

DÉPARTEMENT DU VAL D'OISE

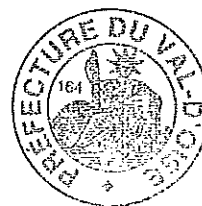
-----0-----

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES DE MOUVEMENT DE TERRAIN Dissolution du gypse, Carrières souterraines, Retrait-gonflement des sols argileux

Commune de BESSANCOURT

Note de Présentation

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



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

Pour le Préfet,

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

Prescrit le: 4 mars 2005

Approuvé le: ~ 5 SEP, 2007

Pour le Préfet du Val d'Oise
Le Chef de Bureau

PASCALE RIEU

SOMMAIRE:

Avant-propos	p.4
I Généralités	p. 5
I-1 Objet et champ d'application du PPR	p. 5
I-2 Procédure d'élaboration et contenu d'un PPR	p. 5
I-3 Motivation d'un PPR multirisque	p. 6
II Présentation du territoire	p. 7
II-1 Contexte géographique et géomorphologique	p. 7
II-2 Contexte géologique	p. 7
II-3 Contexte hydrogéologique	p. 12
III Typologie des mouvements de terrain	p. 12
III-1 Les affaissements et effondrements	p. 13
III-2 Les mécanismes des phénomènes et leurs conséquences	p. 14
IV L'aléa carrières souterraines	p. 20
IV-1 Désordres répertoriés	p. 20
IV-2 Les carrières répertoriées sur la commune	p. 21
IV-3 Caractérisation de l'aléa	p. 21
V L'aléa dissolution du gypse	p. 23
V-1 Le phénomène de dissolution	p. 23
V-2 Formations susceptibles d'être affectées par la dissolution	p. 24
V-3 Les désordres répertoriés	p. 24
V-4 Caractérisation de l'aléa	p. 25
VI L'aléa retrait-gonflement	p. 27
VII Les prescriptions	p. 28
Prescriptions liées au retrait-gonflement	p. 28
Prescriptions liées aux cavités souterraines	p. 30
Prescriptions liées à la dissolution du gypse	p. 30

Annexe 1 Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise

Annexe 2 Carte des aléas et des sinistres

Annexe 3 Plaquette *Retrait-gonflement des sols argileux, un risque à prendre en compte lors de la construction.*

AVANT-PROPOS:

Le présent plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) a été élaboré sur la base de deux études réalisées en 2004 : d'une part, l'étude réalisée par le laboratoire de recherche de l'ouest parisien (LROP) sur les risques liés à la présence de gypse (dissolution, carrières), d'autre part l'étude réalisée par le BRGM sur les mouvements différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

L'étude confiée au LROP a pris en compte l'aléa mouvements de terrain liés aux phénomènes de dissolution naturelle des horizons gypseux et à la présence de carrières souterraines.

Pour chacun de ces deux phénomènes, ont été réalisées à l'échelle du 1/5000^{ème} une carte de données brutes ainsi qu'une carte d'aléa. Ces documents peuvent être consultés en mairie ainsi qu'à la DDE / SUA.

Le contenu de chacune de ces cartes est rappelé dans le tableau ci-dessous.

Aléa considéré	Carte de données brutes	Carte d'aléa
Aléa carrières souterraines	- Extension des carrières souterraines - Localisation des fontis - Extension des emprises BPB Placo	Quatre degrés d'aléa : - Faible - Modéré - Fort - Très fort
Aléa dissolution du gypse	- Localisation des désordres - Position des pompages - Localisation des canalisations défectueuses	Trois degrés d'aléas : - Faible - Modéré - Fort

Une carte géologique de la commune a également été réalisée au 1/50.000^{ème}.

L'étude confiée au BRGM avait pour objet la connaissance de la répartition des risques sur le territoire départemental en ce qui concerne les mouvements différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

Ce travail a été réalisé en suivant les 7 étapes suivantes :

- Identification et cartographie des formations argileuses,
- Caractérisation lithologique de chaque formation,
- Caractérisation minéralogique de la phase argileuse de chaque formation,
- Caractérisation géotechnique de chaque formation,
- Carte de susceptibilité,
- Recensement et localisation des sinistres déclarés,
- Carte d'aléa.

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

I.1 Objet et champ d'application du PPR

Selon l'article L. 562 du code de l'environnement et conformément au décret n° 95.1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, *l'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)* engendrés par des phénomènes tels que les affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière.

Un PPR a pour objet:

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

Un PPR est opposable à tout mode d'occupation ou d'utilisation du sol. Les documents d'urbanisme doivent être compatibles avec ses dispositions et les rappeler en annexe. Il traduit entre autres l'exposition aux risques des communes dans l'état actuel des connaissances, et est susceptible d'être révisé si cette exposition ou la connaissance de cette exposition devait être sensiblement modifiée.

Un PPR constitue une servitude d'utilité publique devant être respectée par les documents d'urbanisme et par les autorisations d'occupation des sols. Il doit être annexé au plan local d'urbanisme (PLU) selon l'article R126-1 du code de l'urbanisme. Il a un effet rétroactif puisqu'il peut imposer des mesures aux constructions, ouvrages, biens et activités existant antérieurement à sa publication.

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

I.2.1 Procédure d'élaboration

Les PPR 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 L561-1 à L562-9 du code de l'environnement.

Par son arrêté en date du 4 mars 2005, le préfet a prescrit l'élaboration d'un PPR pour les risques liés aux mouvements de terrain sur la commune de Bessancourt.

Une fois élaboré, le projet de PPR est soumis au conseil municipal. Il est ensuite soumis à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R.11-4 à R.11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique et L 123-1 et suivants du code de l'environnement.

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 PPR

Le PPR comprend 3 documents réglementaires:

1. une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances ;
2. un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones où s'applique le PPR ;
3. 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 PPR peut également contenir des annexes, qui n'ont pas de valeur réglementaire, constituées par des cartes et coupes renseignant sur les événements passés, la géologie du site ou les aléas, des textes de lois ...

I.3 Motivation d'un PPR « multirisque » pour la commune de Bessancourt

I 3.1 Carrières souterraines et dissolution de gypse

La commune de Bessancourt a connu ces dernières années plusieurs mouvements de terrain dus à la présence de gypse dans le sous-sol : fontis dus à des effondrements de carrière souterraine ou à la dissolution naturelle du gypse.

Dans le cadre de la révision de son PLU, la commune a souhaité prendre en compte les contraintes liées aux risques naturels présents sur son territoire, plus particulièrement les problèmes résultant du processus de dissolution de gypse, ainsi que les zones sous-minées par des carrières souterraines et les désordres liés aux mouvements différentiels résultant du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

C'est dans ce cadre que le Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien a réalisé l'étude permettant de cartographier au 1/ 5000ème l'aléa carrières souterraines et l'aléa dissolution du gypse

I.3.2 Mouvements différentiels dus au retrait-gonflement des sols argileux

La loi n°82-600 du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle permet la prise en compte par les assurances des sinistres consécutifs aux mouvements différentiels dus au retrait-gonflement des sols argileux.

Dans le Val-d'Oise, 14 arrêtés interministériels ont été pris à la date du 30 septembre 2004, pour des périodes comprises entre juin 1989 et septembre 1998, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 50 communes, soit 27 % des 185 communes que compte le département.

La commune de Bessancourt s'est ainsi vue reconnaître l'état de catastrophe naturelle par l'arrêté du 01 avril 1992 pour la période de juin 1989 à décembre 1990 et par l'arrêté du 03 novembre 1997 pour la période de janvier 1991 à février 1997.

CHAPITRE II: PRESENTATION DU TERRITOIRE

II.1 - Contexte géographique et géomorphologique

La commune de Bessancourt est située au Nord-Ouest de Paris dans le département du Val d'Oise, à proximité de l'agglomération de Cergy Pontoise. Elle couvre une superficie d'environ 639 hectares et compte 7621 habitants.

L'urbanisation n'est pas uniforme sur la commune, la majorité des habitations se situant en partie Est alors que des zones à vocation rurale subsistent sur toute la partie Ouest du territoire avec notamment la grande plaine agricole de Pierrelaye-Bessancourt.

Le territoire de la commune comprend deux grandes entités géomorphologiques : la partie plane (pente de 1,5 % environ) avec des cotes comprises entre 50 et 90 mètres NGF environ et les coteaux de la butte de Montmorency (pente de 12 % environ) débutant à 90 mètres NGF pour finir au sommet de la butte à 165 mètres NGF. Cette morphologie générale résulte du contexte géologique évoqué ci-dessous.

II.2 Contexte géologique-

II.2.1 Contexte géologique régional

Le territoire de la commune se situe sur la plate-forme sédimentaire du Parisien (ou Plaine de France).

La Plate forme du Parisien s'est constituée au cours du Tertiaire en milieu marin et présente deux plates-formes structurales distinctes : la plate-forme structurale des calcaires

lutétiens, qui n'est pas représentée sur la commune, et celle du calcaire Bartonien constituée par le Marno-Calcaire du Saint Ouen qui forme la partie plane de la commune.

Cette plate-forme soutient la butte témoin de Montmorency. La situation de la commune de Bessancourt sur le flanc Nord du synclinal de la Seine confère aux assises géologiques un pendage général vers le Sud.

II.2.2 Stratigraphie de la zone d'étude

La précision nécessaire à l'étude (1/5.000^{ème}) concernant les phénomènes de dissolution de gypse et la présence de carrières souterraines ont nécessité d'affiner les documents existants. La carte géologique de référence (carte de l'Isle Adam du BRGM au 1/50.000^{ème}) a été retravaillée à partir des sondages disponibles. Cependant la trop faible quantité de sondages obtenus n'a pas permis de réaliser une carte fiable au 1/5.000^{ème}. C'est donc sur une carte au 1/50.000^{ème} que les modifications par rapport à la carte d'origine ont été reportées.

La stratigraphie de l'ensemble des formations rencontrées à l'affleurement sur la commune de Bessancourt ainsi que celle des formations immédiatement sous-jacentes et susceptibles d'être à l'origine d'aléas est représentée sur la figure 1 page suivante.

L'Aquitanien

La formation des *Meulières de Montmorency* couronne le sommet de la Butte de Montmorency. Elle est présente uniquement en placage. On la trouve ainsi de façon discontinue sous forme d'une argile renfermant des blocs compacts ou caverneux de meulière dont l'épaisseur, variable, est évaluée entre 2 et 6 mètres.

Le Stampien

Les *Sables de Fontainebleau* forment l'essentiel de la Butte de Montmorency. Ils sont composés de sables quartzeux, renfermant quelques niveaux gréseux discontinus dont l'épaisseur est de l'ordre de 40 mètres.

Les *Marnes à Huîtres* sont constituées de sables très argileux de couleur kaki. A la base, on rencontre des marnes argileuses fossilifères comportant des bancs de calcaire fins et très durs. Leur épaisseur, très variable sur l'ensemble du bassin parisien, est ici de 3 mètres.

Le *Calcaire de Sannois* est présent sous forme d'une alternance de calcaire et de marnes surmontant quelques petits bancs de gypse saccharoïde. La formation a 3 à 4 mètres d'épaisseur.

L'*Argile Verte de Romainville* est constituée par la succession des glaises à cyrènes puis des argiles plastiques vertes. A la base, les glaises à cyrènes peuvent contenir de minces intercalations gypseuses. La formation de Romainville constitue le mur argileux de la nappe aquifère baignant les assises perméables du Stampien. La hauteur de la formation est de l'ordre de 6 mètres.

Le Ludien

Le sommet du Ludien est constitué par l'ensemble des *Marnes Supra-Gypseuses* qui comportent deux niveaux :

- Les *Marnes de Pantin* sont constituées de marnes calcaires plus ou moins compactes
- Au dessous, les *Marnes d'Argenteuil*, plus argileuses, sont de couleur bleuâtre à jaunâtre. Plusieurs intercalations de gypse saccharoïde sont présentes dans la partie inférieure.

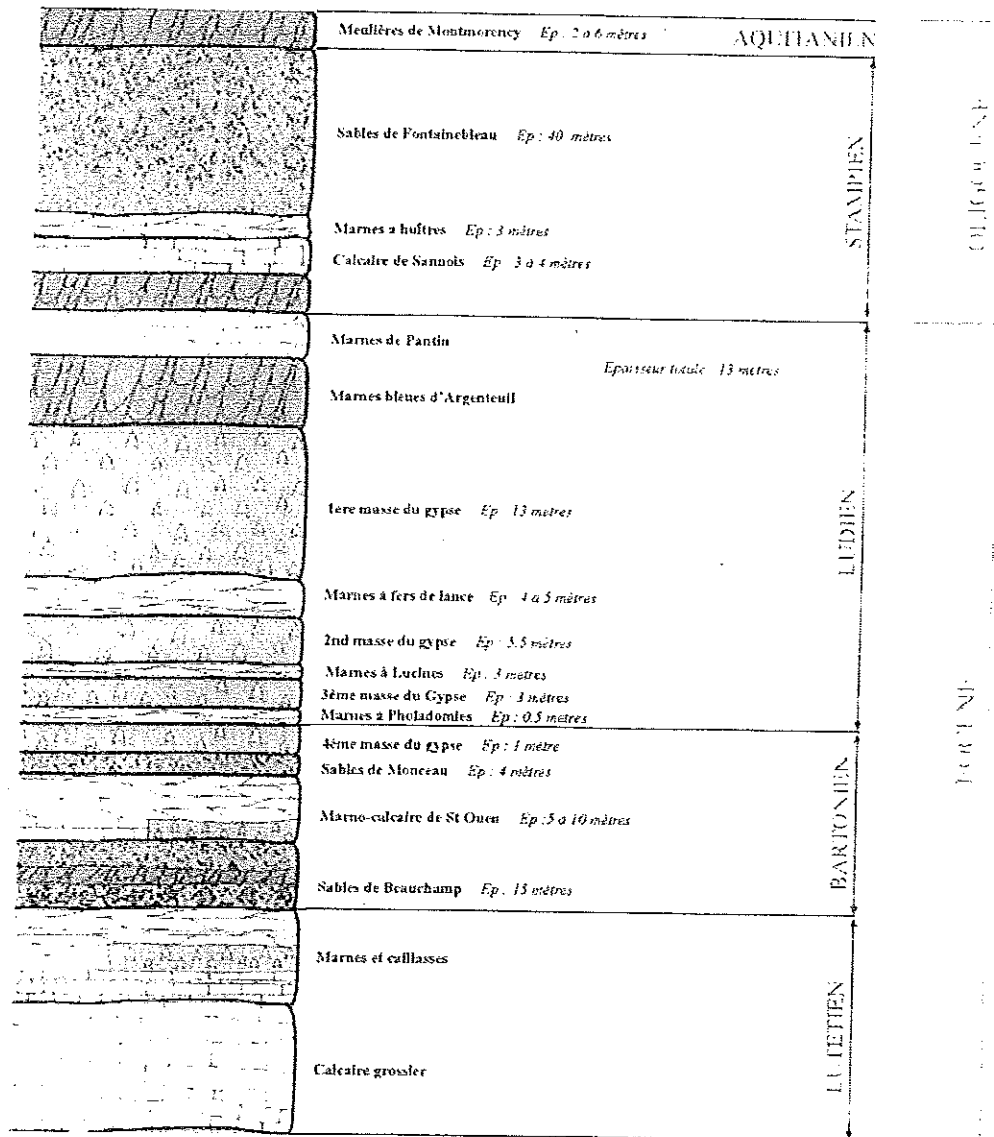


Figure 1 - Coupe stratigraphique de la commune de Bessancourt

La hauteur totale des *Marnes Supra-Gypseuses* est estimée à 13 mètres. Le reste du Ludien est constitué par les *Masses et Marnes du Gypse* parmi lesquelles on distingue trois masses de gypse et trois niveaux de marnes intercalaires :

La *Première Masse* est un ensemble de bancs massifs de gypse saccharoïde blanc à blond. La qualité et la pureté de ce gypse ont contribué à la renommée des exploitations de plâtre de la région parisienne. Sur le massif de Montmorency, on estime à cette masse à 13 mètres.

- Les *Marnes à Fers de Lance*, malgré un caractère gypseux assez marqué, ne contiennent pas de cristaux en «fer de lance» qui les caractérisent dans l'Est parisien. Leur épaisseur est de 4 à 5 mètres.
- La *Deuxième Masse*, d'une épaisseur moyenne de 5,5 mètres, est composée de gypse saccharoïde présentant de fins lits de gypse de type « pied d'alouette ». On y rencontre également de nombreuses intercalations marneuses.
- Les *Marnes à Lucines* sont constituées par des marnes grises à bleutées comportant quelques bancs de gypse, dont l'épaisseur est de l'ordre de 3 mètres.
- La *Troisième Masse* de 3 mètres environ, est composée d'une alternance de niveaux de gypse «pied d'alouette» et de bancs marneux.
- Les *Marnes à Pholadomies* sont des marnes jaunâtres pouvant renfermer des rognons gypseux. Leur épaisseur est estimée à 0,5 mètres.

Le Bartonien

La *Quatrième Masse* dont l'épaisseur est de 1 mètre est constituée par un banc très dur de gypse saccharoïde très peu épais avec intercalations marneuses..

A la suite de ces successions de marnes et de gypse, on rencontre les *Sables de Monceau*, sables fins, verdâtres, plus ou moins argileux, épais de 4 mètres environ. A leur base, on peut distinguer un niveau de marnes calcaireuses connues sous le nom de «Calcaire de Noisy le Sec».

Le *Marno Calcaire de Saint Ouen*, de 5 à 10 mètres d'épaisseur, se rencontre sous forme d'un marno-calcaire blanchâtre, tendre, contenant de nombreux blocs durs calcaires. On rencontre à sa base un banc de calcaire très dur, le « Calcaire de Ducy ».

Les *Sables de Beauchamp* de 15 mètres environ d'épaisseur, sont des sables fins, blancs à gris, relativement bien classés. Des niveaux grésifiés plus ou moins durs sont présents au sommet de la formation.

Le Lutétien

Bien que n'affleurant pas sur la commune, les *Marnes et Caillasses* sont évoquées ici car peu profondes et donc susceptibles d'engendrer des désordres. En effet cette formation est constituée par une alternance de calcaires durs, dolomitiques, parfois vacuolaires et de marnes calcaro-dolomitiques blanc-gris. Elle peut également renfermer selon les régions des bancs de gypse.

Les formations en place peuvent être localement recouvertes par des formations de pente ou *Éboulis*. Elles sont présentes en épaisseur très variable et peuvent atteindre 20 mètres d'épaisseur. Par définition, elles sont hétérogènes et dépendent des formations situées au-dessus.

II.2.3 Les aléas correspondants

Les risques mouvement de terrain, objet du présent PPR concernent trois phénomènes distincts :

- la dissolution du gypse,
- les carrières souterraines et
- le retrait-gonflement des sols argileux.

Ces phénomènes sont la résultante de formations géologiques propices aux désordres existant sur la commune de Bessancourt.

Formations géologiques propices à la dissolution du gypse

Ainsi que précisé dans le chapitre 5 ci-après, les secteurs susceptibles de subir des mouvements de terrain du fait de la dissolution du gypse sont les suivants :

- zones d'affleurement de la troisième masse de gypse et des marnes à lucines,
- zones d'affleurement des masses et marnes du gypse et des marnes supra gypseuses jusqu'à la base de la deuxième masse,
- environs de l'Abyrne.

Formations géologiques générant le phénomène retrait-gonflement

L'étude de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux valdosiens s'est attachée plus particulièrement aux formations géologiques contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, alluvions, limons, sables argileux, tourbes, etc.).

Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données déjà disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées par l'analyse de données de sondages contenues dans la banque des données du sous-sol gérée par le BRGM. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles du Val-d'Oise, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données locales sur le proche sous-sol.

Dans la stratigraphie générale de la zone, les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes considérées comme argileuses (au sens le plus large) et dont le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement sont comparables, sont les:

- Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers
- Formations marinésiennes indifférenciées
- Marnes à *Pholadomya ludensis*
- Masses et marnes du gypse
- Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil
- Argile verte de Romainville
- Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont
- Marnes à huîtres
- Argile à meulière de Montmorency

Ces formations sont présentées dans le paragraphe 2.2.2 *Stratigraphie de la zone d'étude*

Une carte géologique des formations argileuses et marneuses départementales a été réalisée pour déterminer les secteurs potentiels sensibles au retrait-gonflement des sols argileux (carte disponible sur le site internet www.argiles.fr)

La synthèse géologique départementale montre que près de 85% de la superficie du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumises à un risque de retrait-gonflement. Il est important de souligner que de nombreuses formations géologiques du département sont très hétérogènes, ce qui a conduit à les considérer comme argileuses dans leur ensemble, même si l'argile n'y était pas présente de façon systématique. (cf annexe1- carte géologique de Bessancourt)

II.3- Contexte hydrogéologique

Les principales nappes phréatiques reconnues sur la commune de Bessancourt sont les nappes de l'Oligocène. Elle sont retenues par les formations imperméables et siègent dans les terrains sus-jacents. On distingue ainsi une nappe circulant à la base des Sables de Fontainebleau et une autre au sein du Calcaire de Sannois.

Une nappe se tient également au sein des Sables de Beauchamp, et les éboulis peuvent également être le siège de circulations d'eau dans le versant à la faveur d'écoulements superficiels.

Les fluctuations du niveau des nappes phréatiques peuvent avoir une incidence sur la teneur en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations à alternance argilo-sableuse, et contribuer ainsi au déclenchement ou à l'aggravation de mouvements de terrain différentiels.

Plusieurs cas de sinistres survenus dans le département sont à relier à ce type de mécanisme. Ceci concerne en particulier la nappe libre des *Sables de Fontainebleau* alimentée par l'infiltration des eaux de pluie à travers les limons et les argiles à meulière. Un abaissement saisonnier de cette nappe entraîne une diminution de la teneur en eau des *Argiles à meulière* ou des colluvions argileuses sus-jacentes, par arrêt des remontées capillaires.

CHAPITRE III: **TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN**

Comme précisé plus haut, les risques de mouvement de terrain concernent ici trois phénomènes distincts :

- la dissolution du gypse,
- les carrières souterraines et
- le retrait-gonflement des sols argileux.

III.1 - Les affaissements et effondrements

Qu'elles soient d'origine naturelle (dissolution du gypse) ou anthropique (carrières souterraines), les cavités souterraines peuvent induire en surface deux phénomènes préjudiciables aux biens et aux personnes : l'affaissement et l'effondrement.

III.1.1 Les affaissements

Les affaissements (*figure 2a*) 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 fracture ouverte. La composante verticale du mouvement est prépondérante. Des efforts de flexion, de traction et de cisaillement et les tassements différentiels préjudiciables aux structures peuvent se manifester dans les zones de bordure. Dans certains cas, les affaissements peuvent être le signe annonciateur d'effondrements.»

Les affaissements ne constituent donc pas, du fait de la lenteur de l'événement, un risque immédiat pour les personnes. Ils peuvent cependant affaiblir la structure des bâtiments et entraîner leur ruine.

III.1.2 Les effondrements

Les effondrements (*figure 2.b*) 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 rupture initiale se propage verticalement jusqu'en surface en y déterminant l'ouverture d'une excavation grossièrement cylindrique, dont les dimensions dépendent du volume du vide, de sa profondeur, de la nature géologique du sol et du mode de rupture.»

Parmi ces effondrements on distingue les effondrements localisés, ou fontis, et les effondrements généralisés.

Les fontis peuvent résulter de la rupture du toit d'une carrière souterraine, principalement à la croisée des galeries, tandis que les effondrements généralisés sont consécutifs à la rupture en chaîne des piliers de galerie. Il en résulte une différence importante dans les aires de terrain mis en jeu, le fontis restant local tandis que les effondrements généralisés peuvent se propager sur des surfaces très importantes (de l'ordre de l'hectare).

Les désordres rencontrés ici sont des fontis. Le schéma ci-après rend compte du mode de formation de ceux-ci.

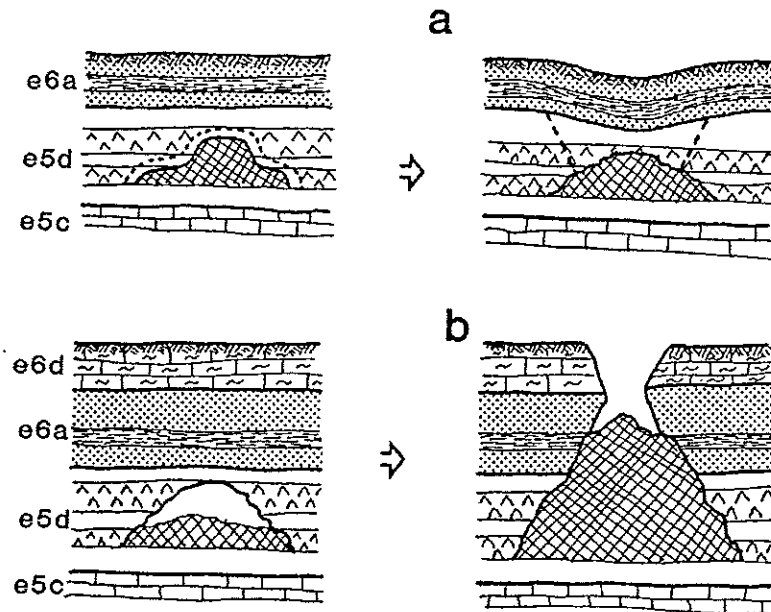


Figure 2 : Affaissement(a) et Effondrement(b) dus à une cavité souterraine

III.1.3 Le retrait-gonflement

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse. Ce sont des sols fins comprenant une proportion importante de minéraux argileux, le plus souvent dénommés «argiles», «glaises», «marnes» ou «limons». Ils sont caractérisés notamment par une consistance et un comportement mécanique variables en fonction de la quantité d'eau qu'ils renferment : plastiques lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché.

Ces phénomènes provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel.

III.2 Les mécanismes des phénomènes et leurs conséquences

III.2.1 Cinétique d'un fontis

Le processus d'évolution d'une cavité se traduit, en l'absence de travaux confortatifs, par l'éboulement de son toit (*figure 3a*) qui dégrade progressivement les caractéristiques mécaniques des terrains sus-jacents. Le phénomène de fontis est alors amorcé (*figure 3b*) : la cavité appelée alors « cloche de fontis » progresse vers la surface (*figure 3c*), l'aboutissement étant l'effondrement des terrains superficiels ou fontis (*figure 3d*).

Les matériaux issus du toit ne comblent qu'une partie de la cavité ainsi venue à jour. Le fontis vu en coupe prend la forme d'un cône. Les parois du cône s'effondrent ensuite pour être inclinées en phase définitive selon approximativement l'angle du talus naturel.

Cet éboulement se produit généralement au croisement des galeries où les contraintes en flexion sont les plus fortes. Il peut aussi être provoqué par l'effondrement d'une cavité due à la karstification du gypse par dissolution naturelle. Il en résulte que le fontis reste un événement de faible extension en surface.

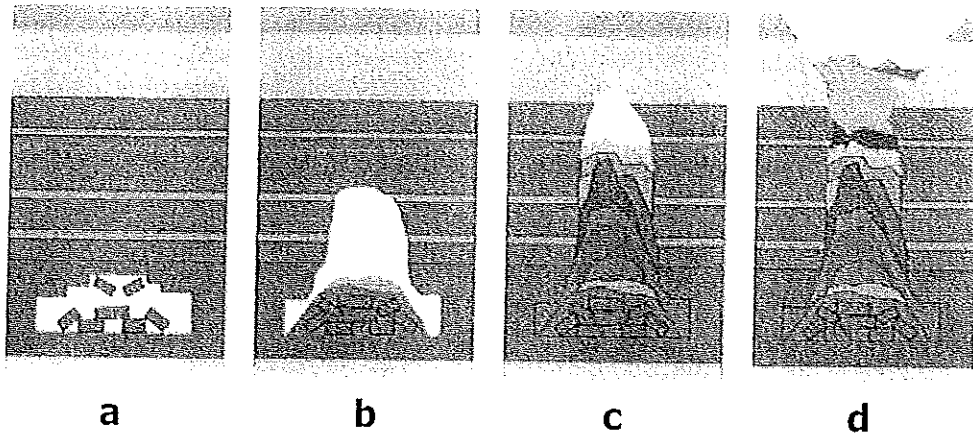


Figure 3: Mécanisme d'évolution d'un fontis.

- a Rupture de toit avec chutes de blocs dans une ancienne exploitation.*
- b Début de formation d'une cloche de fontis. Un cône d'éboulis commence à se former.*
- c La cloche de fontis continue à se développer vers la surface. Le cône d'éboulis remplit la cavité souterraine.*
- d Suite à l'altération des terrains superficiels, le fontis prend une forme d'entonnoir stable.*

III.2.2 – Mécanisme et facteurs du processus «retrait-gonflement»

III.2.2-1– Mécanisme

Par suite d'une modification de leur teneur en eau, les terrains superficiels argileux varient de volume :

- **retrait** lors d'une période d'assèchement,
- **gonflement** lorsqu'il y a apport d'eau.

Cette variation de volume est accompagnée d'une modification des caractéristiques mécaniques de ces sols. Ces variations sont donc essentiellement gouvernées par les conditions météorologiques, mais une modification de l'équilibre hydrique établi (imperméabilisation, drainage, concentration de rejet d'eau pluviale....) ou une conception des fondations du bâtiment inadaptée à ces terrains sensibles peuvent tout à fait jouer un rôle pathogène.

La construction d'un bâtiment débute généralement par l'ouverture d'une fouille qui se traduit par une diminution de la charge appliquée sur le terrain d'assise. Cette diminution de

charge peut provoquer un gonflement du sol en cas d'ouverture prolongée de la fouille (c'est pourquoi il est préconisé de limiter au maximum sa durée d'ouverture).

La contrainte appliquée augmente lors de la construction du bâtiment, et s'oppose plus ou moins au gonflement éventuel du sol. On constate en tout cas que plus le bâtiment est léger, plus la surcharge sur le terrain sera faible et donc plus l'amplitude des mouvements liés au phénomène de retrait-gonflement sera grande.

Une fois le bâtiment construit, la surface du sol qu'il occupe devient imperméable. L'évaporation ne peut plus se produire qu'en périphérie de la maison et il apparaît un gradient entre le centre du bâtiment où le sol est en équilibre hydrique et les façades. Ceci explique que les fissures apparaissent de façon préférentielle dans les angles.

Une période de sécheresse provoque le retrait qui peut aller jusqu'à la fissuration du sol. Le retour à une période humide se traduit alors par une pénétration d'autant plus brutale de l'eau dans le sol par l'intermédiaire des fissures ouvertes, ce qui entraîne des phénomènes de gonflement. Le bâtiment en surface est donc soumis à des mouvements différentiels alternés dont l'influence finit par amoindrir la résistance de la structure.

Contrairement à un phénomène de tassement des sols de remblais, dont les effets diminuent avec le temps, les désordres liés au retrait-gonflement des sols argileux évoluent d'abord lentement puis s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

Retrait et gonflement sont deux mécanismes liés. Il arrive que leurs effets se compensent (des fissures apparues en été se referment parfois en hiver), mais les phénomènes sont rarement complètement réversibles.

L'intensité de ces variations de volume, ainsi que la profondeur de terrain affectée par ces mouvements de « retrait-gonflement » dépendent essentiellement :

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants.
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...) ;
- de facteurs d'environnement tels que :
 - la végétation ;
 - la topographie (pente) ;
 - l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).
 - la présence d'eaux souterraines (nappe, source...) .

III.2.2-2– Facteurs du processus «retrait-gonflement»

Ces considérations générales permettent de mieux comprendre comment se produisent les sinistres « sécheresse » et quels sont les facteurs qui interviennent dans le processus. On distingue pour cela les facteurs de prédisposition (conditions nécessaires à l'apparition de ce phénomène), qui déterminent la répartition spatiale de l'aléa, et des facteurs qui vont influencer ce phénomène soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

A - Facteurs de prédisposition

Il s'agit des facteurs dont la présence induit le phénomène de retrait-gonflement mais ne suffit pas à le déclencher. Ces facteurs sont fixes ou évoluent très lentement avec le temps.

C'est la nature lithologique du sol qui constitue le facteur de prédisposition prédominant. Les terrains susceptibles de retrait-gonflement sont des formations argileuses au sens large, mais leur nature peut être très variable : dépôts sédimentaires argileux, calcaires argileux, marno-calcaires, dépôts alluvionnaires, colluvions, roches éruptives ou métamorphiques altérées, etc.

Le facteur principal est cependant lié à la nature minéralogique des composants argileux présents dans le sol. Un sol est généralement constitué d'un mélange de différents minéraux dont certains présentent une plus grande aptitude au phénomène de retrait-gonflement. Il s'agit essentiellement des smectites (famille de minéraux argileux tels que la montmorillonite), de certains interstratifiés, de la vermiculite et de certaines chlorites.

B - Facteurs déclenchants et/ou aggravants

Les facteurs de déclenchement sont ceux dont la présence provoque le phénomène de retrait-gonflement mais qui n'ont d'effet significatif que s'il existe des facteurs de prédisposition préalables.

Certains de ces facteurs ont plutôt un rôle aggravant : ils ne suffisent pas à eux seuls à déclencher le phénomène, mais leur présence contribue à en alourdir l'impact.

B1. Phénomènes climatiques

Les variations climatiques constituent le principal facteur de déclenchement. Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapo-transpiration.

En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contribuent en effet fortement aux variations de teneurs en eau dans la tranche superficielle des sols (que l'on peut considérer comme les deux premiers mètres sous la surface du sol).

L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée et rejetée par la végétation).

B2. Actions anthropiques

Certains sinistres «sécheresse» ne sont pas déclenchés par un phénomène climatique, par nature imprévisible, mais par une action humaine.

Des travaux d'aménagement, en modifiant la répartition des écoulements superficiels et souterrains, ainsi que les possibilités d'évaporation naturelle, peuvent entraîner des modifications dans l'évolution des teneurs en eau de la tranche de sol superficielle.

La mise en place de drains à proximité d'un bâtiment peut provoquer un abaissement local des teneurs en eau et entraîner des mouvements différentiels au voisinage. Inversement, une fuite dans un réseau enterré augmente localement la teneur en eau et peut provoquer, outre une érosion localisée, un gonflement du sol qui déstabilisera un bâtiment situé à proximité. Dans le cas d'une conduite d'eaux usées, le phénomène peut d'ailleurs être aggravé par la présence de certains ions qui modifient le comportement mécanique des argiles et accentuent leur déformation.

La concentration d'eau pluviale ou de ruissellement au droit de la construction joue en particulier un rôle pathogène déterminant.

Par ailleurs, la présence de sources de chaleur en sous-sol (four ou chaudière) à proximité d'un mur peut dans certains cas accentuer la dessiccation du sol dans le voisinage immédiat et entraîner l'apparition de désordres localisés.

Enfin, des défauts de conception de la construction tant au niveau des fondations (ancrage à des niveaux différents, bâtiment construit sur sous-sol partiel, etc.) que de la structure elle-même (par exemple, absence de joints entre bâtiments accolés mais fondés de manière différente) constituent un facteur aggravant indéniable qui explique l'apparition de désordres sur certains bâtiments, même en période de sécheresse à caractère non exceptionnel.

B3. Conditions hydrogéologiques

La présence ou non d'une nappe, ainsi que l'évolution de son niveau en période de sécheresse, jouent un rôle important dans les manifestations du phénomène de retrait-gonflement.

La présence d'une nappe permanente à faible profondeur (c'est-à-dire à moins de 4 m sous le terrain naturel) permet en général d'éviter la dessiccation de la tranche de sol superficielle.

Inversement, le rabattement de la nappe (sous l'influence de pompages situés à proximité, ou du fait d'un abaissement généralisé du niveau) ou le tarissement des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse provoquent une aggravation de la dessiccation dans la tranche de sol soumise à l'évaporation.

B4. Topographie

Hormis les phénomènes de reptation en fonction de la pente, les constructions sur terrain pentu peuvent être propices à l'apparition de désordres issus de mouvements différentiels du terrain d'assise sous l'effet de retrait-gonflement.

En effet, plusieurs caractères propres à ces terrains sont à considérer :

- le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui accentue le phénomène de dessiccation du sol ;
- un terrain en pente exposé au sud sera plus sensible à l'évaporation, du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat ou exposé différemment ;
- les fondations étant généralement descendues partout à la même cote se trouvent de fait ancrées plus superficiellement du côté aval ;
- enfin, les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eaux dans les couches superficielles le long du versant. Le sol à l'amont tend donc à conserver une teneur en eau plus importante qu'à l'aval.

B5. Végétation

La présence de végétation arborée à proximité d'un édifice construit sur sol sensible peut, à elle seule, constituer un facteur déclenchant, même si, le plus souvent, elle n'est qu'un élément aggravant.

Les racines des arbres soutirent l'eau contenue dans le sol, par un mécanisme de succion. Cette succion crée une dépression locale autour du système racinaire, ce qui se

traduit par un gradient de teneur en eau dans le sol. Celui-ci étant en général faiblement perméable du fait de sa nature argileuse, le rééquilibrage des teneurs en eau est très lent.

Ce phénomène peut provoquer un tassement du sol autour de l'arbre et si la distance par rapport au bâtiment n'est pas suffisante, cela peut entraîner des désordres (fissures...) au niveau des fondations, et à terme sur la bâtisse elle-même.

L'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

Le phénomène est lié à l'âge du végétal, il sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a besoin de plus d'eau. Un peuplier (ou un saule adulte) par exemple a besoin de 300 litres d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait, sont les chênes, les peupliers, les saules et les cèdres, mais des massifs de buissons ou arbustes situés trop près des façades peuvent également causer aussi des dégâts.

Des risques importants de désordres par gonflement de sols argileux sont encore susceptibles d'apparaître, plusieurs années après la construction de bâtiments, lorsque ces derniers ont été implantés sur des terrains anciennement boisés et qui ont été défrichés pour les besoins du lotissement. En effet, le boisement ayant eu pour effet la modification de l'équilibre hydrique du sol sur plusieurs mètres de profondeur, la suppression des arbres ne permet plus la diminution de l'eau infiltrée, et il s'ensuit un réajustement du profil hydrique, susceptible d'entraîner l'apparition d'un gonflement lent mais continu.

C.- Mécanismes et manifestations des désordres

Les mouvements différentiels du terrain d'assise d'une construction peuvent se traduire par l'apparition de désordres qui affectent l'ensemble du bâti et qui sont en général les suivants :

Gros-œuvre :

- fissuration des structures enterrées ou aériennes ;
- déversement de structures fondées de manière hétérogène ;
- désencastrement des éléments de charpente ou de chaînage ;
- dislocation des cloisons.

Second-œuvre :

- distorsion des ouvertures ;
- décollement des éléments composites (carrelage, plâtres...) ;
- rupture de tuyauteries et canalisations.

Aménagement extérieur :

- fissuration des terrasses ;
- décollement des bâtiments annexes, terrasses, perrons ;

L'exemple type de la maison sinistrée par la sécheresse est :

- une maison individuelle (structure légère) ;
- à simple rez-de-chaussée avec dallage sur terre-plein voire sous-sol partiel ;

- fondée de façon relativement superficielle, généralement sur des semelles continues, peu ou non armées et peu profondes (inférieur à 80 cm) ;
- avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage

CHAPITRE IV: L'ALEA CARRIERES SOUTERRAINES

IV.1 Désordres répertoriés

Les carrières souterraines ont déjà provoqué des désordres sur la commune de Bessancourt et sur les communes voisines.

Les phénomènes relevés sont des effondrements. Leur diamètre est variable et peut être important: des fontis récents ont un diamètre proche de 20 mètres avec une profondeur de 10-15 mètres.



Figure 4 - Photo d'un fontis récent résultant de l'effondrement d'une carrière sous-jacente.

IV.2 Les carrières répertoriées sur la commune

On distingue sur le territoire de la commune deux types de carrières souterraines :

- Les carrières souterraines abandonnées,
- Les carrières souterraines en activité.

IV.2.1 Carrières souterraines abandonnées

L'extrême Nord de la commune de Bessancourt est sous-minée par la carrière souterraine dite « Carrière Letellier ». Cette carrière a servi à l'exploitation de la première masse de gypse. Elle a été exploitée selon la méthode des piliers tournés. Le taux de défrètement (rapport de la surface exploitée sur la surface totale) est estimé à 75 %. La hauteur moyenne des galeries est de l'ordre de 6 à 7 m. La hauteur de recouvrement varie quant à elle entre 15 m et 40 m.

Ces galeries n'ont pas été remblayées et ne sont pas entretenues. Les processus de dégradation habituels sont donc en cours : très nombreux ciels tombés (décollement et chute du banc rocheux constituant le plafond de la galerie) et cloches de fontis (ciels tombés ayant évolué et progressant vers la surface).

IV.2.2 Carrières souterraines en activité

La commune de Bessancourt comporte également des carrières encore en activité, dans la partie Sud-Est du territoire :

- la carrière gérée par BPB Placo située sur la commune voisine de Taverny possède une galerie d'accès sur le territoire de Bessancourt. La galerie existante ainsi que les terrains possédés par l'entreprise ont ainsi été localisés ;
- une partie des carrières appartient au ministère de la Défense. Leur statut « secret défense » ne permet pas de localiser précisément les galeries.

IV.3 Caractérisation de l'aléa

La méthodologie qui a été retenue afin de caractériser l'aléa carrière souterraine est celle utilisée par l'Inspection générale des carrières (IGC) de Versailles.

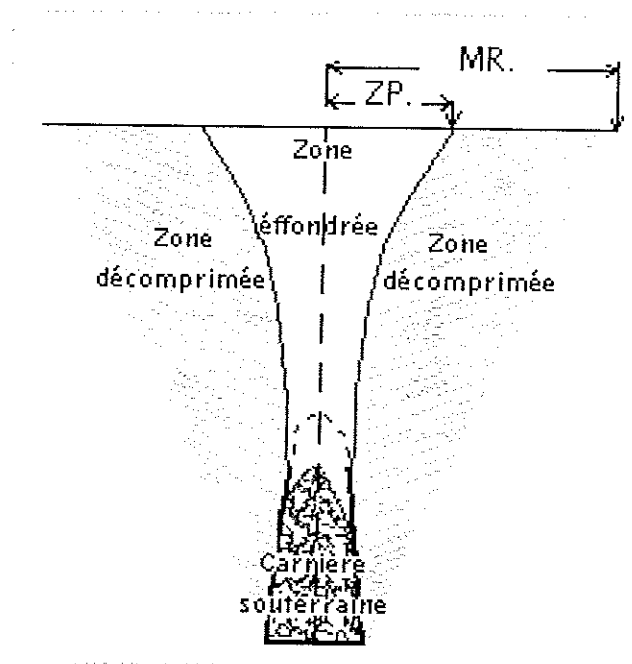
IV.3.1 Délimitation des zones exposées

On distingue classiquement trois types de zones exposées : les zones sous-minées, la zone de protection, la marge de reculement.

1. Les zones sous-minées sont les zones au droit desquelles une carrière souterraine a été reconnue. Elle sont définies de façon précise grâce aux éléments fournis par l'IGC et la DRIRE.

2. La zone de protection (ZP) correspond à la bande de terrain susceptible d'être perturbée lors de la survenance du fontis ou immédiatement après. Sa délimitation est fonction de la hauteur de recouvrement. Elle a été prise ici égale à 20 mètres
3. La marge de reculement (MR) quant à elle correspond à une bande de terrain pouvant évoluer postérieurement à la survenance d'un événement. On suppose qu'au delà de cette zone il n'y a plus de risque de mouvement de terrain. Là encore sa délimitation dépend de l'épaisseur de recouvrement. Sa largeur, égale ici à 20 mètres, s'ajoute à celle de la zone de protection :

Le schéma ci-après définit le positionnement de ces zones par rapport à la zone sous-minée.



IV.3.2 Caractérisation de l'aléa

Le degré d'aléa a été déterminé en fonction de deux paramètres :

- l'activité de la carrière
- la position de la zone considérée par rapport à la carrière.

1. Activité de la carrière

L'état de dégradation des carrières souterraines abandonnées amène à les classer en aléa très fort étant donné la probabilité d'occurrence très importante de l'apparition de nouveaux fontis.

Les carrières souterraines encore en activité (ici une galerie d'accès) sont contrôlées régulièrement par la DRIRE et, du fait de leur utilisation par les exploitants, sont en bon état. Cependant le risque d'apparition d'un fontis n'est pas nul et un aléa modéré lui a été affecté.

2. Position de la zone considérée par rapport à la carrière

Le degré d'aléa mentionné dans le paragraphe ci-dessus correspond à la zone située au droit des galeries souterraines. La zone de protection étant affectée au moment de la survenance du fontis, son degré d'aléa est le même qu'au droit de la carrière. En revanche pour la marge de reculement qui n'est affectée qu'a posteriori, il est possible de faire évacuer les personnes et/ou d'empêcher l'évolution du fontis. Il a donc été retenu un degré d'aléa inférieur à celui choisi pour la zone de protection.

Le tableau ci-dessous synthétise les degrés d'aléas retenus en croisant les deux paramètres cités ci-dessus :

Localisation	Au droit de la carrière	Au droit de la zone de protection	Au droit de la marge de reculement
Type de carrière			
Carrière souterraine abandonnée	Aléa très fort	Aléa très fort	Aléa fort
Carrière souterraine en activité	Aléa modéré	Aléa modéré	Aléa faible

Tableau 1 - Caractérisation de l'aléa carrière souterraine

La répartition géographique de ces aléas est visible sur la carte d'aléas carrières souterraines en annexe 2.

CHAPITRE V: L'ALEA DISSOLUTION DU GYPSE

V.1 Le phénomène de dissolution

Dans l'échelle de solubilité des roches, le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) occupe la troisième place après les chlorures de potassium et de sodium, avec une dissolution de 2,4 gramme par litre d'eau à 20°C. Le gypse peut donc être altéré par action de l'eau.

On distingue deux formes d'altération du gypse : la dissolution et la substitution.

La dissolution est un phénomène local. Elle nécessite une circulation d'eaux agressives vis-à-vis du gypse (c'est à dire non saturée en sulfates) afin d'en assurer le lessivage. Les formations gypseuses, du fait de cette dissolution, peuvent donc être le siège de karstification, c'est à dire de dissolution du gypse ayant entraîné l'apparition de vides (karsts). Ces vides, tout comme les carrières souterraines, peuvent être à l'origine d'affaissements ou d'effondrements.

La substitution est un phénomène plus vaste. Elle consiste au remplacement (substitution) du gypse par un autre faciès, sans déplacement de matériaux. Elle nécessite une stagnation des eaux ainsi que des conditions physico-chimiques particulières afin de pouvoir engendrer des échanges entre les sulfates et les carbonates et silicates. Ces stagnations ont pu avoir lieu dans les temps géologiques comme le laisse penser l'existence de terrasses alluviales. Les niveaux substitués ne contiennent plus de gypse en quantité susceptible d'engendrer des désordres par dissolution.

V.2 Formations susceptibles d'être affectées par la dissolution

L'échelle stratigraphique (paragraphe 2.2.2) met en évidence deux formations susceptibles de renfermer du gypse : les marnes et caillasses et les masses et marnes de gypse.

Le gypse ludien

Les masses et marnes de gypse renferment quatre niveaux de gypse (si on leur associe la quatrième masse normalement rattachée au Bartonien). Des sondages localisés sur la commune ont confirmé l'existence de gypse en quantité importante au sein de cette série. Les masses et marnes de gypse sont donc une formation à prendre en compte dans l'aléa dissolution du gypse

Le gypse lutétien

Les marnes et caillasses contiennent, sur une grande partie de la région parisienne, une importante épaisseur de gypse. La commune de Bessancourt se situe toutefois en dehors de cette zone : aucune dissolution n'est donc à craindre ici au sein de cette formation.

V.3 Désordres répertoriés

La carte de l'annexe 2 montre les trois désordres qui ont été répertoriés sur la commune.

Le désordre situé le plus au Nord de la commune, sur l'avenue de la République, est apparu en 2003. Il semblerait avoir pour origine une fuite de canalisation ayant entraîné la dissolution du gypse sous-jacent.

Un désordre situé vers le centre de la commune (avenue de Paris, en prolongement de l'avenue de la République) est répertorié sur le dossier communal sur les risques majeurs (DCS). Ce désordre serait survenu en 1991 et son origine a alors été attribuée à la dissolution du gypse. Cependant il se situe en dehors des zones définies comme susceptibles de dissolution. Aucune précision n'a malheureusement pu être apportée sur ce problème.

Le désordre le plus spectaculaire observé est celui dit de « l'Abyme ». Il se situe à l'extrémité de la sente des Champs Boisson. C'est un désordre relativement ancien évoluant encore actuellement et provoquant des mouvements de terrain aux alentours de la dépression. Ce désordre a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle en 2002 et nécessite une surveillance particulière du fait de la proximité d'habitations. Ce phénomène demeure le seul désordre d'origine naturelle connu.

V.4 Caractérisation de l'aléa

V.4.1 Délimitation des zones exposées

Les zones d'affleurement des masses et marnes de gypse (MMG) sont les plus exposées au phénomène de dissolution du gypse, mais leur localisation n'a pas pu se faire avec la finesse souhaitée au départ. En effet, les informations sont peu nombreuses dans cette zone et la carte géologique n'a pu être précisée que grâce à 4 sondages particuliers. La carte n'est donc fiable qu'au 1/50.000^{ème}.

Comme expliqué ci-dessus au paragraphe V.1, le phénomène de substitution du gypse permettrait de «s'affranchir» du risque de dissolution dans certaines zones du massif gypseux. Malheureusement, là encore, la pauvreté des sondages ainsi que le manque de précision de la carte géologique (qui ne distingue pas masse saine et masse substituée) ne permettent pas d'individualiser, dans la zone d'affleurement des MMG, une zone substituée.

La localisation de l'aléa a donc été déterminée d'après la zone d'affleurement des MMG selon la carte géologique. Cette zone a été étendue vers le versant en y insérant la zone d'affleurement des marnes supra gypseuses. En effet ces formations, à la faveur de la tectonique régionale, présentent des fracturations par lesquelles des infiltrations d'eau sont possibles.

La zone susceptible de subir des phénomènes de dissolution est donc celle d'affleurement des masses et marnes de gypse ainsi que des marnes supra gypseuses.

V.4.2 Facteurs anthropiques pouvant engendrer des phénomènes de dissolution

Les pompages

Les pompages accélèrent le phénomène de lessivage en créant un appel d'eau non saturée. Un seul pompage a été répertorié sur la commune. Sa localisation (très éloignée de la zone d'affleurement des MMG) ainsi que la nappe exploitée (l'Yprésien) ne lui confèrent aucun caractère aggravant vis à vis du phénomène de dissolution sur la commune.

Les réseaux

Les réseaux fuyards apportent une eau non saturée en gypse qui est susceptible de réactiver ou de créer des karsts lorsque le matériau gypseux est situé à faible profondeur. Les informations issues d'un diagnostic des réseaux d'assainissement réalisé en 2002 ont pu être prises en compte. La localisation des réseaux définis comme étant en mauvais état a donc été cartographiée (*annexe 2*). La représentation des réseaux n'est certainement pas exhaustive mais correspond à l'état actuel des connaissances. On peut constater qu'un réseau se situe sur la zone d'affleurement des MMG. Le degré d'aléa y est donc augmenté d'une unité au niveau de la route.

V.4.3 Définition du degré d'aléa

La commune de Bessancourt n'a été le siège que d'un très petit nombre de désordres, de plus aucun karst n'a été recoupé en sondage. Toutefois, on ne peut pas en exclure l'existence. L'aléa modéré a donc été choisi sur la majeure partie de la zone exposée. Néanmoins sur la surface supposée d'affleurement des marnes à Lucines et de la 3^{ème} masse de gypse, très peu épaisse et n'ayant a priori que peu de probabilité de présenter encore du gypse résiduel à l'affleurement, un aléa faible a été retenu, la probabilité de survenance de désordres y étant plus faible.

En revanche à proximité du désordre de l'Abyme où des mouvements de terrains se produisent à l'heure actuelle, un degré d'aléa plus élevé a été attribué. Ainsi, sur un cercle de rayon de 50 mètres centré sur le milieu du fontis existant, un aléa fort a été retenu. La délimitation de ce périmètre n'a pu être affinée, aucun élément ne permettant de définir avec précision les limites d'influence du désordre de l'Abyme. Le zonage a donc été choisi de façon arbitraire Afin de figurer cette incertitude, des pointillés ont été utilisés pour délimiter le zonage.

Ces éléments sont synthétisés dans le tableau ci-dessous .

Localisation	Aléa
Zone d'affleurement de la troisième masse et des marnes à Lucines	Aléa faible
Zone d'affleurement des MMG et MSG jusqu'à la base de la deuxième masse	Aléa modéré
Environs de l'Abyme	Aléa fort

Tableau 2 - Caractérisation de l'aléa dissolution du gypse

La localisation des zones d'aléa ainsi définies a été reportée sur une carte au 1/50.000^{ème}, échelle correspondant à la précision obtenue sur la géologie.

Cependant, étant donnée la nécessité d'établir une cartographie permettant d'être précis à la parcelle, une cartographie au 1/5.000^{ème} a été réalisée. Elle ne constitue qu'un zoom et n'est donc pas représentative de la précision de l'information. Des limites indiquées en pointillés épais ont été utilisées pour limiter la zone afin de figurer ce fait.

CHAPITRE VI: L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé, pour l'ensemble du département du Val-d'Oise, une carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles à partir des critères suivants :

- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (composition minéralogique) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 19 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-après.

Code	Formations géologiques	% de la superficie départementale
Formations à aléa fort		
e4SS-FG-AP	Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique	2,10
g1AVR	Argile verte de Romainville	1,81
e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	1,31
g1MH	Marnes à huîtres	0,48
Total superficie affleurement en aléa fort		5,69
Formations à aléa moyen		
CE	Colluvions polygéniques de versants	4,91
e7G	Masses et marnes du gypse	3,59
e7MP	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	2,55
p-IVAMM	Argile à meulière de Montmorency	1,44
e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	1,18
Total superficie affleurement en aléa moyen		13,68
Formations à aléa faible		
LP	Limons des plateaux	18,74
e5	Formations lutéliennes indifférenciées	11,62
e6SB-SA	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	9,28
e6	Formations marinésiennes indifférenciées	6,84
Fz	Alluvions récentes	6,05
e6CSO	Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	5,54
e6SM	Sables de Marines (= Sables de Monceau), Sables de Cresnes	4,00
e5MC	Calcaire à Potamides, Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes, Banc vert	1,33
Rc	Argile à silex	0,87
g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont	0,38
Total superficie affleurement en aléa faible		64,65

Tableau 3 - Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa

En définitive, 5,7 % de la superficie totale du département est située en zone d'aléa fort, 13,7 % du département en aléa moyen et 64,6 % en aléa faible. Le reste, soit quasiment 16 % du département correspond à des zones a priori non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement (ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches, de lentilles ou de placages argileux non cartographiés), ainsi qu'au réseau hydrographique.

CHAPITRE VII: PRESCRIPTIONS

Le territoire communal est, dans sa plus grande part, considéré comme étant concerné par l'aléa de retrait-gonflement des sols du fait de la présence de formations géologiques superficielles susceptibles de contenir de l'argile gonflante.

Sur la partie Est du territoire l'aléa retrait-gonflement s'ajoute aux aléas découlant de la présence de gypse (carrières souterraines abandonnées ou dissolution naturelle du gypse): les terrains qui comportent du gypse en profondeur sont en effet surmontés par des formations argileuses. Ceci explique que les prescriptions spécifiques au gypse s'ajoutent aux prescriptions liées à l'aléa retrait-gonflement.

VII.1 Prescriptions liées au retrait-gonflement

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPR complètent les documents normatifs en vigueur (NF – DTU). Aussi, la mise en application de ces dispositions ne dispense donc pas de respecter l'ensemble des règles de l'art en vigueur dans le domaine de la construction.

Par ailleurs, il s'agit de dispositions préventives et non curatives. Elles ne s'appliquent donc pas nécessairement en cas de sinistre avéré, pour lequel il convient de faire appel à des méthodes de réparation spécifiques.

Une partie des mesures décrites dans le règlement est illustrée dans la plaquette jointe en annexe 3.

- **Concernant la construction de maisons individuelles** (hors permis de construire groupé) en zones réglementées par le PPR, le choix est laissé entre deux options :

La première consiste à faire réaliser par un bureau d'études géotechniques une reconnaissance de sol de type G0 + G12 (cf. Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 /juin 2000) qui permettra de vérifier si le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement et de déterminer quelles sont les mesures particulières à observer le cas échéant pour réaliser le projet en toute sécurité.

La seconde option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives qui concernent autant la construction elle-même que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter a priori tout risque de désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement.

C'est la première option qui est préférable : elle permet de lever d'éventuelles incertitudes quant à la nature exacte du sol au droit de la parcelle à construire, et elle permet une adaptation plus fine du projet au contexte géologique local.

Classifications des missions géotechniques type

ETAPES DE REALISATION DE L'OUVRAGE	MISSIONS GEOTECHNIQUES		
	Étude et suivi des études géotechniques	Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques	Diagnostic géotechnique
ETUDES PRELIMINAIRES	G11 ETUDE PRELIMINAIRE DE FAISABILITE	G 0	
AVANT PROJET	G1 G12 ETUDE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE PHASE 1 PHASE 2	*PRÉLIMINAIRE SI NECESSAIRE G 0	G 51
PROJET ASSISTANCE CONTRAT TRAVAUX	ETUDE DE PROJET GEOTECHNIQUE PHASE 1 PHASE2	* DETAILLEE INDISPENSABLE G 0	G 51
EXECUTION	G2 PHASE 1 PHASE2	G0 * SPECIFIQUE SI NECESSAIRE	G 51
	G3 ETUDE GEOTECHNIQUE PHASE 1 PHASE2	G 0	G 51 G 52
	G 4 SUIVI GEOTECHNIQUE D'EXECUTION	COMPLEMENTAIRE SI * NECESSAIRE	
OUVRAGE EXISTANT		G 0 SPECIFIQUE SI NECESSAIRE * G 0 SPECIFIQUE SI INDISPENSABLE *	G 51 SANS SINISTRE G 52 AVEC SINISTRE

* à définir par le géotechnicien chargé de la mission

Figure 6. . Schéma d'enchaînement des missions géotechniques

La norme AFNOR «défini les différentes missions susceptibles d'être réalisées par les géotechnicien à la demande d'un maître d'ouvrage ou d'un constructeur. [Elle] donne une classification de ces missions, précise le contenu et définit les limites des six missions géotechniques types : réalisation des sondages et essais, étude de faisabilité géotechnique, étude de projet géotechnique, étude géotechnique d'exécution, diagnostic géotechnique avec ou sans sinistre, ainsi que l'enchaînement recommandé des missions au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un ouvrage ou d'un aménagement de terrain».

- **Pour tous les bâtiments autres que les maisons individuelles** projetés en zone d'aléa retrait-gonflement (à l'exception de ceux à usage purement agricole et des annexes d'habitation non accolées au bâtiment principal), c'est la première option qui s'impose.

Concernant les mesures constructives et d'environnement préconisées, les principes ayant guidé leur élaboration sont les suivants :

- les fondations doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. Elles doivent être suffisamment armées et coulées à pleine fouille le plus rapidement possible, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations importantes de teneur en eau ;
- elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage) ;
- la structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas ;
- tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompage ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être le plus éloigné possible de la construction ;
- sous la construction, le sol est à l'équilibre hydrique alors que tout autour il est soumis à une évaporation saisonnière, ce qui tend à induire des différences de teneur en eau au droit des fondations. Pour les éviter, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation ;
- en cas de source de chaleur en sous-sol (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie.

VII-2– Prescriptions liées aux cavités souterraines.

La présence de carrières souterraines de gypse abandonnées rend inconstructible le terrain qui les surmonte ainsi que la marge de 20 mètres correspondant à la zone de protection. Dans la marge de reculement, la seule contrainte est que les constructions puissent résister à des mouvements de terrain localisés, dans l'hypothèse où la carrière souterraine présente à proximité viendrait à s'effondrer. Aucune prescription spécifique supplémentaire n'est imposée sur la marge de reculement dans les secteurs déjà exposés à l'aléa gypse ou à l'aléa retrait-gonflement. Dans la partie de la marge de reculement exposée à aucun de ces deux aléas, c'est les prescriptions relatives à l'aléa retrait-gonflement fort qui s'appliquent.

VII-3 – Prescriptions liées à la dissolution du gypse

En cas de risque de présence de gypse (aléa gypse faible à modéré), les prescriptions visent essentiellement les objectifs suivants:

- connaître la nature et l'état du sous-sol avant de construire: obligation de réaliser des études de sols,
- éviter les infiltrations d'eaux en profondeur: interdiction des puisards et des assainissements autonomes et obligation de s'assurer de l'étanchéité des réseaux,

- faire en sorte que la construction prévue soit assez rigide pour pouvoir résister à des mouvements de terrain localisés.

Ces deux dernières prescriptions reprennent celles qui s'appliquent en cas de sol sensible au retrait-gonflement: la seule contrainte supplémentaire spécifique à la présence de gypse est donc l'obligation de procéder à des études de sols.

La situation du pourtour de l'Abyrne est un peu particulière dans la mesure où il s'agit là d'un secteur où un mouvement de terrain dû à la dissolution du gypse est en train de se produire, ce qui justifie que l'aléa correspondant y soit qualifié de fort. Toute nouvelle construction à usage d'habitation y est donc interdite et toute extension ou autre construction ne peut se faire que sur la base des résultats d'une étude de sol comportant un nombre suffisant de sondages.

Par ailleurs, la mise en contact entre le ciment et les sulfates présents dans les eaux de ruissellement et dans les sols peut entraîner la formation de composés expansifs (Ettringite), dont la cristallisation peut provoquer la fissuration des bétons. Le traitement des sols à la chaux ou au ciment est donc à éviter dans les secteurs gypsifères.

ANNEXE 1: Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise

ANNEXE 2: Carte des Aléas et des sinistres

ANNEXE 3: *Plaquette Retrait-gonflement des sols argileux, un risque à prendre en compte lors de la construction.*

32

