de cette étude, le règlement du PPRN les rend obligatoires dans la mesure où leur coût ne dépasse pas 10% de la valeur vénale des biens (pour une maison individuelle par exemple, la valeur du bien est appréciée sur l'ensemble du bâti et du terrain).

Cette limitation du montant des aménagements imposés aux propriétaires est prévue à l'article R. 562-5 du code de l'environnement. Elle doit conduire le propriétaire du bien à demander à l'auteur de l'étude géotechnique de prioriser les travaux qui seraient les plus urgents à réaliser au regard du risque.

Les travaux de mise en sécurité préconisés dont le coût ne dépasse pas le seuil des 10% de la valeur vénale du bien devront être effectués dans un délai de 5 ans à compter de l'approbation du PPRN.

Pour de plus amples informations sur les travaux pouvant être réalisés, il convient de consulter les sites Internet institutionnels des services de l'État (Préfecture 78, DRIEE, ministère en charge de l'écologie) ou encore le site portail de la prévention des risques naturels www.prim.net.

V.2.3.iii Aides financières

En application de l'article L. 561-3 (1.4°) du code de l'Environnement, les mesures rendues obligatoires par le PPRN peuvent faire l'objet d'un financement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs. Il conviendra de se rapprocher des services de l'État compétents pour la gestion des fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) pour déposer un dossier de demande de subvention selon les taux d'intervention en vigueur. À la date d'approbation du PPRN de La Celle-Saint-Cloud, c'est le service de l'environnement de la direction départementale des territoires qui assure le suivi des dossiers de financement par le FPRNM.

V.2.3.iv Sanctions possibles

En application de l'article L.125-6 du code des Assurances, l'assureur peut (lors de la souscription initiale ou du renouvellement du contrat), sur décision du bureau central de tarification, excepter un bien du contrat ou procéder à des abattements spéciaux sur les indemnités à verser (augmentation de la franchise) si le propriétaire ou l'exploitant ne se conforme pas aux mesures de réduction de la vulnérabilité rendues obligatoires par le PPRN dans le délai prescrit (ou à défaut 5 ans) sur les biens et activités existants.

V.2.4 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Ces mesures à caractère général sont définies dans le chapitre 4 du règlement. Elles s'appliquent à l'ensemble des projets autorisés ainsi qu'aux biens et activités existants à la date d'approbation du PPRN.

Elles ont principalement pour objectif la gestion de l'eau dans les secteurs à risque qui constitue dans le cas des mouvements de terrains le principal facteur aggravant.

Elles imposent également une vigilance sur les usages des terrains, par un avis d'expert préalable pour les occupations actuelles ou futures des cavités.

Enfin, elles imposent une surveillance régulière par des visites d'inspection dont la périodicité dépend des secteurs identifiés par le PPRN.

Les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde sont à réaliser dans les délais prévus par le présent PPRN, et à défaut dans le délai de 5 ans prévu à l'article L. 562-1 du code de l'Environnement.

En application de ce même article, en cas de non réalisation des prescriptions dans le délai indiqué dans le PPRN (ou à défaut 5 ans), le Préfet peut mettre en demeure les personnes auxquelles incombent la réalisation des mesures et, le cas échéant, ordonner la réalisation des mesures aux frais de ces dernières.

CHAPITRE VI: DEMARCHE D'ASSOCIATION ET DE CONCERTATION

Conformément à l'arrêté de prescription pris le 6 novembre 2012 par le préfet des Yvelines, le plan a été élaboré en association avec la commune de la Celle-Saint-Cloud.

VI.1 Les modalités d'association

Une première réunion de lancement du PPRN de la Celle-Saint-Cloud, en sous-préfecture, le 31 janvier 2012, a permis de présenter l'importance des risques au regard des mouvements de terrains liés au caractère évolutif des anciennes carrières souterraines abandonnées. Les services de l'État ont à cette occasion proposé au maire de la Celle-Saint-Cloud la démarche PPRN pour définir les conditions de prévention de ces risques.

Dans le cadre de cette procédure, la commune a défini les participants au comité de pilotage (COFIL) chargé de suivre et de valider chaque étape du PPRN. Ce COFIL s'est réuni deux fois en sous-préfecture de Saint-Germain-en-Laye, en présence du sous-préfet et de la DDT 78 (le 7 décembre 2012 et le 28 novembre 2013)

Ces réunions ont permis, tout au long de la démarche d'association, d'orienter la procédure PPRN vers une démarche partagée par tous les services impliqués.

Les études d'aléa ont été présentées aux élus et aux services de la commune tout au long de la procédure, leur permettant de valider la réalité des sinistres passés par leur connaissance du contexte historique local. La validation du zonage et du règlement proposé a aussi suivi la même approche.

La fin de cette première phase d'association a été la présentation dans sa globalité du projet de PPRN au sous-préfet de Saint Germain en Laye et aux élus de la commune dans le cadre d'une réunion de Copil du 28 novembre 2013. Les points spécifiques ont été étudiés et validés. Le planning a été validé dans ses grandes lignes en prenant en compte les besoins de la commune ainsi que les délais incompressibles d'organisation permettant de lancer officiellement la phase de concertation avec le public.

VI.2 Les modalités de concertation

La mairie de la Celle-Saint-Cloud, le Directeur du Centre Régional de la Propriété Forestière d'île de France et du Centre, les Présidents de la Chambre interdépartementale d'Agriculture d'île de France, de la communauté d'Agglomération de Versailles Grand Parc, et du Conseil Général des Yvelines ont été consultés. En l'absence de réponse, leur avis est réputé favorable.

Le projet de PPRN a été porté à la connaissance de la population au travers d'une enquête publique qui s'est déroulée en mairie de la Celle-Saint-Cloud du 20 avril 2015 au 30 mai 2015. L'enquête publique a été ouverte par arrêté préfectoral n° 2015069-0002 du 10 mars 2015.

Cette enquête publique a été annoncée par l'intermédiaire de deux journaux locaux :

- Le Parisien daté du 2 avril 2015 ;
- Le courrier des Yvelines le 1^{er} avril 2015.

Le commissaire-enquêteur, Madame Roselyne Lecomte, et son suppléant, Monsieur Joël Eymard ont remis leur rapport avec leur avis en Préfecture des Yvelines le 10 juin 2015 (document en annexe). Aucune remarque n'a été formulée.

En conclusion, en tenant compte de ce qui précède, le plan de prévention des risques naturels (PPRN) peut être proposé à l'approbation de monsieur le Préfet des Yvelines.

Annexes

Annexe 1 : Cartographie des aléas liés à la présence d'anciennes carrières souterraines.

Annexe 2 : Cartographie des enjeux.

Annexe 3 : Recommandations pour les examens géotechniques.

Annexe 4 : Recommandations pour les reconnaissances des sols par sondages.

ANNEXE 1.

Cartographie des aléas liés à la présence d'anciennes carrières souterraines.

ANNEXE 2.

Cartographie des enjeux.

ANNEXE 3.

Recommandations pour les examens géotechniques.



RECOMMANDATIONS POUR LES EXAMENS GÉOTECHNIQUES

L'examen géotechnique doit atteindre plusieurs objectifs :

- évaluer l'état de conservation des cavités
- définir les travaux confortatifs éventuellement nécessaires pour garantir la stabilité des cavités et / ou la surveillance à exercer
- vérifier la concordance des structures du bâti existant ou futur avec le contexte géotechnique
- suivre l'évolution des cavités (il est recommandé aux propriétaires dont la stabilité générale des cavités n'est pas remise en cause dans le premier examen géotechnique, de mettre en place des visites de contrôle visuel régulières)

Un examen géotechnique est requis lorsque d'anciennes carrières souterraines abandonnées sont accessibles (ou lorsqu'elles peuvent être rendues accessibles facilement). Il est réalisé par un expert (géotechnicien ou géologue) et doit comprendre :

- une inspection détaillée du "site" avec relevé de tous les désordres visibles :
 - × les fractures antérieures à l'ouverture des cavités, appelées diaclases et d'origine tectonique
 - × les fissures d'origine mécanique, consécutives à l'ouverture des galeries et à un niveau de contraintes trop élevé, qui affectent les piliers et les ciels, et dont l'évolution peut aboutir à la ruine des piliers ou à la formation de fontis ou à des effondrements généralisés
 - × l'hydrogéologie et les ruissellements
 - × l'état et les caractéristiques du recouvrement (terrains au dessus de la cavité)
- le report sur un plan à l'échelle de toutes les observations
- l'évaluation de l'endommagement des cavités
- un diagnostic concluant sur la sécurité avec définition de la nature des travaux de prévention ou de mise en sécurité éventuels à réaliser

Ces diagnostics géotechniques sont régis par la norme **NF P94-500** dans le cadre des missions de type **G5** et doivent être menés avec les moyens appropriés par un organisme compétent, possédant dans la mesure du possible les qualifications :

- 1001 "étude de projets courants en géotechnique"
- 1002 "étude de projets complexes en géotechnique"
- 1201 "étude de fondations complexes"

de l'Organisme Professionnel de Qualification de l'Ingénierie : infrastructure - bâtiment - industrie (O.P.Q.I.B.I.), ou une qualification européenne équivalente.

ANNEXE 4.

Recommandations pour les reconnaissances des sols par sondages.



RECOMMANDATIONS POUR LES RECONNAISSANCES DES SOLS PAR SONDAGES

Au préalable, il est recommandé de réaliser une enquête géologique préliminaire et la collecte des informations nécessaires à la définition de la reconnaissance (profondeur des sondages, ...).

Si les cavages sont accessibles, cette reconnaissance peut ne pas être nécessaire, voir inutile. (cf. recommandations pour les examens géotechnique)

La reconnaissance des sols demandée doit atteindre plusieurs objectifs:

- déterminer l'existence des cavages
- préciser si possible les contours et l'extension des cavages
- connaître leur état de comblement (vides, partiellement remblayés, comblés, etc. ...)
- évaluer leur état de stabilité (partiellement effondrés, toits effondrés, etc. ...)
- apprécier la qualité du recouvrement (terrains décomprimés, amorces de fontis, cloches, etc. ...)

Il convient de mettre en œuvre les moyens suivants:

- forage destructif en rotation pure
- outil: tricône d'un diamètre proche de 100 millimètres
- enregistrement numérique des paramètres instantanés de forages suivants:
 - × vitesse d'avancement
 - × pression hydraulique constante maintenue sur l'outil
 - × pression du fluide de forage (si possible eau claire ou boue biodégradable si des problèmes de tenue de parois surviennent)
 - × couple hydraulique de rotation (éventuellement)
- tests de chute libre enregistrés et réalisés "machine chaude" pour chaque forage:
 - × tête nue (sans tige)
 - × en fond de forage avec le train de tige complet
- détermination de la hauteur minimale de vide détectable : *L'interprétation du vide franc ne peut se concevoir indépendamment de sa hauteur ; en effet, la vitesse d'avancement de chute libre n'est atteinte qu'à partir d'une hauteur qui dépend du type d'atelier de forage utilisé.*

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

- la localisation des sondages sur un plan à l'échelle où figureront:
 - × les installations existantes et prévues
 - × les limites de propriété, les voiries
 - × l'orientation et l'échelle retenue
 - × le nivellement approximatif des têtes de sondages
- les diagrammes d'enregistrement de chaque forage présentant la géologie rencontrée
- les tests de chute libre
- l'analyse géotechnique des résultats, incluant un rapport établi par un géotechnicien dans le cadre d'une mission de type **G 2** phase projet selon la norme **NFP 94-500** définissant clairement les travaux de consolidations et / ou de fondations éventuellement à mettre en œuvre.

Dans le cas de mise en évidence de vides importants, les sondages peuvent être valorisés par observation direct par des techniques de photographie ou de vidéo qui permettent d'obtenir des informations complémentaires sur les caractéristiques des vides (volumes, ...).

Dans la plupart des cas et surtout en milieu urbanisé, les méthodes géophysiques restent impuissantes à résoudre la diversité des problèmes liés aux cavités souterraines. En tout état de cause, ces recommandations sont aussi à appliquer pour les sondages nécessaires à la vérification de la présence d'anomalies détectées par la mise en œuvre de méthodes géophysiques.