



Direction territoriale Ile-de-France

Rapport d'étude

Mareil-en-France (95)
Etude et cartographie de l'aléa
lié à la dissolution du gypse
ludien

Affaire n°D15PR0045

Décembre 2015



Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	23/10/2015	Rédaction A. Keller
V1	17/11/2015	Relecture M. Herbaux
V1	07/12/2015	Relecture M. Perrot
V1	10/12/2015	Relecture C. Kreziak

Affaire suivie par

Margaret HERBAUX - Département Géosciences Risques – Unité Risques Sols Urbains Eaux Souterraines
Tél : 01 48 38 81 72
Courriel : margaret.herbaux@cerema.fr
Site du Bourget : Direction Territoriale Ile-de-France – Rue de l'Egalité Prolongée 93352 LE BOURGET CEDEX

Références

n° de devis : D15PR0045 du 29 mai 2015

n° de dossier : C15PR0045

maître d'ouvrage :

DDT 95 / SUAD / PREB (Alain L'Haridon)

adresse : Préfecture - CS 20105 - 5 avenue Bernard Hirsch. 95010 Cergy-Pontoise Cedex

DRIEE IF/SPRN/PRA (Sandrine Robert)

10 rue Crillon

75004 Paris 4ème arrondissement

Rapport	Nom	Date
Établi par	Adrien KELLER – Chargé d'études en « Risques mouvements de terrain »	23/10/2015
Contrôlé par	Margaret HERBAUX – Responsable thématique « Risques mouvements de terrain »	17/11/2015
Contrôlé par	Mireille PERROT – Chef d'Unité Risques et Sous-Sol Urbain	07/12/2015
Contrôlé par	Charles KREZIAK – Adjoint au Chef de Département Géosciences Risques	10/12/2015
Validé par	Margaret HERBAUX – Responsable thématique « Risques mouvements de terrain »	16/12/2015
Validé par	Mireille PERROT – Chef d'Unité Risques et Sous-Sol Urbain	16/12/2015
Validé par	Charles KREZIAK – Adjoint au Chef de Département Géosciences Risques	17/12/2015

SOMMAIRE

1 - Présentation du territoire.....	5
1.1 - Contexte géographique et topographique.....	5
1.2 - Contexte géologique.....	7
1.2.1 -Contexte structural et géomorphologique.....	7
1.2.2 -Description lithologique des terrains.....	7
1.3 - Contexte hydrogéologique.....	12
2 - Les mouvements de terrain étudiés.....	13
2.1 - Les effondrements de terrain.....	13
2.2 - Les affaissements de terrain.....	14
2.3 - Les facteurs d'évolution.....	15
3 - Capitalisation des données.....	16
3.1 - Origine des données.....	16
3.2 - Photo interprétation.....	17
3.3 - Visite de terrain.....	17
4 - Caractérisation et cartographie de l'aléa dissolution du gypse Ludien.....	20
4.1 - Processus de dissolution du gypse.....	20
4.1.1 -Définition.....	20
4.1.2 - Cas particulier du Gypse Ludien.....	21
4.2 - Qualification et cartographie de l'aléa lié à la dissolution du gypse ludien.....	22
4.2.1 - Principe d'analyse.....	22
4.2.2 -La probabilité d'occurrence des phénomènes.....	23
4.2.3 -L'intensité des phénomènes considérés.....	24
4.2.4 -Qualification de l'aléa.....	26
4.2.5 -Délimitation cartographique de l'aléa sur la commune.....	27
4.2.6 -Limites et incertitudes des contours.....	27
Synthèse et conclusion.....	28
Bibliographie.....	29
Liste des annexes.....	31

Introduction

Dans le cadre du projet d'élaboration du plan de prévention des risques naturels « mouvements de terrain » (PPRN) sur la commune de Mareil-en-France, la Direction Départementale des Territoires du Val d'Oise (DDT 95) – Pôle Risques et Bruit a sollicité la Direction Territoriale Ile-de-France du Cerema afin qu'elle réalise une étude de l'aléa lié à la dissolution du gypse ludien sur la commune.

Cette étude vient compléter le travail réalisé par l'Inspection Générale des Carrières de Versailles (IGC) sur l'aléa lié aux anciennes carrières souterraines de gypse.

La commune de Mareil-en-France se situe au droit d'une butte (culminant approximativement à 186 m NGF) où affleure l'assise gypseuse du Ludien (Masses et Marnes de Gypse).

Ce massif gypseux exploité en galeries souterraines est soumis à une forte altération du fait de son affleurement dans le versant et des circulations souterraines (ou superficielles) d'eau (naturelle ou anthropique). Il en résulte des mouvements de terrain et désordres en surface. En effet, avec le temps, l'instabilité engendrée par la création de vides en profondeur se propage en surface pour donner des fontis, effondrements et affaissements de terrain d'ampleur variable.

L'étude s'articule autour de 4 axes :

- Dans un premier temps, nous nous intéresserons au contexte géographique, géologique et hydrogéologique du site,
- Dans un deuxième temps, nous expliciterons le phénomène de dissolution du gypse susceptible d'être rencontré sur la commune et les mouvements de terrains potentiellement engendrés (affaissements de terrain, effondrements/fontis),
- Nous définirons ensuite la méthodologie retenue pour qualifier et cartographier les zones susceptibles d'être impactées par ces mouvements de terrain,
- Enfin, nous présenterons la carte d'aléa « dissolution du gypse » découlant de cette étude.

1 - Présentation du territoire

1.1 - Contexte géographique et topographique

La commune de Mareil-en-France se situe dans la partie Est du département du Val d'Oise.

Un plan de situation, extrait de la carte IGN au 1/25 000^{ème} est donné en *figure 1*.

Mareil-en-France a une superficie de 7 km² et sa population s'élève à 698 habitants (recensement INSEE 2012).

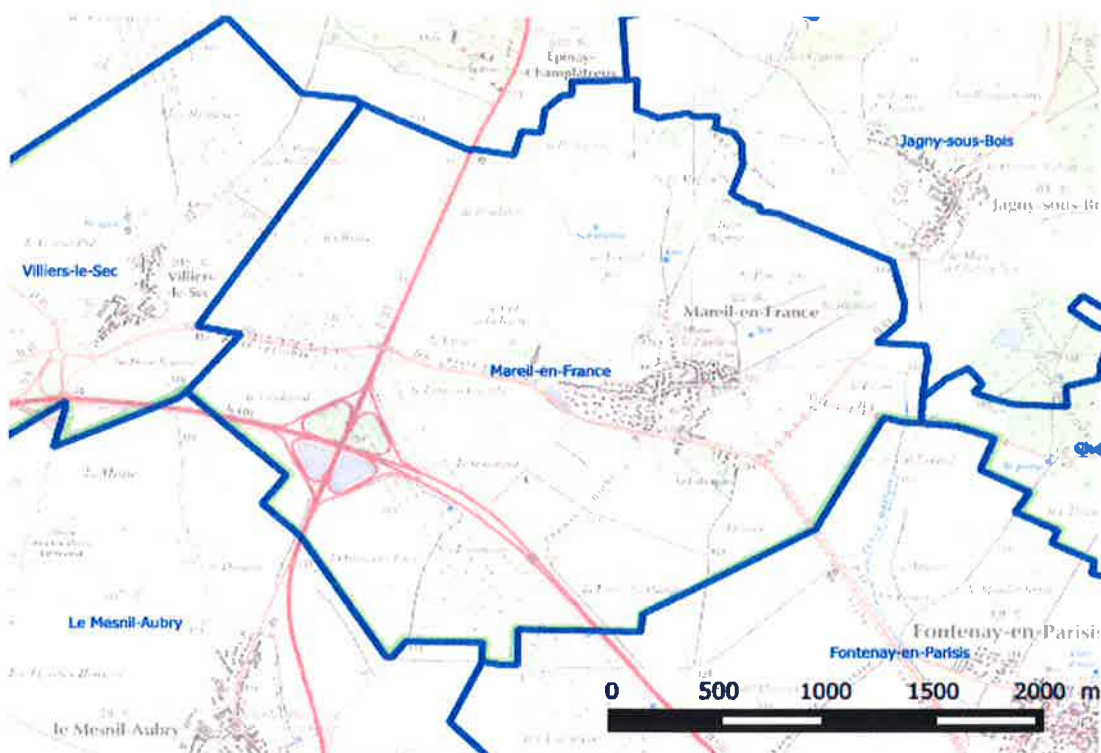


Figure 1 : commune de Mareil-en-France (source : extrait de la carte IGN au 1/25 000^{ème})

La carte topographique présentée ci-après met en évidence trois entités géomorphologiques du territoire communal (*figure 2*) :

- » la plaine qui s'étend sur une grande partie Sud et Ouest. L'altitude minimale est atteinte vers 109 m NGF dans le sud de la commune,
- » la butte de Mareil-en-France qui se situe sur la commune et qui donne lieu à des reliefs importants. L'altitude maximale est de 186m NGF. On peut noter également la présence d'une autre butte, à proximité de la zone d'étude, au droit de la commune de Chatenay-en-France (à l'Est de Mareil-en-France).
- » les versants, qui s'étendent sur une large bande autour de la butte.

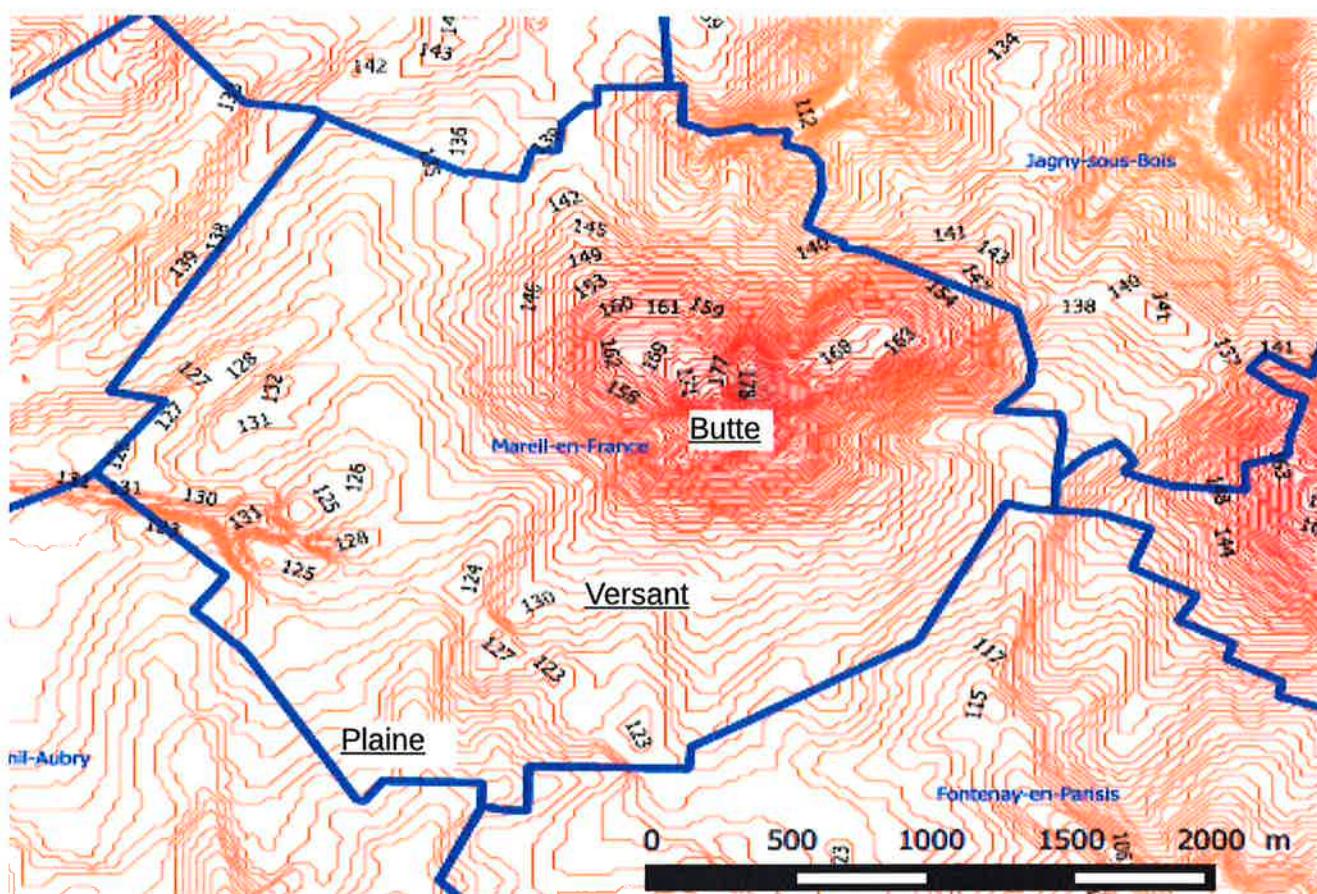


Figure 2 : carte topographique de Mareil-en-France (source ISO 2014 de l'IGN)

1.2 - Contexte géologique

1.2.1 - Contexte structural et géomorphologique

Les assises géologiques sont affectées d'un plongement régulier et faible, de direction générale NE-SW, vers le centre du bassin de Paris. La régularité de la pente générale est perturbée, localement, par des rides tectoniques synclinales et anticlinales, qui ont pu être confirmées ou précisées par des études structurales (d'après la carte géologique de l'ISLE-ADAM du BRGM au 1/50000^{ème}).

L'illustration présentée ci-après (figure 3) montre un extrait de la carte structurale du bassin parisien.

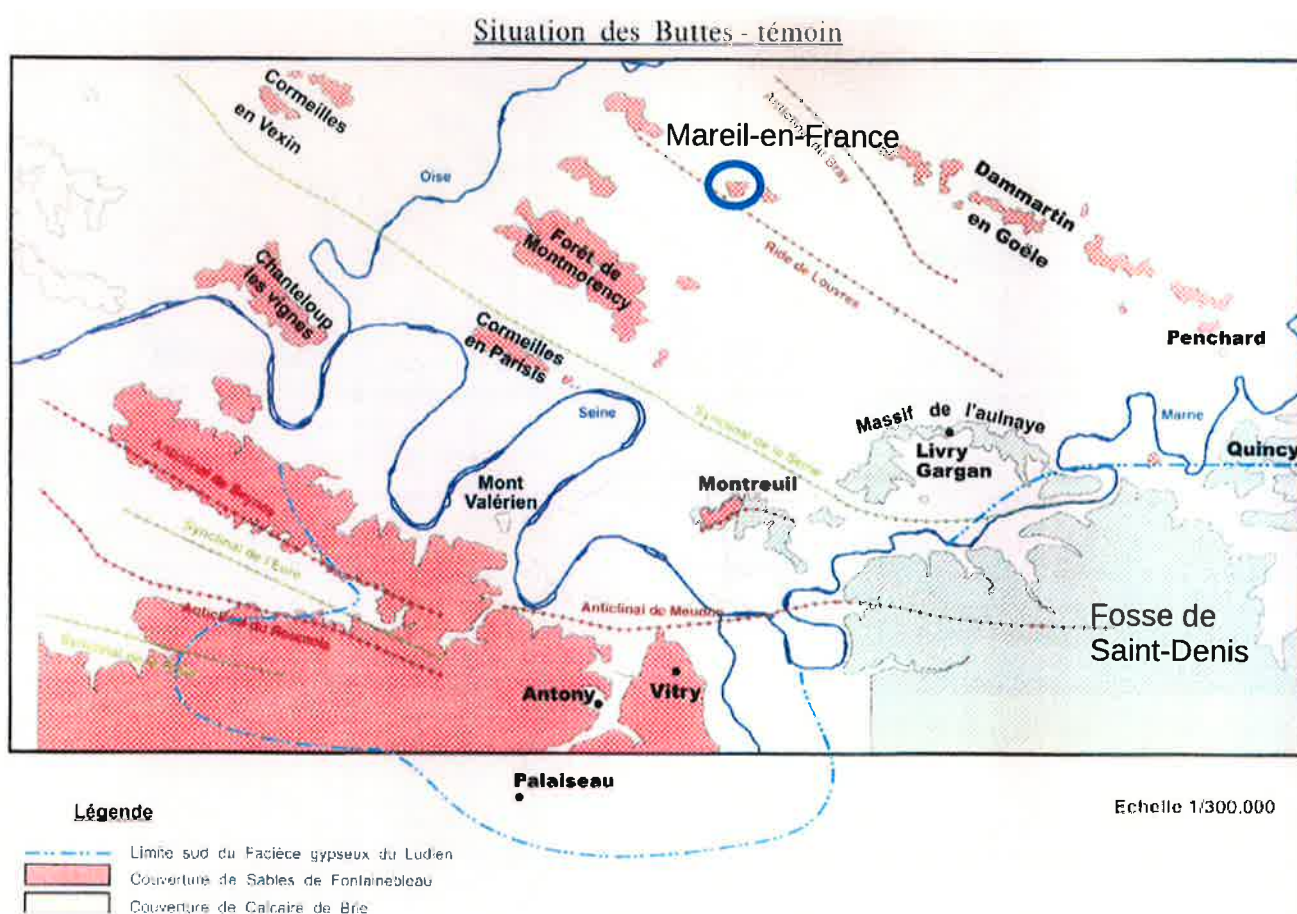


Figure 3 : buttes du Parisis, Fosse de Saint-Denis et axe synclinal de la Seine (cours de géologie générale Ile-de-France CEREMA de M. Hirschauer 2002)

La butte de la commune de Mareil-en-France constitue une butte témoin individualisée par l'érosion. Elle recoupe une large série tertiaire depuis l'Auverisien avec les Sables de Beauchamp (en limite nord de la commune) jusqu'au Stampien Supérieur avec les Sables de Fontainebleau. Les assises géologiques sont affectées au niveau de la commune de Mareil-en-France, par la ride anticlinal de Louvres, de direction Nord Ouest – Sud Est.

1.2.2 -Description lithologique des terrains

L'étude de la carte géologique (figures 4 et 5) de l'ISLE-ADAM du BRGM au 1/50000^{ème} et les différents rapports et coupes de sondages disponibles au sein des archives du Cerema ont permis d'identifier les formations géologiques décrites ci-après (des plus récentes vers les plus anciennes) sur la commune de Mareil-en-France :

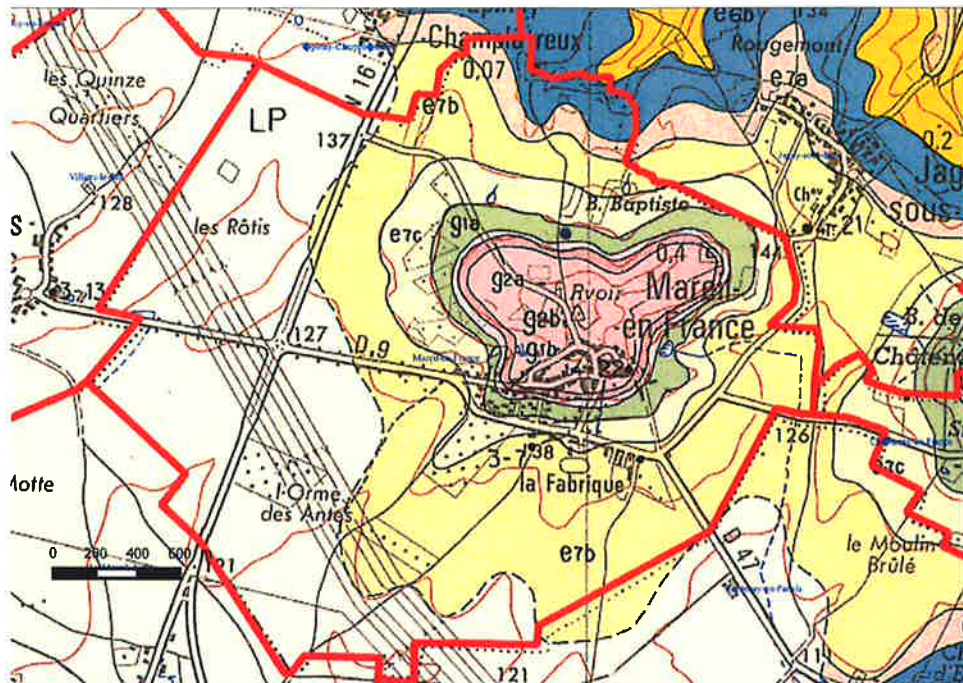


Figure 4 : extrait de la carte géologique de Mareil (extrait de la carte géologique de L'Isle-Adam au 1/50000^{ème} du BRGM)

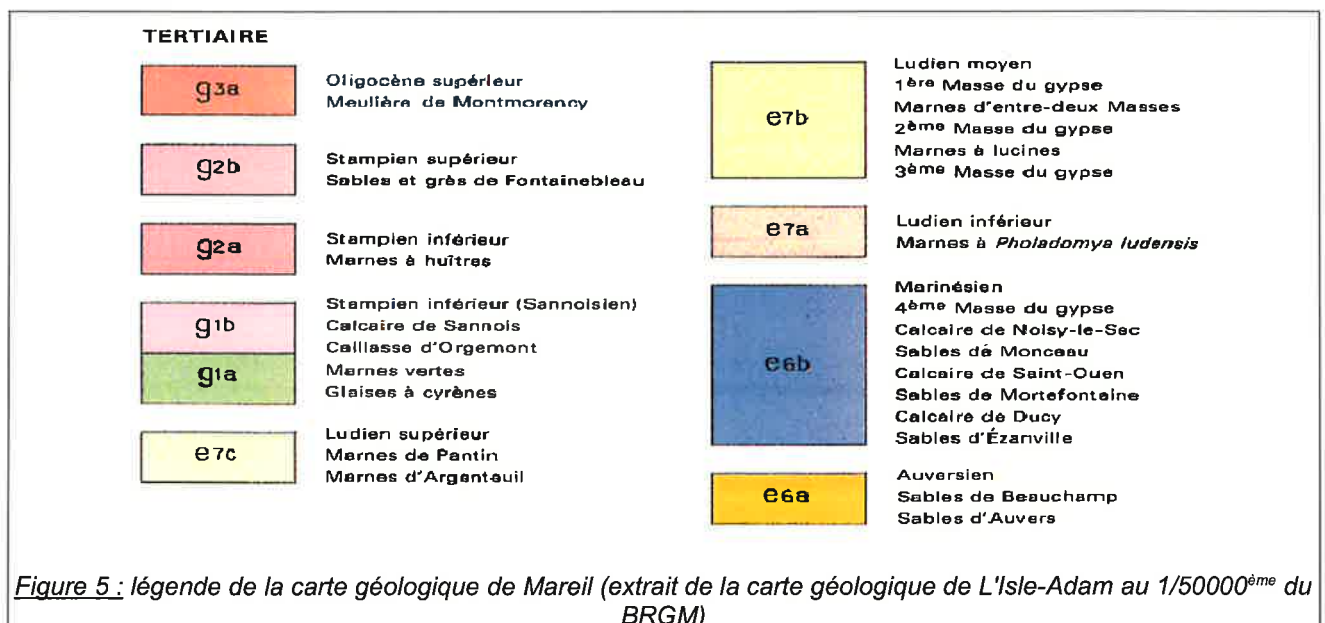


Figure 5 : légende de la carte géologique de Mareil (extrait de la carte géologique de L'Isle-Adam au 1/50000^{ème} du BRGM)

Les formations superficielles

➤ Les formations de pente – Colluvions marno-gypseuses des versants (éboulis)

Particulièrement développées sur les versants des buttes témoins, elles résultent de divers processus tels que, ruissellement, reptation, glissement, solifluxion ou dissolution des formations en place.

Ces colluvions ont été également alimentées par des produits d'altération du gypse et forment un complexe très hétérogène où alternent les lentilles argileuses, marneuses et sableuses. Ces formations masquent, le plus souvent, les bancs de gypse sous-jacents non altérés. Sur la commune de Mareil-en-France, l'épaisseur de ces formations est assez faible (de l'ordre de quelques mètres).

➤ **Les Limons des Plateaux (LP)**

Les « Limons des Plateaux » ont une épaisseur comprise entre 3 et 6 m. Ils sont de couleur ocre, brun roux, rougeâtre, le plus souvent argileux ou sableux.

Les formations en place

➤ **Les sables de Fontainebleau (g2b)**

Les sables de Fontainebleau sont présents au sommet de la butte où leur épaisseur peut atteindre 20 à 25 m. En partie inférieure les sables sont grossiers, ils deviennent plus fins et mieux classés vers le sommet. Ils sont quartzeux et micacés. Ils sont blancs mais très souvent colorés en jaune, ocre ou rouge par les oxydes de fer. Ils peuvent présenter des niveaux grésifiés souvent discontinus.

➤ **Les marnes à huîtres (g2a)**

Elles sont constituées par une alternance de marnes grisâtres, de calcaires gréseux, de calcaires graveleux très fossilifères (huîtres). L'épaisseur est de l'ordre de 6 m.

➤ **Le Calcaire de Sannois (g1b)**

Le Calcaire de Sannois (3 à 4 m) se présente sous forme d'un marno-calcaire jaunâtre fossilifère entrecoupé de niveaux de calcaire dur, marneux ou argileux bruns ou de passées sablo-gréseuses.

➤ **Les Marnes vertes et Glaises à Cyrènes (g1a)**

Cet ensemble argileux, constitué d'argiles plastiques verdâtres, compactes, contenant localement des concrétions carbonatées blanchâtres est épais de 4 à 8 mètres.

Au-dessus se placent les « Marnes vertes » (3 à 6 m). Elles débutent par des marnes argileuses vertes feuilletées, recouvertes par des marnes calcaires blanches puis par un faible niveau d'argile verte légèrement calcaire.

À la base de cette formation on trouve les Glaises à Cyrènes (1 à 1.5 m), caractérisées par un niveau argileux feuilleté brunâtre avec de fins niveaux sableux.

Cet horizon imperméable constitue le mur d'une nappe perchée souvent peu puissante mais très défavorable à la stabilité des talus et pentes. En effet, la faible cohésion de ces faciès argileux facilite la formation de loupes de glissement. **Nous rappelons que cette étude ne concerne pas l'aléa glissement de terrain.**

➤ **Les Marnes supragypseuses (MSG-e7c)**

Représentées par le marno-calcaire de Pantin surmontant les Marnes bleues d'Argenteuil, cet ensemble peut atteindre une épaisseur de 12 à 15 mètres.

- **Les Marnes blanches de Pantin** sont des marnes calcaires plus ou moins compactes. Elles présentent des diaclases et des fractions argileuses. Cet ensemble est épais de 5 à 7 m.

Cette formation marneuse peut contenir une nappe, parfois en charge, alimentée par la percolation des eaux au travers des Marnes vertes.

- **Les Marnes bleues d'Argenteuil** sont des marnes jaunâtres à la base puis de couleur gris bleuté. Une induration très fréquente peut être observée à la base de cette formation. De petites intercalations gypseuses peuvent y être retrouvées. Cet horizon marno-argileux imperméable est épais de 6 à 8 m vers Saint-Martin-du-Tertre.

➤ **Les Masses et Marnes du Gypse (MMG – e7b)**

La série de gypse sur la commune est d'une puissance de l'ordre de 15 mètres. Elle comprend quatre masses gypseuses intercalées de trois niveaux marneux lorsque la série est complète. Sur la commune de Mareil-en-France, la 3^{ème} masse n'a pas été relevée dans les sondages.

Ces couches, situées à faible profondeur ou affleurant dans la partie douce du versant, ont fait l'objet d'exploitations de carrières souterraines sur la commune. Par ailleurs, à l'approche des versants, les phénomènes de dissolution ont profondément remaniés le massif gypseux. Ce faciès altéré est nommé sous l'appellation de faciès de substitution des MMG (cf. description de ce faciès en fin de paragraphe), présent en bas de pente (pied de talus).

La description qui suit caractérise les MMG dans leur état sain (faciès sain) :

- **La Première Masse de gypse G1 ou Haute Masse :**

A Mareil-en-France, la première masse atteint entre 4 et 8 mètres d'épaisseur. Elle est constituée de bancs épais de gypse saccharoïde grisâtre, blanchâtre à beige localement altéré en lamelles. Certains bancs peuvent contenir une phase marneuse blanche. Au niveau du versant, une alternance de blocs de gypse massif et de parties friables fracturées annoncent les phénomènes d'altération.

- **Les Marnes d'entre-deux-masses ou Marnes à fer de lance G1a :** ce niveau est caractérisé par une alternance de bancs décimétriques de marnes beiges et de bancs décimétriques de gypse brunâtre ou blanchâtre.

On peut également retrouver dans la masse, des cristaux de gypse maclés caractéristiques, nommés « fer de lance ». Leur épaisseur varie de 2 à 3 mètres.

- **La Deuxième Masse de gypse G2 :** d'environ 5 mètres d'épaisseur, elle est constituée d'une alternance de bancs de gypse saccharoïde altéré blanchâtre et de marnes gypseuses claires. Elle contient également du gypse cristallisé en « pieds d'alouette ».
- **Les Marnes à Lucines G2a** sont constituées de marnes calcareuses grises, jaunâtres ou gris bleutées entrecoupées de bancs de gypse lenticulaire ou « pieds d'alouette ». Cette formation n'a pas été identifiée dans les sondages.
- **La Troisième Masse de gypse G3 :** relativement peu épaisse, elle est constituée d'une succession de bancs de gypse saccharoïde séparés par des couches argilo-marneuses. Sur la commune de Mareil cette formation n'a pas été identifiée dans les sondages car cet horizon ne semble pas exister dans ce secteur (variation latérale de faciès).
- **Les Marnes à Pholadomies (e7a) :** de couleur grise bleutée, elles peuvent présenter quelques cristaux de gypse. L'aspect feuilleté prismatique est assez récurrent. Leur épaisseur est comprise entre 1 et 2 mètres.
- **La Quatrième Masse de gypse (G4)-(e6b) :** cette couche est représentée par un banc de gypse saccharoïde et pied d'alouette avec de très fins inter-lits marneux gris. Son épaisseur peut atteindre jusqu'à 2 mètres. Sur la commune de Mareil, cette formation n'a pas été identifiée dans tous les sondages car cet horizon n'est pas présent sur tout le secteur (variation latérale de faciès).

- **Faciès de substitution des MMG indifférenciées**

Du fait de leur affleurement à flanc de versant (faible recouvrement), les formations marno-gypseuses ont été considérablement remaniées par l'érosion fluviale, les dissolutions, les épigenèses du gypse et les phénomènes périglaciaires. Localement, les sols gypseux ont été remplacés par un produit d'altération à dominante argilo-marneuse qui correspond à des zones d'effondrement comblées par des minéraux résiduels des couches surincombantes (figure 6).

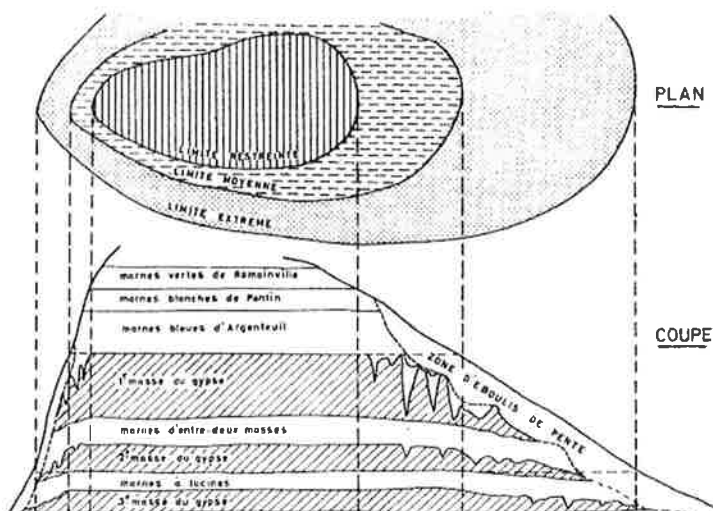


Figure 6 : représentation schématique de l'altération du gypse sur les flancs des buttes en Seine-et-Marne (C. Bricon et Ph. Dréan, 1965)

Cet ensemble argilo-marneux complexe (faciès de substitution) comprend des passages de sables aux seins desquels peuvent subsister des passages de gypse épars des 3ème et 4ème masses de gypse.

Le plus souvent, les marnes résultantes n'ont plus de structure nette. C'est en pied de versant que les bancs de gypse sub-affleurants ont subi la plus forte altération par les eaux d'infiltration. Partiellement ou parfois totalement dissous, les bancs de gypse ont été remplacés par des dépôts calcaro-siliceux tantôt amorphes, tantôt cristallins, la forme cristalline du gypse étant quelquefois conservée (pseudomorphoses). En bas de pente, cet ensemble peut atteindre une épaisseur de 12 mètres.

➤ **Les Sables de Monceau (e6b)**

C'est un sable quartzeux fin, de couleur verdâtre, de nature argileuse qui renferme parfois de petits niveaux gréseux. La puissance maximale est entre 2 et 4 m.

➤ **Le Calcaire de Saint-Ouen (e6b)**

Il est constitué par une alternance de bancs calcaires durs et de bancs marneux tendres de couleur beige rosé. Il fait de 5 à 15 m d'épaisseur.

➤ **Les Sables de Beauchamp (e6a)**

Ils affleurent au nord de la commune seulement. Les Sables de Beauchamp sont des sables quartzeux blancs, jaunâtres et gris-bleus avec très souvent des intercalations argileuses vertes. Ils sont épais de 8 à 15 m.

Nous avons dressé plusieurs profils géologiques sur la commune de Mareil-en-France illustrant la répartition des formations et leur cote moyenne. Ces profils ont été dessinés à partir de données issues des archives du Cerema (rapports d'études, données de sondages), de l'IGC, de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) et de la carte géologique du BRGM de L'Isle-Adam au 1/50 000^{ème}.

Il apparaît deux types de profils (en **annexe 1**) où la répartition du gypse et de son faciès d'altération diffèrent en fonction de la topographie du versant :

- la coupe géologique 1 correspond à un profil schématique d'orientation Nord-Sud,
- la coupe géologique 2 correspond à un profil schématique d'orientation Est-Ouest.

L'orientation des profils (Nord-sud et Est-Ouest) a été reportée sur la carte des observations disponible en **annexe 2**.

1.3 - Contexte hydrogéologique

Huit nappes sont potentiellement présentes sur la commune :

- La nappe des Sables de Fontainebleau : les sables de Fontainebleau constituent le réservoir d'une nappe libre, les Marnes à Huîtres sous-jacentes forment le mur peu perméable de cette nappe. L'alimentation est essentiellement assurée par l'infiltration des eaux météoriques précipitées sur la butte.
- La nappe des Marnes à Huîtres et Calcaire de Sannois : cet horizon marno-calcaire peut-être le siège de circulations d'eau, avec émergences de sources à la faveur du mur imperméable constitué par les Marnes vertes.
- La nappe du marnes calcaires blanches de Pantin (marnes supragypseuses) : l'alimentation de cette nappe se fait par infiltration soit à travers les terrains superficiels décompactés soit à travers les Marnes vertes sus-jacentes. Cependant, les épisodes calcaires présents dans la série marneuse de Pantin sont le siège de circulations peu importantes.
- Le réseau aquifère des masses et marnes de gypse ou du Faciès de substitution : le faciès de substitution et les masses et marnes de gypse renferment un réseau assez discontinu dans les marnes et dans les niveaux rocheux.
- La nappe des Sables de Monceau : cet aquifère est retenu par les horizons marneux du marno-calcaire de Saint-Ouen.
- Les nappes du marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp : la première nappe règne dans les niveaux calcaires fissurés principalement. La seconde est retenue par les horizons marneux des Marnes et Caillasses sous-jacentes.

C'est l'important réservoir aquifère des Sables de Fontainebleau ainsi que la nappe des Marnes à Huîtres et Calcaire de Sannois et la nappe des marnes Supragypseuses qui sont susceptibles d'avoir un impact sur la dissolution du gypse. Ces trois nappes s'écoulent sur le versant et donnent naissance à des « nappes de coteaux ». Ces eaux peuvent alimenter les horizons aquifères sous-jacents notamment ceux des MMG et donner lieu à des phénomènes de dissolution.

2 - Les mouvements de terrain étudiés

Selon le contexte géomorphologique, la nature et l'épaisseur des terrains de recouvrement ainsi que leur résistance mécanique, les instabilités engendrées par les vides souterrains ou entonnoirs de dissolution vont se manifester en surface soit par des affaissements, soit par des effondrements localisés (fontis).

Dans ce chapitre, nous allons présenter les mouvements de terrain d'origine karstique connus ou susceptibles de se produire sur le territoire de Mareil-en-France.

2.1 - Les effondrements de terrain

D'après la définition du guide méthodologique sur les PPRn¹, les effondrements sont des « mouvements gravitaires à composante essentiellement verticale, qui se produisent de façon plus ou moins brutale. Ils résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine préexistante. Cette cavité peut être liée à la présence d'une carrière souterraine ou à une zone de dissolution du gypse. Cette rupture initiale se propage verticalement jusqu'en surface en y déterminant l'ouverture d'une excavation dont les dimensions dépendent du volume du vide, de sa profondeur, de la nature géologique du sol de recouvrement et du mode de rupture ».

On distingue deux types d'effondrements :

- les effondrements localisés appelés fontis (liés à des vides de dissolution ou à des carrières souterraines),
- les effondrements généralisés (liés à des carrières souterraines).

L'étude de l'aléa lié aux anciennes carrières souterraines étant du ressort de l'Inspection Générale des Carrières (IGC), il ne sera pas évoqué dans ce rapport.

Fontis lié aux vides de dissolution

Le fontis prend, à son arrivée à la surface, la forme d'un cône dont la pointe est dirigée vers le haut, ces parois s'effondrent ensuite pour être inclinées en phase définitive selon une pente voisine de celle du talus naturel (*figure 7*).

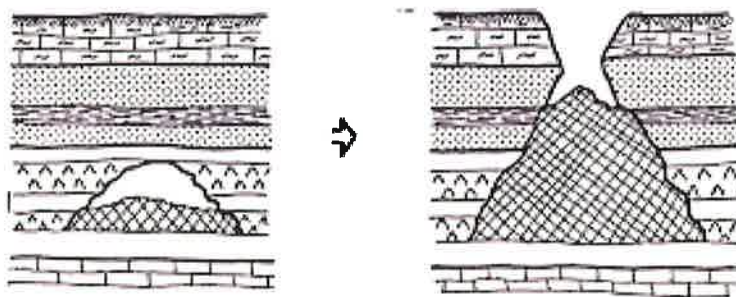


Figure 7 : effondrement de terrain brutal ponctuel de type fontis (formation d'un fontis et sa venue à jour) engendré par la dissolution de niveaux gypseux (d'après M. TOULEMONT)

Les caractéristiques d'un fontis sont liées notamment à la dimension du vide initial, à la lithologie, l'épaisseur et les caractéristiques mécaniques des terrains surmontant la zone affectée par la dissolution (terrains de recouvrement).

¹ guide méthodologique PPRn « Risques de mouvements de terrain » (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1999)

Lorsque les terrains de recouvrement surplombant le vide renferment des horizons indurés (gypse, argiles, marnes indurées, etc.), la propagation du vide reste bloquée sous le niveau rocheux (effet de voûte) jusqu'à ce que la dalle se rompe brutalement, emportant les terrains sus-jacents. Il s'ensuit un cratère d'effondrement qui pourra atteindre plusieurs mètres de profondeur, de diamètres variables (de l'ordre de quelques mètres) en fonction de la nature des terrains de recouvrement.

2.2 - Les affaissements de terrain

D'après la définition du guide méthodologique sur les PPRn, les affaissements sont des « dépressions topographiques en forme de cuvette à grand rayon de courbure dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture avec ou sans fractures ouvertes. La composante verticale du mouvement est prépondérante. Des efforts de flexion, de traction et de cisaillement et les tassements préférentiels préjudiciables aux structures peuvent se manifester dans les zones de bordure. Dans certains cas, les affaissements peuvent être le signe annonciateur d'effondrements ».

Affaissement de terrain lié aux vides de dissolution

Il se traduit par la formation relativement lente d'une dépression topographique (ou cuvette) lorsque les terrains de recouvrement surplombant le vide sont constitués de matériaux souples peu indurés (argiles, sables, marnes tendres, etc.) (*figure 8*).

Cette dépression résulte du comblement du vide par le foisonnement des terrains tendres sus-jacents.

La dissolution est dans ces conditions génératrices d'une décompression du sous-sol ne devant pas provoquer de désordres brutaux spectaculaires.

En fonction du volume du vide initial de dissolution, de la hauteur de recouvrement et du foisonnement des terrains amortissant la remontée du vide, l'ampleur au sol de l'affaissement sera variable.

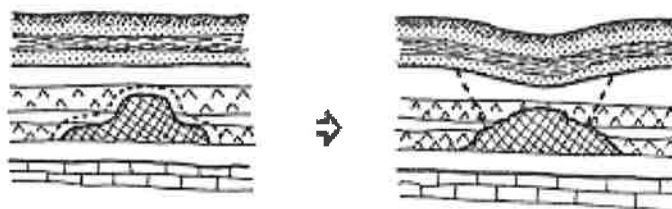


Figure 8: affaissement de terrain progressif engendré par la dissolution de niveaux gypseux (d'après M. TOULEMONT)

2.3 - Les facteurs d'évolution

Les processus de dégradation qui engendrent des situations accidentelles résultent souvent de la combinaison d'une ou plusieurs configurations défavorables (facteurs de prédisposition) et de l'occurrence des facteurs externes (facteurs aggravants ou déclenchants) susceptibles de modifier les conditions d'équilibre du milieu et d'accélérer la rupture. Ceux-ci peuvent être naturels ou anthropiques.

Les facteurs de prédisposition :

- les propriétés géomécaniques et l'état de fracturation naturelle des terrains de couverture (nature, épaisseur, propriétés mécaniques),
- le contexte géomorphologique (affleurement des assises géologiques et du massif gypseux dans le versant),
- les conditions hydrogéologiques du milieu (le niveau des nappes aquifères, les circulations d'eau dans le massif gypseux),
- la présence de vides déjà existants dans le massif gypseux,
- l'épaisseur cumulée et l'état d'altération des bancs de gypse.

Les facteurs aggravants ou déclenchants :

- les variations des conditions hydrogéologiques du milieu tels que : fluctuation des niveaux des nappes, les circulations d'eau erratiques dans le massif gypseux tendant à amplifier le processus de dissolution et l'agressivité des eaux vis-à-vis du gypse,
- les facteurs anthropiques tels que les aménagements urbains (travaux de terrassement, réseaux d'assainissement/adduction d'eau fuyards...). En effet, un réseau fuyard peut accélérer le processus de dissolution de gypse en créant des vides ou en agrandissant des vides naturels déjà existants.
- le réseau de fractures du massif gypseux induit par l'exploitation souterraine peut également être le siège privilégié de circulations d'eau, et contribuer ainsi à l'accélération du phénomène de dissolution.

3 - Capitalisation des données

3.1 - Recherche bibliographique

Afin de recueillir un maximum de données relatifs au phénomène de dissolution du gypse sur la commune de Mareil-en-France, les nombreux documents dont la liste figure ci-après ont été consultés :

Archives départementales du Val d'Oise et des Yvelines :

- ✓ Inventaire des mines et carrières du département.

Mairie de Mareil-en-France : aucun document concernant l'aléa dissolution du gypse n'a été recensé.

Inspection Générale des Carrières :

- ✓ Base de données des sondages mise à jour en 2014,
- ✓ Atlas des carrières au 1/1000^{ème} mis à jour en 2014,
- ✓ Zonage des carrières mis à jour en 2014.

IGN

- ✓ Anciennes photographies aériennes sur la commune de Mareil-en-France (149 missions).

Préfecture du Val d'Oise :

- ✓ Arrêté préfectoral n°130266 du 19 décembre 2013,
- ✓ Schéma Départemental de prévention des risques naturels du Val d'Oise,
- ✓ Dossier Départemental des Risques Majeurs du Val d'Oise 2010.

Conseil Général du Val d'Oise :

- ✓ Patrimoine géologique du Val d'Oise.

Cerema – Dter IDF (ex-CETE IDF et ex-LREP) :

- ✓ Aménagement des CD n°9 et 47 - Bassin de retenue de Mareil-en-France - dossier n° 10 993 - LROP du 19 juin 1981,
- ✓ Mareil-en-France RD9 aux abords de la RN16 - Reconnaissance géotechnique - dossier n°24603 - LROP - 12 octobre 1990.

Sites internet

www.prim.net

- ✓ R111-3 mouvements de terrain approuvé le 8 avril 1987,
- ✓ 5 arrêtés « inondations et coulées de boue » : 1988 (janvier et juin), 1992 (2 en août), 1999,
- ✓ 1 arrêté « mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse » 1991.

<http://infoterre.brgm.fr/>

<http://www.adeseaufrance.fr/>

www.bdmvt.net

<http://www.geoportail.gouv.fr/>

NB : aucun document consulté ne fait référence à des désordres liés à la dissolution du gypse sur la commune de Mareil-en-France.

3.2 - Photo interprétation

Sur les anciennes photographies aériennes de l'IGN les indices et les points singuliers tels que effondrement (fontis) ou affaissements de terrain liés à la dissolution du gypse ont été repérés, relevés et cartographiés.

Il existe 149 missions de photographies aériennes IGN concernant Mareil-en-France entre les années 1933 et 2015.

Nous avons relevé les missions suivantes :

- cliché de 1976 (ouest de la commune de Mareil-en-France) : indice d'écoulement d'eau.
1976-08-22 – Mission C2114_0061_1976_FR2809_0530

- cliché de 1968 (nord de la commune de Mareil-en-France, lieu dit « bois Baptiste ») : indice d'écoulement d'eau.
1968-02-27 – Mission C94PHQ3361_1968-FR1436_0821

-cliché de 2015 (sud de la commune de Mareil-en-France, lieu dit « la Jonchère ») : indices de fontis (environ 2 m de diamètre?). Géoportail, 2015

-cliché de 2015 (est de la commune de Mareil-en-France, lieu dit « la remise ») : indice d'écoulement d'eau. Géoportail, 2015.

L'ensemble des indices reconnus par photo-interprétation et intéressant notre étude, a été reporté sur la carte informative en **annexe 2**.



Figure 9 : indices repérés par photo interprétation : cliché 1968 (gauche), cliché 1976 (droite)



Figure 10: indices repérés par photo interprétation, clichés de 2015 (géoportail): Sud - lieu dit « la Jonchère » (photo gauche), Est - lieu dit « la remise » (photo droite)

3.3 - Visite de terrain

Une visite de terrain a été réalisée en octobre 2015 sur la commune de Mareil-en-France. La visite s'est focalisée notamment sur les secteurs et points singuliers identifiés par le travail de photo-interprétation.

Ci-après quelques illustrations :



Figure 11: cliché de 2015 (Géoportail): champ longeant l'autoroute A104 (Sud de la commune de Mareil-en-France, lieu dit « La Jonchère ») : indices de fontis (environ 2 m de diamètre) ?

Lors de la visite de terrain en octobre 2015, aucun désordre n'a été recensé sur cette zone.

4 - Caractérisation et cartographie de l'aléa dissolution du gypse Ludien

Du fait de son affleurement à flanc de versant, le massif gypseux est soumis à une forte altération. Ce processus d'altération engendre deux types d'évolutions :

- la dissolution « naturelle » par les eaux souterraines ou d'infiltration, partielle ou totale des bancs de gypse ; le second cas pouvant donner naissance à des accidents de type « karstique » (vides ou entonnoirs de dissolution, cavités naturelles),
- la substitution appelée faciès de substitution qui se concrétise par le remplacement du gypse par la silice et/ou la calcite.

Le phénomène de dissolution peut être à l'origine de mouvements de terrain et désordres en surface. En effet, avec le temps, ces vides de dissolution peuvent engendrer la remontée de l'instabilité en surface (cloche de fontis), se traduisant par des effondrements (fontis venu à jour) localisés ou être à l'origine d'affaissements de terrain d'ampleur variable. Les mouvements de terrains associés sont fonctions de l'épaisseur du vide de dissolution et des caractéristiques de terrain de recouvrement.

4.1 - Processus de dissolution du gypse

4.1.1 - Définition

Le gypse (*figure 15*) est une roche composée de sulfate de calcium hydraté ($\text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}$), caractérisé par une forte solubilité : 1 litre d'eau non saturée en sulfates peut dissoudre environ 2 grammes (2 g/l) de gypse à 20°C.



Figure 15 : bloc de gypse saccharoïde

Remarque : dans le cadre de cette étude, nous n'avons pas pris en compte la saturation en sulfates des différentes nappes souterraines pour établir le niveau d'agressivité des eaux compte tenu de l'absence de données récentes sur leur composition.

Le processus de dissolution naturelle du gypse peut se faire à l'échelle de quelques décennies, et peut être accéléré par les fuites des réseaux d'adduction ou d'évacuation d'eau.

4.1.2 - Cas particulier du Gypse Ludien

Exception faite des hauts de versant à l'aplomb de la butte où la série stratigraphique est généralement intacte, dans le versant (*figure 16*), le gypse a été mis à l'affleurement par encaissement du réseau hydrographique, puis érodé. Il a tout au long de la phase d'érosion subi des épisodes de dissolution par infiltration des eaux météoriques (notamment à la faveur de la fracturation du massif) et des eaux provenant de l'émergence de la nappe de Brie, mais également par drainage de la nappe qui baignait initialement l'ensemble des terrains gypseux. Progressivement les versants gypseux se sont donc retrouvés couverts par des éboulis issus des assises géologiques situées à l'amont. Sur la commune de Mareil-en-France, les formations de pentes sont de faible épaisseur.

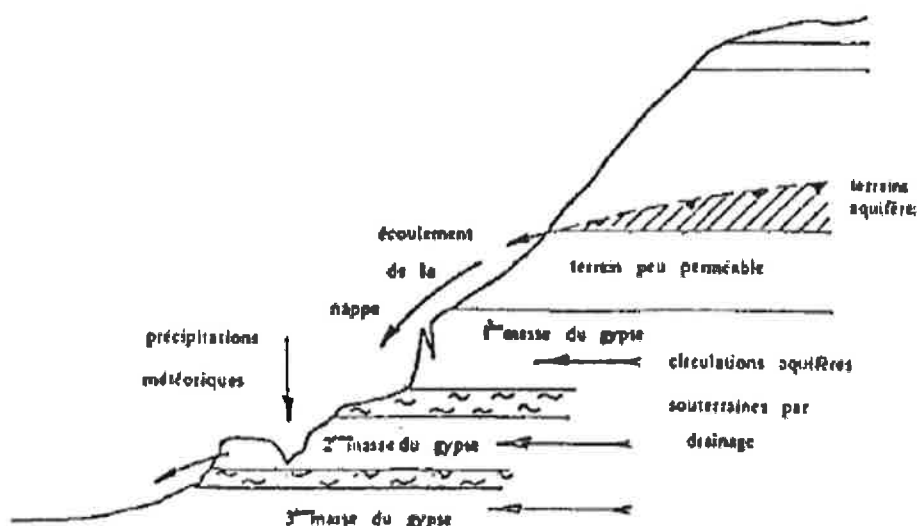


Figure 16 : mise à l'affleurement et altération des Masses et Marnes du Gypse par encaissement du réseau hydrographique (source : archive Cerema-DTer IdF)

En haut de versant à l'aplomb de la butte, la succession normale des assises gypseuses globalement saines a été protégée des infiltrations par des horizons argilo-marneux quasi imperméables (formations du Sannoisien, Marnes Supragypseuses).

À flanc de versant, où l'épaisseur de recouvrement est plus faible, le massif gypseux, sub-affleurant, est soumis au processus de dissolution. La série gypseuse altérée à ce niveau en raison du faible recouvrement de marnes supragypseuses et d'éboulis se trouve « karstifiée » au niveau de la base de G1 et de la partie médiane de G2. Il en résulte la formation d'îlots de gypse plus ou moins « karstifiés » entourés de terrains marneux (*figure 17*). Les vides créés (ou entonnoirs de dissolution) ont pu être comblés par glissement des couches situées plus haut sur le versant ou entraîner des effondrements des couches supérieures en remaniant les terrains sus-jacents (faciès de substitution des MMG).

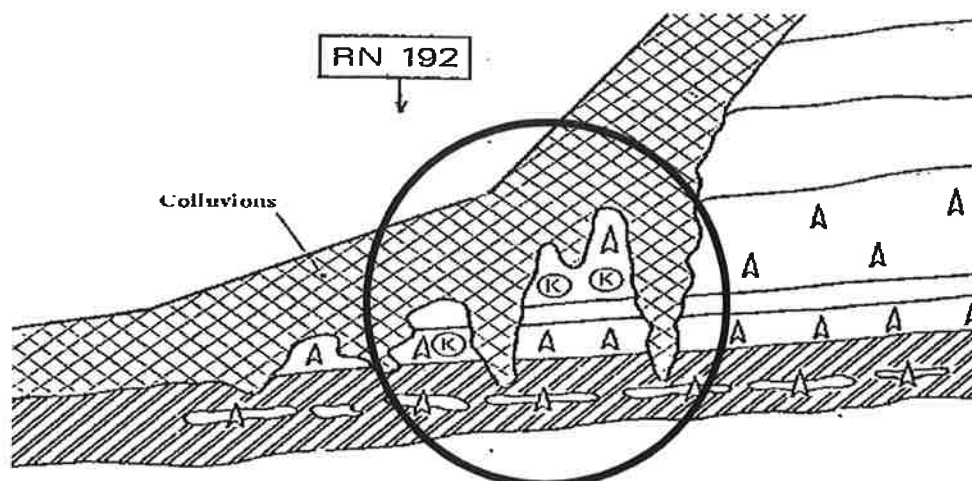


Figure 17: formation d'îlots de gypse plus ou moins « karstifiés » - Buttes-témoins de Cormeilles-en-Parisis et de Montmorency (source : Thorin R., Unvois M. - LROP, mai 1983 / Thorin R., bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, n°138, juillet-août 1985)

En pied de versant, les bancs de gypse (des Deuxième et Troisième Masses G2 et G3) ne sont pas protégés par une couverture suffisante et sont fortement soumis au processus de dissolution. Si l'état d'altération des bancs de gypse est très variable, les vides de dissolution formés auront des volumes de moindre ampleur, souvent comblés par des argiles résiduelles.

En fond de vallée ou au niveau de la plaine (épaisseur de recouvrement moindre), les bancs de gypse (des Troisième et Quatrième Masses de gypse G3 et G4), pour l'essentiel, ont été dissous puis remplacés par un faciès de substitution dit MMG indifférenciées.

4.2 - Qualification et cartographie de l'aléa lié à la dissolution du gypse ludien

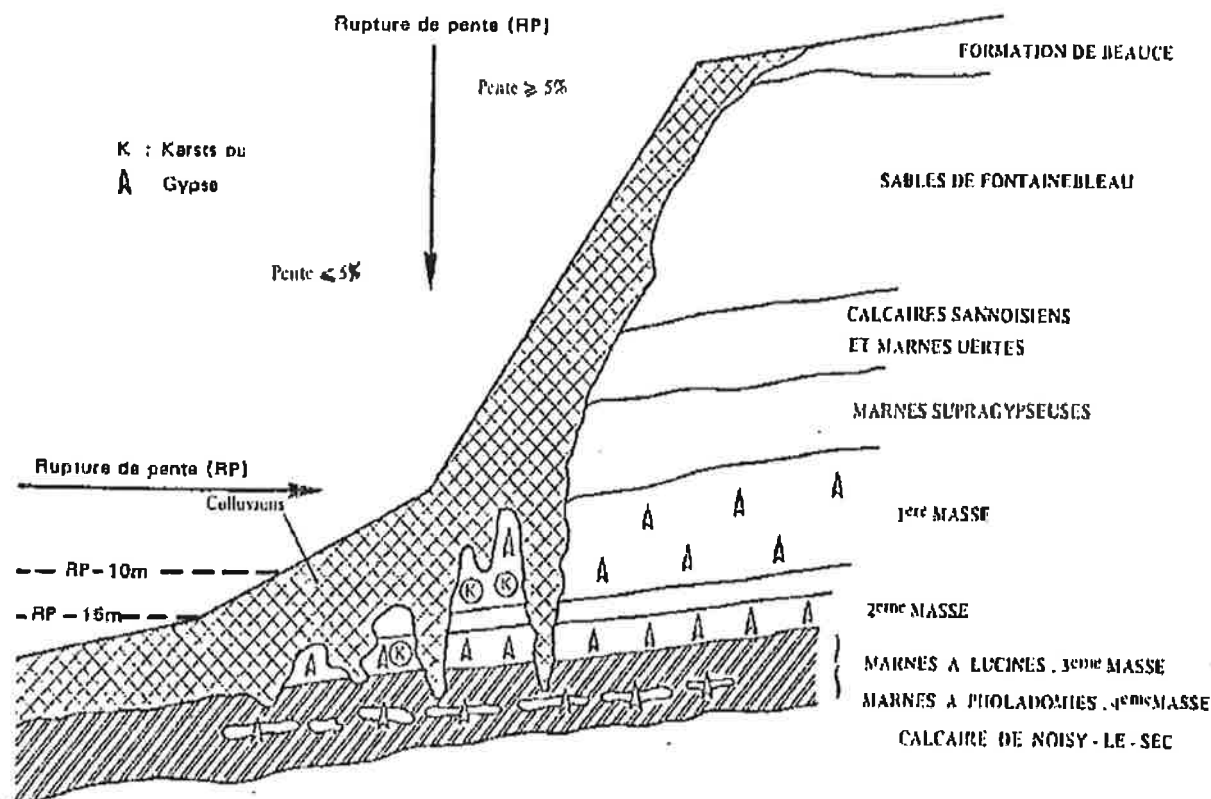
4.2.1 - Principe d'analyse

Modèle géomorphologique

La carte des altitudes (*figure 2*) et les coupes (**annexe 1**) mettent en évidence les entités morphologiques du territoire communal (butte, versant, plaine).

L'incidence de la dissolution du gypse en contexte de butte témoin a été abordée par le passé par la Direction Territoriale Île-de-France du Cerema (ex-LROP), et a fait l'objet de recherches aboutissant à une méthodologie d'étude basée sur une approche géomorphologique. Au cours de l'étude de la butte de Montmorency et du versant nord de la butte de Cormeilles menée en 1983, R. THORIN a mis en évidence une corrélation entre la position des masses gypseuses dans le versant, leur état d'altération, et les mouvements de terrain engendrés en surface.

La *figure 18* ci-après présente la modélisation d'une butte témoin type des versants des vallées de la Seine sur laquelle on peut s'appuyer pour appréhender les phénomènes.



L'analyse géomorphologique (d'après R. THORIN) montre que la rupture de pente (RP) observée à mi-versant correspond approximativement au toit théorique de la 1^{re} Masse de gypse (G1). En amont topographique, les phénomènes d'altération se produisent tant que les masses de gypse ne sont pas pleinement protégées des eaux d'infiltration par une épaisseur suffisante de terrain argileux alors qu'en aval, les phénomènes de dissolution et de substitution du gypse sont prédominants. Les mouvements de terrain susceptibles de se produire se concentrent dans les zones où les bancs de gypse sont les plus épais et/ou proches de l'affleurement.

4.2.2 -La probabilité d'occurrence des phénomènes

À l'aide de la méthode élaborée par R. THORIN, la prédisposition des terrains et donc, la probabilité d'occurrence à être soumis à un phénomène de dissolution est déterminée en fonction de l'analyse géomorphologique.

■ Appréciation globale de la prédisposition à la dissolution

Nous retenons donc comme critère d'appréciation globale de la prédisposition à la dissolution sur le territoire de Mareil-en-France, le positionnement sur le versant par rapport à la cote de rupture du versant (ou toit de G1).

- lorsque $ZTN^{(2)}$ se situe en amont topographique de l'affleurement théorique du toit des Marnes Vertes ($ZTN > MV$), les masses gypseuses sont saines et protégées des infiltrations d'eau par les horizons marno-argileux quasi-imperméables. La prédisposition à la dissolution est quasi-nulle.
- lorsque ZTN est compris entre le toit théorique des Marnes Vertes et la base des Marnes Vertes (toit $MV > ZTN > base\ MV$), les masses gypseuses, globalement saines et sont protégées en partie des infiltrations d'eau par les horizons marno-argileux. La prédisposition à la dissolution est peu sensible.

²ZTN : cote du terrain naturel en mètres NGF

- lorsque ZTN est compris entre la base des Marnes vertes et le mur théorique de G1 (base MV>ZTN>mur de G1), le massif gypseux, sub-affleurant, est fortement soumis au processus de dissolution, les épaisseurs et l'état d'altération des bancs de gypse sont extrêmement variables. **La prédisposition à la dissolution est très sensible.**
- lorsque ZTN est compris entre le mur théorique de G1 et le toit théorique de G2 (mur G1>ZTN>toit G2), le massif gypseux, sub-affleurant, est toujours soumis au processus de dissolution, néanmoins, les épaisseurs des bancs de gypse sont plus faibles (absence de G1). **La prédisposition à la dissolution est sensible.**
- lorsque ZTN est compris entre le toit théorique de G2 et le mur théorique de G3 ou de G4 (toit G2>ZTN>mur de G3 ou G4), (zone qui peut être vaste en raison de la faible pente en pied de versant) : c'est le faciès de substitution des MMG qui prédomine. La probabilité de rencontrer du gypse intact (sain) est faible. **La prédisposition à la dissolution est peu sensible.**
- lorsque ZTN se situe en aval topographique de l'affleurement théorique du mur de G3 ou G4 (ZTN<mur de G3 ou G4), le faciès de substitution des MMG a remplacé le gypse. **La prédisposition à la dissolution est quasi-nulle.**

La qualification de la prédisposition à la dissolution en fonction de la topographie est récapitulée dans le tableau suivant.

	ZTN>toit MV	toit MV>ZTN> base MV	base MV>ZTN>mur G1	Mur G1>ZTN>toit G2	Toit G2>ZTN>mur de G3 ou G4	ZTN<mur G3 ou G4
Prédisposition	quasi-nulle	peu sensible	très sensible	sensible	peu sensible	quasi-nulle

Tableau 1 : qualification de la prédisposition à la dissolution en fonction de la topographie

4.2.3 -L'intensité des phénomènes considérés

L'intensité des phénomènes susceptibles de se produire, à savoir fontis ou affaissement, est liée à la structure géologique des terrains en place, et plus particulièrement à l'épaisseur cumulée de gypse et aux caractéristiques des terrains de recouvrement des bancs de gypse.

L'intensité de ces phénomènes est définie sur la base des guides établis par le LCPC³ en 2000 et 2002, par l'INERIS⁴ et la DGPR⁵ en 2012. La classification de l'intensité est décrite dans le tableau ci-après. L'intensité maximale (niveau élevé) d'un effondrement localisé correspond à un fontis de diamètre >10 m. Ce niveau maximal a été fixé en fonction des retours d'expériences dans des contextes géologiques équivalents en région parisienne.

³Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

⁴Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

⁵Direction Générale de la Prévention des Risques du ministère chargé de l'Environnement
« aléa dissolution du gypse Ludien, Mareil-en-France »

Niveau d'intensité	Niveau d'importance des désordres	Conséquences redoutées
Très limitée	Affaissements de terrain de faible amplitude (de l'ordre centimétrique)	Désordres uniquement perceptibles pour les ouvrages sensibles
Limitée	Affaissement de terrain de moyenne amplitude	Désordres légers de types fissures isolées, sans atteinte aux fonctionnalités du bâtiment
	Fontis de petite taille (diamètre inférieur à 3 m)	Trou suffisamment étroit pour ne pas affecter immédiatement une fondation classique
Modérée	Affaissement de grande amplitude	Fissures visibles de l'extérieur. Les portes et fenêtres se coincent et certaines canalisations se rompent
	Fontis taille moyenne (diamètre compris entre 3 et 10 m)	Trou suffisamment large pour ruiner une construction même sur radier
Élevée	Affaissement de très grande amplitude	Désordres structurels importants, bâtiments inhabitables
	Fontis de grande taille (diamètre supérieur à 10 m)	Cratère important avec risque d'engloutissement du bâti
Très élevée (non concerné)	Effondrement en masse de la surface	Ruine complète et immédiate de plusieurs constructions. Crevasses périphériques

Tableau 2 : échelle d'intensité

Sur la base de la méthodologie de R. THORIN, l'épaisseur cumulée de gypse et les caractéristiques des terrains de recouvrement sont corrélées à la topographie des terrains.

Il en résulte donc :

- lorsque ZTN se situe en amont topographique de l'affleurement théorique du toit des Marnes Vertes ($ZTN > MV$), les masses gypseuses, saines, peuvent néanmoins contenir des karsts naturels. L'épaisseur maximale de gypse cumulée est de l'ordre, théoriquement, de 35 m. L'épaisseur de recouvrement est supérieure à 30 m. **L'intensité des phénomènes est considéré comme très limitée.**
- lorsque ZTN est compris entre le toit théorique des Marnes Vertes et la base des Marnes Vertes (toit $MV > ZTN > \text{base } MV$), les masses gypseuses, globalement saines, ne sont pas totalement protégées des infiltrations d'eau par les horizons marno-argileux. L'épaisseur maximale de gypse cumulée est de l'ordre, théoriquement, de 35 m. L'épaisseur de recouvrement est comprise entre 20 et 30 m. **L'intensité des phénomènes est modérée.**
- lorsque ZTN est compris entre la base des Marnes vertes et le toit théorique de G1 (base $MV > ZTN > \text{toit de G1}$), le massif gypseux, sub-affleurant, est fortement soumis au processus de dissolution. C'est la zone privilégiée des grands accidents « karstiques ». L'épaisseur de gypse cumulée est extrêmement variable, sa valeur maximale théorique peut aller de 10 à 35 m en fonction de la position dans le versant. L'épaisseur de recouvrement est comprise entre 5 et 20 m. **L'intensité des phénomènes est modérée.**
- lorsque ZTN est compris entre le toit théorique de G1 et mur théorique de G1 (toit de $G1 > ZTN > \text{mur de G1}$), l'état d'altération des bancs de gypse ainsi que leur épaisseur sont variables (valeur théorique maximale inférieure à 15 m). Les vides de dissolution formés auront

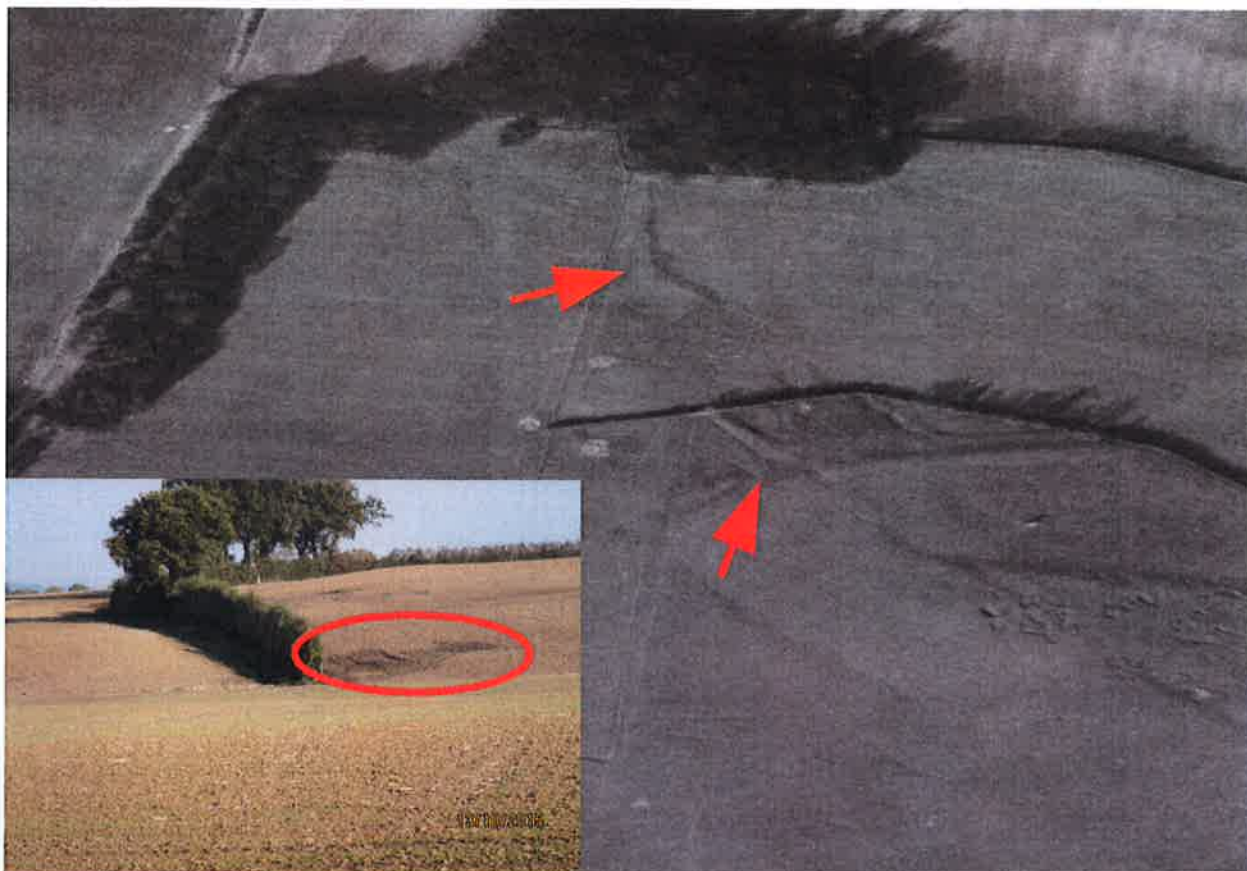


Figure 12 : cliché de 1968 (Nord de la commune de Mareil-en-France, lieu dit « Bois Baptiste »), écoulement d'eau superficielle.

Lors de la visite de terrain en octobre 2015, des écoulements d'eau étaient toujours visibles sur cette zone.



Figure 13 : présence d'un bassin le long de la RD9

Lors de notre visite de terrain, nous avons également relevé la présence de bassin le long de la RD9. Nous rappelons que les conditions hydrogéologiques du milieu tels que des circulations d'eau erratique dans le massif gypseux tendent à amplifier le processus de dissolution et l'agressivité des eaux vis-à-vis du gypse. L'étanchéité du bassin est donc à surveiller tout particulièrement afin de ne pas générer de désordres liés à des phénomènes de dissolution.



Figure 14 : indices de glissements de terrains (fluage) sur le flanc ouest de la butte (Mareil-en-France, lieu-dit « le Pré à la Reine »).

Ces instabilités sont visibles dans le versant à la transition entre les Calcaires de Sannois et les Marnes vertes. En effet, cet horizon imperméable constitue le mur d'une nappe perchée souvent peu puissante mais très défavorable à la stabilité des talus et pentes. **Nous rappelons que cette étude ne concerne pas l'aléa glissement de terrain.**

En conclusion, malgré quelques points singuliers repérés par photo-interprétation ou lors de notre visite sur site, **aucun désordre pouvant être associé à un phénomène avéré de dissolution du gypse n'a été recensé sur la commune de Mareil-en-France.**

La commune de Mareil-en-France, actuellement largement occupée par des parcelles agricoles est peu urbanisée ce qui peut expliquer l'absence de désordres observés sur la commune. Néanmoins, nous rappelons que les aménagements urbains (travaux de terrassement, réseaux d'assainissement/adduction d'eau fuyards...) sont considérés comme des facteurs aggravants et déclenchants. Les nouveaux projets en zone d'aléa devront donc être assortis de préconisations particulières.

des volumes de faible ampleur, souvent comblés par des argiles résiduelles. L'épaisseur de recouvrement est comprise entre 5 et 20 m. **L'intensité des phénomènes est modérée**

- **lorsque ZTN est compris entre le mur théorique de G1 et le toit théorique de G2 (mur G1>ZTN>toit G2)**, l'état d'altération des bancs de gypse sont variables, néanmoins, les épaisseurs sont plus faibles (absence de G1). **L'intensité des phénomènes est limitée.**
- **lorsque ZTN est compris entre le toit théorique de G2 et le mur théorique de G3 ou de G4 (toit G2>ZTN>mur de G3 ou G4)**, (zone qui peut être vaste en raison de la faible pente de versant) : c'est le faciès de substitution des MMG qui prédomine. Quelques vides résiduels de dissolution peuvent subsister. **L'intensité des phénomènes est limitée.**
- **lorsque ZTN se situe en aval topographique de l'affleurement théorique du mur de G3 ou G4 (ZTN<mur de G3 ou G4)**, le faciès de substitution a remplacé le gypse. **L'intensité des phénomènes est très limitée.**

La qualification de l'intensité des phénomènes en fonction de la topographie est récapitulée dans le tableau suivant :

	ZTN>toit MV	toit MV>ZTN>base MV	base MV>ZTN>toit G1	toit G1>ZTN>mur G1	mur G1>ZTN>toit G2	toit G2>ZTN>mur de G3 ou G4	ZTN<mur G3 ou G4
Intensité	Très limitée	modérée	modérée	modérée	limitée	limitée	Très limitée

Tableau 3 : qualification de l'intensité des phénomènes en fonction de la topographie

Remarque : sur la commune de Mareil-en-France, la 3^{ème} masse n'a pas été rencontrée dans les sondages et la 4^{ème} masse n'a été relevée que dans certains sondages. Par ailleurs, aucun désordre n'a été observé sur la commune de Mareil-en-France à notre connaissance.

4.2.4 -Qualification de l'aléa

▪Le niveau d'aléa

L'aléa se définit par le croisement de l'intensité et de l'occurrence du phénomène considéré. Nous avons distingué trois niveaux d'aléa : fort, modéré et faible (cf. *tableau ci-après*).

Intensité Probabilité d'occurrence	Très limitée	Limitée	Modérée	Élevée
Peu sensible	Quasi nulle	faible	moyen	moyen
Sensible	faible	moyen	moyen	fort
Très sensible	moyen	moyen	fort	fort

Tableau 4 : niveaux d'aléa

▪Prise en compte des événements dans la cartographie

La présence d'événements dans un secteur peut-être le reflet d'une dissolution active.

Aussi, le recensement dans un secteur particulier de un ou plusieurs événements pourra être considéré comme un facteur aggravant et provoquer la réévaluation du niveau d'aléa au cas par cas.

4.2.5 -Délimitation cartographique de l'aléa sur la commune

Le tableau suivant (*tableau 5*) définit la délimitation de l'aléa en fonction du positionnement de l'emprise par rapport à la cote de rupture du versant (ou toit de G1) :

	ZTN>toit MV	toit MV>ZTN>base MV	base MV>ZTN>mur G1	Mur G1>ZTN>toit G2	Toit G2>ZTN>mur de G3 ou G4	ZTN<mur G3 ou G4
Probabilité d'occurrence	quasi-nulle	peu sensible	très sensible	sensible	peu sensible	quasi- nulle
Intensité	très limitée	modérée	modérée	limitée	limitée	très limitée
Aléa	quasi-nulle	moyen	fort	moyen	faible	quasi- nulle

Tableau 5 : grille de qualification de l'aléa en fonction du positionnement dans le versant

Le profil schématique du versant donné en **annexe 3** illustre la répartition des aléas en fonction de la position dans le versant.

L'analyse géomorphologique (d'après R. THORIN) montre que la rupture de pente (RP) observée à mi-versant correspond approximativement au toit théorique de la 1^{re} Masse de gypse G1 et que sa position peut varier dans le versant. Cette méthodologie a donc été adaptée aux deux profils géologiques (**annexe 1**) réalisés au droit de la commune et a ainsi permis de dresser la carte d'aléa « mouvements de terrain » au 1/5 000^{ème}, fournie en **annexe 4**.

Les limites géographiques des contours des trois niveaux d'aléa, définies suivants les critères exposés dans les paragraphes précédents, ont été dessinées à partir des courbes de niveau issues du modèle numérique de terrain, et reportées sur fond topographique extrait de la BD Parcellaire 2013 de l'IGN.

Leur cartographie suit un code de couleurs caractéristiques : en couleur rouge pour l'aléa fort, orange pour l'aléa modéré et jaune pour l'aléa faible.

4.2.6 -Limites et incertitudes des contours

Il convient d'insister sur les incertitudes attachées aux données utilisées pour élaborer ces périmètres et de ce fait, sur la précision relative des contours.

La cartographie a été établie au 1/5000^{ème} et son emploi à des échelles plus précises sans précaution serait abusif.

Synthèse et conclusion

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet d'élaboration du PPRN « mouvements de terrain » sur la commune de Mareil-en-France. A ce titre, la DDT 95 a sollicité la Direction Territoriale Ile-de-France du Cerema afin qu'elle réalise une étude de l'aléa lié à la dissolution du gypse ludien sur la commune. Cette étude ne concerne pas l'aléa induit par les anciennes carrières souterraines abandonnées, travail confié à l'IGC.

Selon le contexte géomorphologique, la nature et l'épaisseur des terrains de recouvrement ainsi que leur résistance mécanique, les instabilités engendrées par les vides de dissolution vont se manifester en surface soit par des affaissements soit par des effondrements.

La méthodologie de l'évaluation de l'aléa sur la commune de Mareil-en-France, a été développée par le CEREMA (DTer IDF) sur la base de la méthodologie de R. THORIN en corrélant l'épaisseur de gypse cumulée et les caractéristiques des terrains de recouvrement avec la topographie du versant. Trois niveaux d'aléa ont ainsi été définis : faible, modéré, fort.

L'aléa fort couvre le flanc de versant dans sa partie haute et l'aléa moyen souligne tout particulièrement le pied de versant de la butte. Quant à l'aléa faible, il marque le début de la plaine avec la disparition par substitution des horizons gypseux.

Par la suite, afin d'établir le Plan de Prévention des Risques Naturels et les conditions réglementaires qui en découlent, l'aléa « dissolution du gypse ludien » ainsi défini devra être croisé avec les enjeux du territoire d'étude. Les mesures réglementaires qui en seront issues porteront notamment sur les dispositifs visant à réduire et/ou protéger le massif gypseux de tout écoulement d'eau d'origine anthropique. La présence de gypse implique notamment de prendre des dispositions spécifiques en matière d'assainissement afin de ne pas générer de désordres liés à des phénomènes de dissolution.

Nous rappelons qu'il existe des incertitudes attachées aux données sources, ce qui impose une certaine prudence sur les périmètres d'aléa définis. De même, une cartographie établie à l'échelle 1/5 000^{ème} limite naturellement son emploi.

Enfin, nous attirons l'attention sur le fait que cette cartographie reflète la connaissance à la date d'élaboration et que toute nouvelle donnée significative pourra conduire à une mise à jour.

Rédigé par Adrien KELLER, chargé d'étude en « Risques mouvements de terrain »

La Responsable thématique
« Risques Mouvements de
Terrain »



Margaret HERBAUX

Le Responsable de l'unité
« Risques Sols Urbains Eaux
Souterraines »



Mireille PERROT

L'adjoint à la Chef de Département
« Géosciences
Risques »



Charles KREZIAK

Bibliographie

- ✓ Aménagement des CD n°9 et 47 Bassin de retenue de Mareil-en-France - dossier n° 10 993 - LROP du 19 juin 1981,
- ✓ BRGM – carte géologique de l'Isle-Adam au 1/50000°.
- ✓ BRGM , deux dossiers du sous-sol référencés : 01534X0022/F et 01533X0094/F1/RC
- ✓ Collecteur du Mesnil-Aubry Etude géotechnique préliminaire LROP – dossier n°30512 du 31 décembre 1994
- ✓ Déviation de la RN 1 Domont-Poncelles Etude géologique préliminaire LROP – dossier n°619 du 2 octobre 1964
- ✓ Déviation du CD47 entre Goussainville et Fontenay en Parisis Etude géotechnique de l'A.P.S. LROP – dossier n°5746 du 1^{er} avril 1976
- ✓ Dammartin-en-Goelle / Saint-Mard (RD41B) - Désordres sur accotement LREP- Dossier n°1 6 10427 du 14 août 1996
- ✓ Echangeur LCR / RN 16 Recherche de cavités souterraines - dossier n°33267 – LROP - 20 juin 1997,
- ✓ Echangeur de la Croix Verte Etude géotechnique préliminaire LROP -dossier n°42870 du 20 octobre 2005
- ✓ Inspection Générale des Carrières de Versailles (IGC) – Atlas des carrières souterraines du département du Val d'Oise (communes de Mareil-en-France), données du sous-sol (forages et sondages).
- ✓ LARDY J.M., Note de synthèse « Effondrement des terrains gypseux – Évaluation et prévention des risques », septembre 1983.
- ✓ Liaison Cergy-Roissy section Villiers-le-Sec - Roissy Reconnaissance géologique et géotechnique LROP – dossier n°26993 du 15 juillet 1993.
- ✓ Mareil-en-France RD9 aux abords de la RN16 Reconnaissance géotechnique - dossier n°24603 - LROP - 12 octobre 1990,
- ✓ Pomerol Ch., Feugeur L, Guide géologique du bassin de Paris, Masson éd., Paris, 1968.
- ✓ SEGG Société d'Etudes Géotechniques et Géophysiques Liaison Cergy-Roissy (RN16) Recherche de fontis par microgravimétrie - dossier LROP n°8717 – du 27 mai 1997,
- ✓ Thorin R., Unvois M., dossiers LROP n°12188 et 12215 « Examen du risque d'effondrement lié à la présence du gypse », mai 1983.
- ✓ Thorin R., bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, n°138, juillet/août 1985. Masses et marnes du gypse dans le Parisis et leurs faciès d'altération. Caractéristiques et méthodes d'étude.
- ✓ Thorin R., F.A.E.R. 1.04.16.1 – Risques naturels et phénomènes géodynamiques – Les risques de mouvements de terrain dans le département du Val d'Oise – Compte-rendu de synthèse.
- ✓ TOULEMONT, thèse : « Les gypses du Bassin de Paris, sédimentation, karstification et conséquences géotechniques », juin 1986.

Liste des annexes

Annexe 1 : Profils géologiques 1 et 2

Annexe 2 : Carte informative des désordres au 1/5 000°

Annexe 3 : Profil schématique du versant

Annexe 4 : Carte d'aléa dissolution du gypse au 1/5 000°

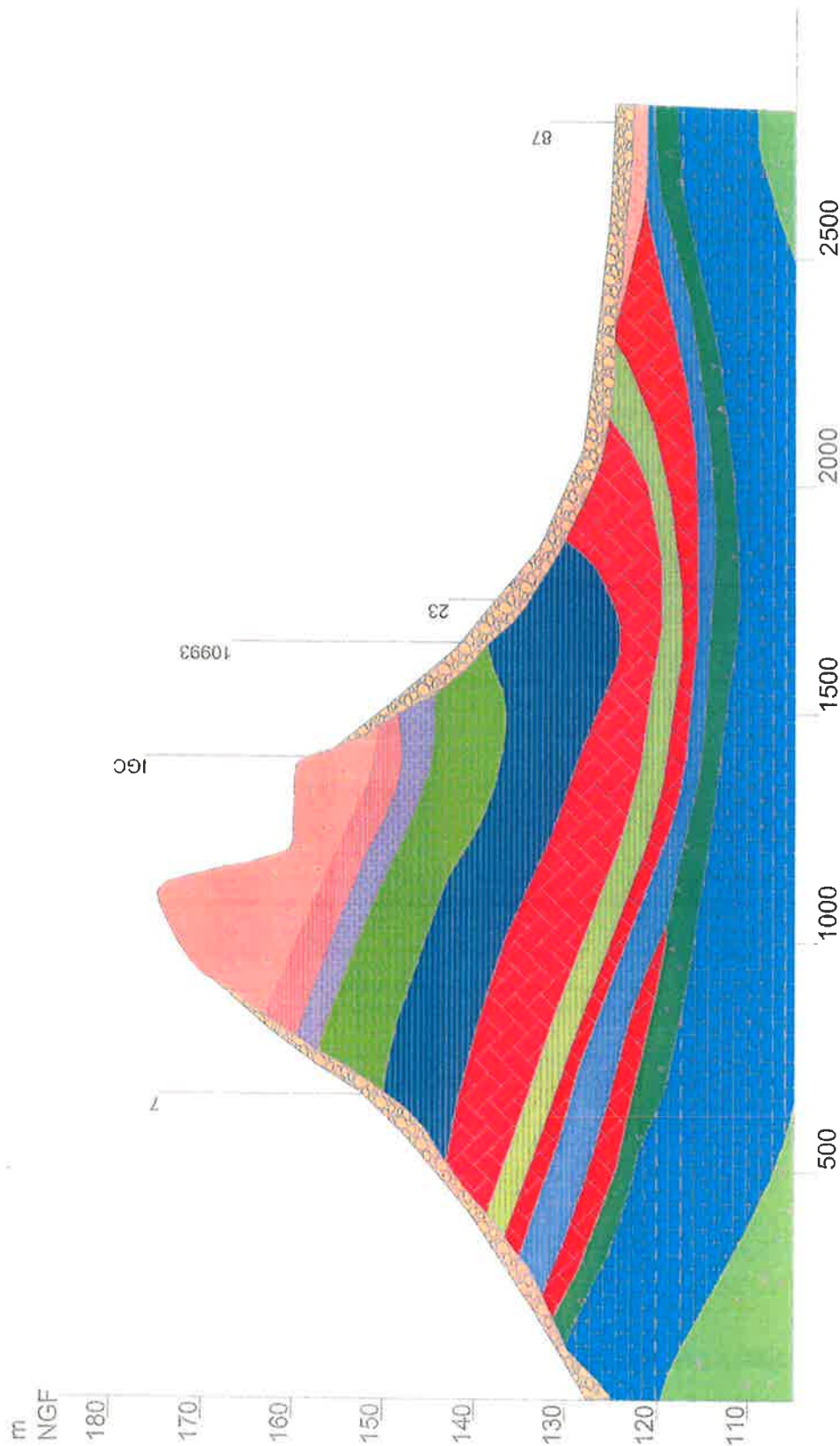
Annexe 1

Profils géologiques 1 et 2

Aléa dissolution du Gypse Mareil - en - France COUPE 1

NORD

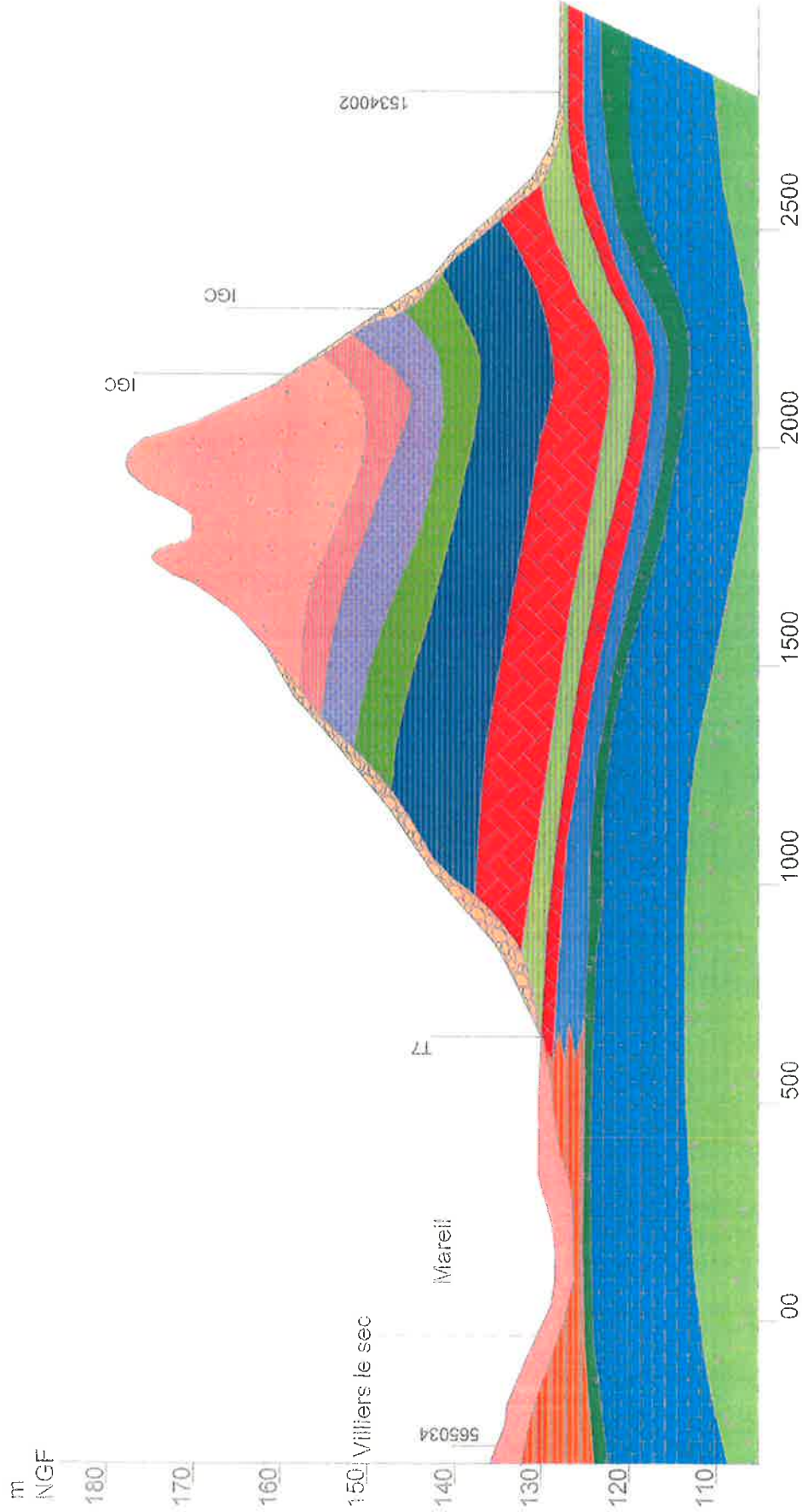
SUD



Aléa dissolution du Gypse Mareil - en - France COUPE 2

OUEST

EST



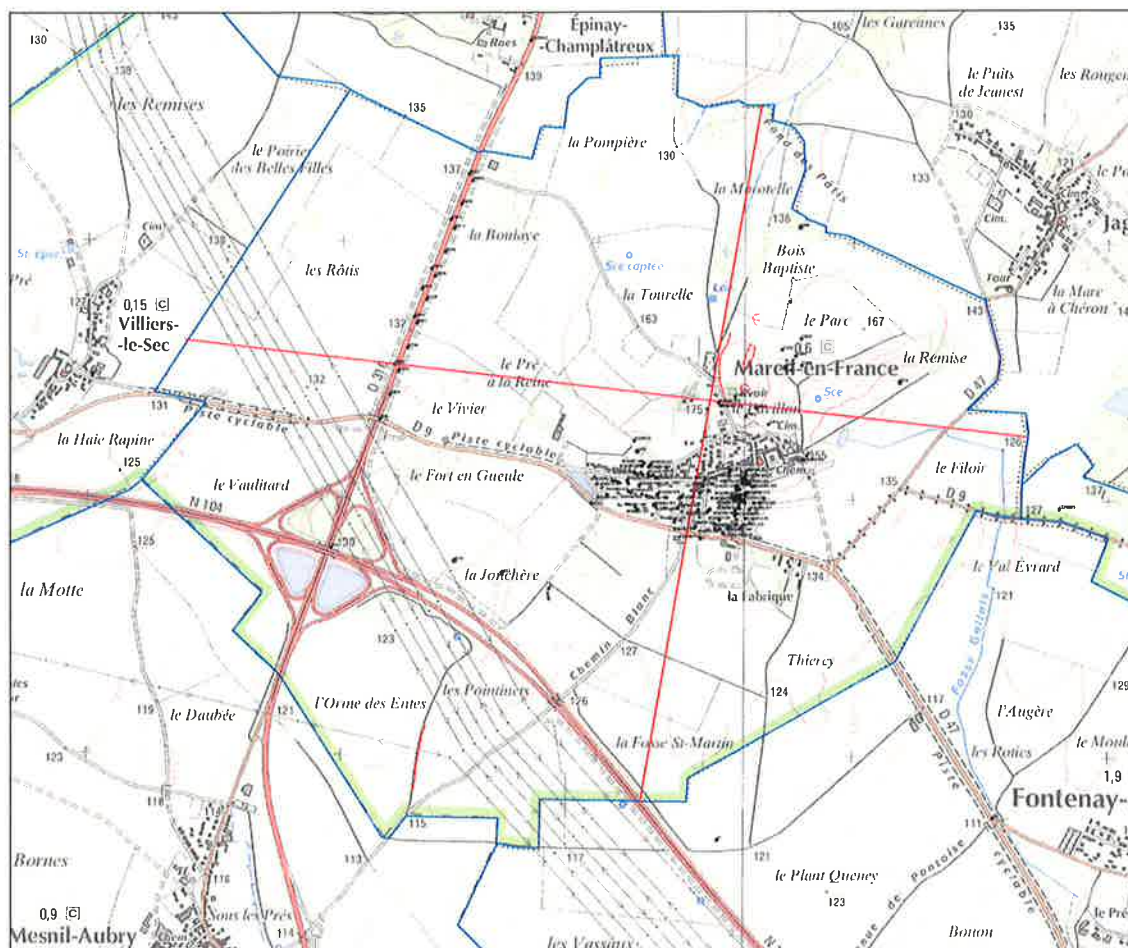
Annexe 2

Carte des observations au 1/5 000^e

Légende

- rps part
- talus
- tranchées, schistes, bord ouest de section
- acrotyles (carré lat., sup., lat. gr.)

Date: / /		Page: 1 of 1	
		Page: 1 of 1	
		Page: 1 of 1	
Date	Description	Amount	Currency
Total			



Annexe 3

Profil schématique du versant



Annexe 4

Carte d'aléa dissolution du gypse au 1/5 000^e

