

PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL D'EST ENSEMBLE

7.3 Annexes informatives

3. Risques de mouvements de terrain

Projet de Plan Local d'Urbanisme Intercommunal arrêté par
délibération du Conseil de Territoire en date du 28 mai 2019



Bagnole / Bobigny / Bondy / Le Pré Saint-Gervais / Les Lilas / Montreuil / Noisy-le-Sec / Pantin / Romainville

BAGNOLET



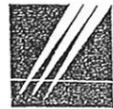
Bagnolet / Bobigny / Bondy / Le Pré Saint-Gervais / Les Lilas / Montreuil / Noisy-le-Sec / Pantin / Romainville

N.B. Cette carte au 1/100000 permet d'identifier les zones soumises à l'aléa retrait-gonflement des argiles à l'échelle départementale. Pour plus de détails, la consultation du site [http:// www.argiles.fr](http://www.argiles.fr) mis en place par le bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) permet de télécharger les cartes d'aléas communales ainsi que d'obtenir des éléments relatifs à la nature du phénomène, la manifestation des désordres et la méthodologie de l'étude.

direction
départementale
de l'équipement
de Seine-Saint-Denis



Préfecture de Seine-Saint-Denis



PROJET

Plan de Prévention des Risques
de mouvements de terrain

CARTE DES ALÉAS

RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX
DANS LE DEPARTEMENT DE LA SEINE-SAINT-DENIS



ALEAS FORTS



ALEAS MOYENS



ALEAS FAIBLES



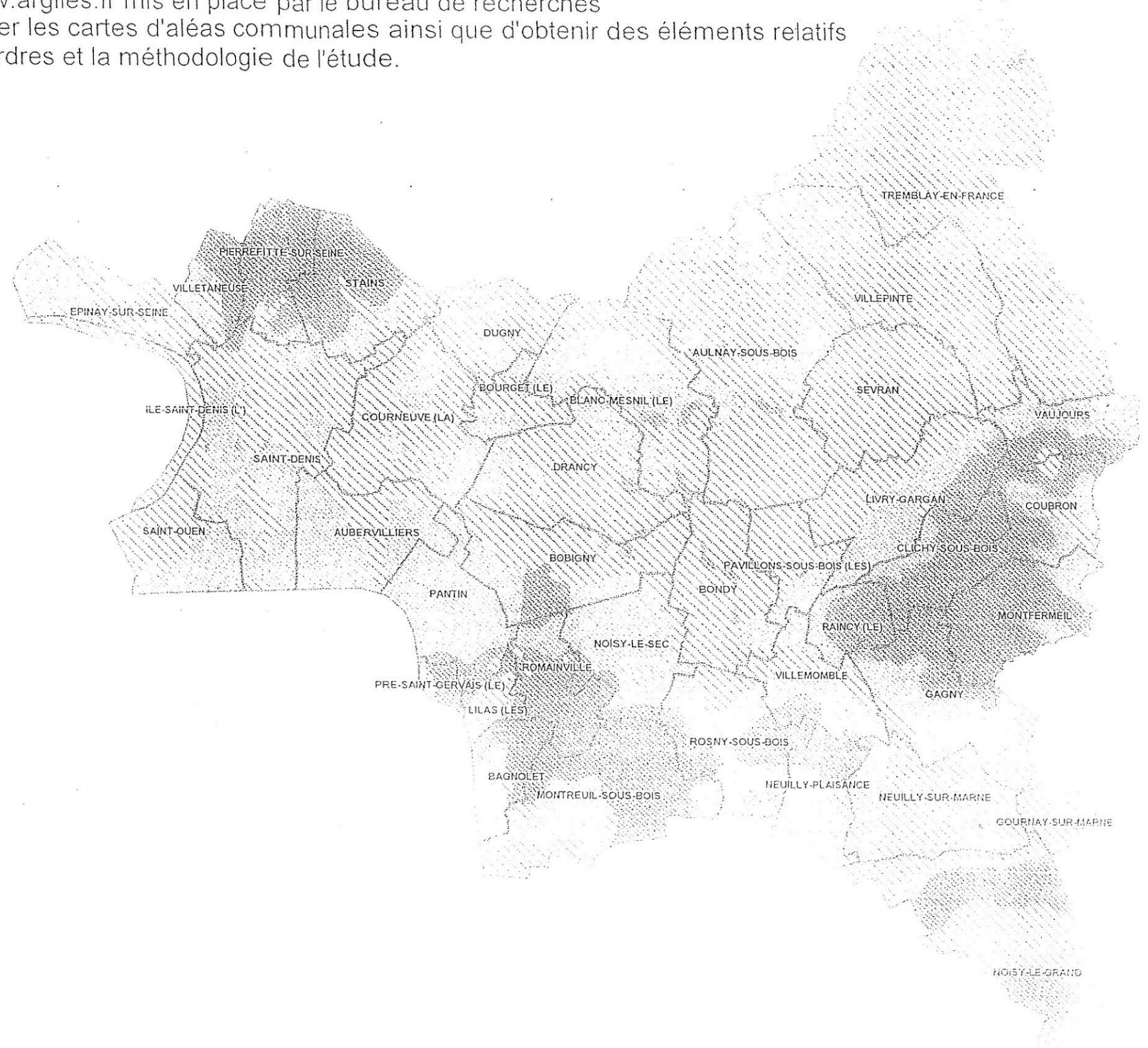
Limite communale

SOURCES

Aléas : DDE 93 / BRGM 2002
BD Topo Pays : IGN 2002

Réalisation : DDE 93

Ech. 1/100 000



Ech. 1/100 000

direction
départementale
de l'équipement
de Seine-Saint-Denis



Préfecture de Seine-Saint-Denis

**Périmètre à l'étude dans le cadre de l'élaboration
du plan de prévention des risques de mouvements de terrain
liés à la présence d'anciennes carrières et à la dissolution du gypse**

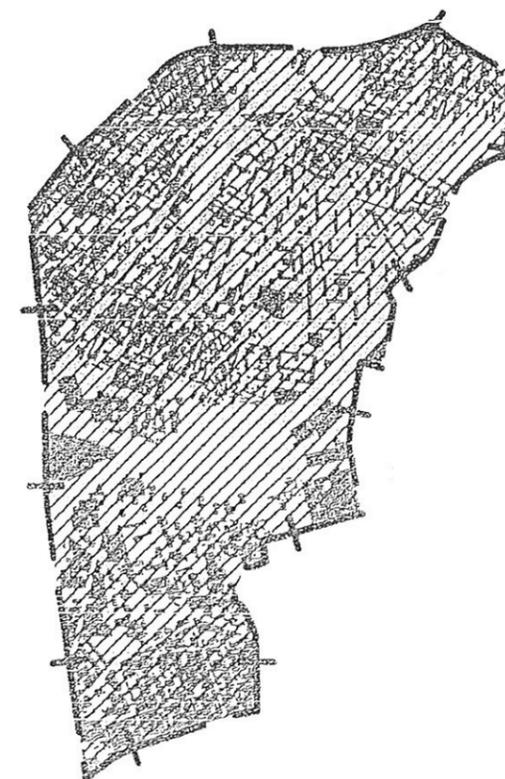
COMMUNE DE BAGNOLET



Zonage d'étude



Limite communale



sources

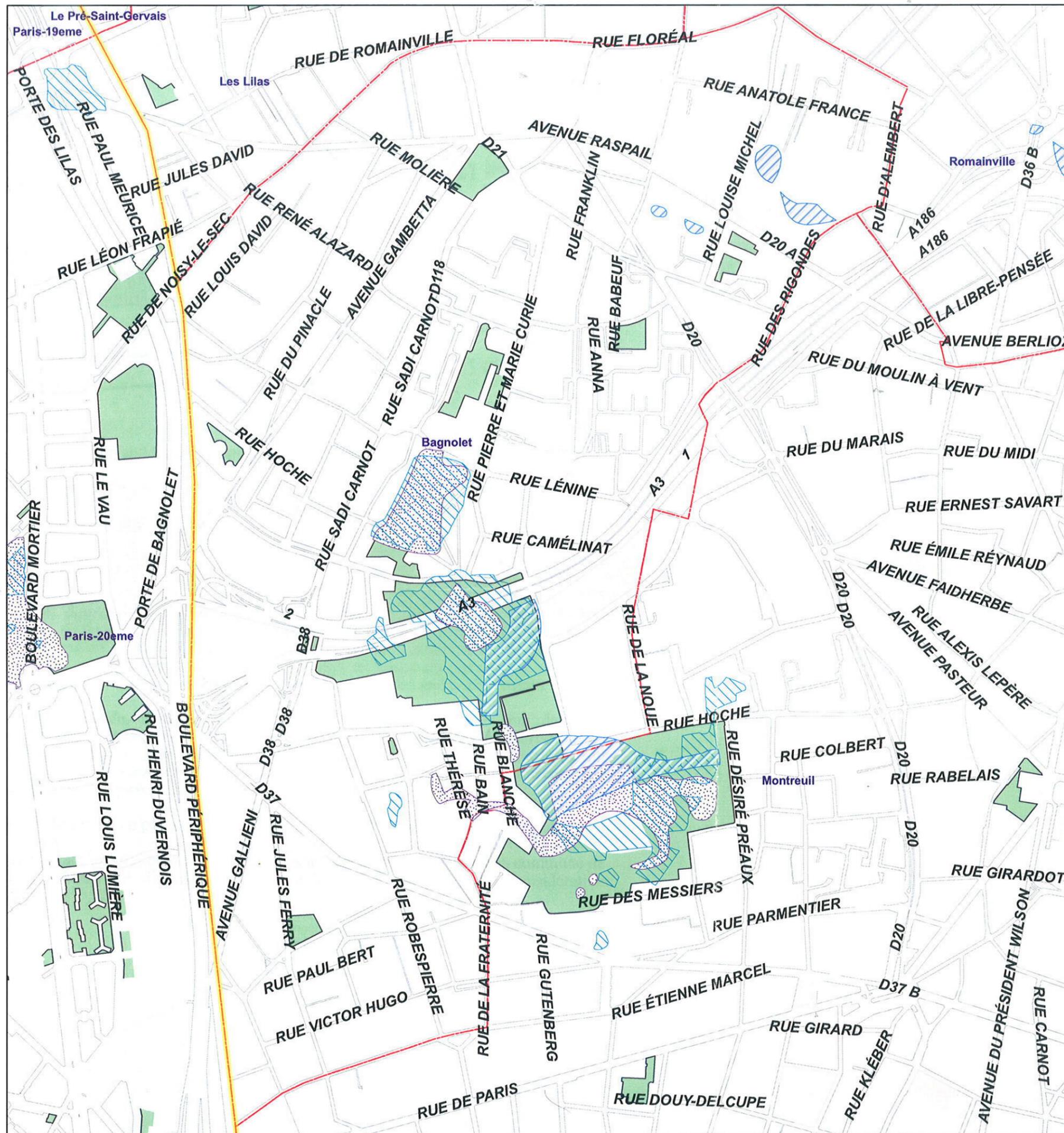
BD Topo Pays - © IGN 2002

Réalisation : DDE 93

Ech : 1/25000

Ech : 1/25000

BAGNOLET



Légende

-  Gypse (souterrain)
-  Gypse (ciel ouvert)
-  Glaises (souterrain)

Echelle 1/10 000

Périmètres des anciennes exploitations

LE PRÉ SAINT-GERVAIS



Bagnolet / Bobigny / Bondy / Le Pré Saint-Gervais / Les Lilas / Montreuil / Noisy-le-Sec / Pantin / Romainville



Préfecture de Seine-Saint-Denis

Commune du PRE-SAINT-GERVAIS

 Dossier d'informations sur les risques naturels et technologiques
 pour l'application des I, II de l'article L 125-5 du code de l'environnement

1. Annexe à l'arrêté préfectoral

N° 2006-0376 du 13 février 2006

2. Situation de la commune au regard d'un ou plusieurs plans de prévention de risques naturels prévisibles [PPRn]

La commune est située dans le périmètre d'un PPR n oui non
 approuvé date 18 avril 1995 aléa Mouvements de terrain liés aux anciennes carrières
 prescrit 23 juillet 2001 Mouvements de terrain dus au retrait-gonflement des argiles

Les documents de référence sont :

Périmètre de risque R. 111-3 valant PPR approuvé en mairie, en sous-préfecture et en préfecture
(arrêté préfectoral, cartographie)Carte des aléas liés au retrait-gonflement des argiles
(1/100 000^{ème})

3. Situation de la commune au regard d'un plan de prévention de risques technologiques [PPRt]

La commune est située dans le périmètre d'un PPR t oui non

date _____ aléa _____

Les documents de référence sont :

en mairie en sous-préfecture et en préfecture

4. Description succincte de l'intensité du risque

La commune est soumise à l'aléa Mouvements de terrain dus au retrait-gonflement des argiles
d'intensité forte moyenne faible

Références

5. Cartographie

extraits de documents ou de dossiers permettant la localisation des immeubles au regard des risques encourus

Extrait au 1/25 000^{ème} de la carte périmètre de risque R. 111-3 valant PPR approuvé(pour toute localisation précise, il est recommandé de consulter la carte de référence au 1/5 000^{ème} figurant dans le dossier du périmètre de risque R. 111-3 valant PPR approuvé)Carte des aléas liés au retrait-gonflement des argiles (1/100 000^{ème})Date d'élaboration de la présente fiche Janvier 2006

ARRETE n°2006 - 0376 -
relatif à l'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers
sur les risques naturels et technologiques majeurs
situés sur la commune du Pré-Saint-Gervais

Le préfet de la Seine-Saint-Denis
Chevalier de la Légion d'Honneur

Vu le code général des collectivités territoriales ;
Vu le code de l'environnement, notamment les articles L 125-5 et R 125-23 à R 125-27 ;
Vu la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation et de sécurité civile,

Sur proposition de Monsieur le Sous-Préfet, directeur de Cabinet ;

ARRETE :

Article 1 :

Les éléments nécessaires à l'information sur les risques naturels et technologiques des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers situés dans la commune du Pré-Saint-Gervais sont consignés dans un dossier d'information annexé au présent arrêté.

Article 2 :

Ce dossier comprend :

- une fiche synthétique listant les risques recensés sur le territoire de la commune et les documents de référence attachés, et donnant des indications sur l'intensité des risques recensés lorsqu'elle est connue ;
- les documents auxquels le vendeur ou le bailleur peut se référer.

Ce dossier et les documents de référence attachés sont librement consultables en mairie du Pré-Saint-Gervais et à la préfecture de Bobigny aux jours et heures habituels d'ouverture des bureaux.

Article 3 :

Les informations contenues dans ce dossier sont mises à jour au regard des conditions mentionnées à l'article L125-5 du code de l'environnement.

Article 4

Une copie du présent arrêté et du dossier d'information est adressée au maire de la commune du Pré-Saint-Gervais et à la chambre départementale des notaires.

Le présent arrêté sera affiché en mairie du Pré-Saint-Gervais. Il est publié au recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département et mentionné dans un journal d'annonce légale diffusé dans le département.

Il est accessible sur le site Internet de la préfecture.

Article 5

Mesdames et Messieurs le secrétaire général de la préfecture, le directeur de cabinet, les sous-préfets d'arrondissement, les chefs de service régionaux et départementaux et le maire de la commune du Pré-Saint-Gervais sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'application du présent arrêté.

Fait, le 13 février 2006

Le préfet,

Signé

Jean François CORDET

direction
départementale
de l'équipement
de Seine-Saint-Denis



Préfecture de Seine-Saint-Denis

Périmètre de risque lié à la présence d'anciennes carrières (en application de l'article R. 111-3 du code de l'urbanisme)

commune LE PRE-SAINT-GERVAIS



Zone d'anciennes carrières



Limite communale



Courbe de niveau

SOURCES

Aléas - DDE 93 / IGC
BD Topo Pays - ©IGN 2002



N.B. Cette carte au 1/100000 permet d'identifier les zones soumises à l'aléa
Pour plus de détails, la consultation du site [http:// www.argiles.fr](http://www.argiles.fr) mis en place
géologiques et minières (BRGM) permet de télécharger les cartes d'aléas cor
à la nature du phénomène, la manifestation des désordres et la méthodologie

**direction
départementale
de l'équipement
de Seine-Saint-Denis**



Préfecture de Seine-Saint-Denis

PROJET

Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE DES ALÉAS

RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX DANS LE DEPARTEMENT DE LA SEINE-SAINT-DENIS



ALEAS FORTS



ALEAS MOYENS



ALEAS FAIBLES



Limite communale



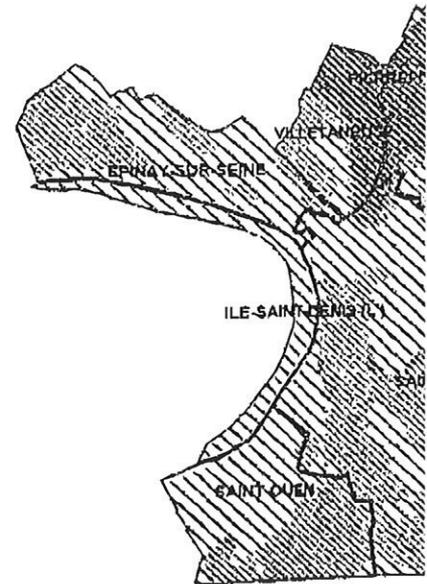
sources

Aléas - DDE 93 / BRGM 2002
BD Topo Pays - © IGN 2002

Réalisation : DDE 93

Ech : 1/100 000

Ech : 1/10



MONTREUIL



Bagnolet / Bobigny / Bondy / Le Pré Saint-Gervais / Les Lilas / Montreuil / Noisy-le-Sec / Pantin / Romainville

PRÉFECTURE DE LA SEINE-SAINT-DENIS

Direction régionale et interdépartementale
de l'Équipement et de l'Aménagement Île-de-France

Unité Territoriale Seine-Saint-Denis

Service Environnement et Urbanisme Réglementaire

Pôle Connaissance et Prévention des Risques

ARRETE n° 11- 0876
portant approbation
du plan de prévention des risques mouvements de
terrain sur la commune de Montreuil-sous-Bois

Le Préfet de la Seine-Saint-Denis
Officier de la Légion d'Honneur

Vu le code de l'environnement et notamment ses articles L. 123-1 et suivants, L. 562-1 et suivants, R. 123-1 et suivants et R. 562-1 et suivants ;

Vu le code de l'urbanisme et notamment ses articles L. 126-1, R. 126-1 et R. 126-2 ;

Vu le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005 modifiant le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles ;

Vu l'arrêté préfectoral n° 04-1510 du 31 mars 2004 prescrivant un plan de prévention des risques naturels prévisibles sur la commune de Montreuil-sous-Bois ;

Vu l'arrêté préfectoral n° 10-2013 du 9 août 2010 portant ouverture d'une enquête publique relative au projet de plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil-sous-Bois ;

Vu les lettres préfectorales du 17 juin 2009 soumettant le projet de plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil-sous-Bois à l'avis, dans un délai réglementaire de deux mois, du conseil municipal de la commune de Montreuil-sous-Bois, du conseil général de la Seine-Saint-Denis et du conseil régional d'Ile-de-France ;

Vu l'avis du conseil municipal de la commune de Montreuil-sous-Bois formulé par délibération du 25 juin 2009 ;

Vu l'avis réputé favorable du conseil général de la Seine-Saint-Denis ;

Vu l'avis réputé favorable du conseil régional d'Ile-de-France ;

Vu le rapport d'enquête et les conclusions motivées du commissaire-enquêteur en date du 12 novembre 2010 ;

Considérant les avis recueillis lors de la consultation du conseil municipal de la commune de Montreuil-sous-Bois, du conseil général de la Seine-Saint-Denis et du conseil régional d'Ile-de-France ;

Présent
pour
l'avenir

Considérant l'avis favorable du commissaire-enquêteur au projet de plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil-sous-Bois soumis à enquête publique du 13 septembre 2010 au 13 octobre 2010 inclus ;

Considérant que le projet de plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil-sous-Bois a été soumis à la consultation des collectivités concernées, qu'il a fait l'objet d'une enquête publique dans les formes prévues à l'article R. 562-8 du code de l'environnement et qu'à l'issue de ces consultations et de l'enquête publique le plan peut être approuvé ;

Sur proposition de Monsieur le secrétaire général de la préfecture de la Seine-Saint-Denis ;

ARRETE

Article 1er :

Le plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil-sous-Bois, tel qu'il est annexé au présent arrêté, est approuvé.

Article 2 :

Ce plan de prévention des risques mouvements de terrain comporte :

- un préambule ;
- une note de présentation ;
- un règlement ;
- des annexes ;
- une cartographie des aléas comprenant 2 planches au 1 / 5 000^{ème} et 1 planche au 1 / 25 000^{ème} ;
- une cartographie des enjeux comportant 2 planches au 1 / 15 000^{ème} ;
- une cartographie du zonage réglementaire comprenant 1 planche au 1 / 5 000^{ème}.

Article 3 :

Ce plan vaut servitude d'utilité publique et doit être annexé au document local d'urbanisme de la commune de Montreuil-sous-Bois ;

Article 4 :

Le présent arrêté d'approbation fera l'objet d'une mention publiée, par les soins de l'unité territoriale de Seine-Saint-Denis de la direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Ile-de-France, dans les journaux *le Parisien* et *l'Humanité*.

Une copie du présent arrêté sera en outre affichée en mairie par les soins de Madame la maire de Montreuil-sous-Bois pendant une durée minimale d'un mois.

Un certificat d'affichage sera établi par Madame la maire pour constater l'accomplissement de cette formalité.

Article 5 :

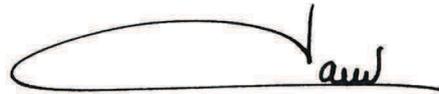
Le plan approuvé sera tenu à la disposition du public en préfecture de la Seine-Saint-Denis et en mairie de Montreuil-sous-Bois.

Article 6 :

Monsieur le secrétaire général de la préfecture de la Seine-Saint-Denis, Madame la maire de Montreuil-sous-Bois, Monsieur le directeur de l'unité territoriale de Seine-Saint-Denis de la direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Ile-de-France sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au bulletin d'informations administratives de la préfecture de la Seine-Saint-Denis, mis en ligne sur le site internet de la préfecture de la Seine-Saint-Denis, et dont copie leur sera adressée. Une copie du présent arrêté sera adressée à Monsieur le président du conseil général de la Seine-Saint-Denis et à Monsieur le président du conseil régional d'Ile-de-France.

Fait à Bobigny, le **22 AVR. 2011**

Le Préfet

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop followed by the letters 'aw'.

Christian Lambert

Délais et voies de recours :

Le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours gracieux auprès du préfet de la Seine-Saint-Denis ou d'un recours contentieux devant le tribunal administratif de Montreuil-sous-Bois (7, rue Catherine Puig – 93100 Montreuil-sous-Bois) dans un délai de deux mois à compter de sa publication.

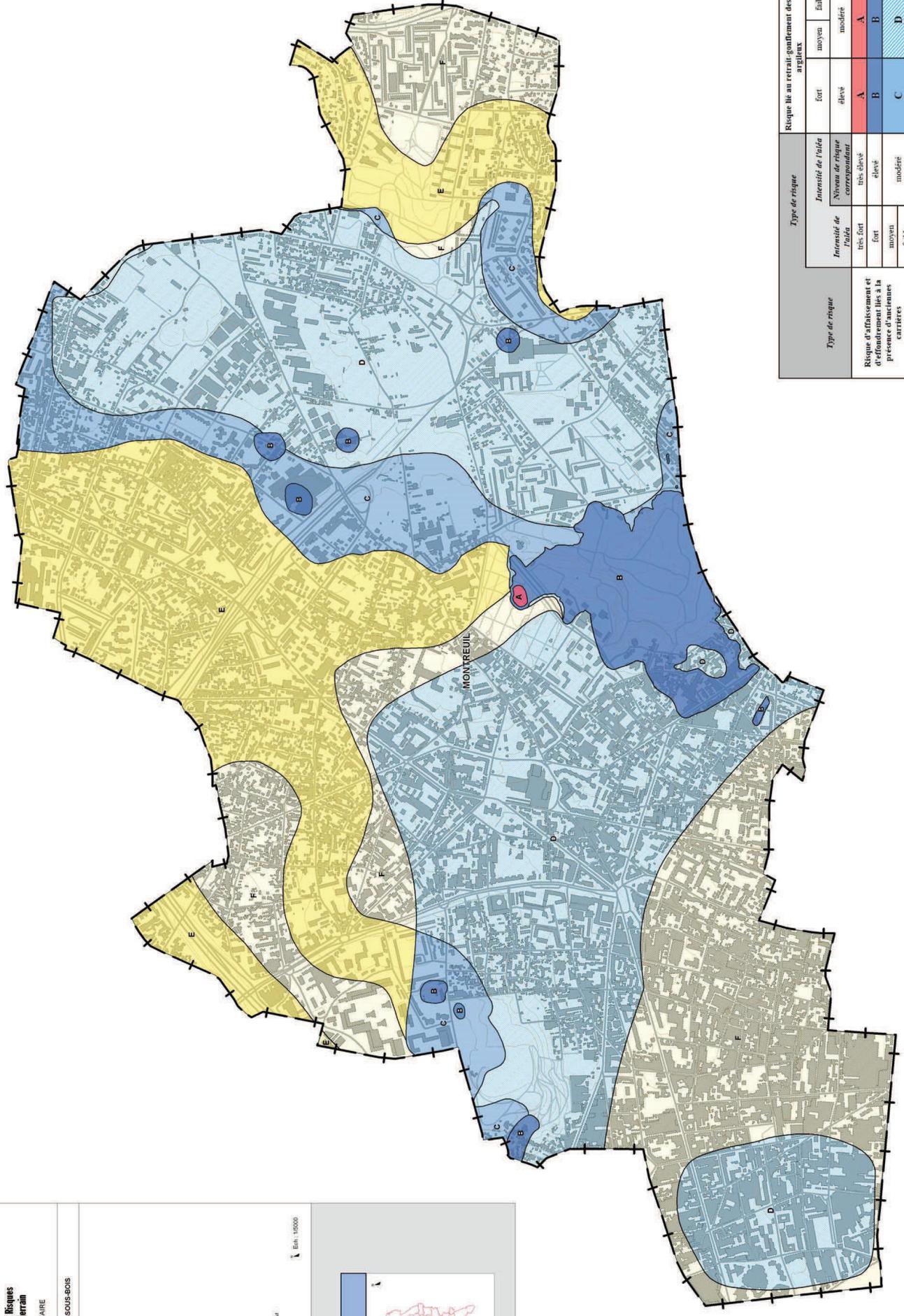
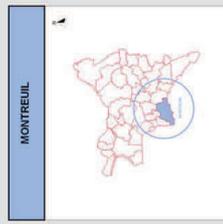
Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE RÉGLEMENTAIRE

COMMUNE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS

- ZONE A
- ZONE B
- ZONE C
- ZONE D
- ZONE E
- ZONE F
- Limite communale
- Courbe de niveau

BARRIÈRES : (1) 100 m, (2) 500 m, (3) 1000 m, (4) 1500 m
 ÉCHELLE : 1:10 000



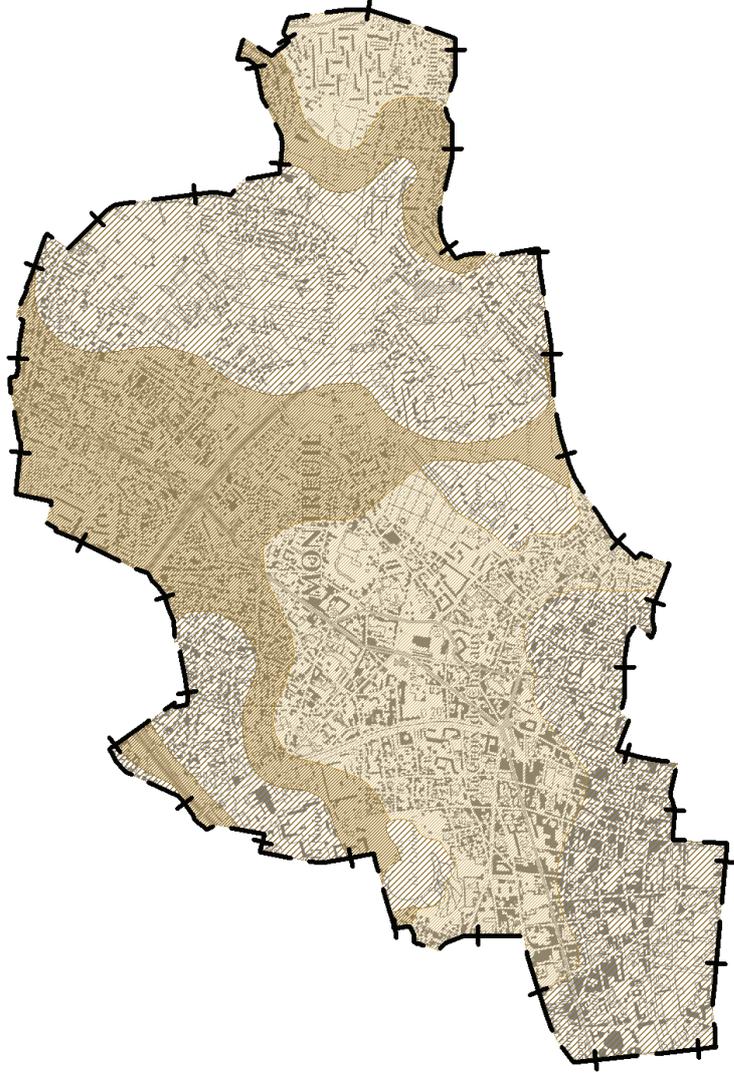
Type de risque	Type de risque			Risque lié au retrait-gonflement des sols argileux		
	Intensité de l'aléa	Niveau de risque correspondant	Intensité de l'aléa	fort	modéré	faible
Risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'aucunes carrières	très fort	très élevé	élevé	A	A	A
	fort	élevé	modéré	B	B	B
	moyen	modéré	faible	C	C	D
Risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse	moyen	modéré	modéré	C	C	D
	faible	faible	-	E	F	F
Aucun risque d'affaissement ou d'effondrement répété	-	-	-	-	-	-

Vu pour être annexé à
 mon arrêté n° 11-0876
 en date du 22 avril 2011
 Le Préfet de la Seine-Saint-Denis

Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE DES ALÉAS RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

COMMUNE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS



ALÉAS FORTS



ALÉAS MOYENS



ALÉAS FAIBLES



Limite communale

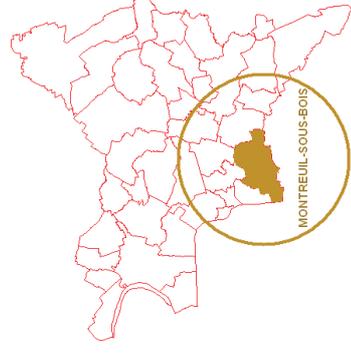
Sources
 - © DRIEA-IF / UT 93 (ex-DDE 93) et BRGM
 Aléas
 Scan 25 - © IGN 2006

Réalisation : DRIEA-IF / UT 93 (ex-DDE 93)



Ech : 1/25000

MONTREUIL-SOUS-BOIS



Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE DES ALEAS DISSOLUTION DU GYPSE

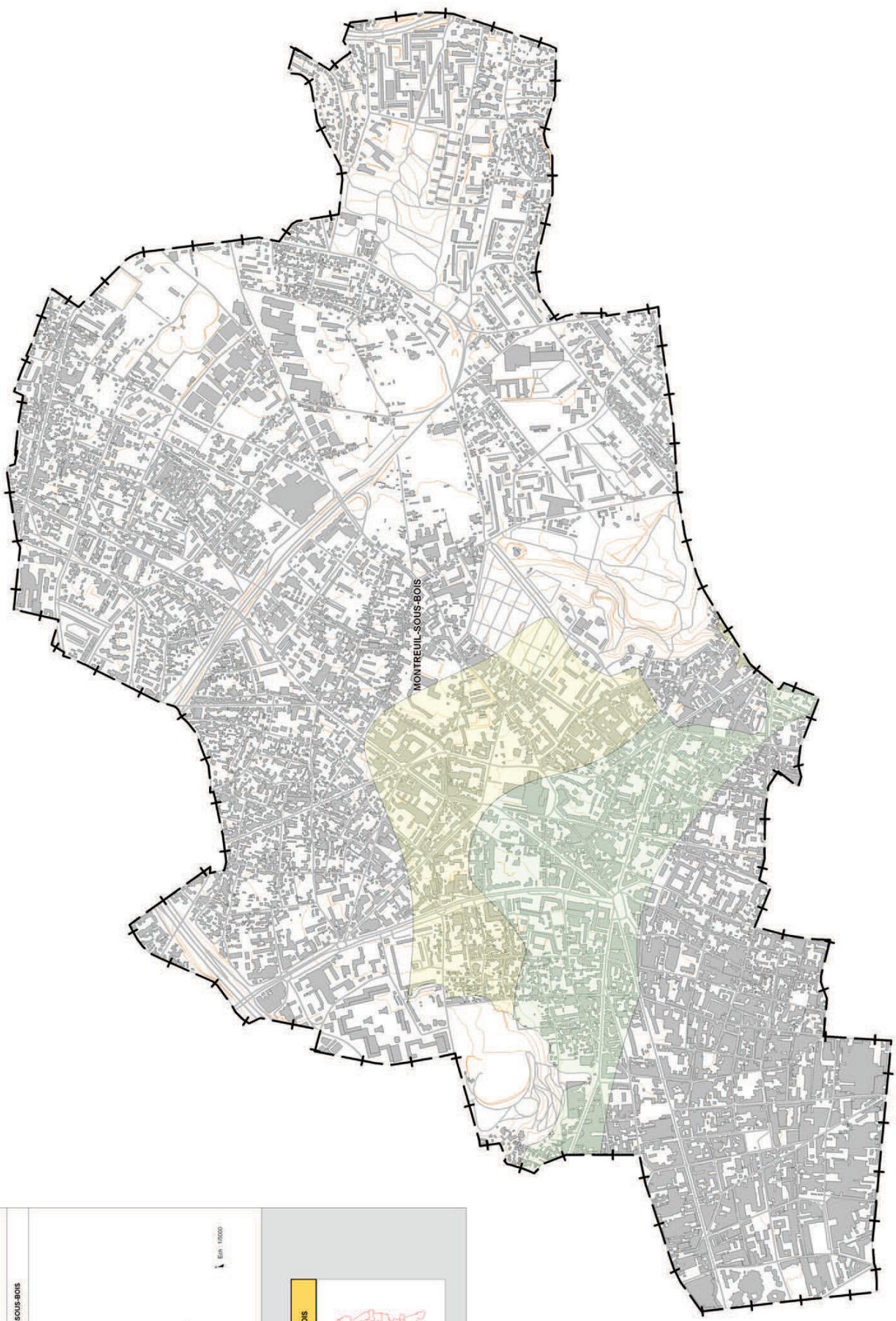
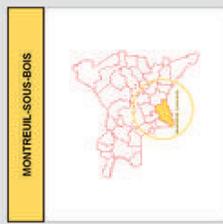
COMMUNE DE MONTRÉUIL-SOUS-BOIS

ALEAS MOYENS
 ALEAS FAIBLES

Limite communale
 Cours de rivières

Sources
 BD Topo-Pays 1:50 000
 MONTREUIL-SOUS-BOIS (33 63074)

Ech. 1:50 000



Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE DES ALEAS PRÉSENCE D'ANCIENNES CARRIÈRES

COMMUNE DE MONTEUIL-SOUS-BOIS

- ALEAS TRÈS FORTS
- ALEAS FORTS
- ALEAS MOYENS
- ALEAS FAIBLES

Limite communale
 Cours de rivière

Sources :

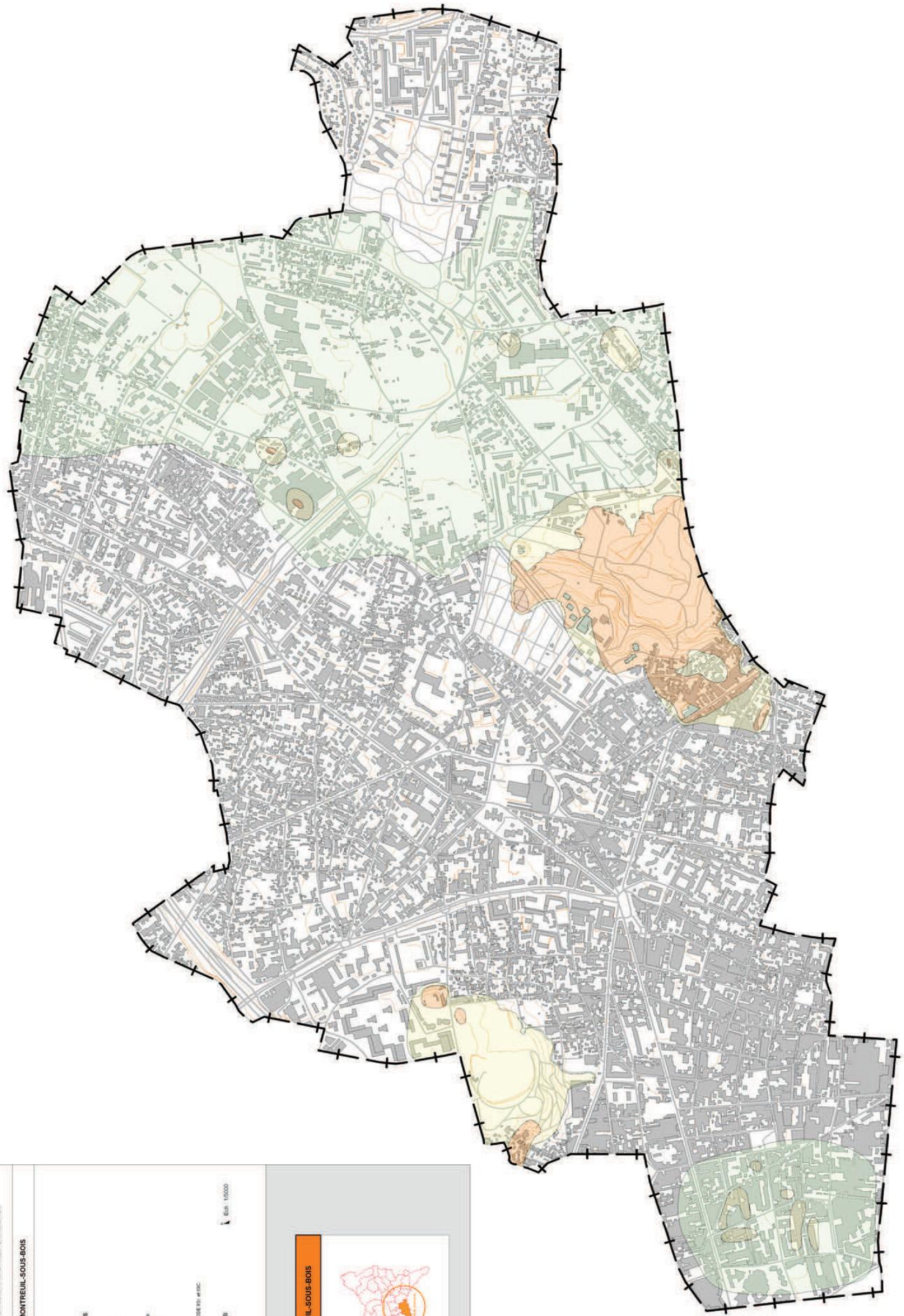
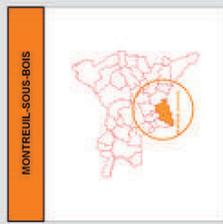
 - IGN (1:50 000)

 - ADT Nord-Pas de Calais

 - DSDS (1:50 000)

Rédaction : DESAUF (01 31 00 00 00)

Ech. 1:10000



Vu pour être annexé à
mon arrêté n° 11-0976
en date du 22 avril 2011
Le Préfet de la Seine-Saint-Denis

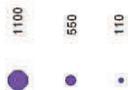
Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE DES ENJEUX DE POPULATION

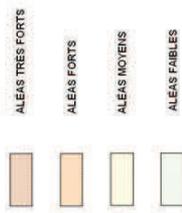
COMMUNE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS

LEGENDE

Population des ménages 1999



Aleas Anciennes Carrières et
Dissolution du Gypse



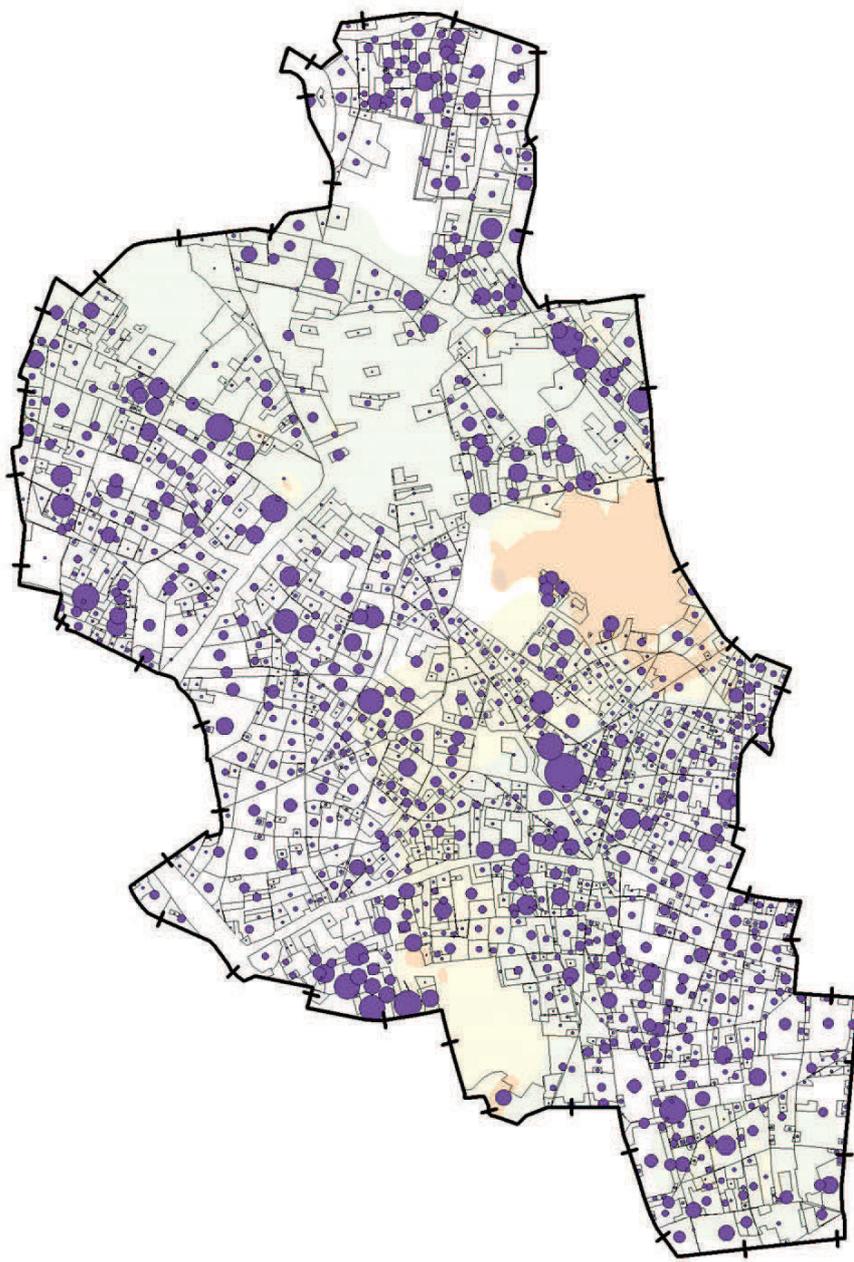
LIMITE COMMUNALE



Sources
Insee - © @ Demosys 99
Aleas - © DRIEA-IF / UT 93 (ex-DDE 93) et ICC
Réalisation : DRIEA-IF / UT 93 (ex-DDE 93)



Echelle : 1/15000



Vu pour être annexé à mon arrêté n° 11-0876 en date du 22 avril 2011
Le Préfet de la Seine-Saint-Denis

Plan de Prévention des Risques de mouvements de terrain

CARTE DES ENJEUX DU TERRITOIRE

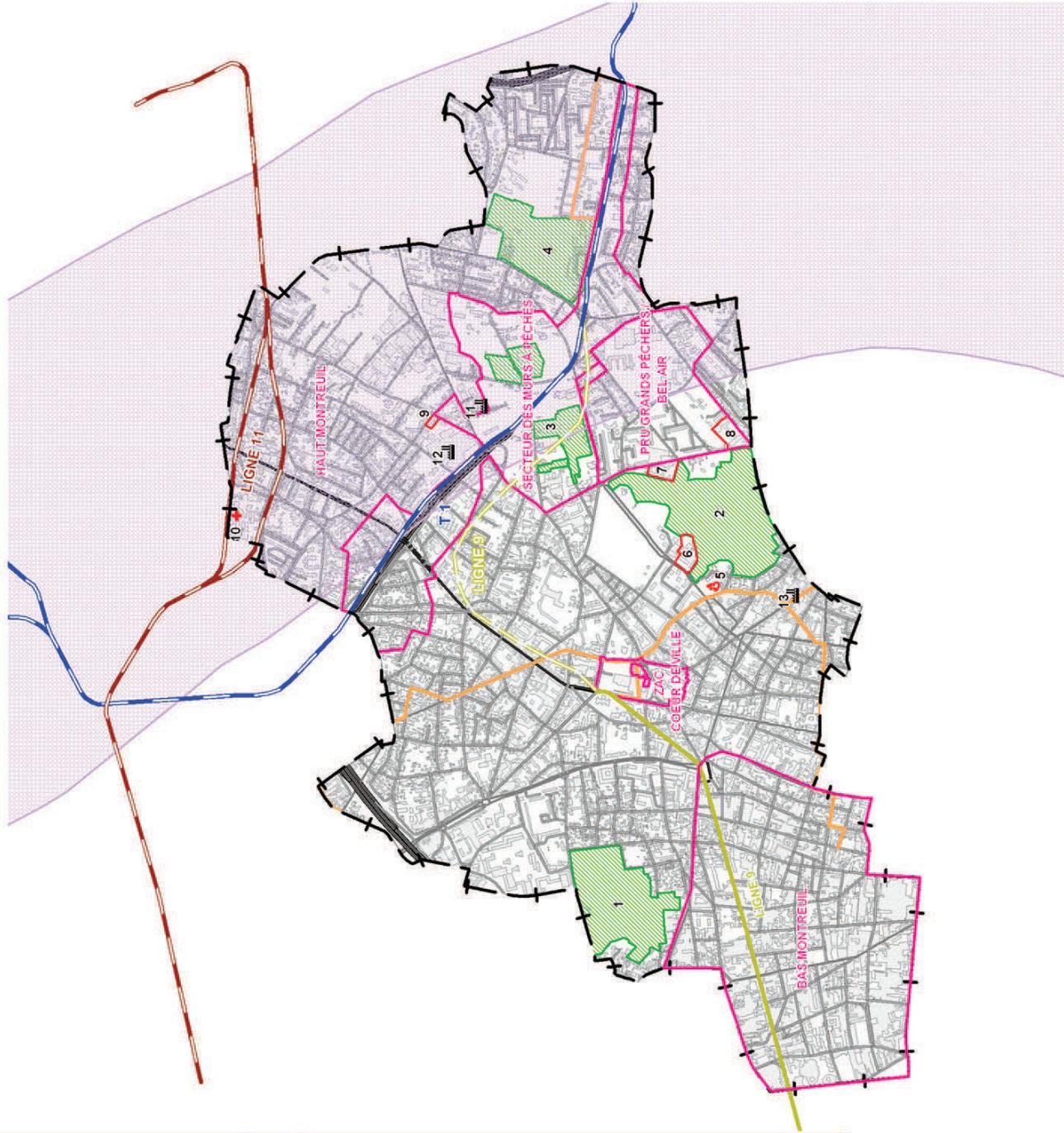
COMMUNE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS

LEGENDE

ENJEUX AMÉNAGEMENT GLOBAL	ENJEUX ÉTABLISSEMENT SENSIBLE
ENJEUX PAYSAGERS	ENJEUX ÉQUIPEMENT SENSIBLE
1 Parc Jean Moulin-Les Gullands	11 Canalisation de gaz à haute pression
2 Parc des Baumonts	12 Achats industrielle en zone d'aires carrières forts
3 Murs à Pêches	13 Zone industrielle rue de Rosny
4 Parc de Montreuil	13 Société TECHNOLYSE
ENJEUX DÉPLACEMENT MOBILITÉ	LIMITES COMMUNALES
Existant Programmés Projétés	-----
Futurs d'étude Arc Express	-----
INFRASTRUCTURES	
Autoroutes Nationales Départementales Communales	

Sources
ED Topo Pays - © IGN 2002
Réalisation : DRIEA-IF / UT 93 (ex-DDE 93)

Echelle : 1/15000



préambule

Plan de prévention des risques mouvements de terrain

Affaissement et effondrement liés aux anciennes carrières
et à la dissolution du gypse

Retrait-gonflement des argiles

APPROUVÉ PAR ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 22 AVRIL 2011



SOMMAIRE

1. OBJET DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS (PPRN) ET RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR.....	5
1.1 LA RÉGLEMENTATION DES PPR ET PROCÉDURE RÉGLEMENTAIRE D'ÉLABORATION.....	5
1.2 ASSURANCES ET CATASTROPHES NATURELLES.....	6
1.3 FINANCEMENT PAR LE FONDS DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS MAJEURS DE CERTAINES MESURES DE PRÉVENTION.....	8
1.4 EFFETS DES PPR.....	8
1.5 LES PRINCIPES DE PRISE EN COMPTE DES RISQUES NATURELS DANS LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION.....	9
1.6 L'INFORMATION EN MATIÈRE DE RISQUES NATURELS.....	10
1.6.1 <i>Information à l'échelle communale.....</i>	<i>10</i>
1.6.2 <i>Information des acquéreurs et des locataires.....</i>	<i>10</i>
1.6.2.1 <i>L'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers concernés par un ou plusieurs risques.....</i>	<i>10</i>
1.6.2.2 <i>L'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers concernés par un ou plusieurs sinistres.....</i>	<i>12</i>
1.7 LES RESPONSABILITÉS EN MATIÈRE DE RISQUES NATURELS.....	12
2. DÉMARCHE ADOPTÉE EN SEINE-SAINT-DENIS.....	14
2.1 LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION DES PPRN.....	14
2.2 LA DÉMARCHE MULTIRISQUE.....	15
2.2.1 <i>Comment est élaboré un PPRN ?</i>	<i>15</i>
2.2.2 <i>La méthode appliquée en Seine-Saint-Denis.....</i>	<i>16</i>
3. TYPE DE PPRN RÉALISÉS.....	17
4. APPLICATION DE LA DÉMARCHE À LA COMMUNE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS.....	18

En matière de sécurité face aux risques naturels, l'action de la collectivité prend trois formes principales : l'alerte, la protection et la prévention.

L'alerte consiste à prévenir à temps la population et les responsables de la sécurité pour que des dispositions de sauvegarde soient prises.

La protection est une démarche positive. Elle met en place un dispositif qui vise à réduire, à maîtriser, à supprimer les effets du phénomène naturel.

La prévention est une démarche fondamentale à moyen et long terme. La prévention consiste essentiellement à éviter d'exposer les personnes et les biens, par la prise en compte du risque dans la vie locale et notamment dans l'utilisation et l'aménagement du territoire communal. Elle permet aussi des économies importantes en limitant les dégâts. En effet, un événement naturel majeur peut avoir un coût considérable : endommagement des biens privés et des infrastructures publiques, chômage technique, indemnisations, remise en état, coût des personnels et des matériels mobilisés sans compter les effets psychologiques.

1. OBJET DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS (PPRN) ET RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR

Les PPRN poursuivent deux objectifs principaux :

- Constituer et afficher une connaissance du risque, afin que chaque personne concernée puisse être informée et responsabilisée ;
- Instituer une réglementation minimum mais durable afin de garantir les mesures de prévention. C'est pour cela que le PPRN institue une servitude d'utilité publique affectant l'utilisation du sol qui s'impose notamment au plan local d'urbanisme (PLU) lorsqu'il existe.

Le PPRN est donc l'outil qui permet d'afficher et de pérenniser la prévention.

1.1 LA RÉGLEMENTATION DES PPR ET PROCÉDURE RÉGLEMENTAIRE D'ÉLABORATION

Les PPRN ont été institués par la loi n°95.101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement qui modifie et complète la loi n°87.565 du 22 juillet 1987 relative à la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs. La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages vise à renforcer et affiner le dispositif mis en place. Les grandes lignes de cette loi sont :

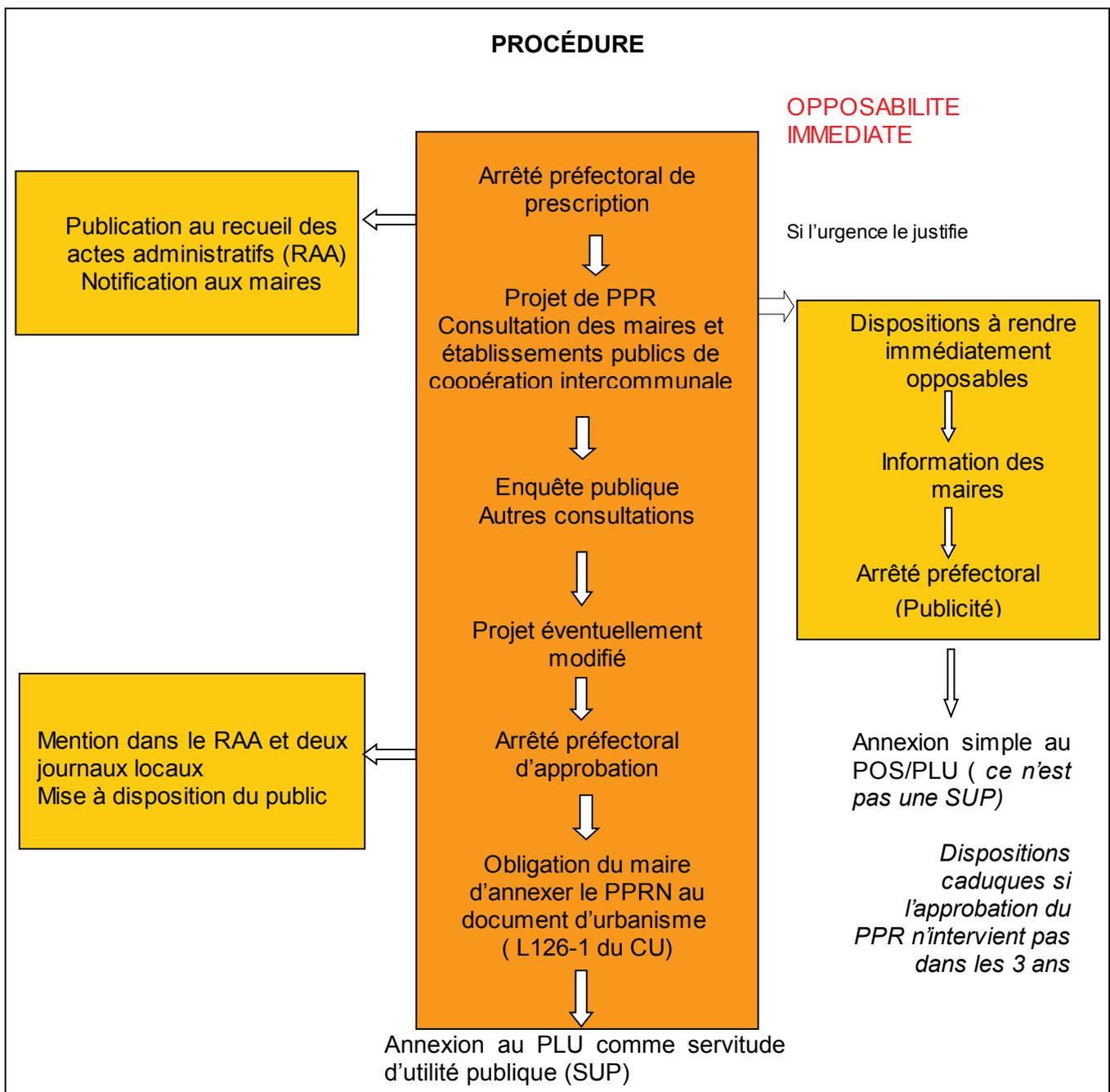
- le développement de la concertation en association avec les collectivités locales ;
- la consultation des maires et leur avis sur les projets de PPRN ;
- dans les communes couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé, l'obligation du maire d'informer la population sur les risques connus dans la commune et sur les moyens de prévention et de secours, au moins tous les deux ans ;
- la création des commissions départementales des risques naturels majeurs.

Les PPRN sont établis en application des articles L 562-1 à L 562-9 du code de l'environnement. Leur contenu et leur procédure d'élaboration ont été fixés par le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles.

Les PPRN établissent des dispositions réglementaires à partir de la connaissance du phénomène naturel et des enjeux du territoire. Le PPRN comprend une note de présentation, un ou plusieurs documents graphiques et un règlement.

Ils sont élaborés par l'État, en concertation avec les collectivités locales.

Après avoir été soumis à l'avis des conseils municipaux des communes concernées, à la procédure de l'enquête publique et avoir été approuvés par arrêté préfectoral, ils ont valeur de servitude d'utilité publique. Ils sont opposables à tout mode d'occupation ou d'utilisation des sols et doivent être annexés aux plans locaux d'urbanisme conformément à l'article L 126-1 du code de l'urbanisme.



Les PPR traduisent pour les communes l'exposition aux risques tels qu'ils sont actuellement connus.

1.2 ASSURANCES ET CATASTROPHES NATURELLES

Il est intéressant de rappeler l'évolution du dispositif d'assurance et d'indemnisation face aux risques de catastrophes naturelles.

Les dégâts provoqués par les évènements naturels étaient autrefois exclus des contrats d'assurance.

La loi n°82.600 du 13 juillet 1982 a mis en place un système d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles.

Les contrats d'assurance garantissant les dommages à des biens situés en France ouvrent droit à la garantie de l'assuré contre les effets de tels évènements sur les biens couverts par ces contrats :

- La garantie est mise en œuvre, à la demande des maires des communes concernées, suite à un arrêté interministériel, qui après avis d'une commission, constate l'état de catastrophe naturelle sur le territoire concerné ;
- Dans un souci de solidarité, cette garantie est couverte par une taxe additionnelle à tout contrat d'assurance sur les biens, que ceux-ci soient situés ou non dans un secteur à risque.¹

Ce système bénéficie de la garantie de l'État.

A noter que, en application de l'article A 125-1 du code des assurances modifié par l'arrêté du 4 août 2003, une modulation de franchise est prévue en cas de sinistre, en fonction de l'existence ou non d'une procédure prenant en compte les risques :

- si la commune n'est pas dotée d'un PPRN, la franchise est modulée en fonction du nombre de constatations de l'état de catastrophe naturelle intervenues pour le même risque au cours des 5 années précédant la date de la nouvelle constatation selon les modalités suivantes : la franchise est doublée au troisième arrêté de catastrophe naturelle, triplée au quatrième arrêté et quadruplée pour les suivants ;
- si la commune est dotée d'un PPRN approuvé, il n'y a plus de modulation de franchise ;
- lorsque le PPRN a été prescrit, la modulation de franchise cesse de s'appliquer dans un délai de 4 ans à compter de la date de l'arrêté de prescription du PPRN.

Les franchises sont fixées par l'Etat, elles sont obligatoires et non rachetables. Depuis le 1^{er} janvier 2001 elles s'établissent comme suit :

- Biens à usage non professionnel : 1520 € pour les dommages imputables à la sécheresse et 380 € pour les autres risques.
- Biens à usage professionnel : 10 % des dommages avec un minimum de 1140 € sauf si une franchise plus élevée est prévue dans la garantie de base (sécheresse : 3050 €).
- Perte d'exploitation : 3 jours ouvrés (avec un minimum de 1140 €) sauf si une franchise plus élevée est prévue dans la garantie de base.

¹ Les taux de prime additionnelle sont fixés par l'Etat au moyen d'un arrêté. Taux actuels :

- Biens autres que véhicules à moteurs : 12 % de la prime afférente aux garanties dommages du contrat de base
- Véhicules terrestres à moteur : 6 % des primes vols et incendies (ou à défaut, 0,50 % de la prime dommage).

1.3 FINANCEMENT PAR LE FONDS DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS MAJEURS DE CERTAINES MESURES DE PRÉVENTION²

Le code de l'environnement modifié par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, prévoit la possibilité de financer les études et les travaux de prévention explicitement prescrits dans un PPR approuvé et dont la réalisation est rendue obligatoire dans un délai de 5 ans maximum³.

Ces travaux imposés aux biens construits ou aménagés ne doivent pas dépasser la limite des 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien. Ce financement, mobilisant le FPRNM, dit fonds Barnier, s'effectue à hauteur de 40 % des dépenses éligibles pour les biens à usage d'habitation ou usage mixte et 20 % pour les biens à usage professionnel.

Les personnes bénéficiaires sont les personnes physiques ou morales, propriétaires, exploitants, ou utilisateurs des biens concernés, sous réserve, lorsqu'il s'agit de bien à usage professionnel qu'elles emploient au total moins de 20 salariés.

Les collectivités locales réalisent la maîtrise d'ouvrage d'études et de travaux visant à prévenir les risques naturels. L'article 136 de la loi de finances pour 2006 prévoit que le FPRNM pourra contribuer à leur financement dans la limite de 55 millions d'euros par an et ce jusqu'au 31 décembre 2012. Les bénéficiaires de ce dispositif sont les collectivités territoriales assurant la maîtrise d'ouvrage des études et des travaux de prévention, dont les communes sont couvertes par un PPR prescrit ou approuvé. Lorsque les communes sont couvertes par un PPR approuvé, les taux sont fixés à 50 % HT ou TTC pour les études selon que la collectivité récupère ou non la TVA, 50 % pour les travaux de prévention et 40 % HT pour les travaux de protection. Lorsque les communes sont couvertes par un PPR prescrit, les taux sont fixés à 50% HT ou TTC pour les études selon que la collectivité récupère ou non la TVA, 40 % pour les travaux de prévention et 25 % HT pour les travaux de protection.

Les mesures éligibles intègrent tous les diagnostics de vulnérabilité des enjeux existants, et la réalisation de travaux de prévention permettant de réduire la vulnérabilité des enjeux exposés et de les protéger vis à vis des aléas naturels.

1.4 EFFETS DES PPR

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au PLU, lorsqu'il existe, conformément à l'article R 126-1 du code de l'urbanisme. Si le PPR n'est pas annexé au PLU par le maire ou le représentant de l'établissement public compétent, le préfet est tenu de mettre ceux-ci en demeure de régulariser leur situation et de procéder à l'annexion dans les 3 mois. Si la formalité n'est pas effectuée dans le délai, le préfet y procède d'office.

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par le PPR ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L 480-4 du code de l'urbanisme.

² Circulaire interministérielle Intérieur/Economie/Écologie n°05/01 du 23 avril 2007 relative au financement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) de certaines mesures de prévention.

³ Cf. annexe : Fiches récapitulatives des différents dispositifs de financement.

L'article 80 de la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages a modifié les articles 1585C du code général des impôts et L 142-2 du code de l'urbanisme. Sont désormais exclus des champs d'application de la taxe locale d'équipement (TLE) et de la taxe départementale des espaces naturels sensibles (TDENS), certains aménagements effectués sur des constructions régulièrement édifiées avant l'approbation du PPR et générant de la surface hors œuvre nette (SHON). Ces aménagements doivent être prescrits par le PPRN approuvé et mis à la charge du propriétaire ou bénéficiaire de ces constructions.⁴

Enfin, le code des assurances prévoit un certain nombre de dispositions liées à l'existence ou non d'un PPR (cf. 1.2).

1.5 LES PRINCIPES DE PRISE EN COMPTE DES RISQUES NATURELS DANS LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION

Au delà des mesures d'alerte, de protection ou de secours qu'il est nécessaire de mettre en place avant, pendant ou après une catastrophe, la mesure de prévention la plus efficace sur le plan économique consiste en la prise compte des risques dans la planification territoriale.

Les plans de prévention des risques naturels prévisibles constituent des servitudes d'utilité publique, et à ce titre, l'ensemble des prescriptions des PPR s'impose au règlement du POS/PLU. Dans la pratique, il est de la responsabilité du maire :

- D'annexer la servitude d'utilité publique au PLU à l'aide d'une mise à jour afin de la rendre opposable aux tiers ;
- Dans un second temps, de mettre le PLU en conformité par une procédure de modification ou de révision si nécessaire.

Il lui conviendra donc d'analyser la compatibilité entre le document d'urbanisme et le PPR :

1. Les divergences peuvent être seulement « à la marge » : dans ce cas, on profitera d'une mise en conformité ultérieure du document d'urbanisme pour y intégrer celles des dispositions du PPR qui sont du domaine d'application du document d'urbanisme.
2. Les divergences sont plus importantes : dans ce cas, il convient de mettre en conformité rapidement le document d'urbanisme, et le représentant de l'État informera sans délai l'autorité compétente en matière de documents d'urbanisme de la nécessité de le faire.

Conformément à l'article L 141-1 du code de l'urbanisme, « le schéma directeur de la région Ile de France (SDRIF) doit respecter [...] les servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols ».

⁴ Source : circulaire n°2004-36 du 28 juin 2004 relative à la TLE et portant application de l'article 80 de la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003.

1.6 L'INFORMATION EN MATIÈRE DE RISQUES NATURELS

1.6.1 *Information à l'échelle communale*

Afin de favoriser l'information sur les risques et les précautions à prendre, il est prévu :

- L'élaboration de documents d'information communaux sur les risques majeurs (DICRIM)⁵ relevant de la compétence du maire. Le DICRIM précise les caractéristiques du risque, et les mesures générales de sauvegarde mises en œuvre telles que l'organisation de campagnes de sensibilisation, l'affichage des consignes générales par les propriétaires exploitants, l'organisation de plans de secours et d'évacuation des personnes, la définition de consignes particulières dans les zones d'aléa fort et dans les établissements particulièrement vulnérables...
- L'élaboration d'un plan communal de sauvegarde regroupant l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population (dont le DICRIM). Ce plan détermine en fonction des risques connus les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il est obligatoire dans les communes dotées d'un PPR approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention. (Article 13 de la loi de modernisation de la sécurité civile n°2004-811 du 13 août 2004).

1.6.2 *Information des acquéreurs et des locataires*

L'information concerne à la fois l'état des risques et le recensement des sinistres.

1.6.2.1 L'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers concernés par un ou plusieurs risques

Conformément au décret n°2005-134 du 15 février 2005, pour chaque commune, le préfet arrête la liste des risques auxquels la commune est exposée, la liste des documents auxquels le vendeur ou le bailleur peut se référer, notamment :

- Le ou les documents graphiques ainsi que la note de présentation des PPRT⁶ et des PPRN approuvés ou dont certaines dispositions ont été rendues immédiatement opposables ;
- En cas de PPRT ou PPRN simplement prescrits, les documents d'information élaborés à l'initiative d'une collectivité publique et tenus à la disposition du public permettant une délimitation et une qualification du phénomène (tels que les cartes des aléas portées à la connaissance de la commune pour la réalisation de ses documents d'urbanisme) ;

⁵ Décret n°90-918 du 11 octobre 1990 relatif à l'exercice du droit à l'information sur les risques majeurs, pris en application de l'article 21 de la loi n°87-565 du 22 juillet 1987, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.

⁶ Plan de Prévention des Risques Technologiques.

- En cas de PPRT ou de PPRN dont la révision a été prescrite, les documents comportant des informations nouvelles et permettant de modifier l'appréciation de la nature ou l'intensité des risques visés par le plan ;
- L'annexe du décret n°91-461 du 14 mai 1991 modifié indiquant le classement de la commune en zone de sismicité le cas échéant ;
- Le cas échéant, le ou les arrêtés portant ou ayant porté reconnaissance de l'état de catastrophe technologique ou naturelle sur le territoire de la commune.

L'état des risques doit dater de moins de 6 mois.

Sont concernés, les biens situés :

- Soit dans le périmètre d'exposition aux risques délimité par un plan de prévention des risques technologiques approuvé ;
- Soit dans une zone exposée aux risques délimitée par un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou dont certaines dispositions ont été rendues immédiatement opposables en application de l'article L 562-2 du code de l'environnement ;
- Soit dans le périmètre mis à l'étude dans le cadre de l'élaboration d'un plan de prévention des risques technologiques ou d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles prescrit ;
- Soit enfin, dans une des zones de sismicité mentionnées à l'article 4 du décret du 14 mai 1991.

Sont concernés :

- Tous les vendeurs ou bailleurs (propriétaires ou non) : personnes physiques ou morales de droit public ou privé, y compris les collectivités territoriales, l'État ou leurs établissements publics ;
- Tous les types de biens immobiliers, bâtis ou non bâtis quelle que soit leur destination ;
- Les promesses unilatérales de vente ou d'achat, les contrats de vente et les contrats écrits de location de biens immobiliers bâtis ou non bâtis, y compris tout type de contrat donnant lieu à un bail locatif de 3, 6, 9 ans ;
- Les locations saisonnières ou de vacances, les locations meublées, etc. ;
- Les contrats de vente en état futur d'achèvement, les cessions gratuites, les échanges avec ou sans soulte, les donations, partages successoraux ou actes assimilés, les baux emphytéotiques, etc.

Ne sont pas concernés :

- Les contrats de construction de maison individuelle sans fourniture de terrain ;
- Les contrats de location non écrit (baux oraux) ;
- Les contrats de séjours dans les établissements comportant des locaux collectifs et a fortiori offrant des services à leurs résidents (contrats de séjours dans une maison de retraite ou un logement foyer, contrat comportant la fourniture de prestations hôtelières, sociales ou médicales...) ;
- Les ventes de biens immobiliers dans le cadre d'une procédure judiciaire ;

- Les transferts de propriété réalisés dans le cadre des procédures de préemption, de délaissement et d'expropriation, lorsqu'ils sont réalisés au bénéfice des attributaires de ces droits.

1.6.2.2 L'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers concernés par un ou plusieurs sinistres

Sont concernés :

- Les biens situés sur les communes ayant été déclarées au moins une fois en état de catastrophe technologique ou naturelle en application des articles L 128-1 et L 128-2 ou L 125-1 du code des assurances ;
- Tous les sinistres ayant donné lieu au versement d'une indemnité au titre de la garantie contre les effets des catastrophes technologiques ou naturelles en application des dispositions précitées du code des assurances, soit au profit du propriétaire vendeur ou bailleur, soit au profit d'un précédent propriétaire de l'immeuble concerné, dans la mesure où le vendeur ou le bailleur a été lui-même informé du sinistre correspondant ;
- Tous les vendeurs ou bailleurs propriétaires du bien concerné, personnes physiques ou morales. L'Etat est également soumis à cette obligation lorsqu'il vend ou loue un bien ;
- Tous les types d'immeubles bâtis.

Sont concernés :

- Les contrats de vente et les contrats de location d'immeuble bâti, y compris tout type de contrat donnant lieu à un bail locatif de 3, 6, 9 ans ;
- Les locations saisonnières ou de vacances, les locations meublées, etc. ;
- Les cessions gratuites, les échanges avec ou sans soulte, les donations, partages successoraux ou actes assimilés, les baux emphytéotiques, etc.

Ne sont pas concernés :

- Les contrats de construction de maison individuelle sans fourniture de terrain ;
- Les contrats de séjours dans les établissements comportant des locaux collectifs et a fortiori offrant des services à leurs résidents (contrats de séjours dans une maison de retraite ou un logement foyer, contrat comportant la fourniture de prestations hôtelières, sociales ou médicales...);
- Les ventes de biens immobiliers dans le cadre d'une procédure judiciaire ;
- Les transferts de propriété réalisés dans le cadre des procédures de préemption, de délaissement et d'expropriation, lorsqu'ils sont réalisés au bénéfice des attributaires de ces droits.

1.7 LES RESPONSABILITÉS EN MATIÈRE DE RISQUES NATURELS

Le régime de responsabilité en matière de risques naturels s'inscrit dans un processus évolutif dans lequel le rôle de la prévention occupe une place centrale.

D'une manière générale, l'État et les communes ont des responsabilités respectives en matière de prévention des risques naturels.

L'État doit afficher les risques en déterminant leur localisations et leurs caractéristiques. Il élabore les PPR et veille à ce que les divers intervenants les prennent en compte dans leurs actions (dans le cadre du porter-à-connaissance, contrôle de légalité).

Le maire a le devoir de prendre en considération l'existence des risques naturels sur son territoire, notamment lors de l'élaboration de documents d'urbanisme et de l'examen des demandes d'autorisation d'occupation ou d'utilisation des sols. Il a également l'obligation d'information de la population, avec l'assistance des services de l'Etat, au moins une fois tous les deux ans.

Tous les propriétaires, qu'ils soient privés ou publics, ont la responsabilité de ne pas s'exposer sans précaution à des risques et de ne pas les aggraver. Ils doivent également agir pour la prévention des risques naturels (travaux sur les biens existants et mesures sur les constructions neuves).

2. DÉMARCHE ADOPTÉE EN SEINE-SAINT-DENIS

2.1 LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION DES PPRN

Lors de la réunion du 5 novembre 2003, organisée par le préfet avec les élus locaux, celui-ci a rappelé les priorités de mise en œuvre en matière de PPRN et a présenté la nouvelle démarche d'élaboration, établie par la direction départementale de l'équipement sur la base des remarques formulées par la population, les associations et les élus lors de l'enquête publique du plan de prévention des risques naturels liés au retrait-gonflement des sols argileux.

Cette démarche s'inscrit dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003 et s'articule autour de trois grands axes : la communication, la connaissance et la cohérence.

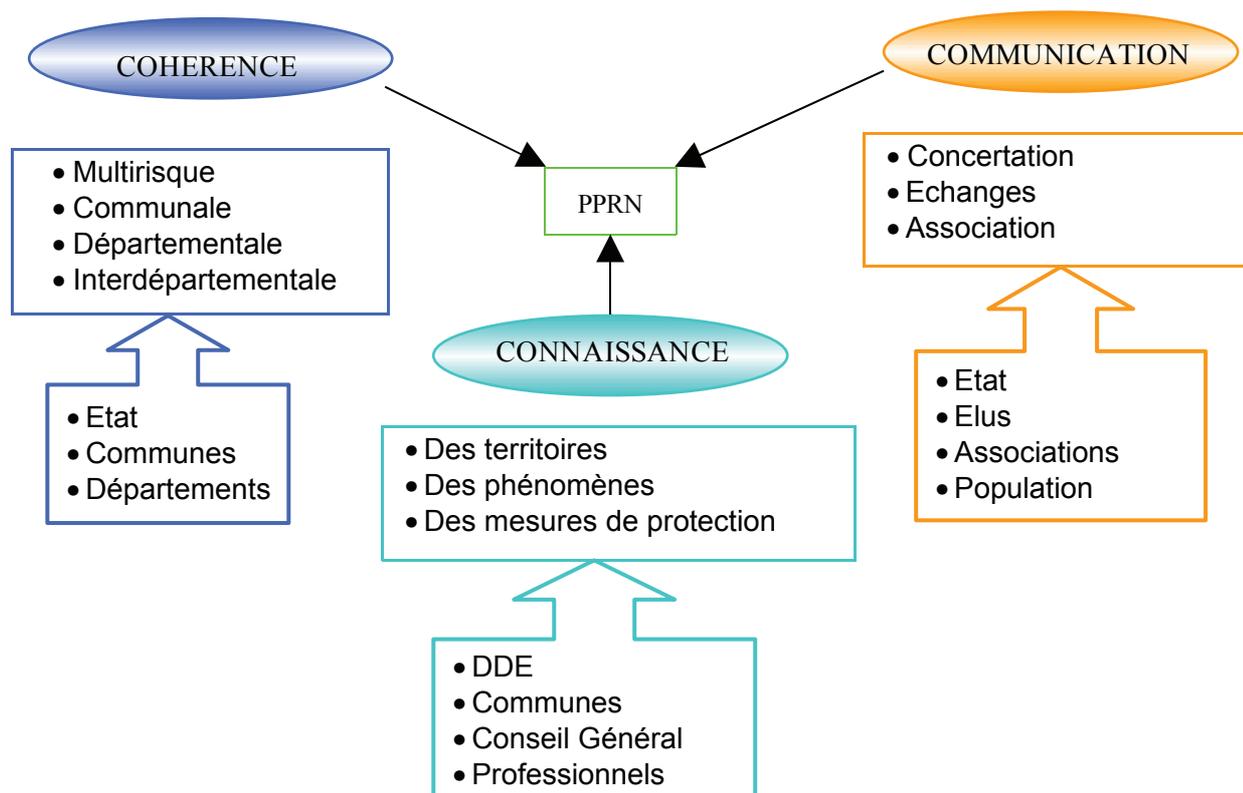
La **communication** comprend à la fois la concertation entre les services de l'État chargés de l'élaboration des PPRN et les collectivités locales (communes, EPCI et département) et l'information de ces dernières et de la population. Dans cet objectif, les PPRN sont établis en associant les divers partenaires et en favorisant les échanges en toute transparence aux différentes phases de leur élaboration. L'information de la population relève des prérogatives du maire, ce dernier devant aviser ses administrés au moins une fois tous les deux ans de l'état de la connaissance des risques sur le territoire de sa commune, des mesures de prévention, de secours notamment (loi du 30 juillet 2003 article 40).

La **connaissance** du territoire, des communes, de leur type d'urbanisation...est une partie importante de la réflexion sur les PPRN car elle permet ensuite de tenir compte dans la mesure du possible des spécificités et des enjeux du territoire de chaque commune. Pour aboutir à un niveau de connaissance suffisamment fin, le travail de la DDE a privilégié les échanges avec les services de la commune mais aussi avec d'autres acteurs du territoire (que ce soient des services de l'Etat comme le laboratoire régional de l'est parisien, la direction régionale de l'environnement d'Ile-de-France ou des partenaires comme la direction de l'eau et de l'assainissement du conseil général de la Seine-Saint-Denis).

Enfin, la **cohérence**, dernier axe ayant fait l'objet de remarques lors de l'enquête publique du plan de prévention des risques naturels liés au retrait/gonflement des sols argileux, se décline à quatre niveaux :

- Cohérence entre les différents PPRN existants sur une commune ;
- Cohérence avec les documents d'urbanisme existants à l'échelle communale et départementale ;
- Cohérence avec les politiques départementales en matière de gestion des eaux pluviales et des espaces verts notamment ;
- Cohérence départementale et interdépartementale .

Le schéma ci-dessous présente les trois grands axes de l'élaboration des PPRN ainsi que les thématiques qui leur sont liées et les acteurs et partenaires concernés.



Cette démarche, conformément à la volonté du préfet, est multirisque au sens où, partant de l'existence de quatre types de phénomènes naturels (inondations par débordement d'un cours d'eau, retrait-gonflement des sols argileux, dissolution de poches de gypse et présence d'anciennes carrières), on aboutit à seulement deux types de PPRN : un PPRN inondation (Seine ou Marne) et un PPRN mouvements de terrains (retrait-gonflement des sols argileux, dissolution de poches de gypse et présence d'anciennes carrières le cas échéant).

Cette approche permet de proposer un document plus simple d'utilisation et d'assurer la cohérence des PPRN.

2.2 LA DÉMARCHE MULTIRISQUE

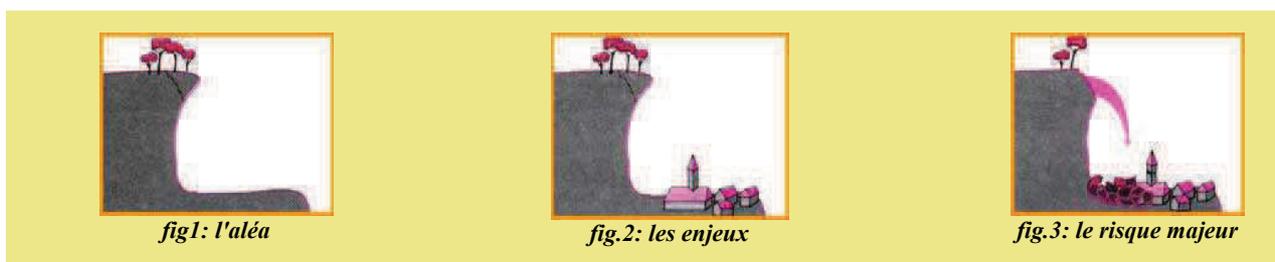
2.2.1 Comment est élaboré un PPRN ?

De manière générale, un PPRN est élaboré en quatre temps :

- Tout d'abord, il y a la connaissance d'un phénomène (inondation, effondrement de cavités souterraines...), l'**aléa**, qui engendre la réalisation d'une étude permettant de définir les zones concernées ainsi que les niveaux d'aléas en fonction de la fréquence et de l'intensité du phénomène.
- L'étape suivante est l'analyse des **enjeux** du territoire concerné par le phénomène naturel. Il s'agit de recenser et évaluer les différents enjeux (humains, socio-économiques, environnementaux...) pouvant être menacés par le phénomène.

- Du croisement de la connaissance des aléas et de l'analyse des enjeux résulte la détermination du **niveau de risque**.
- Enfin du niveau de risque découle le **zonage réglementaire** et le **règlement**.

L'aléa, phénomène potentiellement dangereux, ne représente un risque que s'il concerne une zone où des enjeux sont présents. C'est la coexistence de l'aléa et de l'enjeu qui crée le risque. Les schémas⁷ ci-dessous symbolisent chacun des trois éléments : aléa, enjeux et risque.



2.2.2 La méthode appliquée en Seine-Saint-Denis

La méthode d'élaboration des PPRN a été établie d'après le canevas d'élaboration général résumé ci dessus, en ayant une approche multirisque et en favorisant tout au long du processus la communication, la connaissance et la cohérence.

Il a donc été choisi de décomposer ce processus en trois grandes phases :

- La **première phase** est la réalisation du diagnostic du territoire en association avec les communes. Il s'agit d'aborder différentes thématiques ayant un lien avec les risques naturels (sinistres survenus, connaissance des phénomènes naturels, aléas, eaux pluviales, assainissement, connaissance générale du secteur...) ;
- La **seconde phase** est l'analyse des enjeux situés dans les zones où il existe un aléa. Plusieurs thématiques sont abordées : enjeux environnementaux, enjeux urbains, enjeux humains, enjeux de mobilité, enjeux économiques et sociaux. Cette analyse est faite en concertation avec les communes, les partenaires et autres services de l'Etat, et permet d'aboutir à la réalisation d'une carte des enjeux sur les territoires d'étude ;
- La **troisième phase** est l'élaboration du zonage réglementaire et du règlement, qui découle en partie du croisement des aléas et des enjeux.

Au cours de chacune des trois phases, la **concertation** entre les services de l'Etat et les collectivités locales a été importante puisqu'elle a notamment permis de prendre en compte la réalité du terrain (au niveau des aléas et des enjeux) dans l'élaboration du PPRN.

⁷ Source : <http://www.prim.net>

3. TYPE DE PPRN RÉALISÉS

Concrètement, la démarche multirisque d'élaboration des PPRN présentée précédemment aboutit à terme à la réalisation d'un dossier PPRN par commune comprenant un PPR mouvements de terrain (PPRMT) et le cas échéant un PPR inondation (PPRI).

Ce dossier comprendra selon les communes :

- Un PPRI avec un préambule (document non opposable aux tiers mais à vocation pédagogique, présentant le cadre réglementaire des PPRN, la démarche d'élaboration des PPRN adoptée en Seine-Saint-Denis et son application au territoire concerné), une note de présentation, une cartographie des aléas, une cartographie des zonages réglementaires et un règlement. Pour une meilleure compréhension, ont été rajoutées des annexes.
- Un PPRMT avec un préambule (document non opposable aux tiers mais à vocation pédagogique, présentant le cadre réglementaire des PPRN, la démarche d'élaboration des PPRN adoptée en Seine-Saint-Denis et son application au territoire concerné), une note de présentation, une cartographie des aléas, une cartographie des zonages réglementaires et un règlement. Pour une meilleure compréhension, ont été rajoutées des annexes.

Le PPRMT traite de l'ensemble des risques de mouvements de terrain connus et identifiés sur le territoire de la commune concernée, soient les risques d'affaissement et effondrement liés aux anciennes carrières et à la dissolution du gypse et les risques liés au retrait-gonflement des sols argileux. Selon les risques présents sur une commune, le PPRMT prend en compte un ou plusieurs risques de mouvements de terrain.

Ces PPRMT sont élaborés en l'état actuel des connaissances des services de l'Etat, et pourront être complétés ultérieurement si de nouveaux risques apparaissent. Ces documents sont réalisés à l'échelle de la commune.

Bien que ne faisant pas l'objet d'un PPRN, la problématique des inondations par débordement des réseaux, remontées des nappes ou ruissellement urbain a toutefois fait l'objet d'un travail en collaboration avec la direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) du conseil général de la Seine-Saint-Denis et a été prise en compte dans la réflexion sur le règlement.

4. APPLICATION DE LA DÉMARCHE À LA COMMUNE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS

Les risques naturels pris en compte dans le PPR mouvements de terrain prescrit par arrêté préfectoral n° 04-1510 du 31 mars 2004 sur la commune de Montreuil et par arrêté préfectoral n°01-3061 du 23 juillet 2001 sur le département de la Seine-Saint-Denis sont les risques de mouvements de terrain suivants :

- Affaissement-effondrement liés aux anciennes carrières ;
- Affaissement-effondrement liés à la dissolution du gypse ;
- Retrait-gonflement des sols argileux.

Le travail d'élaboration du PPRMT est le fruit de concertation avec les services de la commune et avec les autres partenaires :

- le 06 février 2004 : présentation de la démarche PPR aux services communaux ;
- le 31 mars 2004 : présentation de la méthode de travail de l'Inspection générale des carrières aux services communaux ;
- le 08 juin 2004 : point d'étape sur la progression de l'étude d'aléas avec les services communaux ;
- le 27 juillet 2004 : échanges sur la méthodologie d'élaboration des cartes d'enjeux avec les services communaux ;
- le 28 septembre 2004 : présentation et échanges sur la carte provisoire d'aléas avec les services communaux ;
- le 18 février 2005 : présentation et échanges sur la carte provisoire des aléas et enjeux aux élus municipaux et services communaux ;
- le 04 juillet 2005 : présentation des grands principes réglementaires du projet de PPR mouvements de terrain aux services techniques de la commune ;
- le 08 juin 2006 : présentation du projet réglementaire du PPRMT sur Montreuil à la direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) du Conseil Général de la Seine-Saint-Denis ;
- le 21 juin 2006 : présentation et échanges sur le règlement aux services techniques de la commune ;
- le 19 mars 2008 : présentation du projet du PPR aux services techniques de la commune ;
- le 20 mars 2008 : présentation du projet du PPR aux services techniques de la DEA ;
- Le 13 novembre 2008 : présentation du projet de PPRMT à la direction générale des services et aux services techniques ;
- Le 27 février 2009 : présentation du projet de PPRMT aux services techniques de la commune.

note de présentation

Plan de prévention des risques mouvements de terrain

Affaissement et effondrement liés aux anciennes carrières
et à la dissolution du gypse

Retrait-gonflement des argiles

APPROUVÉ PAR ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 22 AVRIL 2011



SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	6
2 L'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN LIÉ AUX ANCIENNES CARRIÈRES ET À LA DISSOLUTION DU GYPSE.....	8
2.1 PRÉSENTATION DU CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	8
2.1.1 <i>Géologie de Montreuil appliquée aux carrières et aux dissolutions de gypse.....</i>	<i>8</i>
2.1.2 <i>Conséquence de l'hydrologie sur les carrières.....</i>	<i>10</i>
2.1.3 <i>Exploitations des matériaux et dissolutions.....</i>	<i>11</i>
2.1.3.1 <i>Matériaux exploités et taux de défruitement.....</i>	<i>11</i>
2.1.3.2 <i>Dissolutions du gypse.....</i>	<i>13</i>
2.2 DESCRIPTION DES DÉSORDRES.....	14
2.2.1 <i>Les différents types de désordres.....</i>	<i>15</i>
2.2.1.1 <i>Les affaissements.....</i>	<i>15</i>
2.2.1.2 <i>Les fontis.....</i>	<i>16</i>
2.2.1.3 <i>Les effondrements généralisés.....</i>	<i>18</i>
2.2.1.4 <i>Les zones de karst.....</i>	<i>18</i>
2.2.2 <i>Facteurs aggravant le processus de dégradation des carrières.....</i>	<i>19</i>
2.3 PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE D'ALÉA RÉALISÉE PAR L'INSPECTION GÉNÉRALE DES CARRIÈRES DE LA VILLE DE PARIS (IGC).....	19
2.3.1 <i>Méthodologie.....</i>	<i>19</i>
2.3.2 <i>Inventaire des carrières à ciel ouvert connues à Montreuil.....</i>	<i>21</i>
2.3.2.1 <i>Les sablières.....</i>	<i>21</i>
2.3.2.2 <i>Les carrières de glaises vertes.....</i>	<i>21</i>
2.3.2.3 <i>Les carrières de gypse.....</i>	<i>22</i>
2.3.3 <i>Inventaire des carrières souterraines connues à Montreuil.....</i>	<i>23</i>
2.3.3.1 <i>Les carrières de travertins de Brie.....</i>	<i>23</i>
2.3.3.2 <i>Les carrières de gypse ludien.....</i>	<i>24</i>
2.3.4 <i>Les karsts gypseux identifiés à Montreuil.....</i>	<i>26</i>
2.4 CARACTÉRISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALÉAS ANCIENNES CARRIÈRES ET DISSOLUTION DU GYPSE.....	26

2.4.1	<i>Évaluation de l'aléa pour les carrières.....</i>	26
2.4.2	<i>Caractérisation et cartographie de l'aléa pour les carrières.....</i>	27
2.4.2.1	<i>Zones de protection et marge de reculement.....</i>	28
2.4.2.2	<i>Détail des aléas.....</i>	29
3	L'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN LIÉ AU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX	32
3.1	PRÉSENTATION DU PHÉNOMÈNE NATUREL.....	32
3.1.1	<i>Introduction au phénomène de retrait-gonflement.....</i>	32
3.1.1.1	<i>La nature du sol.....</i>	33
3.1.1.2	<i>L'état de contrainte du sol et/ou sa modification.....</i>	33
3.1.1.3	<i>Le changement de l'environnement hydrique du sol.....</i>	33
3.1.2	<i>Facteurs intervenant dans le processus.....</i>	33
3.2	DESCRIPTION DES DÉSORDRES.....	34
3.2.1	<i>Mécanisme expliquant l'apparition des désordres.....</i>	34
3.2.1.1	<i>Pendant la sécheresse.....</i>	34
3.2.1.2	<i>Au retour des pluies.....</i>	35
3.2.2	<i>Manifestations des désordres affectant les constructions.....</i>	35
3.2.2.1	<i>Sur le gros-œuvre.....</i>	35
3.2.2.2	<i>Sur le second-œuvre.....</i>	36
3.2.2.3	<i>Sur les aménagements extérieurs.....</i>	36
3.3	PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE D'ALÉA RÉALISÉE PAR LE BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES (BRGM).....	37
3.3.1	<i>Détermination du cadre géographique et géologique départemental.....</i>	38
3.3.2	<i>Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations.....</i>	39
3.3.3	<i>Examen des autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement.....</i>	40
3.3.4	<i>Recensement et localisation géographique des sinistres.....</i>	40
3.3.4.1	<i>Répartition géographique des sinistres.....</i>	40
3.3.4.2	<i>Détermination de la densité de sinistres selon le type de formation géologique... ..</i>	41
3.4	CARACTÉRISATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX.....	42
3.4.1	<i>Détermination du degré de susceptibilité.....</i>	42
3.4.2	<i>Détermination du critère « densité de sinistres ».....</i>	43
3.4.3	<i>Détermination du degré d'aléa.....</i>	44
3.5	CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE.....	45
4	CARTES DES DIFFÉRENTS ALÉAS MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	46

5 ANALYSE DES ENJEUX.....	47
5.1 ENJEUX D'AMÉNAGEMENT GLOBAL.....	47
5.1.1 <i>Le développement de l'offre de logements autour du tramway Noisy-le-Sec / Val de Fontenay.....</i>	<i>47</i>
5.1.2 <i>Le développement de l'offre de logements, équipements et commerces dans le centre-ville : ZAC Coeur de Ville.....</i>	<i>47</i>
5.1.3 <i>Le développement du tertiaire et la réhabilitation de l'habitat en lien avec le grand projet de renouvellement urbain (GPRU) de la Porte de Montreuil dans le secteur du bas Montreuil et de la rue de Paris.....</i>	<i>48</i>
5.1.4 <i>La reconstitution de l'offre de logements du fait du processus de rénovation urbaine dans le quartier de Bel Air / Grands Pêcheurs.....</i>	<i>48</i>
5.2 ENJEUX DE MOBILITÉ.....	49
5.2.1 <i>Le développement des liaisons de rocade : tramway Noisy-le-Sec / Val de Fontenay et projet de rocade ferrée périphérique.....</i>	<i>49</i>
5.2.2 <i>Le maillage avec les liaisons radiales : prolongements des lignes 9 et 11.....</i>	<i>49</i>
5.3 ENJEUX PAYSAGERS.....	50
5.3.1 <i>La prise en compte des risques dans les aménagements des espaces verts (parc des Guilands et parc des Beaumonts).....</i>	<i>50</i>
5.3.2 <i>La valorisation du site classé et du secteur des murs à pêches.....</i>	<i>50</i>
5.4 ENJEUX LIÉS AUX ÉQUIPEMENTS SENSIBLES.....	50
5.5 ENJEUX HUMAINS.....	50
5.5.1 <i>Données générales.....</i>	<i>50</i>
5.5.2 <i>Recensement des établissements sensibles.....</i>	<i>51</i>
5.5.3 <i>Analyse de la carte des enjeux de population.....</i>	<i>51</i>
6 ÉLABORATION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	52
6.1 MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	52
6.1.1 <i>Le risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières, trois classes d'exposition ont été définies :.....</i>	<i>52</i>
6.1.1.1 <i>Carrières de gypse et sablières.....</i>	<i>52</i>
6.1.1.2 <i>Carrières de Travertins de Brie.....</i>	<i>52</i>
6.1.2 <i>Concernant le risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse, un seul niveau de risque a été défini :.....</i>	<i>52</i>
6.1.3 <i>Concernant le risque lié au retrait-gonflement des sols argileux, deux classes d'exposition ont été définies :.....</i>	<i>53</i>
6.2 CROISEMENT MULTIRISQUES.....	53
6.3 OBJECTIFS DE PRÉVENTION POUR CHAQUE ZONE.....	54

1 INTRODUCTION

Cette note présente l'ensemble des éléments utiles à la compréhension du plan de prévention des risques mouvements de terrain (PPRMT) sur la commune de Montreuil-sous-Bois.

Ce PPRMT comprend trois grandes parties :

- la note de présentation comprenant la description des phénomènes naturels de mouvements de terrain liés aux anciennes carrières et/ou à la dissolution du gypse et liés au retrait-gonflement des sols argileux, la détermination des aléas correspondants, l'analyse des enjeux des territoires exposés à ces risques et la méthode d'élaboration du zonage réglementaire. Cette note est accompagnée de la cartographie des aléas ;
- le zonage réglementaire, obtenu à partir du croisement effectué entre les différents zonages des aléas et tenant compte des enjeux recensés ;
- un règlement s'appliquant sur chacune des zones réglementaires définies.

A ces trois documents réglementaires s'ajoutent deux documents complémentaires, intégrés pour une meilleure compréhension de la problématique. Il s'agit :

- du préambule ;
- des annexes.

Bien que la commune de Montreuil ait mis en place une consultation de l'Inspection générale des carrières de la Ville de Paris pour les autorisations d'urbanisme situées dans une zone qu'elle a identifiée comme soumise aux risques liés aux carrières souterraines et à ciel ouvert, il n'existe pas d'arrêté préfectoral définissant officiellement ce secteur en tant que « périmètre de risque pris en application de l'ancien article R.111-3 du code de l'urbanisme et valant PPR approuvé ».

Par arrêté préfectoral n° 04-1510 du 31 mars 2004, l'Etat, représenté par le Préfet de Seine-Saint-Denis, a prescrit un plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil. Les risques naturels pris en compte dans le PPR mouvements de terrain sont les suivants :

- Affaissement-effondrement liés aux anciennes carrières ;
- Affaissement-effondrement liés à la dissolution du gypse ;
- Retrait-gonflement des sols argileux.

Dans le cadre de l'élaboration de ce PPR sur la commune de Montreuil, la direction départementale de l'Équipement (DDE) de la Seine-Saint-Denis, qui est chargée d'élaborer et de mettre en application les PPR, a retenu plusieurs experts pour l'assister dans cette mission, en particulier pour définir les aléas de mouvements de terrain et pour lui apporter un soutien technique lors de l'élaboration des projets réglementaires.

Ainsi, la DDE a fait appel :

- à l'Inspection générale des carrières de la Ville de Paris (IGC) pour la caractérisation et cartographie des aléas mouvements de terrain liés aux anciennes carrières souterraines ou à ciel ouvert et des aléas liés à la dissolution du gypse sur la commune de Montreuil ;
- au bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) pour la caractérisation et cartographie des aléas mouvements de terrain liés au retrait-gonflement des sols argileux (dans le cadre de sa mission de service public sur les risques naturels, le BRGM a élaboré une méthodologie de cartographie de l'aléa retrait-gonflement à l'échelle départementale et communale) ;
- au laboratoire régional de l'Est parisien (LREP) pour une mission d'assistance technique à l'élaboration des projets réglementaires prenant en compte l'ensemble des risques de mouvements de terrain.

Les risques de mouvements de terrain, qu'ils soient liés à la présence de cavités souterraines ou au retrait-gonflement des sols argileux, sont à l'origine de désordres pouvant mettre en danger des personnes et provoquer des dégâts matériels importants.

Concernant le risque lié à la présence d'anciennes carrières ou de dissolution du gypse, les coûts des dommages sont très difficilement estimables car le risque est très ponctuel et n'affecte parfois que certaines constructions isolées. Cependant, la présence de cavités souterraines, pouvant occasionner des affaissements, des tassements mais aussi des effondrements de grande ampleur se propageant de manière brutale et soudaine, présente un réel danger pour les vies humaines. Les ouvrages sont également vulnérables et peuvent être détruits entièrement. En plus des risques sur les vies humaines et les infrastructures, ces mouvements de terrain ont des conséquences économiques. Leur survenue entraîne des coûts dus aux réparations, ainsi qu'éventuellement à l'arrêt des activités du secteur concerné. La mise en place de mesure de protection, telle que le comblement des carrières ou la consolidation du sous-sol entraîne également des dépenses revenant en général au propriétaire du terrain. Si aucune protection ne s'avère efficace, le coût de l'expropriation et du relogement des populations menacées est à prendre en compte.

Concernant le risque de retrait-gonflement des sols argileux, la lenteur et la faible amplitude des mouvements de sol le rendent sans danger pour l'homme. Néanmoins, l'apparition de tassements différentiels peut avoir des conséquences importantes sur les bâtiments à fondations superficielles. Le phénomène de retrait-gonflement a été intégré en 1989 au régime des catastrophes naturelles mis en place par la loi du 13 juillet 1982. Depuis le premier arrêté de catastrophe naturelle pris en 1989, ce risque naturel est devenu en France la deuxième cause d'indemnisation derrière les inondations, et le montant total des remboursements effectués à ce titre était évalué à la fin de l'année 2003 par la caisse centrale de réassurance (CCR) à environ 4 milliards d'euros, dont 1 milliard d'euros pour la seule année 2003, ce qui correspond à plusieurs centaines de milliers de maisons sinistrées sur l'ensemble de la France.

2 L'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN LIÉ AUX ANCIENNES CARRIÈRES ET À LA DISSOLUTION DU GYPSE

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

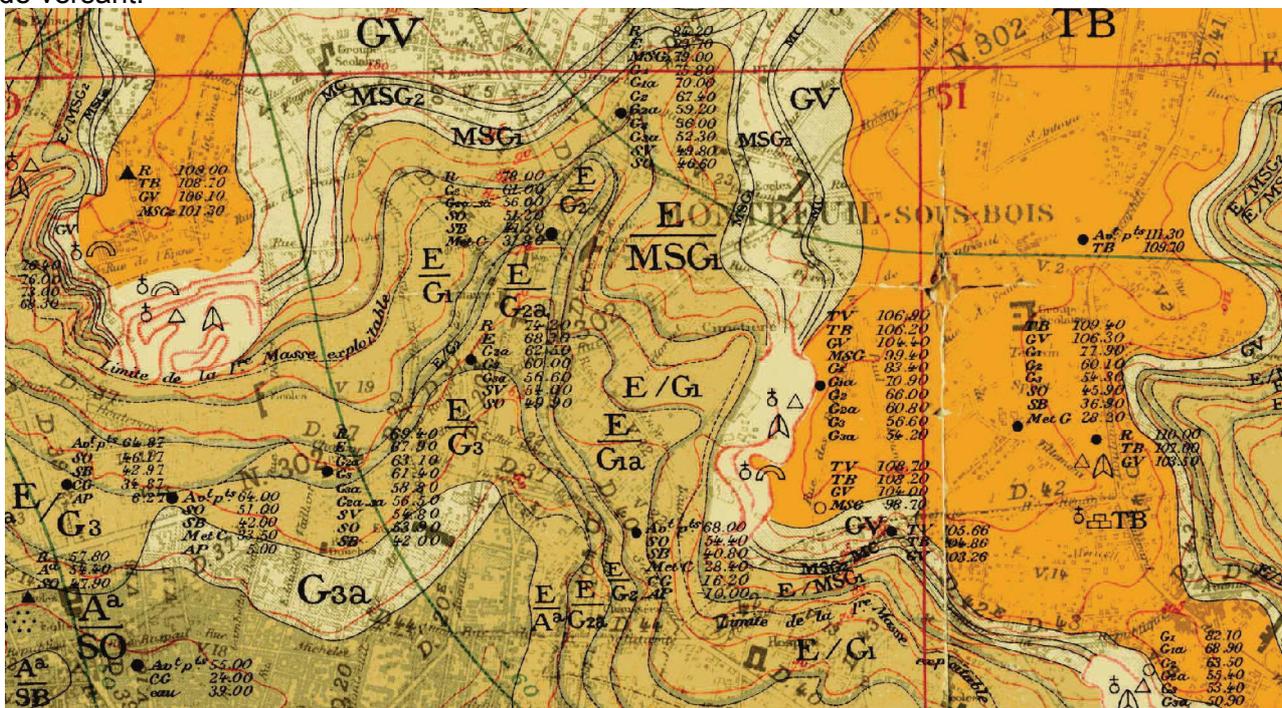
Dans le cadre de l'élaboration du PPR mouvements de terrain sur la commune de Montreuil, l'expertise confiée à l'Inspection générale des carrières de la Ville de Paris (IGC) par la direction départementale de l'Équipement porte sur l'identification des aléas carrières souterraines ou à ciel ouvert et dissolutions de gypse, et leur cartographie à l'échelle du 1/5 000^{ème}.

Cette partie de la note de présentation est consacrée à la présentation de la méthodologie de l'élaboration de l'étude d'aléas réalisée par l'IGC ainsi qu'à la caractérisation des aléas liés aux anciennes carrières et aux dissolutions de gypse sur la commune de Montreuil.

2.1 PRÉSENTATION DU CONTEXTE GÉOLOGIQUE

2.1.1 Géologie de Montreuil appliquée aux carrières et aux dissolutions de gypse

La commune de Montreuil s'inscrit topographiquement et géologiquement dans une butte-témoin, qui s'étire depuis Belleville (Paris 19^{ème} et 20^{ème} arrondissements) à l'Ouest jusqu'à Vaujours à l'Est, avec une courbure de l'axe tectonique principal. Cette butte-témoin, composée essentiellement de terrains appartenant au Ludien, est chapeauté par les travertins de Brie et des argiles vertes, voire des glaises, qui sont très plastiques et qui ont une tendance à fluer en bordure de versant.



R : Remblais ; A : Alluvions ; E : Formations de pente ; TB : Travertins de Brie ; GV : Glaises vertes ; MSG : Marnes supra-gypseuses ; G(1) : Masse du gypse (1^{ère} masse) ; SO : Marno calcaire de Saint Ouen ; SB : Sables de Beauchamp ; M et C : Marnes et caillasses du Lutétien

Extrait de la carte géologique au 1/5 000^{ème} – quart Nord Est de Paris
Source : IGC

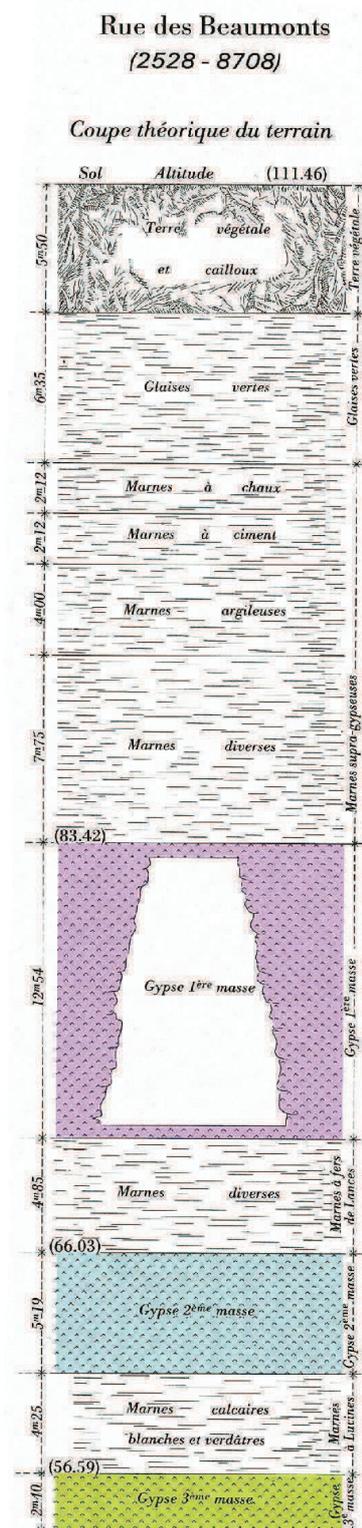
A Montreuil, les horizons exploités se situent, pour le gypse, sur le flanc Sud de la butte-témoin laissée par l'érosion périglaciaire, et, pour les travertins de Brie, sur le plateau. Les exploitations de glaise vertes sont le plus souvent associées à celles de gypse. Il existe cependant des sablières alluvionnaires dans la partie Sud Ouest de Montreuil.

La série ludienne repose sur un ensemble marinésien composé de marno calcaires (de Saint-Ouen) et de sables (de Beauchamp) recouvrant des marnes et caillasses lutéiennes. Ces différents horizons se retrouvent dans la partie Sud Ouest de la commune. Ces formations sous-jacentes au Ludien peuvent contenir des poches de gypse dit « antéludien », le plus souvent contenu dans le Lutétien, qui peuvent se dissoudre lors des circulations d'eau et des mouvements des nappes souterraines.

Toutefois, dans l'état actuel des connaissances géologiques, de tels éléments n'ont pas été observés dans les marnes et caillasses du Lutétien, sur la commune de Montreuil.

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

Les trois horizons de gypse ludien ont été entaillés : la haute masse, les deuxième et troisième masses. Ces bancs de gypse sont séparés par un ensemble marneux de 3 à 5 mètres d'épaisseur et surmontent les Marnes Infra-gypseuses, dans lesquelles s'intercalent des bancs de gypse moins épais, inexploitable dans des conditions techniques et économiques satisfaisantes (4^{ème} masse de gypse).



**Coupe de terrain, avenue Jean Moulin
(atlas des carrières)
Source : IGC**

Les qualités du gypse du bassin parisien ont incité les exploitants à extraire le gypse ludien dès qu'il était sain. La hauteur des exploitations n'excède pas 17 mètres en cumulé sur les 3 étages (secteur des Beaumonts).

L'exploitation du gypse ludien se répartit en deux grands ensembles encadrant le centre ville. Au niveau de ces deux sites principaux de carrières répertoriés, les effets de la sédimentologie et de la tectonique sont négligeables pour les épaisseurs des dépôts et leur altitude relative.

Des marnes supra-gypseuses recouvrent le haut des plateaux. Se situent en tête les marnes dites « de Pantin » qui sont des marnes calcaires blanchâtres, puis les marnes dites « d'Argenteuil » bleutées et plastiques qui peuvent renfermer quelques petits niveaux de gypse en base. Cet ensemble est surmonté par des argiles vertes et les travertins de Brie qui sont le siège de petites exploitations.

Tous ces terrains tertiaires ont été érodés et remaniés durant le Quaternaire pour donner un versant d'une dénivelée supérieure à 60 mètres entre les plateaux du sommet, vers une altitude de 116 m (NGF), et la plaine alluviale (Haute terrasse de la Seine) à l'extrémité Sud Ouest de Montreuil à une altitude voisine de 52 m (NGF).

Sur le versant principal, sur lequel est situé le centre ville de la commune, se rencontrent des formations de pente, constituées par tous les matériaux sus-jacents (sables, travertins, marnes, argiles et quelques lentilles de gypse), qui se sont mis en place pendant le début du Quaternaire. Les matériaux gypseux du Ludien semblent avoir été plus ou moins dissous sous les formations de pente et pseudo-morphosés en calcite.

2.1.2 Conséquence de l'hydrologie sur les carrières

Les eaux naturelles constituent un facteur déclencheur ou aggravant des risques. Il est donc essentiel de définir en amont de l'étude, les différentes nappes en présence. Leur rôle spécifique, tant pour les risques liés aux carrières qu'aux dissolutions de gypse et aux mouvements de terrain, sera défini dans chaque partie.

Deux nappes principales existent à Montreuil :

- la nappe phréatique, en partie basse de Montreuil, qui se situe dans les marno-calcaires de Saint-Ouen et qui correspond à la nappe générale de cette région de l'Ile-de-France ;
- une nappe perchée, contenue par les aquifères sus-jacents aux argiles vertes, essentiellement dans les travertins de Brie.

La nappe perchée est alimentée par la pluie efficace du plateau. A l'origine l'eau s'écoulait sur les bordures des plateaux par l'intermédiaire de sources qui ont donné naissance à des thalwegs (dont celui du ru de Gobetue). Ces sources ayant disparu, ces eaux se perdent dans les formations superficielles et sont probablement à l'origine de la séparation des exploitations ouest et centre. Elles doivent rejoindre la nappe phréatique en pied de butte. Ces circulations d'eau (nappe de versant), probablement chargées en ions calcium, sont à l'origine de la pseudo-morphose du gypse en calcite, qui a affecté tous les niveaux ludiens, plus particulièrement dans le centre ville.

Toutes ces eaux des terrains de recouvrement se perdent parfois dans les carrières en raison d'accidents de terrains (travaux, fontis atteignant la surface, fissurations, diaclases ouvertes, décapage des argiles et marnes les protégeant). Le gypse est un matériau soluble dans une eau non saturée en sulfates. Mais dès lors que l'eau est saturée, le gypse se comporte comme un milieu imperméable.

Les eaux superficielles qui s'écoulent sur les versants de la vallée sont un facteur déterminant pour l'implantation des carrières et pour leur stabilité. Ainsi sur Montreuil, les carrières de gypse se situent de chaque côté du thalweg principal, le centre ville présentant des problèmes de dissolution et de pseudo-morphose du gypse ou de stabilité (formations de pente épaisses).

2.1.3 Exploitations des matériaux et dissolutions

Les cavités susceptibles d'entraîner des désordres en surface, sur le territoire de Montreuil, concernent essentiellement le gypse et le travertin de Brie, qu'il s'agisse de cavités anthropiques ou naturelles (éventuels karsts).

D'autres couches géologiques, telles les sables et graviers des alluvions anciennes ou les glaises des Marnes Vertes, ont été extraites à ciel ouvert. Les marnes Supra-gypseuses ont pu également faire l'objet d'extraction à ciel ouvert, mais elles sont associées aux exploitations d'argiles vertes.

2.1.3.1 Matériaux exploités et taux de défrètement

L'activité de la majorité des carrières a cessé dans la seconde moitié du 19^e siècle, bien que certaines exploitations aient pu être reprises plus tard. Les modes d'exploitation se sont succédés et ont varié dans le temps d'un lieu à l'autre, mais les principes généraux sont restés semblables.

Différentes méthodes d'exploitation coexistent sur une même carrière en fonction de leur rentabilité et de leur répartition. La méthode la plus simple quand le matériau affleure directement ou quand le recouvrement le permet (faible profondeur), est l'exploitation à ciel ouvert. C'est la méthode la plus ancienne. La carrière est directement à flanc de coteau.

✓ Pour les **argiles vertes**, il n'existe apparemment que ce type de carrière, associées aux exploitations de gypse.

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

✓ Pour le **gypse ludien**, cette méthode était utilisée en association avec d'autres exploitations (glaises vertes et/ou marnes supra-gypseuses) ou seules, et s'arrêtait quand le recouvrement devenait trop important.

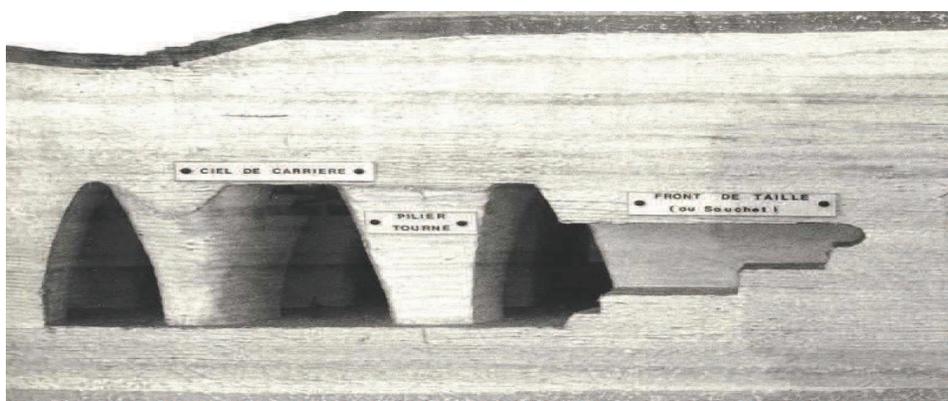
Maquette de l'IGC montrant une carrière de gypse ludien à ciel ouvert
Source : IGC



✓ Les **sablières** ont été exploitées exclusivement à ciel ouvert, hors nappe, sur la commune de Montreuil. Elles correspondent à des carrières localisées dans le Sud Ouest de la commune où les sables et graviers alluvionnaires affleurent.

Le recouvrement augmentant, les carriers ont extrait le gypse en souterrain sur 3 niveaux. La haute masse a été exploitée intensément sur des hauteurs pouvant atteindre 11 mètres à Montreuil. Les deuxième et troisième masses, moins puissantes, ont été également exploitées. Les travertins de Brie furent extraits uniquement en souterrain.

- méthode dite « des piliers tournés » : exploitation souterraine de la pierre en laissant régulièrement du matériau en place (ou étaux de masse qui constituent ainsi des piliers naturels). Cette méthode permet d'obtenir des salles d'exploitation assez hautes et de ne pas remblayer la carrière derrière soi.



Extrait de la maquette de l'Inspection générale des carrières montrant une carrière souterraine exploitée par la méthode des piliers tournés dans le gypse ludien
Source : IGC

- méthode par « hagues et bourrages » : exploitation souterraine de la pierre sur la totalité de l'espace, en laissant derrière soi des remblais ou déchets de l'extraction maintenus par des murs de pierres sèches, si possible jusqu'au toit de la salle d'extraction, et en réalisant quelques piliers en pierres sèches (dits « cales à bras ») pour maintenir le toit de la carrière, le temps de l'exploitation. Cette méthode nécessite la réalisation de salles moins hautes mais qui peuvent être superposées. Seules quelques galeries subsistent, essentiellement en front de taille, le reste est comblé. Toutefois, il peut rester quelques galeries oubliées non comblées. Avec le temps les remblais se tassent. Cette méthode n'a pas été appliquée à Montreuil.

- méthode des galeries en rameaux : exploitation souterraine à partir d'un puits, de faible profondeur, par un réseau de galeries étroites, qui se recourent ou pas. Elles laissent un étai de masse important. Ces galeries artisanales, souvent clandestines, sont réalisées sans plans. L'aspect irrégulier et anarchique de ces exploitations les rendent difficiles à détecter.

L'examen des plans et des archives a révélé que l'exploitation du gypse a été conduite exclusivement par la méthode dite des piliers tournés (ou piliers abandonnés), avec un taux de défrètement pouvant atteindre 70 % localement. Le taux de défrètement représente le rapport entre la surface des vides et la surface totale de l'exploitation (en considérant les surfaces à 1 mètre du pied de carrière).

En vue de réduire la portée du ciel entre deux piliers, précaution rendue nécessaire par la faible résistance à la traction et l'altérabilité du gypse, les carriers ont donné aux galeries une structure ogivale (haute masse) ou trapézoïdale (2^{ème} et 3^{ème} masses), large à la base et étroite au sommet.

Les piliers peuvent présenter maintenant des signes visibles d'altération tels que l'écaillage, la fragmentation, la fissuration, voire la ruine.

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

Les terrains situés au-dessus des masses exploitées sont de nature marneuse à argileuse, et ont été le siège de décapage. Ainsi la protection naturelle contre les venues d'eau a été retirée.

En fin d'exploitation, la carrière était abandonnée le plus souvent sans remblayage. Afin d'éviter les accidents graves liés à la présence de ces vides souterrains importants, certaines de ces carrières ont été localement consolidées par des voûtes en maçonnerie ou en béton, à proximité des versants, ou ont subi un remblayage très partiel, laissant subsister des vides résiduels importants.

Certaines parties de ces carrières se sont effondrées. Ce phénomène laisse subsister des vides entre les blocs de roche fracturés et éboulés et ne conduit pas à une stabilité absolue de la surface du sol. Les anciennes exploitations de gypse, effondrées ou non, constituent toujours une grave menace pour la stabilité du sol, d'autant que les vides sont inaccessibles et ne peuvent donc pas être surveillés. La surface devient très chahutée et les vides arrivés à jour sont souvent remblayés sommairement avec des matériaux de mauvaise qualité. Dans le cas de Montreuil, certains secteurs ont été partiellement envahis par des marnes et argiles provenant des terrains supérieurs, ou ont été repris à ciel ouvert par les carriers.

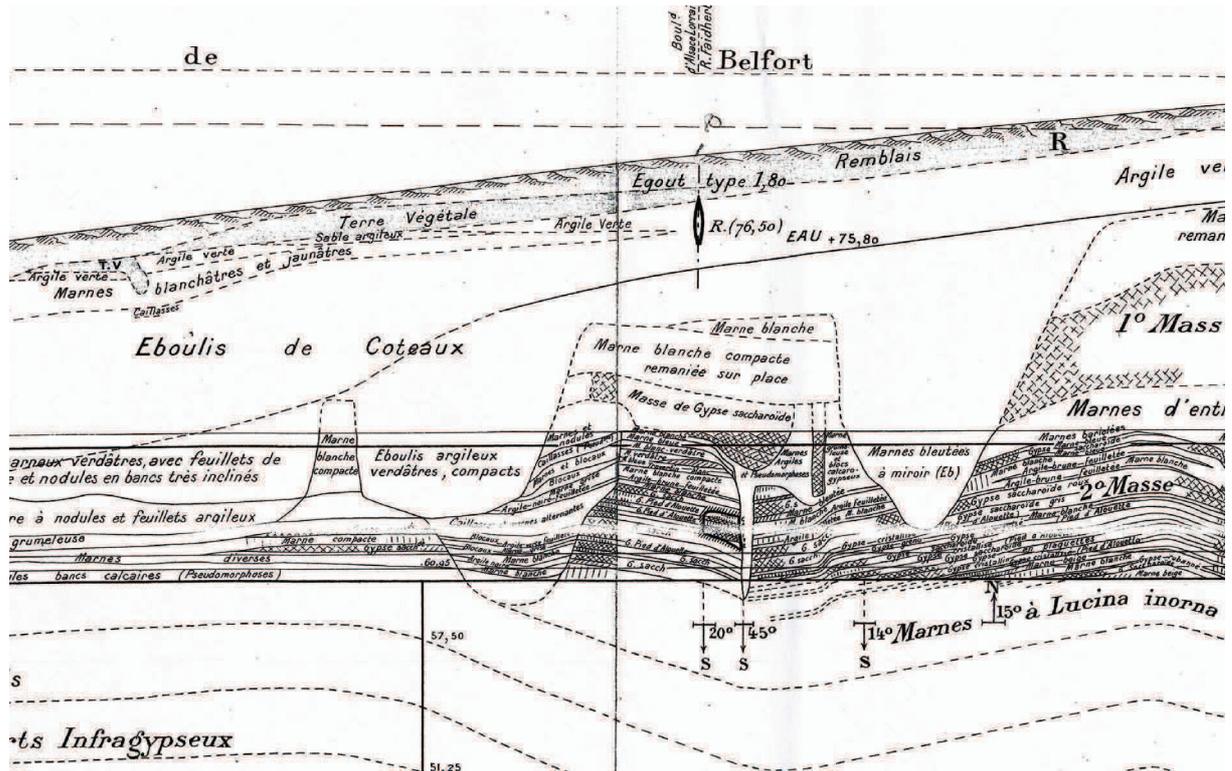
Les exploitations de travertins de Brie, en particulier leur géométrie, sont mal connues et souvent repérées lors d'incidents.

2.1.3.2 Dissolutions du gypse

Gypse du Ludien

C'est dans cet horizon géologique que se trouvent les différentes masses de gypse exploitées à Montreuil et dans la région. Sur la commune de Montreuil, les vides existants dans cette formation sont essentiellement dus aux carrières de gypse. Toutefois, certains vides dans le gypse ludien peuvent résulter de phénomènes de dissolution donnant naissance par endroits à des petits réseaux karstiques, dont le vieillissement est similaire à ceux des galeries de carrières. Ces phénomènes sont dus à la fracturation de cet horizon et/ou aux écoulements d'eau en base de versants dans les 3^{ème} et 4^{ème} masses de gypse.

Les sondages, réalisés dans l'intervalle entre les 2 grands sites de carrières souterraines et à ciel ouvert, montrent que ces formations ludiennes ont été le siège de pseudo-morphoses du gypse, en calcite notamment, associée à des argiles vertes magnésiennes. Les restes des formations gypseuses forment des lentilles. Apparemment les bancs continus ont disparu.



Extrait de la coupe RATP du prolongement de la ligne 9 jusqu'à Mairie de Montreuil, montrant les variations d'épaisseur de gypse ludien subsistant dans le sol, sous les éboulis

Toutefois, les épaisseurs d'origine de ces formations peuvent être très importantes et les lentilles laissées en place épaisses.

En fonction de l'épaisseur résiduelle de gypse dans les lentilles et donc de la taille possible du vide engendré, les désordres, rencontrés au-dessus de ces lentilles, s'apparentent à ceux rencontrés au-dessus des exploitations : fontis, affaissements, décompressions des terrains de recouvrement.

Gypse antéludien (Marinésien et Lutétien)

En l'état des connaissances géologiques sur le sud de Montreuil, il ne semble pas que les marnes et caillasses du Lutétien soient assez épaisses pour contenir du gypse. Sur les coupes de sondages, réalisés dans des communes voisines, des petits niveaux gypseux sont repérables dans les marnes et caillasses. Toutefois leur épaisseur, même en cumulé, n'est pas suffisante pour créer des désordres dans les niveaux géologiques supérieurs.

De plus, les quelques sondages connus montrent des traces de pseudo-morphoses de gypse dans les marno-calcaires de Saint-Ouen.

Le risque de dissolution des gypses antéludiens n'est donc apparemment pas à craindre sur la commune de Montreuil.

2.2 DESCRIPTION DES DÉSORDRES

Les désordres de surface sont consécutifs à la présence de vides dans les bancs de gypse ou de travertins et à l'effondrement des terrains sus-jacents ou des remblais.

Ces anomalies peuvent être de deux origines :

- **anthropiques**, l'homme ayant exploité les bancs de travertin ou de gypse en carrières souterraines, ou à ciel ouvert (remblais) ;
- **naturelles**, dues à la dissolution du gypse par l'eau ou aux phénomènes de versant.

Les vides peuvent remonter vers la surface après affaissement des terrains qui les recouvrent et provoquer alors, selon la hauteur du recouvrement, soit une cuvette appelée *affaissement* soit une cavité appelée "*fontis*". Les affaissements et les fontis sont des phénomènes localisés, d'une forme circulaire et de diamètre plus ou moins grand.

Avec les phénomènes de versant, on peut rencontrer des effondrements localisés, parallèles entre eux et perpendiculaires à la ligne de plus grande pente, plus connus sous le vocable d'éboulements, bien que le terme soit impropre puisqu'il n'y a pas de basculement de blocs. En revanche, ces éboulements existent bien en limite de falaises au niveau des entrées en cavage.

Lorsque l'effondrement est brutal et concerne une grande partie de la carrière, on parle d'un *effondrement généralisé* de carrière souterraine, par rupture des piliers de toute une zone.

Des désordres peuvent être constatés au-dessus des exploitations connues de gypse. Ce sont soit :

- des fontis d'importance et de diamètre variables en fonction des caractéristiques de la carrière (nombre d'étages, superposition correcte ou non, hauteurs des galeries, discontinuités, épaisseur et nature des terrains de recouvrement) ;
- des zones d'affaissements ou de tassements différentiels ;
- des zones d'effondrements importants pouvant être assimilés à des effondrements généralisés.

2.2.1 Les différents types de désordres

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

2.2.1.1 Les affaissements

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

Ils résultent de trois phénomènes de remontée de décompression par :

- Un fontis d'origine profonde qui s'est auto colmaté mais qui a décomprimé tous les terrains sus-jacents. Il reste toujours des petits vides résiduels en profondeur qui continuent à évoluer très lentement ;
- Un fontis d'origine moins profonde mais qui survient dans une zone partiellement remblayée et qui s'auto colmate de la même façon que dans le cas du phénomène précédent ;
- Les horizons sus-jacents au vide initial ne sont pas suffisamment résistants (bancs restant en toit insuffisamment épais) pour que le vide puisse s'agrandir sous la dalle de toit, par dissolution ou par tassement de remblais. On dit que l'effet de voûte est impossible. Les terrains supérieurs s'affaissent progressivement sans qu'un vide franc ne remonte et n'apparaisse à la surface. Les terrains continuent à se décompresser tant que le phénomène initiateur n'a pas cessé.

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

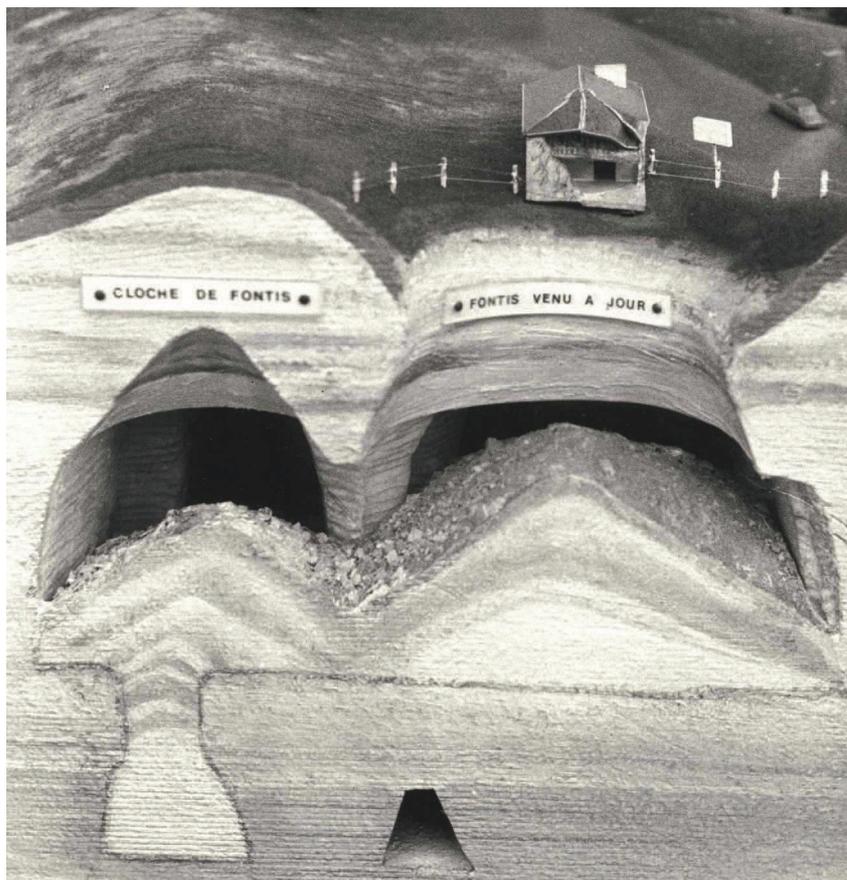
Ils peuvent se généraliser à une grande partie de l'exploitation. Mais comme les tassements sont lents, leurs effets ne se remarquent que par la décompression des terrains sus-jacents aux zones sous minées. Toutefois, à la faveur d'un incident, le tassement peut être localement accentué, en ce cas un affaissement apparaît.

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

Ils peuvent provoquer par contre des altérations ou des ruptures de canalisations (eaux, égouts, gaz...). Les fuites de ces canalisations peuvent avoir des conséquences non négligeables sur l'évolution à court terme du site.

2.2.1.2 Les fontis

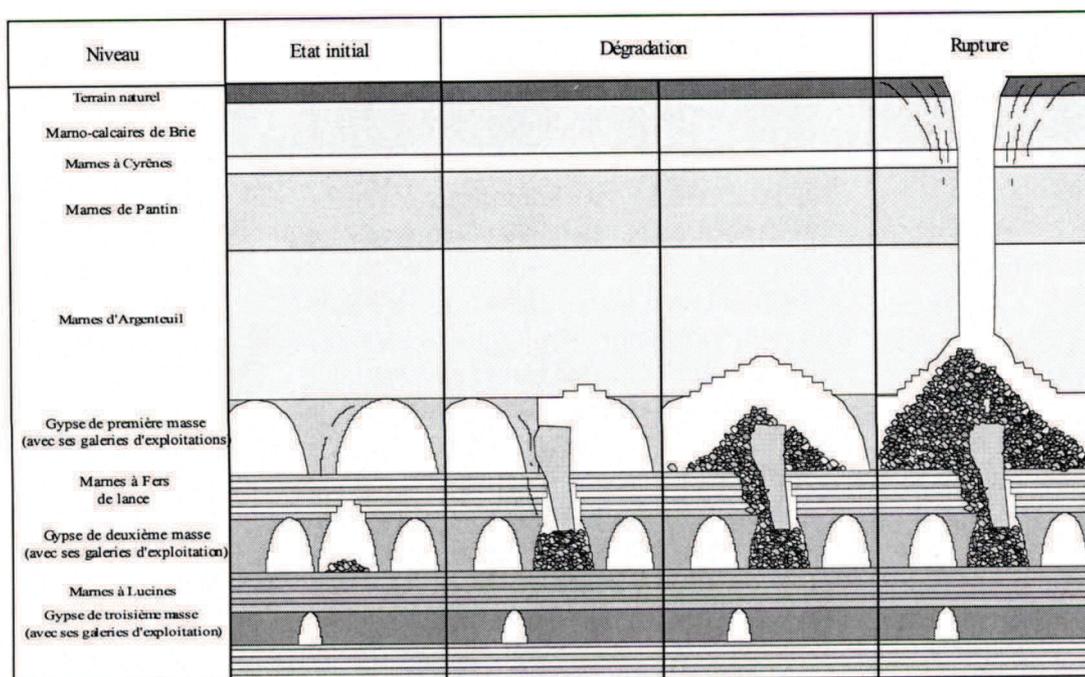
Les fontis sont des effondrements ponctuels initiés par la rupture progressive des premiers bancs du toit par flexion ou par cisaillement sur les appuis, cela en raison d'une largeur de galerie excessive eu égard à la résistance des dalles rocheuses en toit, qui sont le plus souvent fracturées. Le processus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



Extrait de la maquette de l'Inspection générale des carrières, montrant 2 étapes du mécanisme d'un fontis sur une carrière souterraine de gypse
Source : IGC

Ce risque est présent sur la commune de Montreuil plus particulièrement pour les intersections de galeries dans le gypse, exploité par la méthode des piliers tournés, là où les contraintes de traction dans le ciel de carrière sont maximales. Avec le vieillissement de l'exploitation, les piliers peuvent présenter maintenant des signes visibles d'altération tels que l'écaillage, la fragmentation, la fissuration, voire la ruine.

L'épaisseur du banc séparatif entre deux étages peut également être faible. Dans ce cas, il y a un risque de rupture du banc entre les différents niveaux d'exploitation. De même, le poinçonnement du plancher (sol de la carrière) par les piliers est à craindre quand le banc du matériau résiduel en base est trop mince. En ce cas le fontis peut intéresser les 2 étages de carrière et être plus important en surface.



Mécanisme de venue à jour d'un fontis dans le cas d'une superposition d'étage
Source : IGC

La superposition de plusieurs niveaux accélère l'apparition des fontis et accentue leur ampleur. Le décapage des couches argileuses sus-jacentes réduit la protection naturelle des niveaux gypseux contre l'eau.

Les terrains situés au-dessus des matériaux exploités sont de nature marneuse à argileuse, avec des intercalaires gypsifères. Le recouvrement intervient dans le processus de dégradation tant par son épaisseur (poids des terres) que par sa nature (bancs plus ou moins durs faisant ou non effet de voûte). Il induit des contraintes verticales (ou obliques en bordure de versant) dans le toit et les piliers, et influe sur la rapidité de la venue à jour des fontis. Plus les vides résiduels sont importants par rapport à la hauteur de recouvrement plus la probabilité d'apparition de fontis est forte. Plus les tassements différentiels sont importants en bordure de front de taille, plus le ciel de carrière aura tendance à céder du fait de l'augmentation des contraintes de cisaillement.

☞ Sur les bâtiments, l'apparition d'un fontis se traduit par la perte de sol de fondation. Si le bâtiment n'a pas de structure rigide des fondations, les murs porteurs cassent entraînant la ruine de tout ou partie du bâti, en fonction de la taille du fontis et du point de survenance du phénomène. Les canalisations peuvent se rompre sur le moment ou à court terme par flexion, dans le vide, après l'évènement.

2.2.1.3 Les effondrements généralisés

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

L'apparition de ce phénomène est caractérisée d'une part par une bonne résistance à la traction du banc formant le toit, propriété que ne possèdent ni le gypse ni les travertins de Brie sur une grande surface, et d'autre part par une exploitation intensive en pied de carrière laissant une couche insuffisamment épaisse en pied pour résister à la surcharge des piliers en place.

☞ Le bâti est totalement détruit par la violence du phénomène.

2.2.1.4 Les zones de karst

Le gypse est soluble à 2 g/l dans de l'eau pure. Cette solubilité augmente dans une eau chargée. Des réseaux karstiques plus ou moins importants peuvent se développer, en fonction de la dureté des bancs sus-jacents. Toutefois la dissolution du gypse nécessite des circulations d'eau non saturée en sulfate assez importantes.

Lorsque la dissolution s'apparente à un début de lessivage, comme c'est le cas à Montreuil, s'observent alors des phénomènes intermédiaires entre la karstification et la pseudo-morphose des éléments gypseux, de forme saccharoïde pour le Ludien, à partir des apports calciques et siliceux des eaux. Dans les horizons affectés se rencontrent du gypse en lentilles plus ou moins importantes et des éléments bréchiques, essentiellement siliceux et calcitiques avec des argiles magnésiennes, pour une épaisseur « normale » de l'horizon. Les éléments gypseux en quantité et épaisseurs non négligeables qui peuvent encore s'y trouver, sont très sensibles aux eaux parasites.

A Montreuil, ce phénomène concerne toute la partie centrale de la ville, entre les deux grandes carrières de gypse. Il n'existe pas de karst à proprement parler dans ce cas. Cependant, les différentes masses de gypse ont été protégées de ce phénomène dans les environs des carrières. On peut donc rencontrer dans la 3^{ème} masse de gypse ludien et la 4^{ème} masse marinésienne de petits réseaux karstiques, plus particulièrement au Sud du parc des Beaumonts.

Les phénomènes de dissolution sont visibles à l'échelle humaine pour le gypse. L'évolution mécanique due à la déstabilisation des terrains, sus-jacents au vide, peut être plus rapide que la dissolution du gypse.

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

2.2.2 Facteurs aggravant le processus de dégradation des carrières

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

- Les zones où des éboulements se sont produits, présentent de fortes probabilités d'infiltrations d'eau ;
- Les zones où des exploitations à ciel ouvert ont été exploitées puis remblayées avec des matériaux perméables ou gypseux, présentent de fortes probabilités d'infiltrations d'eau ;
- La présence d'eau peut avoir une grande influence sur les propriétés mécaniques des matériaux exploités et des terrains de recouvrement et donc sur la stabilité des ouvrages ;
- Les circulations d'eau peuvent également entraîner les particules fines argileuses ou silteuses qu'elles rencontrent dans le sol et provoquer ainsi l'apparition de décompressions dans les horizons traversés ;
- Dans les zones où la couverture, en place, est importante, les venues d'eau ont peu d'influence sur la dégradation de la carrière, sauf autour des fontis et des puits. Il en est de même pour la dissolution, autour des fontis ;
- Le modelé du site (déclivité, talus non soutenus, falaises laissées à nu dans les terrains) a des conséquences directes sur la stabilité des carrières, plus particulièrement au niveau des entrées en cavage. Les contraintes dans le sol, dues aux terrains de recouvrement deviennent obliques et les piliers de carrière ne sont pas toujours dimensionnés pour les reprendre. Au niveau des falaises cachées par les remblais, les infiltrations d'eau accentuent l'ouverture des fissures ou diaclases dans les terrains de couverture et le toit de la carrière ;
- L'absence d'assainissement dans certaines zones, les fuites de réseau, les cuves non étanches, même anciennes, sont des facteurs aggravants non négligeables puisqu'elles représentent autant de sources d'eau non saturée en sulfates dans le sol. Ces venues d'eau ont une grande importance sur l'intensité de la dissolution du gypse. Ainsi, les dissolutions sont d'autant plus fortes que l'eau peut se renouveler rapidement par rapport à de l'eau stagnante dans le sol qui, une fois saturée, ne dissout plus le matériau environnant ;
- Dans les zones d'anciens thalwegs, la dissolution est, en premier lieu, fossile, due aux cycles de glaciations – dégel du début du Quaternaire et à la présence d'un ru pendant un certain temps, ou active par le drain que le thalweg a créé dans le sol ;
- Enfin un fort couvert végétal, en particulier quand il présente des essences à racines abondantes et profondes. Ces dernières passent par les fissures en toit de carrière et se développent en pied. En grossissant elles accentuent les venues d'eau en carrière et éclatent le ciel.

2.3 PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE D'ALÉA RÉALISÉE PAR L'INSPECTION GÉNÉRALE DES CARRIÈRES DE LA VILLE DE PARIS (IGC)

2.3.1 Méthodologie

L'Inspection générale des carrières (IGC) a mené cette étude à partir des différentes cartes disponibles :

- la carte géologique au 1/20 000^{ème} de l'Inspection générale des carrières, quart Nord-Est ;
- la carte géologique minute au 1/5 000^{ème} existant à l'IGC et comportant des points de sondages avec des coupes résumées ;

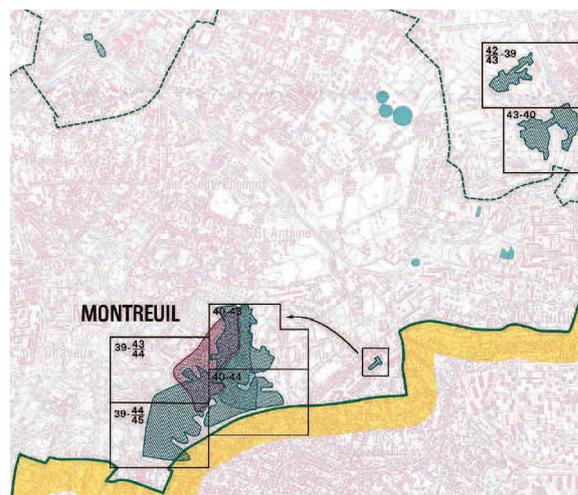
- les cartes des carrières de l'atlas au 1/1 000^{ème} réalisées initialement à partir des plans fournis par les carriers (délimitations en pointillés) et dessinées à partir des relevés topographiques directement effectués par des agents de l'IGC (délimitations en traits pleins). Ces cartes de carrières sont tenues à jour à partir des déclarations d'incidents et des récolements de travaux (voirie, permis de construire, grands travaux).

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

De concert avec l'IGC, la direction départementale de l'Équipement (DDE) a mené une enquête auprès des divers organismes susceptibles de connaître ou d'archiver des informations géologiques et géotechniques.

La Mairie de Montreuil a participé également à la recherche de documentation en permettant à l'Inspection générale des carrières d'accéder à ses archives.

Dans le cadre des conventions passées entre le conseil général de la Seine-Saint-Denis et la commune de Montreuil, avec la Ville de Paris, l'Inspection générale des carrières peut procéder à des visites de contrôle sous le domaine public. Toutefois, les carrières de Montreuil ne sont plus aujourd'hui accessibles. Quelques inspections de surface ponctuelles sont effectuées lors d'incidents, à la demande de la ville ou des particuliers.



Extrait de carte d'assemblage sur Montreuil
Source : IGC

Le présent document expose l'ensemble des données géologiques, géographiques et historiques liées à l'existence des carrières, qui ont été recueillies sur le territoire de la commune de Montreuil. L'analyse de ces données a permis de mettre en évidence les critères d'existence des cavités, tant liées aux carrières souterraines qu'aux dissolutions de gypse, ainsi que les facteurs entraînant leur dégradation ou leur remontée plus ou moins rapide, sous forme de fontis, vers la surface.

La cartographie des aléas comprend un report au 1/5 000^{ème} des aléas dus aux cavités connues à la date de la publication de ce plan. Cette cartographie est réalisée à partir de l'étude des données disponibles à ce jour : géologie, hydrogéologie, diagraphies, coupes de sondages et visites quand elles sont possibles. L'analyse critique de ces données permet de définir les niveaux d'aléas et d'établir la carte correspondante.

On déplore une absence d'informations pour certaines parties de carrières dont l'existence est fortement présumée. En ce cas, il n'existe pas de cartes de carrières permettant de les localiser et de pouvoir informer le public. De la même manière, les limites d'exploitation des carrières à ciel ouvert ne sont pas toujours bien définies.

2.3.2 Inventaire des carrières à ciel ouvert connues à Montreuil

2.3.2.1 Les sablières

Les alluvions anciennes ont été exploitées à Montreuil, à la fin du XIX^{ème} siècle, dans la partie Sud-Ouest de la commune. Elles correspondent à une Haute Terrasse. Ces alluvions anciennes sont constituées de sables, graviers et cailloux, propres, très utilisés dans les agrégats pour mortiers et bétons. La profondeur des sablières n'excède pas 6 m et les banquettes devaient faire moins de 3 m de haut.

Elles sont mal connues et grossièrement répertoriées dans le plan d'assemblage au 1/5 000^{ème} de l'atlas des carrières de l'IGC. Les problèmes rencontrés proviennent de la possibilité de tassements différentiels entre la zone exploitée, et remblayée, et la zone saine voisine.

Parfois quand la différence de qualité des matériaux est trop importante entre les remblais et le sol en place, de l'eau peut être piégée dans les remblais et provoquer des venues d'eau accidentelles dans les sous-sols profonds.

2.3.2.2 Les carrières de glaises vertes

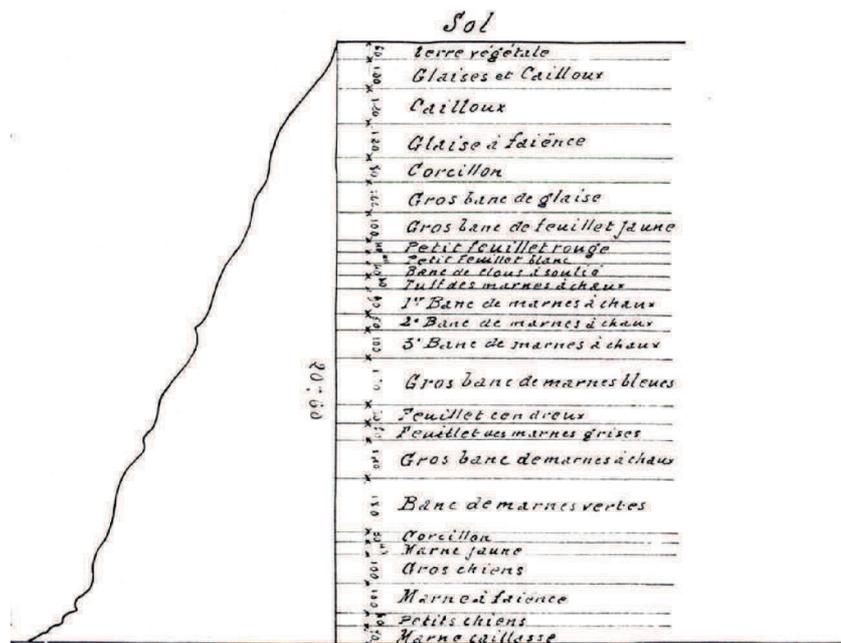
A Montreuil, les argiles vertes (glaises vertes) ont été fortement exploitées, exclusivement à ciel ouvert, en association aux carrières de gypse ludien.



**Carrière d'Argile Verte à ciel ouvert, commune de Montreuil
Source : IGC**

D'après la documentation de l'IGC, les marnes supra-gypseuses ont été l'objet de décapages de surface, mais leur localisation n'est pas connue. Ces carrières d'argiles vertes ont existé sur les 2 principaux sites d'exploitation du gypse, affaiblissant ainsi la couverture imperméable assurant la stabilité des carrières souterraines de gypse sous-jacentes.

L'exploitation en elle-même fait de 4,5 à 5 m de hauteur. Mais le décapage du recouvrement et l'exploitation des terrains sous-jacents entraînent des épaisseurs de remblaiement beaucoup plus importantes, pouvant atteindre 38 mètres par endroit quand la base du gypse de Haute Masse est atteinte.



*Coupe de terrain à Montreuil-sous-Bois
Le 2 Novembre 1893
Dollot*

**Coupe de terrain réalisée par M. Dollot, lors de sa demande d'exploitation, sur le secteur des Guilands
Source : archives de la ville de Montreuil**

La carrière de l'Ouest correspond aux premiers terrains du lieu dit « la Capsulerie » qui apparaît sur le cadastre dès 1846. Elle a été poursuivie en exploitation de marnes supra-gypseuses puis en suivant le versant vers le Sud par celle du gypse.

La carrière du centre ville (Sud du cimetière), occupe la partie Ouest du domaine sous miné par les carrières souterraines de haute masse de gypse.

Ces carrières se situent en partie à l'aplomb des carrières de gypse en souterrain ce qui a fortement réduit leur protection naturelle contre les infiltrations d'eau.

2.3.2.3 Les carrières de gypse

Schématiquement, en fonction de la géologie et de la topographie du coteau sud de la butte témoin précédemment citée, on peut rencontrer des affleurements des deux premières masses de gypse du Ludien, la troisième masse n'y apparaît pas directement, tout du moins au niveau des exploitations.

De nombreuses carrières à ciel ouvert ont été identifiées sur la commune de Montreuil. Toutefois, on ne peut exclure la présence de carrière inconnue, en raison de la topographie de la zone des carrières connues. Les données de sondages révèlent des épaisseurs de remblais non négligeables sur le pourtour des différents sites de carrières de gypse, bien répertoriés.

Lorsque le recouvrement reste faible, le parti d'extraire les matériaux à ciel ouvert était le plus adapté pour les carriers.

La connaissance des carrières à ciel ouvert permet de repérer les fronts de taille susceptibles d'apporter des instabilités en surface par éboulement des falaises laissées en place.

Parc des Guilands

Dès la partie la plus haute, des carrières à ciel ouvert ont été ouvertes, de glaises vertes tout d'abord puis assez rapidement les carriers ont entaillé le versant Sud des Buttes à Morel dans la haute masse de gypse. Un tunnel passait dans les terrains entre la surface et la 2^{ème} masse exploitée en souterrain pour joindre l'exploitation à ciel ouvert de Haute Masse et l'usine à plâtre en contre bas vers le boulevard Chanzy. Ce tunnel est inscrit sur les cartes de l'IGC mais la documentation actuelle ne permet pas de savoir dans quel état de conservation il se trouve.

La seconde masse ne semble pas avoir été exploitée à ciel ouvert dans ce secteur. Toutefois la carte indique un secteur de cavages de 2^{ème} masse effondré, secteur probablement exploité à ciel ouvert afin de permettre l'accès aux carrières souterraines.

Parc des Beaumonts

Les carriers y ont exploité les 2 premières masses à ciel ouvert, peu de descriptions et de localisations exactes existent dans les archives de l'IGC. Toutefois, il semble que la hauteur de recouvrement ait été un facteur déterminant pour les entrées en cavage. Ainsi la 2^{ème} masse a très probablement été exploitée à ciel ouvert avenue Jean Moulin. A partir de 18 m de remblais, cette exploitation a été continuée en souterrain. La plupart des entrées en cavage se situent entre la rue Stalingrad et la rue Molière.

La Haute Masse semble avoir été exploitée systématiquement dès qu'elle était saine. Les entrées en cavage, dissimulées sous les remblais, forment un alignement pratiquement Nord Sud dans le parc des Beaumonts. Au Sud, les entrées en cavage sont regroupées autour de la rue des Charmes. Apparemment la hauteur de recouvrement augmente très rapidement dès les lignes de cavages.

Schématiquement, en fonction de la géologie et de la topographie des coteaux Ouest et Sud du parc des Beaumonts, on peut rencontrer des affleurements assez bas en altitude. Il est fort probable que l'exploitation des 2^{ème} et 3^{ème} masses s'étend bien au Sud du Parc, à ciel ouvert ou en souterrain. Cette partie est mal connue.

2.3.3 Inventaire des carrières souterraines connues à Montreuil

Pour que l'exploitation en souterrain soit possible, il est nécessaire que le banc de toit de l'exploitation en question soit suffisamment épais et en bon état.

2.3.3.1 Les carrières de travertins de Brie

Les carrières souterraines de marnes ou de travertins de Brie sont très mal connues. Elles sont le plus souvent artisanales et très réduites. Les plans sont exceptionnels et c'est lors de travaux ou d'incidents, le plus souvent, qu'elles sont découvertes, essentiellement sur la partie Est de Montreuil. Elles ne se superposent pas aux zones sous minées par des carrières de gypse ludien.

A Montreuil, ces carrières se rencontrent sous très faible recouvrement, généralement 1,50 m. Les galeries font de 2 à 4 m de large et 1,80 m en moyenne de haut.

On y extrayait des caillasses pour l'édification de clôtures, pour des empièvements ou pour les murs à pêches, célèbres à Montreuil. Ces carrières y sont souvent liées.

2.3.3.2 Les carrières de gypse ludien

Quand le recouvrement est devenu trop important, l'exploitation à ciel ouvert a été poursuivie en souterrain. C'est le cas de la haute masse (ou 1^{ère} masse) et de la 2^{ème} masse.

Il existe des carrières de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} masses. Elles sont elles-mêmes en partie affectées par des dissolutions.

La carrière de l'Ouest ou carrière des Guilands ou des Buttes à Morel

Elle a été en majorité exploitée dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle par différents propriétaires, dont un dénommé M. Morel. L'arrêté d'autorisation de la plâtrière date du 14 janvier 1864. Elle a été définitivement abandonnée en moment de la Première Guerre Mondiale.

Cette carrière est contiguë à la carrière Sud de Bagnolet.

Elle se compose de deux carrières souterraines, non superposées, ou très peu, de haute masse et de 2^{ème} masse. Il n'existe apparemment pas de carrière de 3^{ème} masse. Elle peut toutefois avoir fait l'objet d'une exploitation à partir de la carrière de 2^{ème} masse. L'Inspection générale des carrières ne dispose pas d'information sur cette question et aucun 3^{ème} étage de carrière souterraine n'a été cartographié.

Les différentes masses plongent légèrement vers le S-SE, probablement avec l'approche du versant.

Masses	Altitude du toit de la masse	Hauteur moyenne de galerie	Observations
Haute Masse	84 à 81 m min 73 m	10 à 11m	Petits piliers tournés zone Nord à grands fontis
2 ^{ème} masse	67 à 65 m min 62 m	max 4 m	Petits piliers tournés secteurs de cavages effondrés
3 ^{ème} masse	61 à 59 m min 55		

L'îlot Nord, au Nord de la rue Hoche, a subi de nombreux et importants fontis, à la limite de l'effondrement généralisé, en ce qui concerne la partie Est. Une partie de ce secteur a été traité (comblement gravitaire et clavage des vides).

La carrière du Sud dite « des Beaumonts »

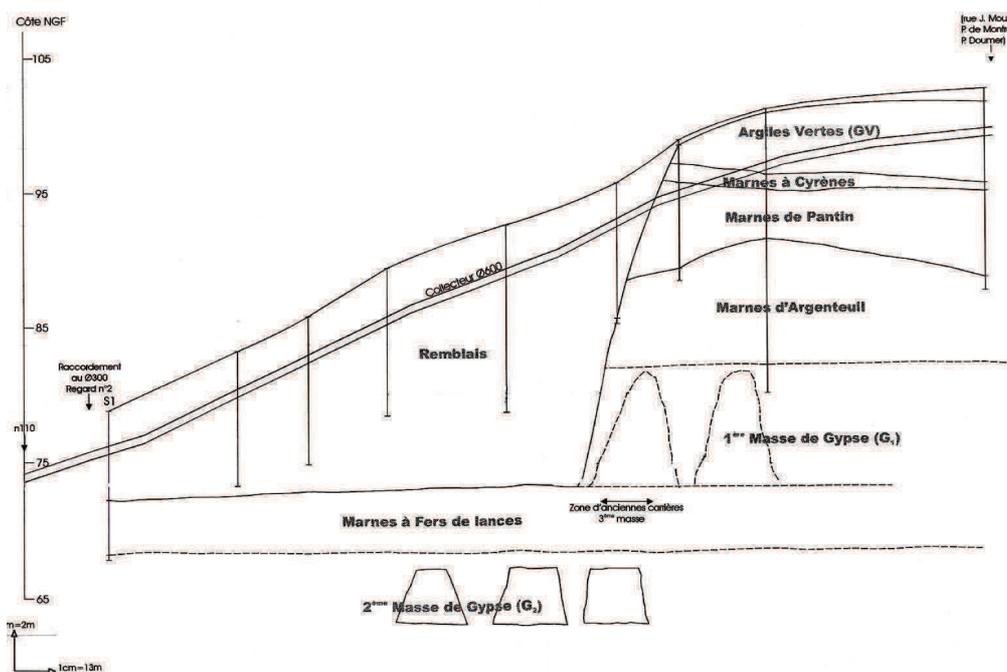
Cette carrière est au Sud du centre-ville de Montreuil. Son extension totale n'est pas connue, il semble que des petits îlots de 3^{ème} masse existent sous les exploitations à ciel ouvert ou souterraines de 2^{ème} masse, au Sud-Ouest de la rue Molière.

Les trois masses ont des caractéristiques à peu près constantes sur l'ensemble du site, répertoriées dans le tableau ci-après :

Masse	Altitude du toit de la masse	Hauteur moyenne de galerie	Observations
Haute Masse	72 à 71 m	De 5 à 10 m	Parfois partiellement remblayée
2 ^{ème} masse	59 à 58 m	De 3 à 4,5 m	Petits piliers
3 ^{ème} masse	54 à 55 m	1,5 à 2,6 m	Parfois eau

Sur ce site, les 3 étages sont superposés, mais les piliers ne le sont pas. De plus les piliers de haute masse sont massifs alors que ceux de 2^{ème} masse sont petits et irréguliers. Les taux de défrètement des carrières, plus particulièrement en haute masse, sont assez forts et peuvent atteindre 70 %, ce qui est très important pour une carrière de gypse.

La partie la plus au Sud de la carrière de haute masse est effondrée, particulièrement à l'endroit où les glaises vertes ont été exploitées à ciel ouvert. Ce secteur était très dangereux avant son comblement en 1987 avec du coulis de cendre volante. Toutefois, le traitement n'a apparemment pas été poursuivi par un traitement des terrains superficiels.



Coupe géologique des carrières à ciel ouvert dissimulant des entrées en cavage de 1^{ère} masse sous l'avenue Jean Moulin, carrière des Beaumonts
Source : LREP

Ces carrières devaient être déjà dangereuses lors de leurs exploitations : toutes les voies de circulations importantes vers les escaliers ou entrées en cavage sont particulièrement renforcées. Elles ont été très peu remblayées en phase d'exploitation et de nombreux fontis sont venus à jour, parfois même peu de temps après l'exploitation. Ainsi la 2^{ème} masse, exploitée en 1842 vers la rue des Ormes, a subi la venue à jour de fontis dès 1855.

La carrière de la Villa de l'Avenir :

Cette carrière est répertoriée sur l'atlas des carrières comme une galerie unique qui mesure 6 m de haut en général, mais peut atteindre 10 m, et 5 m de large au maximum. Elle débute au n°1 de la Villa avec une descenderie en carrière et se trouve à 25 m de profondeur au fond de la Villa, avec un maximum de 33 m au niveau du n°7. Elle est désaxée par rapport à la Villa.

Des fontis importants sont venus à jour tout au long de cette galerie. Cette carrière n'est que très partiellement remblayée, d'origine.

En conclusion, les carrières de gypse de Montreuil ont été exploitées par la méthode des piliers tournés, avec parfois des taux de défrètement importants. Les piliers ne se superposent pas d'un étage à l'autre et leur taille diminue en fonction de la profondeur. Les effondrements peuvent se rencontrer entre les piliers ou se produire par écrasement des piliers d'un étage inférieur, et donner naissance à des fontis ou à des affaissements plus ou moins importants en fonction du taux de remblayage local de la carrière.

2.3.4 Les karsts gypseux identifiés à Montreuil

Dans les carrières de gypse ludien, il n'est pas rare de rencontrer des diaclases ouvertes. Ces diaclases, associées aux phénomènes dus aux versants, entraînent des décalages dans les blocs de gypse (improprement appelés failles), ainsi que des éboulements.

Dans la zone entre les deux parcs de Montreuil, lieux d'exploitation des carrières, existe un ancien thalweg où se rencontrent également sous les formations de pente, ces formations gypseuses. Elles sont fortement altérées par les ruissellements qu'elles ont subi. Ces dissolutions et altérations ne forment pas à proprement parlé des karsts gypseux, mais apportent des décompressions voire de petits affaissements qui peuvent être non négligeables quand l'épaisseur du banc gypseux d'origine est importante.

2.4 CARACTÉRISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALÉAS ANCIENNES CARRIÈRES ET DISSOLUTION DU GYPSE

La notion d'aléa est usuellement décrite comme le croisement de l'intensité du phénomène (type de phénomène redouté, ampleurs des désordres ou impacts des phénomènes) avec sa probabilité d'occurrence (prédisposition du site et facteurs aggravants).

2.4.1 Évaluation de l'aléa pour les carrières

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

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

La présence de cavités, anthropiques ou naturelles

Compte tenu de l'échelle de travail (1/5 000^{ème}), on admettra que toutes les cavités sont semblables : leur taux de défrètement moyen avoisine 60 % et les épaisseurs résiduelles de travertin ou de gypse au toit et au mur n'excèdent pas 1 mètre.

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

La superposition de plusieurs cavités est aussi un facteur déterminant.

Le contexte géologique et hydrogéologique de l'environnement

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

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

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

Les facteurs aggravants

Ils ont été détaillés dans le paragraphe 2.2.2. Il s'agit essentiellement de la présence d'eau qui peut avoir une grande influence sur les propriétés mécaniques des terrains, et donc sur la stabilité des ouvrages.

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

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

2.4.2 Caractérisation et cartographie de l'aléa pour les carrières

Quatre niveaux d'aléas ont été retenus (très fort, fort, moyen, faible), une zone de protection et une marge de reculement.

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

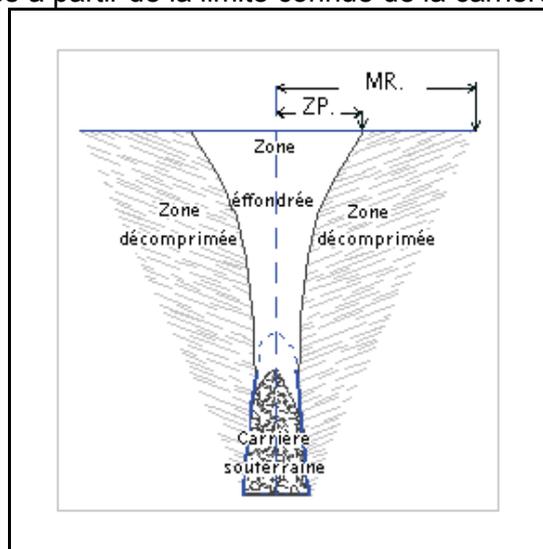


Schéma zone de protection - Marge de reculement
Source : IGC

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

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

2.4.2.1 Zones de protection et marge de reculement

Zone de protection

La zone de protection correspond à la bande de terrain, bordant les emprises sous minées, susceptible de s'effondrer durant, ou relativement peu de temps après la survenance d'un fontis en surface (voir schéma plus haut).

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

Ce débord est dimensionné à partir d'une estimation du diamètre des fontis formés en surface, sa largeur est fixée à :

- ZP = 0 mètre si la carrière est consolidée (aucun vide ne subsiste) ou au niveau des entrées en cavage ;
- ZP = 2 mètres pour les carrières de travertins de Brie ;
- ZP = 5 mètres quand la carrière de gypse de 2^{ème} ou 3^{ème} masse est remblayée ;
- ZP = 10 mètres quand la carrière de gypse est foudroyée en 1^{ère} masse, ou qu'on se trouve en présence que de 2^{ème} ou 3^{ème} masse ;
- ZP = 20 mètres dans les autres cas.

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

Marge de reculement

La marge de reculement représente la zone d'influence d'un événement qui s'est produit en surface, ou qui est susceptible de se produire (voir schéma plus haut). Au-delà de cette zone, aucun désordre n'est à craindre pour les aménagements de surface.

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

- MR = 0 mètre dans le cas des carrières consolidées et des entrées en cavage ;
- MR = 4 mètres dans le cas d'une carrière de travertins de Brie ;
- MR = 10 mètres dans le cas des carrières remblayées de 2^{ème} ou 3^{ème} masse de gypse ;
- MR = 20 mètres pour les carrières effondrées de 1^{ère} masse, ou uniquement de 2^{ème} ou 3^{ème} masse ;
- MR = 40 mètres dans les autres cas.

	0 m	2 m	4 m	5 m	10 m	20 m	40 m
ZP	Carrière consolidée, entrée en cavage	Carrière de travertins de Brie	-	Carrière remblayée	Carrière effondrée, 2 ^{ème} ou 3 ^{ème} masse	Tous les autres cas	-
MR	Carrière consolidée et entrées en cavage	-	Carrière de travertins de Brie	-	Carrière remblayée	Carrière foudroyée ou 2 ^{ème} masse uniquement	Tous les autres cas

Tableau récapitulatif des zones de protection et des marges de reculement

2.4.2.2 Détail des aléas

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

cas	Travertin de Brie	Gypse	
		<i>Sous faible recouvrement</i>	<i>Sous fort recouvrement</i>
Fontis repérés	<i>Très fort</i>	<i>Très fort</i>	<i>Très fort à fort</i>
Galeries vides ou partiellement remblayées d'origine	<i>Fort</i>	<i>Très fort</i>	<i>Fort</i>
Galeries « remblayées »	<i>Moyen</i>	<i>Fort</i>	<i>Moyen</i>
Galeries « remblayées » clavées	<i>Faible</i>	<i>Moyen</i>	<i>Faible</i>
Galeries « consolidées »	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>
Exploitation souterraine présumée	<i>Moyen</i>	<i>Fort</i>	<i>Moyen</i>
Puits d'accès non ceinturé	<i>Moyen</i>	<i>Fort</i>	<i>Moyen à fort</i>

Quatre niveaux d'aléas pour les carrières souterraines

Matériaux	Glaises vertes et marnes supra gypseuses	Gypse ludien			Sablières		
		<i>Avérées</i>	<i>Supposées</i>	<i>Traitées</i>	<i>Avérées</i>	<i>Supposées</i>	<i>Traitées</i>
Aléa	<i>Moyen</i>	<i>Fort</i>	<i>Moyen à faible</i>	<i>Moyen à faible</i>	<i>Moyen</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>

Trois niveaux d'aléas pour les carrières à ciel ouvert

Présence cumulée de gypse	<i>Moyenne</i>	<i>Importante</i>
Aléa	<i>Faible</i>	<i>Moyen</i>

Deux niveaux d'aléas pour les dissolutions du gypse ludien

Ces niveaux d'aléas ont été cartographiés à l'échelle 1/5 000^{ème}.

Sont classées en **aléa très fort** :

- Les zones de carrières souterraines de gypse ou de travertin de Brie, non « consolidées », non « remblayées », avec fontis repérés ;
- Les zones de carrières de gypse non « consolidées », non « remblayées » avec des galeries vides ou partiellement remblayées d'origine, sous faible recouvrement ;
- Les zones de protection autour des zones de cloches de fontis repérées ou de fontis venus à jour mais non comblés et les zones de carrières souterraines en mauvais état ou vides ou remblayées partiellement dans le cas du gypse sous faible recouvrement.

Sont classées en **aléa fort** :

- Les carrières de gypse à ciel ouvert dont les limites sont connues et n'ayant fait l'objet d'aucun traitement particulier ;
- Les zones de carrières souterraines de travertins de Brie non « consolidées », non « remblayées » ;
- Les zones de carrières souterraines de gypse non consolidées, non « remblayées », quand le recouvrement est important ;
- Les zones de carrières souterraines « remblayées » du gypse sous faible recouvrement ;
- Les zones où l'existence de cavités, dans le gypse, sous faible recouvrement, est probable (ancien plan, indices en surface...) mais dont les limites n'ont pas été reconnues, et où le risque de fontis et/ou d'affaissement est grand ;
- Les zones de puits d'accès non ceinturés en carrière dans le cas du gypse sous faible recouvrement ;
- Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en aléa fort ;
- Les marges de reculement autour des carrières souterraines classées en aléa très fort (du fait de la décompression éventuelle des terrains en cas de fontis).

Sont classées en **aléa moyen** :

- Les carrières de gypse à ciel ouvert dont les limites sont mal connues ou traitées ;
- Les carrières de marnes supra-gypseuses et de glaises vertes à ciel ouvert au-dessus des masses de gypse intactes ;
- Les sablières connues, n'ayant fait l'objet d'aucun traitement particulier ;
- Les carrières souterraines de travertin de Brie « remblayées » ;
- Les carrières souterraines de gypse sous fort recouvrement, « remblayées » par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire ;
- Les carrières souterraines de gypse, sous faible recouvrement, « remblayées » par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire, avec clavage, sans traitement des terrains de recouvrement ;
- Les zones où l'existence de cavités liées aux travertins de Brie est probable, mais dont les limites ne sont pas connues, et où le risque de fontis et/ou d'affaissement existe ;
- Les zones de carrières souterraines de gypse, « remblayées », non « consolidées », ou non connues, où le recouvrement est important ;
- Les zones de puits d'accès non ceinturés en carrière dans le cas du travertin de Brie ;
- Les zones de puits d'accès non ceinturés en carrière dans le cas du gypse sous fort recouvrement ;
- Les zones sensibles aux dissolutions de gypse ludien pseudo-morphosé, où les épaisseurs de gypses subsistant peuvent être importantes ;
- Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en aléa modéré ;
- Les marges de reculement autour des carrières souterraines classées en aléa fort.

Sont classées en **aléa faible** :

- Les carrières de gypse à ciel ouvert dont les limites sont connues et « remblayées » avec traitement particulier ;
- Les sablières non connues ou traitées ;
- Les carrières souterraines de travertin de Brie, « remblayées » par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire, avec clavage, sans traitement des terrains de recouvrement ;
- Les carrières souterraines de gypse, sous fort recouvrement, remblayées par remblaiement mécanique ou par injection gravitaire, avec clavage, sans traitement des terrains de recouvrement ;
- Les carrières souterraines « consolidées » ;
- Les zones sensibles aux dissolutions de gypse ludien pseudo-morphosé, où les épaisseurs de gypses subsistant sont plus réduites ;
- Les zones de protection correspondant aux carrières souterraines classées en aléa faible ;
- Les marges de reculement des zones classées en aléa modéré.

3 L'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN LIÉ AU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

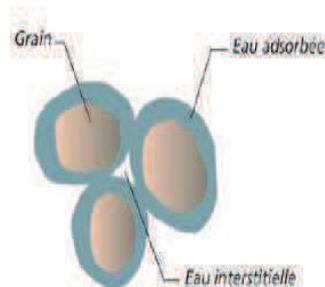
3.1 PRÉSENTATION DU PHÉNOMÈNE NATUREL

3.1.1 Introduction au phénomène de retrait-gonflement

Le phénomène de retrait-gonflement concerne les sols sensibles aux variations de teneur en eau. Il s'agit surtout des sols fins argileux, limoneux ou marneux. En particulier, les sols qui comprennent en proportion importante des argiles telles que les smectites, les illites ou les montmorillonites peuvent subir des déformations importantes.

Le retrait-gonflement est principalement régi par des phénomènes de capillarité et de succion, qui sont particulièrement importants lorsque les sols sont fins. En effet, plus les pores des sols sont petits, plus l'eau est susceptible d'être absorbée et de rester "incorporée" aux matériaux. C'est le cas inverse de celui des sols très poreux, dans lesquels l'eau est peu retenue et circule sous l'effet de la gravité.

Lorsque qu'un sol argileux est soumis au phénomène d'évaporation, son volume va d'abord diminuer de façon proportionnelle avec la teneur en eau tout restant dans un état saturé (les vides étant toujours remplis par de l'eau). Cette diminution de volume peut avoir lieu verticalement (tassement) mais aussi horizontalement (apparition de fissures de dessiccation). Lorsque la teneur en eau devient trop faible, le volume ne diminue plus : l'eau des vides s'évapore et ceux-ci se remplissent d'air. Il se développe des pressions de succion très importantes. Les seules particules d'eau qui demeurent sont fixées par attraction moléculaire sur les particules du sol : on parle d'eau « liée » ou d'eau d'absorption.



Source : PRIM.net

Lorsqu'un sol argileux s'humidifie, les vides se remplissent dans un premier temps jusqu'à la saturation, sans que le volume de sol change. Après saturation, si l'apport en eau se poursuit, le sol peut être amené à dépasser son volume initial, ce qui se traduit par un phénomène de gonflement.

Les sols argileux ne se comportent pas tous de la même façon lorsqu'ils sont soumis à des variations de la teneur en eau. Leur sensibilité aux variations de teneur en eau dépend de plusieurs facteurs.

3.1.1.1 La nature du sol

Les réactions du sol vont différer selon les propriétés et la proportion des argiles qu'il contient. Les argiles sont composées d'alumino-silicates hydratés associés à un ou plusieurs ions qui tapissent la surface des grains solides (tels que les cations associés au calcium, au sodium, au potassium, ou au fer). A l'échelle microscopique, les grains d'argile sont agencés en plaquettes formées par un empilement de feuillets.

Les grains ne sont pas électriquement neutres. Certaines argiles à structure complexe, tels que les argiles inter-stratifiées, ont la capacité de réaliser de multiples échanges ioniques et d'incorporer des molécules d'eau entre leurs feuillets. L'introduction de cette eau inter-réticulaire va conduire à l'hydratation des ions échangeables et à l'augmentation de leur diamètre à l'origine du gonflement.

Certains minéraux argileux, comme la montmorillonite, sont caractérisés par leur grande capacité à absorber de l'eau, et donc à changer de volume. Dans les sols contenant de telles argiles, les déformations, retrait ou gonflement, peuvent donc parfois atteindre des proportions importantes.

3.1.1.2 L'état de contrainte du sol et/ou sa modification

Si un sol argileux se trouve dans un état de compacité élevé (s'il est par exemple « surconsolidé » du fait de la présence d'un bâtiment ou d'un remblai), il sera moins affecté par les variations de teneur en eau.

D'autre part, l'enlèvement de charges ou l'ajout de surcharges sur le sol peuvent se traduire en surface par des soulèvements ou des tassements. Ces déformations peuvent apparaître par exemple suite à une construction de remblais, à un remaniement lors de terrassements...

3.1.1.3 Le changement de l'environnement hydrique du sol

Les variations affectant le niveau de la nappe phréatique, la teneur en eau et le degré de saturation influencent les variations de volume du sol.

3.1.2 **Facteurs intervenant dans le processus**

On distingue plusieurs facteurs :

- Les *facteurs de prédisposition* constituent les conditions nécessaires à l'apparition de ce phénomène et déterminent la répartition spatiale de l'aléa. La seule présence de ces facteurs ne suffit pas à déclencher le phénomène. Les facteurs de prédisposition sont permanents et conditionnent la répartition spatiale du phénomène.
- Les *facteurs internes* sont liés à la nature du sol. Les principaux éléments qui influent sur la susceptibilité au retrait-gonflement sont la proportion de matériaux argileux, la géométrie des couches (une couche épaisse en position superficielle sera plus sensible qu'une couche fine en profondeur), et la composition minéralogique des argiles.
- Les *facteurs d'environnement* sont liés aux principales caractéristiques du site. Ce sont des facteurs de prédisposition car leur présence dans un secteur signifie que celui-ci est susceptible d'être concerné par le risque de retrait-gonflement. On peut citer les facteurs suivants :
 - la végétation : les racines des arbres soutirent l'eau du sol, par succion, en provoquant une dépression locale et une migration de l'eau autour d'elles. Les espèces d'arbres ayant le plus d'influence sur le phénomène de retrait-gonflement sont les chênes, les peupliers, les cèdres... Les massifs de buissons ou d'arbustes implantés au droit des façades peuvent également causer des dégâts importants.

- la topographie : la présence d'une pente favorise le ruissellement et le drainage, tandis qu'un terrain plat pourra recueillir des eaux stagnantes qui ralentiront la dessiccation du sol. D'autre part, une maison construite sur un terrain en pente est souvent plus sensible au problème de retrait-gonflement, car il existe une dissymétrie entre les fondations amont (qui sont enterrées plus profondément) et avalées (qui sont ancrées dans des couches superficielles davantage soumises à l'évaporation).
- la circulation d'eaux souterraines : la présence d'une nappe ou d'une source rend le phénomène de retrait-gonflement plus complexe. Les fluctuations des nappes, telles qu'un abaissement prolongé, ont un impact direct sur les variations hydriques des sols et de leurs caractéristiques mécaniques.
- l'exposition : l'exposition d'un terrain conditionnant son ensoleillement, elle peut avoir une influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation.

Ces facteurs environnement sont également des *facteurs aggravants* car leur présence accentue les effets du phénomène.

- les **facteurs de déclenchement** ont une influence directe sur le phénomène : ils le provoquent. Cependant ils n'ont d'effet significatif que s'il existe des facteurs de prédisposition préalables. La connaissance de ces facteurs permet de déterminer l'occurrence du phénomène.
 - la climatologie : le principal facteur de déclenchement est d'ordre météorologique : il s'agit d'un phénomène de sécheresse exceptionnelle, c'est à dire qui n'est pas assimilable à des variations climatiques saisonnières. Les deux paramètres importants qui permettent de qualifier ce type de phénomène météorologique sont les précipitations et l'évapotranspiration (évaporation provoquée par les conditions de température, de vent et d'ensoleillement + transpiration c'est-à-dire eau absorbée par la végétation). Lorsque la période de sécheresse a été précédée ou s'est vue accompagnée d'épisodes pluvieux importants, les variations de teneur en eau sont encore plus conséquentes et leur effet sur le retrait-gonflement des sols s'en ressent davantage.
 - les facteurs anthropiques : certaines interventions ou circonstances (arrosage, fuite de canalisations, obstruction de drains, présence de sources de chaleur en sous-sol...) peuvent réduire ou augmenter les apports d'eau et aggraver les déséquilibres hydriques et donc les mouvements différentiels de sol.

3.2 DESCRIPTION DES DÉSORDRES

3.2.1 **Mécanisme expliquant l'apparition des désordres**

3.2.1.1 Pendant la sécheresse

Pendant une période de sécheresse intense, la teneur en eau des couches constitutives du sol diminue fortement. Les couches superficielles, soumises à évaporation, se rétractent. Ce retrait peut aller jusqu'à la fissuration du sol. Par contre, le sol situé sous un bâtiment conserve un équilibre hydrique sensiblement constant, car la présence d'une telle construction constitue un écran à l'évaporation : la surface occupée par le bâtiment constitue une couche imperméable. Il existe donc un déséquilibre entre la partie centrale (où la teneur en eau est pratiquement constante) et la périphérie du bâtiment (directement exposée à l'évaporation). Ce phénomène est susceptible d'entraîner des mouvements différentiels de sols au droit des façades.

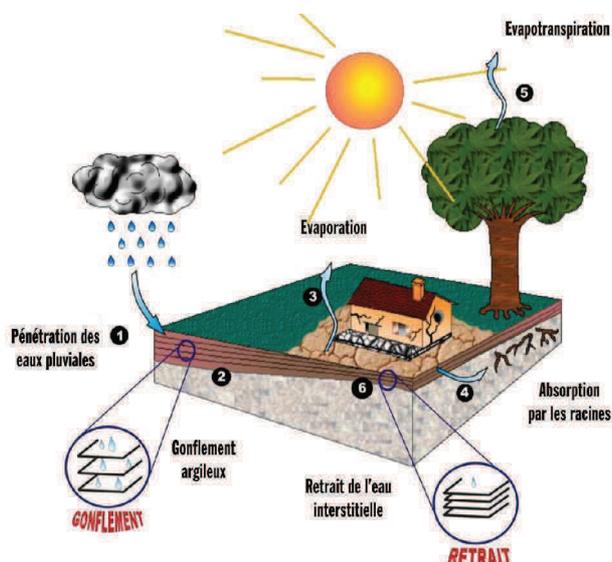
Les tassements différentiels peuvent parfois atteindre plusieurs centimètres. Le retrait peut supprimer localement le contact entre la fondation et le terrain d'assise et entraîner l'apparition de vides.

3.2.1.2 Au retour des pluies

Au retour des précipitations, les sols s'humidifient à nouveau. Cependant, il est fréquent qu'ils ne retrouvent pas exactement leur volume initial, ce qui explique que, dans certains cas, les fissures apparues suite à la sécheresse ne se referment pas complètement après des précipitations importantes.

Le phénomène inverse peut également se produire : lorsque des pluies particulièrement longues et intenses tombent sur un sol constitué d'argiles particulièrement gonflantes, il peut arriver que la réhydratation provoque un gonflement d'amplitude supérieure et entraîne de nouveaux désordres.

De même que pour le phénomène de retrait en période de sécheresse, les déformations entraînées par le phénomène de gonflement ne sont pas uniformes. Ces gonflements différentiels sont susceptibles de provoquer des soulèvements affectant les dallages et les structures des constructions.



3.2.2 **Manifestations des désordres affectant les constructions**

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

3.2.2.1 Sur le gros-œuvre

- Fissuration des structures enterrées ou aériennes

Ces fissurations atteignent parfois plusieurs centimètres et peuvent être inclinées selon diverses orientations (verticale, horizontale, angle à 45°). Plusieurs orientations sont souvent présentes en même temps.

Les fissures rejoignent souvent les points faibles que constituent les ouvertures, que cela soit dans les cloisons, murs ou planchers.

- Déversement de structures fondées de manière hétérogène

Ce phénomène affecte les parties situées à des niveaux différents. Par exemple, l'existence d'un sous-sol partiel rend une structure plus exposée au risque de déversement.

- Désencastrement des éléments de charpente ou de chaînage
- Dislocation des cloisons

3.2.2.2 Sur le second-œuvre

- Distorsion des ouvertures

Ce phénomène peut gêner et/ou empêcher le bon fonctionnement des portes et des fenêtres.

- Décollement des éléments composites (matériaux différents assemblés par superposition)

Les carrelages, les plâtres peuvent subir des flexions ou des compressions selon le plan d'assemblage.

- Étirement, mise en compression ou rupture de tuyauteries et canalisations

Cela peut concerner les tuyaux ou canalisations d'eau potable, d'eaux usées, de gaz, de chauffage central, de rejet d'eaux pluviales (gouttières).

3.2.2.3 Sur les aménagements extérieurs

Les aménagements particulièrement sensibles sont les dallages et les trottoirs périphériques, les terrasses et escaliers extérieurs, les petits bâtiments accolés (garage, atelier), les murs de soutènement...

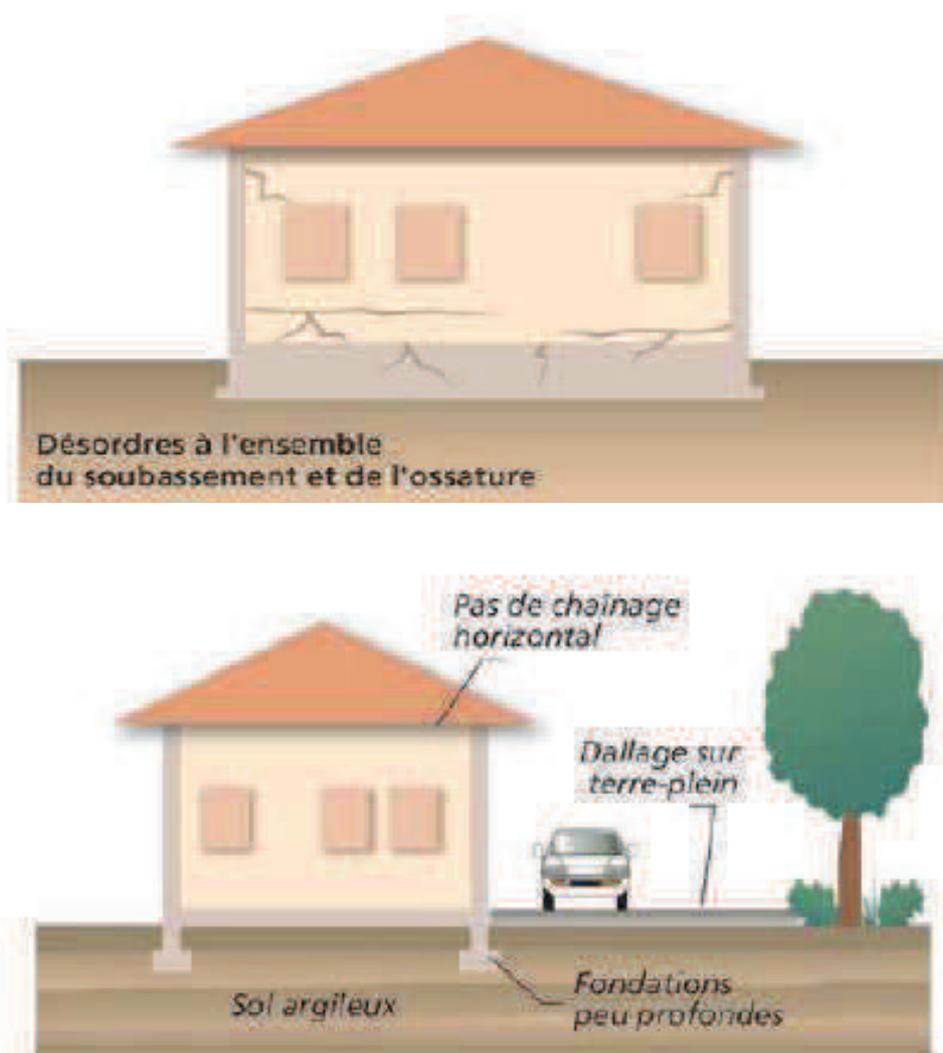
La nature, l'intensité et la localisation de ces désordres dépendent de la structure de la construction, du type de fondation réalisée et bien sûr de l'importance des mouvements différentiels de terrain subis.

Les désordres concernent surtout les constructions dites "légères" telles que les maisons individuelles. En effet, les constructions plus "lourdes" tels que les immeubles et autres bâtiments de taille importante sont moins exposés à ce type de désordres car :

- leurs fondations sont suffisamment profondes, ce qui rend leur structure moins sensible au phénomène de retrait ;
- leur poids leur permet d'exercer une pression suffisante sur le sol, limitant ainsi le phénomène de gonflement.

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 (fondations ancrées à une profondeur inférieure à 80 cm) ;
- avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage horizontal et reposant sur un sol argileux.



Source : PRIM. Net

3.3 PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE D'ALÉA RÉALISÉE PAR LE BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES (BRGM)

Depuis la fin des années 1980, la région Ile-de-France, et en particulier le département de la Seine-Saint-Denis qui est classé en neuvième position des départements français en terme de coûts cumulés d'indemnisation en novembre 2006, font partie, à l'échelle nationale, des secteurs qui ont été les plus touchés par des désordres du bâti survenus suite à des mouvements de sols consécutifs à des périodes de sécheresse exceptionnelle.

Afin d'établir, pour l'ensemble du département de la Seine-Saint-Denis, une cartographie de l'aléa lié au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, la Direction Départementale de l'Équipement de la Seine-Saint-Denis (DDE de la Seine-Saint-Denis) a engagé la réalisation d'une étude auprès du Service Géologique Régional Ile-de-France du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

Une première cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles avait été publiée en octobre 2001 sur le département de la Seine-Saint-Denis. C'est à partir de cette connaissance du risque retrait-gonflement que le projet de plan de prévention du risque argileux départemental avait été élaboré puis soumis à une enquête publique fin 2002-début 2003. Depuis 2001, le BRGM a introduit de nouveaux critères pour caractériser l'aléa.

Suite à ce changement de méthodologie, la direction régionale de l'environnement (DIREN) a sollicité le BRGM pour une révision des premières cartes établies, notamment celle du département de la Seine-Saint-Denis.

La méthodologie utilisée consiste à suivre les différentes étapes suivantes.

3.3.1 Détermination du cadre géographique et géologique départemental

Le département de la Seine-Saint-Denis, fortement urbanisé, compte 1,4 millions d'habitants¹ répartis sur 40 communes sur une superficie totale de 236 km².

Deux grandes entités peuvent être distinguées :

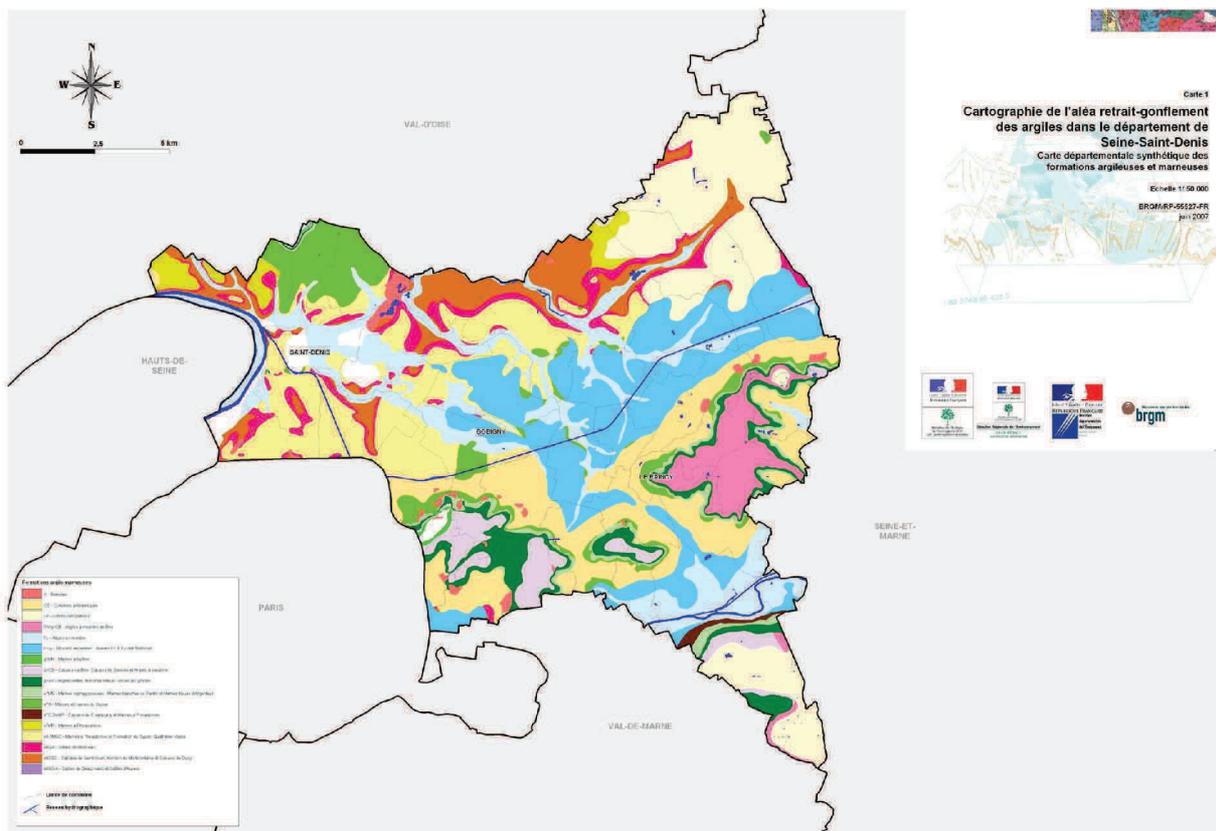
- la moitié nord du département est caractérisée par une assez large dépression correspondant à la Plaine de France (altitude entre 40 m et 50 m). Le substratum est constitué par le calcaire de Saint-Ouen. La partie centrale de cette zone est tapissée d'importantes formations alluviales (correspondant au lit d'un ancien cours d'eau) ;
- la partie sud est une région de plateaux dont les points culminants sont situés à des altitudes dépassant 100 m. Elle constitue la "plate forme de Brie", et a été entaillée par les cours ancien et actuel de la Marne. Au nord du fleuve, les principales zones de relief marqué correspondent aux secteurs suivants (d'Ouest en Est) : plateau de Romainville, plateau d'Avron, massif de l'Aulnay. La partie située au sud de la Marne est marquée par la présence du plateau de Noisy-le-Grand. La formation constituant le sommet de ces reliefs est celle du calcaire de Brie, mais elle se présente sous des faciès différents : au nord de la Marne, la faciès est à dominante gypseuse et est soumis au phénomène d'érosion, alors qu'au sud du fleuve, le faciès calcaire forme une barrière plus difficile à franchir et que les rivières ont dû contourner.

Les formations géologiques qui affleurent sur le département de la Seine-Saint-Denis sont nombreuses (une vingtaine) et de natures diverses. Elles font partie de la série sédimentaire tertiaire et quaternaire du bassin parisien. Elles s'échelonnent de la formation des Sables de Beauchamp, pour la plus ancienne, aux formations alluviales et colluviales, pour les plus récentes. Entre ces deux couches, les formations marneuses et gypseuses de la période tertiaire sont encadrées par des couches comprenant des éléments argileux en proportion importante.

La cartographie des formations argilo-marneuses du département a été élaborée à partir :

- de la carte géologique des formations argilo-marneuses réalisée à l'occasion de l'élaboration de la carte d'aléa en 2001 ;
- des coupes de forage de la banque des données du Sous-Sol (BSS) gérée par le BRGM ;
- de la carte géologique harmonisée d'Ile-de-France disponible depuis 2003-2004.

¹ Au recensement de 1990, la Seine-Saint-Denis comptait 1 381 191 habitants.



Carte synthétique des formations géologiques du département de la Seine-Saint-Denis
Source : BRGM

3.3.2 Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations

Parmi les formations identifiées en Seine-Saint-Denis, certaines contiennent des argiles gonflantes en proportion importante. Il s'agit principalement des argiles à meulière de Brie, des marnes à huîtres, des argiles vertes, des marnes supragypseuses, pour lesquelles la fraction de matériaux argileux peut s'élever de 50 à 80 %.

Le degré de susceptibilité au retrait-gonflement des formations ainsi identifiées a été évalué sur la base de :

- critères lithologiques (nature des formations affleurantes à sub affleurantes)
- critères minéralogiques (nature des minéraux prédominants dans la phase argileuse du matériau, proportion)
- critères géotechniques (teneur en eau, indice de plasticité...)

L'analyse de ces différents critères a abouti à la classification suivante :

- 3 formations ont une forte susceptibilité au retrait-gonflement : il s'agit des argiles vertes de Romainville et glaises à cyrenes, marnes à huîtres, marnes supragypseuses: marnes blanches de Pantin et marnes bleues d'Argenteuil ;
- Toutes les autres formations ont été considérées comme présentant une sensibilité faible à moyenne au phénomène de retrait-gonflement ;
- Les formations a priori non-argileuses occupent moins de 2 % de la surface du département.

3.3.3 Examen des autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement

Les critères topographiques (niveau de pente et exposition des versants), hydrogéologiques (influence des nappes phréatiques comme frein à la dessiccation des sols), végétation ou le type de fondation du bâti n'ont pas été pris en compte dans la cartographie des zones de susceptibilité au retrait-gonflement, la plupart de ces facteurs n'intervenant que de manière très locale et ne pouvant, par conséquent, pas être cartographiés à l'échelle départementale.

3.3.4 Recensement et localisation géographique des sinistres

Entre 1991 et 2003, 32 communes du département de la Seine-Saint-Denis ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrain différentiels liés à des périodes de sécheresse exceptionnelle. Ces communes représentent à elles seules une superficie de près de 84 % de la superficie totale du département.

L'examen des dossiers techniques constitués par les mairies pour reconnaissance de catastrophe naturelle a permis d'étudier les pathologies, de définir la nature des terrains « à risque » et de recueillir le nombre de sinistrés par commune.

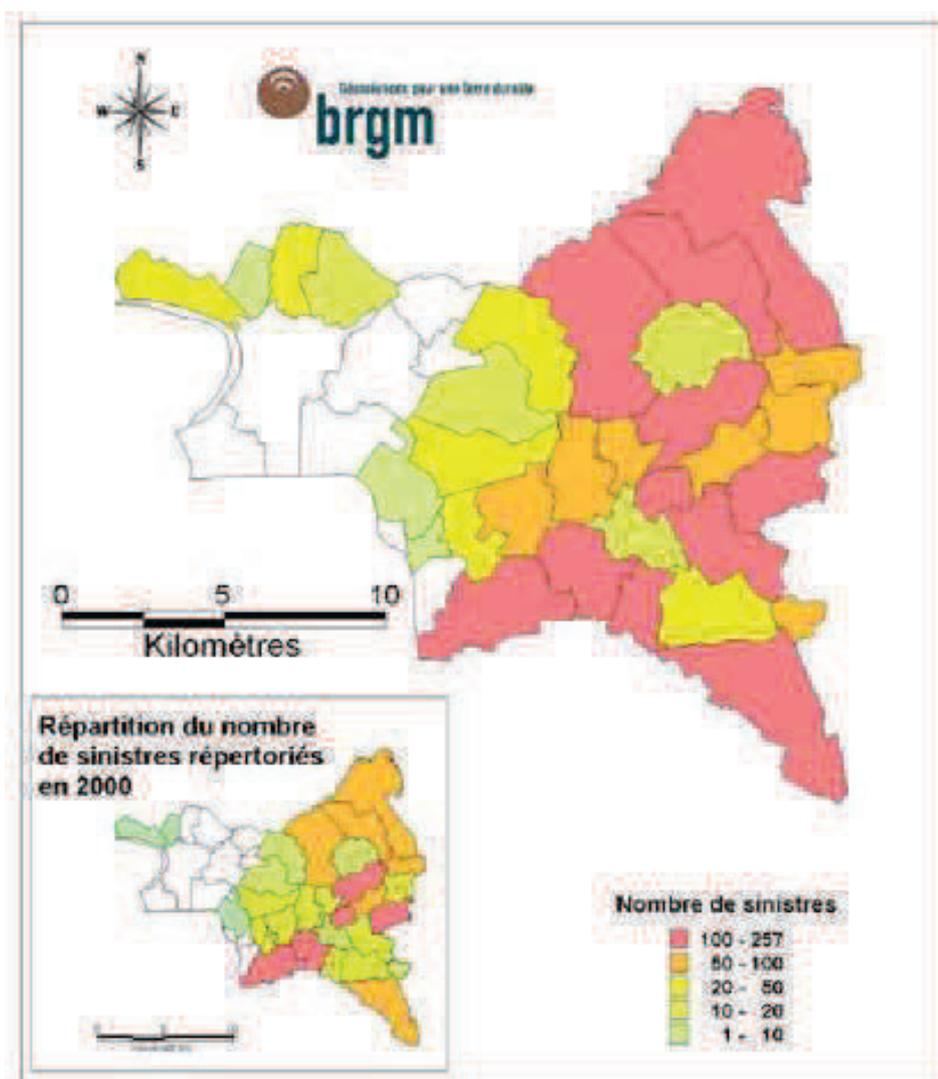
3.3.4.1 Répartition géographique des sinistres

Les sinistres pris en compte sont constitués des données déjà recensées par Donsimoni et al (2001) lors de l'établissement de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles en Seine-Saint-Denis (1 427 sinistres sinistrés), de 34 sinistres complémentaires issus de la banque de données établies par le CEBTP-SOLEN dans le cadre d'un programme de recherche² ainsi que des données géoréférencées par la direction départementale de la Seine-Saint-Denis pour l'année 2003, soit 1 088 sites. Après élimination des doublons, c'est un total de 2 451 sites de sinistres qui a servi de base pour l'analyse et la cartographie.

A partir d'un fichier d'adresses, ces sinistres ont été précisément localisés, dans un premier temps, sur des cartes de voiries communales, puis reportés sur des fonds topographiques à l'échelle du 1 / 25 000^{ème}. Une base de données géoréférencée a ainsi été établie.

² VINCENT M. ; « Retrait-gonflement des sols argileux : un aléa géologique lié aux conditions climatiques » ; *Géosciences* (la revue du BRGM pour une terre durable) ; n°3 ; mars 2006 ; pp. 50 à 55.

Le traitement de ces données a permis de réaliser la cartographie suivante :



Carte des sinistres recensés dans le département de la Seine-Saint-Denis
Source : BRGM

L'examen des données de sinistres indique que tous les sinistres répertoriés et localisés sauf un sont répartis sur les formations argilo-marneuses retenues comme être sujettes au phénomène de retrait-gonflement (ces dernières occupent la quasi-totalité du département).

Cette carte permet d'illustrer que la répartition des sinistres n'est pas quelconque, mais qu'elle obéit à la fois à des critères géologiques et morphologiques. La plupart des sinistres sont en effet situés selon des bandes d'affleurement de formations géologiques continues sur une grande partie du département. Par ailleurs, ils sont généralement situés sur les versants des vallées, ainsi que sur les rebords des plateaux. Dans les autres secteurs, il existe aussi des sinistres mais de plus faible intensité.

3.3.4.2 Détermination de la densité de sinistres selon le type de formation géologique

Pour obtenir des densités de sinistres qui soient comparables d'une formation à une autre, le nombre de sinistres par formation a été rapporté à 100 km² de formation géologique bâtie.

Dans un souci de rigueur et, étant donné le fort taux d'urbanisation de certains secteurs du département, il a paru nécessaire de pondérer ces densités de sinistres en tenant compte du taux d'urbanisation correspondant à chacune des formations géologiques.

Les densités de sinistres ont ainsi été rapportées à la surface urbanisée.

3.4 CARACTÉRISATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

3.4.1 Détermination du degré de susceptibilité

Pour déterminer le degré de susceptibilité d'une formation géologique donnée au retrait-gonflement, trois critères ont été pris en compte :

- le critère lithologique

Une note allant de 1 à 4 a été donnée à chacune des formations argilo-marneuses identifiées, en fonction de sa richesse en minéraux argileux gonflants.

La note de 1 correspond à des formations non argileuses mais contenant localement des passées ou des poches argileuses.

La note de 2 correspond à des formations présentant un terme argileux non prédominant de type calcaire argileux ou sable argileux.

La note de 3 correspond à des formations à dominante argileuse, présentant un terme ou une passée non argileuse ou très mince.

La note de 4 correspond à des formations essentiellement argileuse ou marneuse d'épaisseur supérieure à 3 mètres et continue.

- le critère minéralogique

Une note allant de 1 à 4 a été donnée à chacune des formations argilo-marneuses identifiées, en fonction de sa richesse en minéraux argileux gonflants.

La note de 1 correspond à des formations comprenant moins de 25 % de minéraux gonflants dans leur fraction argileuse ;

La note de 2 correspond à des formations comprenant entre 25 % et 50 % de minéraux gonflants dans leur fraction argileuse ;

La note de 3 correspond à des formations comprenant entre 50 % et 80 % de minéraux gonflants dans leur fraction argileuse ;

La note de 4 correspond à des formations comprenant plus de 80 % de minéraux gonflants dans leur fraction argileuse.

- le critère géotechnique

Une note allant de 1 à 4 a également été attribuée à chacune des formations, en fonction des résultats d'essais géotechniques disponibles, et principalement à partir de l'indice de plasticité (Ip), qui permet de qualifier l'étendue du domaine plastique et de qualifier l'aptitude du matériau argileux à acquérir de l'eau.

Plus l'indice de plasticité est important, plus le sol est à même d'incorporer de l'eau et de changer de volume.

Les notes sont d'autant plus élevées que l'indice de plasticité est important. Au final, chaque formation est caractérisée par trois notes, une pour chacun des critères pris en compte. La moyenne des trois notes permet de calculer, pour chaque formation, un degré de susceptibilité générale vis à vis du retrait-gonflement.

3.4.2 Détermination du critère « densité de sinistres »

La densité de sinistres par formation géologique est calculée en prenant en compte la surface bâtie de chaque formation. La densité calculée est en moyenne pour les formations retenues comme argilo-marneuses de 8 483 sinistres pour 100 km² d'affleurement actuellement bâtie.

Afin de hiérarchiser les formations argilo-marneuses selon leur degré de sinistralité, c'est le seuil de 8 500 sinistres pour 100 km² qui a été retenu comme référence et à partir duquel ont été définies les coupures suivantes pour l'attribution de notes caractérisant la sinistralité :

Une note allant de 1 à 3 a ainsi été attribuée à chaque type de formation.

La note de 1 correspond à moins de 8 500 sinistres pour 100 km² de surface bâtie dans la formation.

La note de 2 correspond à un nombre de sinistres compris entre 8 500 et 17 000 pour 100 km².

La note de 3 correspond à un nombre de sinistres supérieur à 17 000 pour 100 km².

N° Ordre	Notation	Nom de la formation argilo-marneuse	Note lithologique	Note minéralogique	Note géotechnique	Note finale	Degré de susceptibilité
1	X	Remblais	1	1	1	1,00	Faible
2	CE	Colluvions polygéniques	3	2	3	2,67	Moyen
3	LP	Limons des plateaux	2	2	2	2,00	Faible
4	Rfv/g1CB	Argiles à meulière de Brie	3	2	3	2,67	Moyen
5	Fz	Alluvions récentes	2	1	2	1,67	Faible
6	Fx-y	Alluvions anciennes : niveaux Fx et Fy indifférenciés (5-30 m)	1	1	1	1,00	Faible
7	g1MH	Marnes à huîtres	4	3	3	3,33	Fort
8	g1CB	Calcaire de Brie et Calcaire de Sannois et Argiles à meulière	2	2	2	2,00	Faible
9	g1AR	Argiles vertes de Romainville et Glaises à Cyrènes	4	4	4	4,00	Fort
10	e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues d'Argenteuil	4	3	3	3,33	Fort
11	e7G	Masses et marnes du gypses	2	3	4	3,00	Moyen
12	e7CCh-MP	Calcaire de Champigny et Marnes à Pholadomies	2	2	3	2,33	Moyen
13	e7MP	Marnes à Pholadomies	3	3	3	3,00	Moyen
14	e6-7MGC	Marnes à Pholadomies et Formation du Gypse, Quatrième Masse	2	3	3	2,67	Moyen
15	e6SM	Sables de Monceau	2	1	2	1,67	Faible
16	e6CSO	Calcaire de Saint Ouen, Horizon de Mortefontaine localement et Calcaire de Ducy	1	2	2	1,67	Faible
17	e6SB-A	Sables de Beauchamp et Sables d'Auvers	1	3	1	1,67	Faible

Susceptibilité des formations argilo-marneuses retenues
Source : BRGM

Aucune note de sinistralité n'a été attribuée à deux formations (note de densité de sinistres jugée non significative et notée N.S.) dont la surface bâtie est nulle à quasi nulle et qui, de ce fait, ne présentent pas de sinistres ou un nombre de sinistres très faible. La surface bâtie de ces deux formations est si réduite que la présence d'un seul sinistre fait immédiatement passer la densité de sinistre de 0 à une valeur très forte qui conduirait à lui attribuer une note élevée de sinistralité. Dans ce cas de figure, le paramètre de sinistralité ne peut donc pas être considéré comme significatif et être pris en compte pour caractériser l'aléa. La classe d'aléa finalement retenue pour ces formations sera donc équivalente à celle évaluée pour leur susceptibilité.

3.4.3 Détermination du degré d'aléa

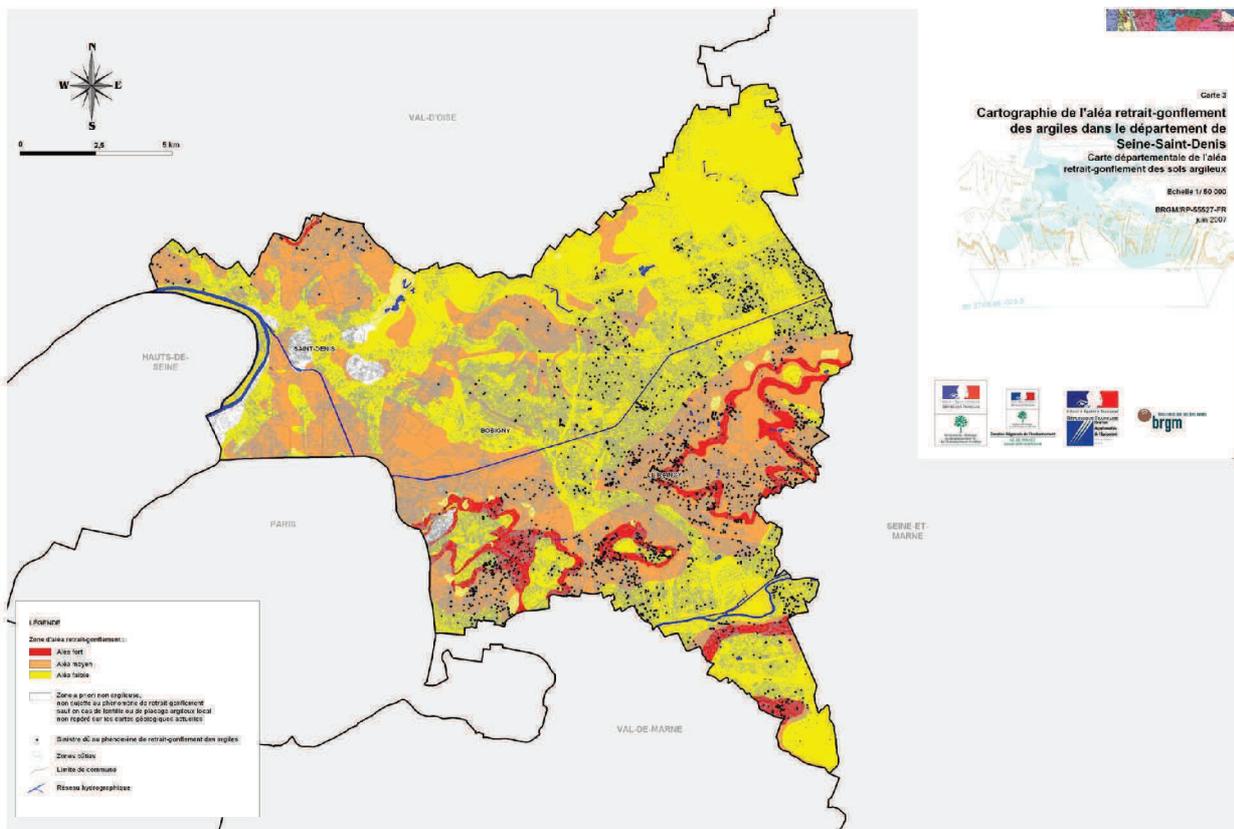
L'indice d'aléa est finalement obtenu en additionnant la note de densité de sinistres et le double de la note de susceptibilité.

On obtient alors ainsi des notes allant de 3 à 9.

Trois niveaux d'intensité d'aléa ont alors été déterminés à partir d'un classement suivant la valeur de cet indice :

- **aléa faible** (note d'aléa égale à 3, 4 ou 5) ;
- **aléa moyen** (note d'aléa égale à 6 ou 7) ;
- **aléa fort** (note d'aléa égale à 8 ou 9).

La carte d'aléa a ensuite été tracée à partir de la carte synthétique des formations à dominante argileuse ou marneuse, en attribuant à chacune des formations identifiées l'un des trois niveaux d'aléas définis ci-dessus.



Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement dans le département de la Seine-Saint-Denis
Source : BRGM

3.5 CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE

L'étude d'aléa réalisée par le BRGM permet d'affiner de manière significative la connaissance des zones sensibles au retrait-gonflement dans le département de la Seine-Saint-Denis. Elle constitue donc un document utile à l'information préventive à l'usage des municipalités, des assureurs, des maîtres d'ouvrage et des constructeurs. Une telle étude de connaissance du risque constitue un outil à l'usage des experts pour le diagnostic des futurs sinistres sécheresse et la détermination des solutions de confortement à proposer.

Si le phénomène de retrait-gonflement n'est pas de nature à rendre une zone inconstructible, il implique néanmoins de prendre certaines dispositions constructives pour prévenir les désordres. Ces techniques de prévention, différentes selon l'intensité du risque, ont fait l'objet de deux études complémentaires (BRGM et LREP), qui ont permis à la DDE de déterminer les dispositions constructives à respecter dans le cadre de constructions neuves et les mesures à prendre pour préserver l'existant. Les éléments relatifs à la mise en œuvre de ces dispositions : explications techniques, présentation des objectifs de prévention qu'elles permettent d'atteindre et de leur efficacité, estimation de leur coût... seront détaillées dans la partie réglementaire.

4 CARTES DES DIFFÉRENTS ALÉAS MOUVEMENTS DE TERRAIN

A partir de la méthodologie de détermination des aléas décrite dans le chapitre 2 pour les risques de mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières et à la dissolution du gypse et dans le chapitre 3 pour les risques de mouvements de terrain liés au retrait-gonflement des sols argileux, les cartes d'aléas suivantes ont été élaborées :

- une carte des aléas mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières à l'échelle du 1/5 000^{ème} sur la commune de Montreuil ;
- une carte des aléas mouvements de terrain liés à la dissolution du gypse à l'échelle du 1/5 000^{ème} sur la commune de Montreuil ;
- une carte des aléas mouvements de terrain liés au retrait-gonflement des sols argileux à l'échelle du 1/25 000^{ème} sur la commune de Montreuil.

5 ANALYSE DES ENJEUX

L'analyse des enjeux a été réalisée à l'échelle de la commune de Montreuil. Sont recensés les enjeux existants et futurs concernés par les risques de mouvements de terrain.

L'analyse des enjeux est faite par thème :

- Enjeux d'aménagement global : zones destinées à être aménagées de manière globale, avec des projets relatifs à des thématiques variées (aménagements paysagers, de loisirs, habitat, équipements commerciaux...), et zones caractérisées par une mixité des fonctions (commerces, habitat, activités...).
- Enjeux de mobilité : secteurs et infrastructures existants ou futurs susceptibles d'être impactés par le risque.
- Enjeux paysagers : zones existantes ou futures situées en zone d'aléa dont la destination principale est le loisir ou le sport, ainsi que les zones d'aménagement paysager.
- Enjeux liés aux équipements sensibles : enjeux existants ou futurs qui en cas de sinistre peuvent présenter soit un risque d'aggravation du sinistre (par pollution par exemple), soit être affectés par le sinistre et priver une partie de la population d'un service d'intérêt général.
- Enjeux humains : enjeux de population et ceux liés aux établissements accueillant des personnes dites « sensibles » (enfants, personnes âgées, personnes hospitalisées...) difficilement évacuables, ainsi que les secteurs d'habitat spécifique (par exemple : aire d'accueil des gens du voyage...).

5.1 ENJEUX D'AMÉNAGEMENT GLOBAL

5.1.1 Le développement de l'offre de logements autour du tramway Noisy-le-Sec / Val de Fontenay

Parallèlement au projet de prolongement sud du tramway T1 entre Noisy-le-Sec et Val de Fontenay, le projet urbain autour de la voie dénommée avenue A186, permettra de résorber la coupure urbaine générée par la voie, en faisant émerger un nouveau quartier de qualité proposant une nouvelle offre de logements autour des stations de tramway.

Le projet permettra notamment de valoriser le site patrimonial des murs à pêches, traversé par le prolongement du tramway. Ce site de 38 hectares doit son nom à la présence de murs de plâtre anciennement utilisés dans le cadre de la culture de la pêche : ils constituaient un écran retenant la chaleur et ainsi favorisaient le développement des fruits. Ce type d'agriculture s'est implanté à Montreuil au 16^{ème} siècle et a subsisté jusque dans les années 1950. Aujourd'hui, les murs n'ont été conservés que dans certains secteurs comme le quartier Saint-Antoine.

Ce site figure actuellement au schéma départemental de la région Ile-de-France (SDRIF) en zone urbanisable avec un pourcentage de terrains en espaces verts, et une partie (ensemble formé par 4 secteurs du quartier Saint-Antoine et couvrant une superficie totale de 8,6 ha) a été classée fin 2003 au titre de la protection des sites prévue au code de l'environnement.

5.1.2 Le développement de l'offre de logements, équipements et commerces dans le centre-ville : ZAC Coeur de Ville

Le projet, localisé au cœur de Montreuil, vise à redynamiser le centre-ville, requalifier les espaces publics et améliorer les liaisons entre ce secteur et les autres quartiers.

La ZAC Cœur de Ville prévoit l'aménagement de 24 000 m² de SHON : près de la moitié de la surface sera vouée aux commerces, le reste se répartissant entre logements, bureaux et équipements.

Le centre d'art dramatique a été livré en 2007. La livraison du centre commercial "Grand angle" et des logements est prévue pour 2012.

A proximité de la ZAC, l'ensemble Espoir-Wilson-Gallieni, composé de 599 logements, fait l'objet d'un projet de réhabilitation.

5.1.3 Le développement du tertiaire et la réhabilitation de l'habitat en lien avec le grand projet de renouvellement urbain (GPRU) de la Porte de Montreuil dans le secteur du bas Montreuil et de la rue de Paris

Dans ce secteur soumis à une forte pression foncière du fait de sa proximité de Paris, l'enjeu majeur consiste à assurer un nouvel équilibre entre logements, commerces et activités.

Les enjeux relatifs à l'action sur l'habitat concernent le développement et la diversité de l'offre de logement et la requalification du parc existant. Le quartier du Bas Montreuil a été présenté à l'ANRU fin 2008 dans le cadre du Programme National de Réhabilitation des Quartiers Anciens Dégradés.

La limite banlieue de la Porte de Montreuil constitue une zone d'activités tertiaires. Les enjeux dans ce secteur concernent le développement de ces activités, la diversification de l'offre commerciale en favorisant l'implantation en rez-de-chaussée de commerces ou de services aux habitants et employés, l'utilisation des disponibilités foncières correspondant aux anciennes friches industrielles.

Le secteur de la Porte de Montreuil est l'un des 11 sites prioritaires du GPRU de Paris. Les objectifs du projet portent notamment sur l'amélioration du cadre de vie, l'implantation de nouveaux services, de nouvelles activités économiques et commerciales, et le développement des liens entre Paris et les communes voisines notamment par le biais de passerelles supplémentaires pour permettre le franchissement piétonnier du boulevard périphérique de Montreuil à Paris.

5.1.4 La reconstitution de l'offre de logements du fait du processus de rénovation urbaine dans le quartier de Bel Air / Grands Pêchers

Ce quartier de 5 000 habitants, classé en zone urbaine sensible (ZUS), fait l'objet d'un projet de rénovation urbaine et sociale (PRUS). L'objectif principal de ce projet partenarial est la requalification du secteur, laquelle se traduit par les enjeux suivants : amélioration de l'habitat et des équipements, restructuration de la trame viaire, intégration paysagère des aménagements et des résidentialisations, meilleure insertion du quartier dans la ville et une redynamisation commerciale.

Le site présente des qualités paysagères très appréciables en proche banlieue parisienne : il s'agit d'un secteur assez boisé, à proximité du parc des Beaumonts et du secteur des murs à pêches. Le projet de rénovation urbaine vise donc à améliorer et renforcer les liaisons avec les secteurs voisins. Les interventions sur l'habitat présentent une diversité tant en terme de typologie des logements (petit collectif, habitat individuel, variété des hauteurs de bâtiments...) que d'offre de logements (programmes d'accession à la propriété, implantation de l'association foncière logement, programme de logements et d'ateliers d'artistes...).

5.2 ENJEUX DE MOBILITÉ

5.2.1 Le développement des liaisons de rocade : tramway Noisy-le-Sec / Val de Fontenay et projet de rocade ferrée périphérique

Un des axes prioritaires du Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 est constitué par le développement des transports en commun, en particulier des liaisons de rocade (principalement en mode tramway en Proche Couronne).

Le prolongement du tramway T1 Saint-Denis / Bobigny / Noisy-le-Sec jusqu'à Val de Fontenay s'inscrit dans ce cadre. Ce projet permettra d'améliorer la desserte des cinq villes traversées, de redynamiser et relier entre eux les centres villes, de garantir aux voyageurs un mode de transport rapide, direct et régulier, de compléter le maillage avec le réseau de transports en commun (notamment les lignes de bus inscrites au réseau Mobilien) et d'améliorer le rabattement sur les RER A et E.

Le schéma de principe concernant un premier tronçon a été approuvé en conseil d'administration du STIF d'octobre 2002. Le projet est retenu au Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 au titre des études et des premiers travaux. Le Contrat de Projets Etat-Région prévoit également la réalisation d'études sur le projet d'« Arc Express », qui consiste en la création d'un réseau en rocade de type métro automatique. Le principe du projet est de proposer à la fois la création d'un réseau maillé avec les lignes de métro existantes ou en projet et les lignes de RER en proche couronne de Paris, mais aussi de constituer un support de développement urbain sur les secteurs qui accueilleront une station.

Tout en répondant à un objectif de développement de l'offre en transports en commun pour les déplacements de banlieue à banlieue et en rocade, ce projet devra permettre d'améliorer la qualité de service de certaines des lignes de métro les plus saturées, tout particulièrement la ligne 13.

Le Syndicat des Transports d'Ile-de-France (STIF) a lancé au mois de juillet 2008 des études permettant d'aboutir à la réalisation d'études d'insertion de tracés, d'impacts sommaires et de préparation d'un dossier d'objectifs et de caractéristiques principales (DOCP). Parallèlement, le STIF a lancé en parallèle des études exploratoires quant aux modalités de financement du projet.

5.2.2 Le maillage avec les liaisons radiales : prolongements des lignes 9 et 11

Le SDRIF de 1994 et le projet de SDRIF en cours d'élaboration prévoient le prolongement de la ligne 9 jusqu'à Montreuil-Murs à Pêches et de la ligne 11 jusqu'à Rosny-Bois Perrier. Ces prolongements de lignes de métro permettront de desservir des pôles de développement ou des zones denses enclavées.

Le prolongement de la ligne de métro 11 a pour objectif d'offrir une desserte efficace de Paris pour un territoire où les ménages sont peu motorisés, inciter à un report modal conséquent de la voiture particulière vers les transports en commun pour les ménages motorisés dans cette zone dense de proche couronne et permettre un maillage avec le tramway T1 à Romainville, le RER EOLE à Rosny-sous-Bois ainsi qu'avec les lignes de bus Mobilien 105, 115, 301, 318 et 143.

Le prolongement de la ligne 11 est inscrit au Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 au titre des études et des premiers travaux.

5.3 ENJEUX PAYSAGERS

5.3.1 *La prise en compte des risques dans les aménagements des espaces verts (parc des Guilands et parc des Beaumonts)*

Le parc départemental Les Guilands - Jean Moulin (26 ha) et le parc des Beaumonts (11 ha) sont tous deux situés sur des zones d'anciennes carrières souterraines. Une partie du secteur du parc des Guilands a déjà fait l'objet de travaux de comblement.

Dans le cadre de projets visant à valoriser ces espaces paysagers, la prise en compte des risques et la mise en place de travaux de prévention constitueraient de forts enjeux.

Depuis un arrêté ministériel du 26 avril 2006, le parc des Guilands et le parc des Beaumonts font partie du site NATURA 2000 - Sites de Seine-Saint-Denis et sont donc à ce titre des zones de protection spéciale.

5.3.2 *La valorisation du site classé et du secteur des murs à pêches*

Une partie du site des murs à pêches (ensemble formé par 4 secteurs du quartier Saint-Antoine et couvrant une superficie totale de 8,6 ha) a été classée fin 2003 au titre de la protection des sites prévue par l'article L.341-1 du code de l'environnement. Le décret du 16 décembre 2003 portant classement du site des murs à pêches a en effet reconnu le caractère pittoresque et historique de ce secteur.

Le secteur fait l'objet d'une réflexion portant à la fois sur la question de la valorisation paysagère du site incluant notamment l'entretien et la restauration des murs, la préservation de la faune et de la flore, et sur la création d'un espace pédagogique permettant de mieux faire découvrir ce site au grand public et aux scolaires et d'entretenir la mémoire du lieu.

5.4 ENJEUX LIÉS AUX ÉQUIPEMENTS SENSIBLES

Les équipements sensibles actuellement soumis à législation sur les installations classées (autorisations) sont situées en majorité sur les zones d'aléa moyen ou faible d'effondrement ou d'affaissement liés aux anciennes carrières ou à la dissolution du gypse.

Cette liste évolue rapidement dans le temps mais on peut noter que la zone industrielle MOZINOR, la zone industrielle rue de Rosny et la société TECHNOLYSE sont situées en zone de risque fort d'affaissement et d'effondrement d'anciennes carrières.

5.5 ENJEUX HUMAINS

5.5.1 *Données générales*

	Superficie	Habitants	Entreprises privées	Emplois	Densité
MONTREUIL	892 ha	101 587	2 971	28 903	11 389 hab/km ²

Sources : Insee 2006, GARP 2005, Chambre des Métiers.

5.5.2 Recensement des établissements sensibles

La carte des enjeux fait figurer les établissements sensibles qui se trouvent en zone soumise à un aléa très fort ou fort de risque d'effondrement ou d'affaissement de carrières. A noter, le cimetière Jean Moulin est en partie en zone de risque très fort d'effondrement ou d'affaissement d'anciennes carrières.

5.5.3 Analyse de la carte des enjeux de population

La représentation cartographique réalisée à partir des informations « Densimos 1999 » (information relative à la population par îlot, établie sur la base du recensement de la population de 1999) montre une proportion importante de ménages concernés directement par le risque modéré d'affaissement ou d'effondrement liés aux anciennes carrières et à la dissolution du gypse.

6 ÉLABORATION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

6.1 MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Le zonage réglementaire est établi selon la méthodologie suivante à partir de la cartographie des différents aléas mouvements de terrain (affaissement-effondrement liés aux anciennes carrières, affaissement-effondrement liés à la dissolution du gypse et retrait-gonflement des sols argileux) et de l'analyse des enjeux.

Les aléas sont classés selon leur nature (risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières, risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse et risque lié au retrait-gonflement des sols argileux) et selon leur degré d'intensité (très fort, fort, moyen et faible). A chaque degré d'aléa est associé un niveau de risque.

6.1.1 Le risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières, trois classes d'exposition ont été définies :

6.1.1.1 Carrières de gypse et sablières

Un niveau de risque « **très élevé** » correspondant aux zones d'aléa « très fort ».

Ces zones, soumises à un risque très élevé d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières et où les mesures de prévention sont généralement inapplicables en raison de leur importance, sont jugées inconstructibles.

Un niveau de risque « **élevé** » correspondant aux zones d'aléa « fort ».

Dans ces zones fortement exposées au risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières, les constructions futures sont autorisées mais fortement réglementées compte-tenu de l'ampleur des dispositions constructives à mettre en œuvre.

Un niveau de risque « **modéré** » correspondant aux zones d'aléas « moyen » et « faible ».

Dans ces zones moyennement exposées au risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières, des mesures de prévention sont à mettre en œuvre.

6.1.1.2 Carrières de Travertins de Brie

Le regroupement effectué est légèrement différent : le niveau de risque « **élevé** » correspond aux zones d'aléas « fort » et « moyen », et le niveau de risque « **modéré** » correspond aux zones d'aléa « faible ». En effet, les zones d'aléa « fort » lié aux carrières de Travertins correspondent le plus souvent à des incidents repérés et sont donc très réduites. Compte-tenu de la faible superficie de ces zones et du fait qu'il est probable que des incidents de même nature se produisent à proximité de ces zones, il a été choisi d'étendre les zones de risque « élevé » aux zones d'aléa « moyen » entourant les zones d'aléa « fort ».

6.1.2 Concernant le risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse, un seul niveau de risque a été défini :

Il s'agit du niveau de risque « **modéré** » correspondant aux zones d'aléas « moyen » et « faible ».

Dans ces zones moyennement exposées au risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse, des mesures de prévention sont à mettre en œuvre.

6.1.3 Concernant le risque lié au retrait-gonflement des sols argileux, deux classes d'exposition ont été définies :

Un niveau de risque « **élevé** » correspondant aux zones d'aléa « fort » augmentées d'une marge de sécurité de 50 m de largeur, afin de tenir compte de l'imprécision des contours résultant de l'extrapolation de la carte des aléas réalisée à l'échelle du 1/50 000^{ème}.

Un niveau de risque « **modéré** » correspondant aux zones d'aléa « moyen » et « faible » diminuées d'une bande de 50 m de largeur.

6.2 CROISEMENT MULTIRISQUES

Une proposition de règlement multirisques mouvement de terrain sur cette commune a été travaillée par la DDE de la Seine-Saint-Denis et le LREP. Les règlements pris en compte sont : le règlement-type carrières de l'IGC, le règlement-type gypse de l'IGC, le règlement-type argile du BRGM. Une nécessaire mise en cohérence des différents règlements conduit logiquement à donner priorité aux mesures les plus contraignantes. Dans le cas de la commune de Montreuil-sous-Bois, d'importantes simplifications au niveau du zonage réglementaire ont été envisagées.

Ces simplifications portent principalement sur deux cas rencontrés :

- Le croisement multirisques conduit à considérer des règlements aux contraintes de différentes intensités.

Dans ce cas, les mesures les plus contraignantes (associées à l'aléa le plus défavorable) ont été conservées, sans occulter toutefois la présence des autres aléas.

Exemple : zone concernée par un risque « carrières » fort et un risque « argiles » fort.

La présence du risque « carrières » implique des mesures beaucoup plus contraignantes que celles liées au risque « argile », et notamment une étude géotechnique pour tout projet de construction. Dans le croisement multirisques, il a donc été proposé de prescrire cette étude, en prenant les dispositions constructives nécessaires à la prévention des deux risques.

- Le croisement multirisques conduit à considérer des mesures propres à la prévention de chaque risque, qui se révèlent être similaires.

Dans ce cas, une homogénéisation des mesures a été faite, en prenant garde de conserver les spécificités liées aux différents risques.

Exemple : zone concernée par les risques « carrières » modéré et « argiles » fort ou zone concernée par les risques « gypse » modéré et « argiles » fort.

Dans ces deux cas distincts, chaque règlement « type » recommande notamment une étude géotechnique garantissant la stabilité de la construction (respectivement vis-à-vis du risque « carrières » ou « gypse ») et interdit les ouvrages d'infiltration et de pompage. Ces deux zones, a priori concernées par des aléas distincts, ont été regroupées lors du croisement multirisques en une seule zone réglementaire homogène (ce qui se justifie d'ailleurs par la similarité de manifestation des désordres liés aux aléas « carrières » ou « gypse »).

Le croisement de ces différentes zones de risque aboutit au zonage réglementaire suivant :

Type de risque	Type de risque		Risque lié au retrait-gonflement des sols argileux		
	Intensité de l'aléa	Intensité de l'aléa	fort	moyen	faible
		Niveau de risque correspondant	élevé	modéré	
Risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières	très fort	très élevé	A	A	
	fort	élevé	B	B	
	moyen	modéré	C	D	
	faible				
Risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse	moyen	modéré	C	D	
	faible				
Aucun risque d'affaissement ou d'effondrement repéré	-	-	E	F	

6.3 OBJECTIFS DE PRÉVENTION POUR CHAQUE ZONE

La zone A (représentée en rouge foncé) est la zone soumise à un risque très élevé d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières. Elle est également soumise à un risque (élevé ou modéré) de retrait-gonflement des sols argileux.

Objectifs de la zone A :

- Limiter le nombre de personnes et de biens exposés au risque de mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières ;
- Contrôler strictement l'extension de l'urbanisation ;
- Renforcer la sécurité des personnes vis à vis du risque de mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières ;
- Limiter les dommages matériels susceptibles d'être générés par des effondrements ou affaissements de terrain ;
- Diminuer les risques de mouvements de terrain en prenant des mesures visant à limiter les apports d'eau dans le sous-sol.

La zone B (représentée en bleu foncé) est la zone soumise à un risque élevé d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse. Elle est également soumise à un risque (élevé ou modéré) de retrait-gonflement des sols argileux.

Objectifs de la zone B :

- Renforcer la sécurité des personnes vis à vis des risques de mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse ;

- Limiter les dommages matériels susceptibles d'être générés par des effondrements ou affaissements de terrain ;
- Assurer la pérennité des constructions futures en rendant obligatoire des dispositions constructives spécifiques visant à garantir leur stabilité vis à vis des effondrements et tassements de sol ;
- Diminuer les risques de mouvements de terrain en prenant des mesures visant à limiter les apports d'eau dans le sous-sol.

La zone C (représentée en bleu clair) est la zone soumise à un risque modéré d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse. Elle est également soumise à un risque élevé de retrait-gonflement des sols argileux.

Objectifs de la zone C :

- Renforcer la sécurité des personnes vis à vis des risques de mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse ;
- Limiter les dommages matériels susceptibles d'être générés par des effondrements ou affaissements de terrain et par le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux ;
- Diminuer les risques de mouvements de terrain en prenant des mesures visant à limiter les apports d'eau dans le sous-sol.

La zone D (représentée en bleu clair hachuré) est la zone soumise à un risque modéré d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse. Elle est également soumise à un risque modéré de retrait-gonflement des sols argileux.

Objectifs de la zone D :

- Renforcer la sécurité des personnes vis à vis des risques de mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse ;
- Limiter les dommages matériels susceptibles d'être générés par des effondrements ou affaissements de terrain et par le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux ;
- Diminuer les risques de mouvements de terrain en prenant des mesures visant à limiter les apports d'eau dans le sous-sol.

La zone E (représentée en jaune) est la zone soumise à un risque élevé de retrait-gonflement des sols argileux. Aucun autre risque de mouvement de terrain n'a été repéré en l'état actuel des connaissances.

Objectifs de la zone E :

- Réduire la vulnérabilité des constructions et renforcer leur résistance aux mouvements de terrain provoqués par le retrait-gonflement des sols argileux ;

- Diminuer l'intensité du phénomène de retrait-gonflement en prenant des mesures visant à maintenir un profil hydrique constant au voisinage des fondations et ainsi à limiter les variations d'humidité sous tout ou partie de la construction.

La zone F (représentée en jaune hachuré) est la zone soumise à un risque modéré de retrait-gonflement des sols argileux. Aucun autre risque de mouvement de terrain n'a été repéré en l'état actuel des connaissances.

Objectifs de la zone F :

- Réduire la vulnérabilité des constructions et renforcer leur résistance aux mouvements de terrain provoqués par le retrait-gonflement des sols argileux ;
- Diminuer l'intensité du phénomène de retrait-gonflement en prenant des mesures visant à maintenir un profil hydrique constant au voisinage des fondations et ainsi à limiter les variations d'humidité sous tout ou partie de la construction.

règlement

Plan de prévention des risques mouvements de terrain

Affaissement et effondrement liés aux anciennes carrières
et à la dissolution du gypse

Retrait-gonflement des argiles

APPROUVÉ PAR ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 22 AVRIL 2011



SOMMAIRE

1. PORTÉE DU PPRMT – DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....	5
1.1 CHAMP D'APPLICATION.....	5
1.1.1 <i>Délimitation du champ d'application.....</i>	<i>5</i>
1.1.2 <i>Délimitation du zonage réglementaire.....</i>	<i>6</i>
1.2 EFFETS DU PPRMT.....	7
1.3 APPLICATION DES PRESCRIPTIONS.....	7
2. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE A (ROUGE FONCÉ).....	8
2.1 SONT INTERDITS :.....	8
3. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE B (BLEU FONCÉ).....	9
3.1 SONT INTERDITS :.....	9
3.1.1 <i>Pour toutes les constructions.....</i>	<i>9</i>
3.1.2 <i>Pour les constructions futures.....</i>	<i>9</i>
3.2 SONT PRESCRITS :.....	9
3.2.1 <i>Pour les constructions futures.....</i>	<i>9</i>
3.2.2 <i>Pour les constructions existantes.....</i>	<i>10</i>
3.3 SONT RECOMMANDÉS :.....	10
3.3.1 <i>Pour les constructions futures.....</i>	<i>10</i>
3.3.2 <i>Pour les constructions existantes.....</i>	<i>10</i>
4. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE C (BLEU CLAIR) ET EN ZONE D (BLEU CLAIR HACHURÉ).....	11
4.1 SONT INTERDITS :.....	11
4.1.1 <i>Pour toutes les constructions.....</i>	<i>11</i>
4.1.2 <i>Pour les constructions futures.....</i>	<i>11</i>
4.2 SONT PRESCRITS :.....	11
4.2.1 <i>Pour les constructions futures.....</i>	<i>11</i>

4.2.1.1	Pour les constructions destinées au logement de type R ou R+1 (hors constructions à permis groupés) et aux extensions de plus de 20 m ²	11
4.2.1.2	Pour toutes les autres constructions, à l'exception des annexes d'habitation non accolées, des extensions de moins de 20 m ² et des bâtiments à usage agricole.....	12
4.2.1.3	Pour toutes les constructions futures.....	13
4.2.2	<i>Prescriptions applicables aux constructions existantes</i>	13
4.3	SONT RECOMMANDÉS :	13
4.3.1	<i>Pour les constructions futures</i>	13
4.3.2	<i>Pour les constructions existantes</i>	14
5.	DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE E (JAUNE) ET EN ZONE F (JAUNE CLAIR HACHURÉ)	15
5.1	SONT INTERDITS :	15
5.1.1	<i>Pour toutes les constructions</i>	15
5.1.2	<i>Pour les constructions futures</i>	15
5.2	SONT PRESCRITS :	15
5.2.1	<i>Pour les constructions futures</i>	15
5.2.1.1	Pour les constructions destinées au logement de type R ou R+1 (excepté les constructions à permis groupé) et aux extensions de plus de 20 m ²	15
5.2.1.2	Pour toutes les autres constructions à l'exception des annexes d'habitation non accolées, des extensions de moins de 20 m ² et des bâtiments à usage agricole.....	16
5.2.1.3	Pour toutes les constructions futures.....	16
5.2.2	<i>Pour les constructions existantes</i>	17
5.3	SONT RECOMMANDÉS :	17
5.3.1	<i>Pour les constructions futures</i>	17
5.3.2	<i>Pour les constructions existantes</i>	17
6.	MESURES DE PROTECTION, DE PRÉVENTION ET DE SAUVEGARDE	18
6.1	MESURES DE PROTECTION, DE PRÉVENTION ET DE SAUVEGARDE APPLICABLES DANS TOUTES LES ZONES	18
6.1.1	<i>Sont recommandés :</i>	18
6.2	MESURES DE PROTECTION, DE PRÉVENTION ET DE SAUVEGARDE APPLICABLES EN ZONES D'ANCIENNES CARRIÈRES OU DE DISSOLUTION DU GYPSE (ZONES A, B, C, ET D)	18
6.2.1	<i>Sont prescrits :</i>	18

1. PORTÉE DU PPRMT – DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Les dispositions définies dans le présent plan de prévention des risques mouvements de terrain (PPRMT) sont destinées à renforcer la sécurité des personnes sans en exposer de nouvelles, à limiter les dommages aux biens et aux activités existants et à éviter un accroissement des dommages dans le futur (conformément à l'article L.562-1 du code de l'environnement). Le plan délimite uniquement des zones exposées aux risques, dites « zones de danger ». Il n'existe pas de zones non directement exposées aux risques, dites « zones de précaution ».

Elles consistent en des interdictions et des autorisations sous conditions visant l'occupation ou l'utilisation des sols et en des prescriptions et recommandations destinées à prévenir les dommages. L'obligation sur les bâtiments existants ne porte que sur un montant global de travaux limité à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du présent plan.

Le PPRMT prend en compte les impératifs de développement et d'aménagement des territoires concernés par son application.

1.1 CHAMP D'APPLICATION

1.1.1 *Délimitation du champ d'application*

L'élaboration du plan de prévention des risques mouvements de terrain sur la commune de Montreuil a été prescrite par arrêté préfectoral n° 04-1510 du 31 mars 2004 et par arrêté préfectoral n° 01-3061 du 23 juillet 2001.

Ce plan concerne la prévention des risques de mouvements de terrain suivants :

- les risques liés à la présence de cavités dans le sous-sol pouvant provoquer, selon les cas, des fontis d'importance et de diamètre variables, des zones d'affaissement et de tassements différentiels et des zones d'effondrements importants ;
- les risques liés au phénomène de mouvement des sols provoqués par le retrait et le gonflement des couches argileuses du sous-sol suite à la modification de leur teneur en eau (période de fortes pluies ou période de sécheresse).

Le présent règlement s'applique au territoire de la commune de Montreuil-sous-Bois.

Le présent règlement fixe les dispositions applicables :

- aux biens et activités existants ;
- à l'implantation de toute nouvelle construction qu'elle soit à usage d'habitation ou non, y compris les constructions ne comportant pas de fondations ;
- à l'exécution de tous travaux, y compris les travaux de réfection, restauration et les opérations de rénovation ;
- à l'exercice de toute activité.

Pour les projets nouveaux, le règlement distingue, dans certaines zones réglementaires :

- les mesures applicables aux constructions (y compris les logements individuels à permis groupé) à l'exception des bâtiments de type R ou R+1 destinés au logement, des extensions et des bâtiments à usage agricole ;
- les mesures applicables aux constructions destinées aux logements de type R ou R+1 (à l'exception des logements individuels à permis groupés) et aux extensions d'habitation de plus de 20 m² ;
- les mesures applicables quelle que soit la construction.

1.1.2 Délimitation du zonage réglementaire

Le zonage réglementaire est établi à partir de la cartographie des différents aléas mouvements de terrain (affaissement-effondrement liés aux anciennes carrières, affaissement-effondrement liés à la dissolution du gypse et retrait-gonflement des sols argileux) et de l'analyse des enjeux.

Conformément à l'article L.562-1 du Code de l'Environnement et au décret 95-1089 du 5 octobre 1995, le territoire inclus dans le périmètre du PPRMT a été divisé en 6 zones¹ :

- Une **zone A** correspondant aux zones d'aléas « très fort » pour le risque d'affaissement et d'effondrement lié à la présence d'anciennes carrières ;
- Une **zone B** correspondant aux zones d'aléas « fort » pour le risque d'affaissement et d'effondrement lié à la présence d'anciennes carrières ;
- Une **zone C** correspondant aux zones d'aléas « fort » pour le risque lié au retrait-gonflement des sols argileux et entrant dans l'un des cas de figure suivants :
 - zone d'aléas « moyen » et « faible » pour le risque d'affaissement et d'effondrement lié à la présence d'anciennes carrières ;
 - zone d'aléas « moyen » et « faible » pour le risque d'affaissement et d'effondrement lié à la dissolution du gypse ;
- Une **zone D** correspondant aux zones d'aléas « moyen » et « faible » pour le risque lié au retrait-gonflement des sols argileux et entrant dans l'un des cas de figure suivants :
 - zone d'aléas « moyen » et « faible » pour le risque d'affaissement et d'effondrement lié à la présence d'anciennes carrières ;
 - zone d'aléas « moyen » et « faible » pour le risque d'affaissement et d'effondrement lié à la dissolution du gypse ;
- Une **zone E** correspondant aux zones soumises aux seuls aléas « fort » relatifs au risque lié au retrait- gonflement des sols argileux ;
- Une **zone F** correspondant aux zones soumises aux seuls aléas « moyen » et « faible » relatifs au risque lié au retrait- gonflement des sols argileux.

Type de risque	Type de risque		Risque lié au retrait-gonflement des sols argileux		
	Intensité de l'aléa	Intensité de l'aléa	fort	moyen	faible
		Niveau de risque correspondant	élevé	modéré	
Risque d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières	très fort	très élevé	A	A	
	fort	élevé	B	B	
	moyen	modéré	C	D	
	faible				
Risque d'affaissement et d'effondrement liés à la dissolution du gypse	moyen	modéré	C	D	
	faible				
Aucun risque d'affaissement ou d'effondrement repéré	-	-	E	F	

Conformément à l'article L.562-1 du code de l'environnement, le règlement définit pour chacune des six zones des mesures réglementaires spécifiques distinguant le cas échéant interdictions, prescriptions et recommandations (cf. chapitres 2 à 5). A ces mesures propres à chaque zone s'ajoutent les mesures de protection, de prévention et de sauvegarde qui sont essentiellement des mesures d'ensemble indépendantes de tous projets ou travaux (cf. chapitre 6).

¹ Voir la note de présentation, partie 6 « Elaboration du zonage réglementaire ».

1.2 EFFETS DU PPRMT

La nature et le contenu des prescriptions sont définies par l'État dans le cadre de l'élaboration du PPRMT. Le respect et les conditions d'exécution des prescriptions prises pour l'application du règlement du PPRMT relèvent de la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre des constructions, travaux et installations concernés par le présent plan. Les propriétaires sont tenus de mener les opérations de gestion et d'entretien nécessaires pour maintenir la pleine efficacité de ces mesures.

Le PPRMT approuvé vaut servitude d'utilité publique, conformément à l'article L.562-4 du code de l'environnement. Il est annexé au plan local d'urbanisme (PLU) en application de l'article L.126-1 du code de l'urbanisme.

Les dispositions du présent règlement ne préjugent pas de règles, éventuellement plus restrictives, prises dans le cadre du PLU de la commune (notamment en matière d'extension de construction ou d'emprise au sol, pour les zones délimitées dans le périmètre du PPRMT), ni de prescriptions qui pourraient être imposées dans le cadre d'une autre législation, notamment au titre du code de l'environnement.

1.3 APPLICATION DES PRESCRIPTIONS

Conformément à l'article L.562-5 du code de l'environnement, le non respect des prescriptions de ce plan est puni des peines prévues à l'article L.480-4 du code de l'urbanisme et peut engager la responsabilité individuelle de tout intervenant agissant pour le compte d'un pétitionnaire (article L.562-5 du code de l'environnement).

L'article L.125-6 du code des assurances prévoit qu'en cas de violation des règles administratives en vigueur tendant à prévenir les dommages causés par une catastrophe naturelle, la garantie de l'assuré contre les effets des telles catastrophes sur les biens faisant l'objet de contrats ne s'impose plus aux entreprises d'assurance.

Les dispositions du présent règlement sont définies en application de l'article L.562-1 du code de l'environnement, sans préjudice des règles normatives constructives (NF, DTU) en vigueur. Conformément à l'article L.562-1-III du code de l'environnement, la réalisation des mesures prévues dans le présent règlement sont rendues obligatoires dans un délai de 5 ans à compter de sa publication dans le recueil des actes administratifs de la préfecture et peut être réduit à 1 an en zone A. A défaut de mise en conformité dans le délai prescrit, le préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur.

2. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE A (ROUGE FONCÉ)

2.1 SONT INTERDITS :

- Toute construction nouvelle ;
- Les installations classées, hormis celles indispensables aux travaux de comblement des carrières ;
- Les dispositifs d'infiltration et d'injection des eaux pluviales dans le sous-sol ;
- L'utilisation de pompages intéressant les nappes qui baignent les horizons gypseux ;
- Font exception à ces mesures, sous condition de ne pas aggraver l'exposition aux risques par l'application de techniques et procédures adaptées à la nature de ces risques :
 - les travaux d'infrastructures nécessaires au fonctionnement des services publics, y compris la pose de lignes et de câbles par les occupants du domaine public sous réserve d'en avertir le public par une signalisation adaptée ;
 - les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et installations implantées antérieurement à la publication du présent plan ;
 - les réparations effectuées sur un bâtiment sinistré dans le cas où la cause des dommages est sans lien avec le risque ayant entraîné le classement en zone A ;
 - tous travaux et aménagements permettant de réduire l'exposition aux risques des biens après autorisation préalable d'un organisme compétent en la matière (organisme possédant la qualification OPQIBI, membre de l'Union Syndicale des Géotechniciens ou équivalent).

3. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE B (BLEU FONCÉ)

3.1 SONT INTERDITS :

3.1.1 *Pour toutes les constructions*

- Les dispositifs d'infiltration et d'injection des eaux pluviales dans le sous-sol ;
- L'utilisation de pompages intéressant les nappes qui baignent les horizons gypseux.

3.1.2 *Pour les constructions futures*

- La réalisation d'un sous-sol partiel sous une construction d'un seul tenant, sauf mise en place d'un joint de rupture.

3.2 SONT PRESCRITS :

3.2.1 *Pour les constructions futures*

- La réalisation d'une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 10 mètres à sa périphérie, dont l'objectif est de définir les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments face au risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G 12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500 dont les objectifs sont :
 - la détection des vides résiduels sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 10 mètres à sa périphérie ;
 - la détermination du mode de fondation adapté aux caractéristiques mécaniques des terrains mobilisés par le projet face aux risques d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières ainsi qu'au risque de retrait-gonflement des sols argileux ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives visant à stabiliser le sous-sol ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions exposées au risque de tassement ou de soulèvement différentiel des sols argileux ;
 - l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site.

Toutes les mesures issues de ces études doivent être appliquées.

- Des dispositifs visant à garantir la stabilité de toute occupation ou utilisation du sol face aux effondrements et tassements de sols, et, en particulier, de tout projet de construction, y compris l'extension du bâti existant (même si les déformations susceptibles de se produire sont de faible amplitude) ;
- En l'absence de raccordement aux réseaux d'eaux pluviales ou unitaires, des dispositifs spécifiques pour recueillir les eaux pluviales et les stocker avant réutilisation selon la réglementation en vigueur relative à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;

- Des dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples) ;
- La mise en place en amont d'un dispositif de type caniveau en présence de fondations sur remblai ou sur terrain en pente afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne créent une zone humide au droit des fondations, lorsque la construction est en retrait de la limite séparative ;
- Le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 mètres de toute construction existante lorsque celle-ci est située à plus de 2 mètres de la limite séparative.

3.2.2 Pour les constructions existantes

Les prescriptions suivantes s'appliquent dans la mesure où le coût total des travaux reste inférieur à 10 % de la valeur vénale estimée du bien à la date d'approbation du PPR.

- En l'absence de raccordement aux réseaux d'eaux pluviales ou unitaires, des dispositifs spécifiques pour recueillir les eaux pluviales et les stocker avant réutilisation selon la réglementation en vigueur relative à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;
- Des dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples) en cas de remplacement de ces dernières ;
- La mise en place en amont d'un dispositif de type caniveau en présence de fondations sur remblai ou sur terrain en pente afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne créent une zone humide au droit des fondations, lorsque la construction est en retrait de la limite séparative ;
- Le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 mètres de toute construction existante lorsque celle-ci est située à plus de 2 mètres de la limite séparative.

3.3 SONT RECOMMANDÉS :

3.3.1 Pour les constructions futures

- La mise en place, en bordure et sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée par exemple) d'une largeur minimale de 1,5 mètres ;
- La récupération des eaux de ruissellement des abords de la construction par un dispositif de type caniveau éloigné à une distance minimale de 1,5 mètres de tout bâtiment.

3.3.2 Pour les constructions existantes

- En cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, de ne pas implanter cette dernière le long des murs périphériques de ce sous-sol.

4. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE C (BLEU CLAIR) ET EN ZONE D (BLEU CLAIR HACHURÉ)

4.1 SONT INTERDITS :

4.1.1 Pour toutes les constructions

- L'utilisation de pompages intéressant les nappes qui baignent les horizons gypseux ;
- L'injection des eaux pluviales dans les horizons gypseux ;
- L'infiltration superficielle des eaux pluviales au droit des fondations.

4.1.2 Pour les constructions futures

- La réalisation d'un sous-sol partiel sous une construction d'un seul tenant, sauf mise en place d'un joint de rupture.

4.2 SONT PRESCRITS :

4.2.1 Pour les constructions futures

Toute occupation ou utilisation du sol, en particulier tout projet de construction y compris l'extension de bâti existant, fera l'objet de dispositions visant à garantir sa stabilité vis-à-vis des effondrements et tassements de sols.

4.2.1.1 Pour les constructions destinées au logement de type R ou R+1 (hors constructions à permis groupés) et aux extensions de plus de 20 m²

Il est imposé la réalisation de l'une des deux mesures définies ci-dessous :

- ➔ Soit la réalisation d'une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 5 mètres à sa périphérie, dont l'objectif est de définir les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments face au risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G 12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500 dont les objectifs sont :
 - la détection des vides résiduels sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 5 mètres à sa périphérie ;
 - la détermination du mode de fondation adapté aux caractéristiques mécaniques des terrains mobilisés par le projet face aux risques d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse ainsi qu'au risque de retrait-gonflement des sols argileux ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives visant à stabiliser le sous-sol ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions exposées au risque de tassement ou de soulèvement différentiel des sols argileux ;
 - l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site.

Toutes les mesures issues de ces études doivent être appliquées.

- Soit l'application des mesures techniques suivantes :
- La profondeur minimum des fondations est fixée à 1,20 m en zone C et à 0,80 m en zone D sauf rencontre, à une profondeur inférieure, de sols durs non argileux insensibles au phénomène de retrait-gonflement ;
- Les fondations sont ancrées à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont sur les terrains en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais afin d'assurer une homogénéité d'ancrage ;
- Dans le cas où des fondations sont sur semelles, celles-ci sont continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme en vigueur relative au calcul des fondations superficielles ;
- Les murs porteurs comportent un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme en vigueur relative au calcul et aux dispositions constructives minimales ;
- Toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements ou des soulèvements différentiels sont désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction ;
- A défaut de la réalisation d'un plancher sur vide sanitaire, sous-sol total ou radier général, le dallage sur terre-plein fait l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations, conformément à la norme en vigueur relative aux travaux de fondations superficielles ;
- En cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, celle-ci n'est pas positionnée le long des murs périphériques de ce sous-sol. A défaut, il est mis en place un dispositif spécifique d'isolation des murs.

4.2.1.2 Pour toutes les autres constructions, à l'exception des annexes d'habitation non accolées, des extensions de moins de 20 m² et des bâtiments à usage agricole

- La réalisation d'une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 5 mètres à sa périphérie, dont l'objectif est de définir les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments face au risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G 12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500 dont les objectifs sont :
 - la détection des vides résiduels sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 5 mètres à sa périphérie ;
 - la détermination du mode de fondation adapté aux caractéristiques mécaniques des terrains mobilisés par le projet face aux risques d'affaissement et d'effondrement liés à la présence d'anciennes carrières ou à la dissolution du gypse ainsi qu'au risque de retrait-gonflement des sols argileux ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives visant à stabiliser le sous-sol ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions exposées au risque de tassement ou de soulèvement différentiel des sols argileux ;

- l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site.

Toutes les mesures issues de ces études doivent être appliquées.

4.2.1.3 Pour toutes les constructions futures

- En l'absence de raccordement aux réseaux d'eaux pluviales ou unitaires, des dispositifs spécifiques pour recueillir les eaux pluviales et les stocker avant réutilisation selon la réglementation en vigueur relative à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;
- Des dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples) ;
- La mise en place en amont d'un dispositif de type caniveau en présence de fondations sur remblai ou sur terrain en pente afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne créent une zone humide au droit des fondations, lorsque la construction est en retrait de la limite séparative ;
- Le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 mètres de toute construction existante lorsque celle-ci est située à plus de 2 mètres de la limite séparative.

4.2.2 **Prescriptions applicables aux constructions existantes**

Ces prescriptions s'appliquent dans la mesure où le coût total des travaux reste inférieur à 10 % de la valeur vénale estimée du bien à la date d'approbation du PPR.

- En l'absence de raccordement aux réseaux d'eaux pluviales ou unitaires, des dispositifs spécifiques pour recueillir les eaux pluviales et les stocker avant réutilisation selon la réglementation en vigueur relative à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;
- Des dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples) en cas de remplacement de ces dernières ;
- La mise en place en amont d'un dispositif de type caniveau en présence de fondations sur remblai ou sur terrain en pente afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne créent une zone humide au droit des fondations, lorsque la construction est en retrait de la limite séparative ;
- Le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 mètres de toute construction existante lorsque celle-ci est située à plus de 2 mètres de la limite séparative.

4.3 **SONT RECOMMANDÉS :**

4.3.1 **Pour les constructions futures**

- La réalisation d'un plancher sur vide sanitaire, sous-sol total ou radier général ;
- La mise en place, en bordure et sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée par exemple) d'une largeur minimale de 1,5 mètres ;

- La récupération des eaux de ruissellement des abords de la construction par un dispositif de type caniveau éloigné à une distance minimale de 1,5 mètres de tout bâtiment.

4.3.2 Pour les constructions existantes

- En cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, de ne pas implanter cette dernière le long des murs périphériques de ce sous-sol.

5. DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE E (JAUNE) ET EN ZONE F (JAUNE CLAIR HACHURÉ)

5.1 SONT INTERDITS :

5.1.1 *Pour toutes les constructions*

- L'infiltration superficielle des eaux pluviales au droit des fondations.

5.1.2 *Pour les constructions futures*

- La réalisation d'un sous-sol partiel sous une construction d'un seul tenant, sauf mise en place d'un joint de rupture.

5.2 SONT PRESCRITS :

5.2.1 *Pour les constructions futures*

5.2.1.1 Pour les constructions destinées au logement de type R ou R+1 (excepté les constructions à permis groupé) et aux extensions de plus de 20 m²

Il est imposé la réalisation d'une des deux mesures définies ci-dessous :

- Soit la réalisation d'une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 2 mètres à sa périphérie, dont l'objectif est de définir les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments vis à vis du risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G 12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500 dont les objectifs sont :
 - la détermination du mode de fondation adapté aux caractéristiques mécaniques des terrains mobilisés par le projet face au risque de retrait-gonflement des sols argileux ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions exposées au risque de tassement ou de soulèvement différentiel des sols argileux ;
 - l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site.

Toutes les mesures issues de ces études doivent être appliquées.

- Soit l'application des mesures techniques suivantes :
 - La profondeur minimum des fondations est fixée à 1,20 m en zone E et à 0,80 m en zone F, sauf rencontre, à une profondeur inférieure, de sols durs non argileux insensibles au phénomène de retrait-gonflement ;
 - Sur terrain en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations sont descendues à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité d'ancrage ;
 - Dans le cas où des fondations sont sur semelles, elles sont continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme en vigueur relative au calcul des fondations superficielles ;

- Les murs porteurs comportent un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme en vigueur relative au calcul et aux dispositions constructives minimales ;
- Toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements ou des soulèvements différentiels sont désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction ;
- A défaut de la réalisation d'un plancher sur vide sanitaire, sous-sol total ou radier général, le dallage sur terre-plein fait l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations, conformément à la norme en vigueur relative aux travaux de fondations superficielles ;
- En cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, celle-ci n'est pas positionnée le long des murs périphériques de ce sous-sol. A défaut, il est mis en place un dispositif spécifique d'isolation des murs.

5.2.1.2 Pour toutes les autres constructions à l'exception des annexes d'habitation non accolées, des extensions de moins de 20 m² et des bâtiments à usage agricole

- La réalisation d'une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle ou sur la surface au sol du projet augmentée de 2 mètres à sa périphérie, dont l'objectif est de définir les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments vis à vis du risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G 12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500 dont les objectifs sont :
 - la détermination du mode de fondation adapté aux caractéristiques mécaniques des terrains mobilisés par le projet face au risque de retrait-gonflement des sols argileux ;
 - la définition, le cas échéant, des dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions exposées au risque de tassement ou de soulèvement différentiel des sols argileux ;
 - l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site.

Toutes les mesures issues de ces études doivent être appliquées.

5.2.1.3 Pour toutes les constructions futures

- Des dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples) ;
- La mise en place en amont d'un dispositif de type caniveau en présence de fondations sur remblai ou sur terrain en pente afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne créent une zone humide au droit des fondations, lorsque la construction est en retrait de la limite séparative ;
- Le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 mètres de toute construction existante lorsque celle-ci est située à plus de 2 mètres de la limite séparative.

5.2.2 Pour les constructions existantes

Ces prescriptions s'appliquent dans la mesure où le coût total des travaux reste inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du PPR.

- Des dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples) en cas de remplacement de ces dernières.

5.3 SONT RECOMMANDÉS :

5.3.1 Pour les constructions futures

- En l'absence de raccordement aux réseaux d'eaux pluviales ou unitaires, des dispositifs spécifiques pour recueillir les eaux pluviales et les stocker avant réutilisation selon la réglementation en vigueur relative à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;
- La réalisation d'un plancher sur vide sanitaire, sous-sol total ou radier général ;
- La mise en place, en bordure et sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée par exemple) d'une largeur minimale de 1,5 mètres ;
- La récupération des eaux de ruissellement des abords de la construction par un dispositif de type caniveau éloigné à une distance minimale de 1,5 mètres de tout bâtiment.

5.3.2 Pour les constructions existantes

- En l'absence de raccordement aux réseaux d'eaux pluviales ou unitaires, des dispositifs spécifiques pour recueillir les eaux pluviales et les stocker avant réutilisation selon la réglementation en vigueur relative à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ;
- La mise en place en amont d'un dispositif de type caniveau en présence de fondations sur remblai ou sur terrain en pente afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne créent une zone humide au droit des fondations, lorsque la construction est en retrait de la limite séparative ;
- Le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 mètres de toute construction existante lorsque celle-ci est située à plus de 2 mètres de la limite séparative ;
- En cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, de ne pas implanter cette dernière le long des murs périphériques de ce sous-sol.

6. MESURES DE PROTECTION, DE PRÉVENTION ET DE SAUVEGARDE

Il s'agit essentiellement de mesures d'ensemble indépendantes de tous projets ou travaux et qui doivent être prises par les particuliers, les entreprises et les collectivités publiques dans le cadre des compétences qui leur sont dévolues.

6.1 MESURES DE PROTECTION, DE PRÉVENTION ET DE SAUVEGARDE APPLICABLES DANS TOUTES LES ZONES

6.1.1 *Sont recommandés :*

- D'éviter la plantation d'arbres avides d'eau et/ou à fort développement racinaire horizontal, tels que les peupliers ;
- Un élagage régulier des arbres et arbustes existants ;
- La surveillance et l'entretien des réseaux d'évacuation des eaux usées et pluviales et des dispositifs assurant leur étanchéité (joints souples...).

6.2 MESURES DE PROTECTION, DE PRÉVENTION ET DE SAUVEGARDE APPLICABLES EN ZONES D'ANCIENNES CARRIÈRES OU DE DISSOLUTION DU GYPSE (ZONES A, B, C, ET D)

Conformément à l'article 43 de la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages codifié à l'article L.563-6 du code de l'environnement :

I. - Les communes ou leurs groupements compétents en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que de besoin, des cartes délimitant les sites où sont situées des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

II. - Toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'État dans le département et au président du conseil général les éléments dont il dispose à ce sujet.

La diffusion d'informations manifestement erronées, mensongères ou résultant d'une intention dolosive, relatives à l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière est punie d'une amende de 30 000 EUR.

III. - Le représentant de l'État dans le département publie et met à jour, selon des modalités fixées par décret en Conseil d'État, la liste des communes pour lesquelles il a été informé par le maire de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière et de celles où il existe une présomption réelle et sérieuse de l'existence d'une telle cavité. Cet article concerne aussi bien le risque « carrière » que le risque « dissolution du gypse ».

6.2.1 *Sont prescrits :*

- La mise en œuvre d'une procédure d'arrêt de péril pour un bâtiment et des restrictions d'usages adaptées pour une infrastructure en cas de venue au jour d'un effondrement à une distance inférieure à celle déterminée par la zone de protection (10 m en zones A et B, et 5 m en zones C et D) d'un bâtiment ou d'une infrastructure, distance déterminée depuis le centre de l'effondrement ;

- Le comblement en urgence des cavités sous-jacentes en cas d'apparition de fontis en surface, et la réalisation d'une campagne de sondage préalable au traitement définitif du fontis ;
- La neutralisation d'une bande de terrain correspondant à la zone de protection (10 m en zones A et B, et 5 m en zones C et D), mesurée depuis le centre du fontis, autour des effondrements n'affectant pas d'habitation ;
- La réalisation d'un diagnostic, à l'occasion de travaux relatifs aux réseaux humides (réseaux d'assainissement collectif, réseaux d'eau potable sur les domaines public et privé, ainsi que les branchements particuliers notamment) par la personne compétente et sur les réseaux qui la concerne. Le cas échéant, si le diagnostic révèle une défaillance du réseau, celui-ci est réparé dans un délai maximal de 1 an en zone A et de 5 ans en zone B, C et D.

annexes

Plan de prévention des risques mouvements de terrain

Affaissement et effondrement liés aux anciennes carrières
et à la dissolution du gypse

Retrait-gonflement des argiles

APPROUVÉ PAR ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 22 AVRIL 2011



SOMMAIRE

1. DÉFINITIONS DES TERMES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT PPRMT.....	7
1.1 SIGLES.....	7
1.2 DÉFINITIONS GÉNÉRALES.....	7
1.3 DÉFINITIONS RELATIVES AUX RISQUES D'EFFONDREMENT D'ANCIENNES CARRIÈRES OU DE DISSOLUTION DU GYPSE	10
1.4 DÉFINITIONS RELATIVES AUX RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN ET AUX DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES.....	13
2. ÉLÉMENTS DE MÉTHODE DANS LE CADRE DE L'INSTRUCTION DES ACTES D'URBANISME.....	25
2.1 CAS D'UNE UNITÉ FONCIÈRE NON BÂTIE.....	25
2.2 CAS D'UNE UNITÉ FONCIÈRE BÂTIE.....	25
3. FICHES CONSEIL.....	27
3.1 RÉALISER UNE CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS EN TERRAIN ARGILEUX.....	27
3.1.1 Objectifs.....	27
3.1.2 Moyens à mettre en œuvre.....	27
3.1.3 Ajustement de la campagne de reconnaissance aux besoins.....	28
3.1.4 Quelques notions techniques.....	28
3.2 RÉALISER UN PLANCHER SUR VIDE SANITAIRE.....	30
3.2.1 Objectifs et mise en œuvre.....	30
3.2.2 Intérêt du vide sanitaire comparé au dallage sur terre-plein.....	31
3.3 METTRE EN PLACE UN DISPOSITIF DE DRAINAGE.....	32
3.3.1 Objectifs.....	32
3.3.2 Mise en œuvre : composition d'un dispositif de drainage enterré.....	32
3.3.3 Exemple 1 : drainage des eaux de ruissellement et des eaux de toitures.....	33
3.3.4 Exemple 2 : drainage des eaux souterraines.....	34
3.4 PRÉVOIR DES FONDATIONS ET STRUCTURES ADAPTÉES AUX RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	35
3.4.1 Choisir des fondations adaptées.....	35
3.4.1.1 Objectif principal des fondations et conditions de mise en œuvre.....	35
3.4.1.2 Les différents types de fondations.....	36
3.4.2 Rigidifier la structure et désolidariser les bâtiments accolés.....	42

3.4.2.1	Prévoir des chaînages horizontaux et verticaux pour les murs porteurs.....	42
3.4.2.2	Prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre bâtiments accolés fondés différemment ou exerçant des charges variables.....	44
3.5	PRÉVENIR LES EFFETS DE LA VÉGÉTATION SUR LE BÂTI.....	44
3.5.1	<i>Explication du phénomène.....</i>	<i>44</i>
3.5.2	<i>Espèces végétales susceptibles d'occasionner des désordres.....</i>	<i>46</i>
3.5.3	<i>Mesures à mettre en oeuvre.....</i>	<i>47</i>
4.	DESCRIPTION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES.....	49
5.	FICHES RÉCAPITULATIVES DES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS DE FINANCEMENT.....	52
5.1	FICHE N°1 : EXPROPRIATION DE BIENS EXPOSÉS À UN RISQUE NATUREL MAJEUR.....	52
5.2	FICHE N° 2 : ACQUISITION AMIABLE DE BIENS EXPOSÉS A UN RISQUE NATUREL MAJEUR.....	52
5.3	FICHE N° 3 : ACQUISITION AMIABLE DE BIENS SINISTRÉS PAR UNE CATASTROPHE NATURELLE.....	53
5.4	FICHE N° 4 : ÉVACUATION TEMPORAIRE ET RELOGEMENT DES PERSONNES EXPOSÉES À UN RISQUE NATUREL MAJEUR.....	54
5.5	FICHE N° 5 : OPÉRATIONS DE RECONNAISSANCE ET TRAVAUX DE TRAITEMENT OU DE COMBLEMENT DE CAVITÉS SOUTERRAINES OU DE MARNIÈRES.....	55
5.6	FICHE N° 6 : ÉTUDES ET TRAVAUX DE PRÉVENTION RENDUS OBLIGATOIRES PAR UN PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES APPROUVÉ.....	56
5.7	FICHE N° 7 : ÉTUDES ET TRAVAUX DE PRÉVENTION DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES.....	57
5.8	FICHE N° 8 : CAMPAGNES D'INFORMATION SUR LA GARANTIE CATASTROPHES NATURELLES.....	58
6.	CATASTROPHE NATURELLE ET ASSURANCE.....	59
6.1	LES CONDITIONS D'APPLICATION DU RÉGIME DE CATASTROPHE NATURELLE.....	59
6.2	LES PÉRILS COUVERTS ET LES ÉVÈNEMENTS NON COUVERTS PAR LA GARANTIE CATASTROPHE NATURELLE.....	59
6.3	L'ÉTENDUE DE LA GARANTIE.....	60
6.4	LE FINANCEMENT DE LA GARANTIE.....	60
6.5	LA PROCÉDURE DE RECONNAISSANCE.....	60
6.6	LE RÈGLEMENT DES SINISTRES.....	61
6.7	LES FRANCHISES.....	61
6.8	LE LIEN ENTRE PRÉVENTION ET INDEMNISATION.....	61
6.9	CAS OÙ LA COMMUNE NE DISPOSE PAS D'UN PPR.....	62

6.10	LE BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION (BCT).....	62
6.11	LE RÉGIME CATASTROPHE NATURELLE EN CHIFFRES.....	63

Les annexes au présent PPR sont présentées à titre indicatif. Elles n'ont aucune valeur réglementaire. Elles résultent de réflexions de l'ensemble des partenaires en l'état actuel des connaissances, et sont donc susceptibles d'évoluer en fonction des progrès techniques et des textes réglementaires.

Les dispositions définies dans les annexes au présent plan de prévention des risques mouvements de terrain ont pour objectif de préciser les conditions techniques de réalisation des mesures pouvant être prescrites ou recommandées.

Les conditions financières de réalisation de certaines de ces mesures sont données à titre indicatif.

1. DÉFINITIONS DES TERMES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT PPRMT

1.1 SIGLES

AQC	Agence qualité construction
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CEBTP	Centre d'expertise du bâtiment et des travaux publics
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
DDE	Direction départementale de l'équipement
DEA	Direction de l'eau et de l'assainissement (conseil général 93)
DIREN	Direction régionale de l'environnement
DRIEA-IF	Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Ile-de-France
DTU	Document technique unifié
ERP	Établissement recevant du public
IGC	Inspection générale des carrières de la Ville de Paris
LREP	Laboratoire régional de l'est parisien
MRN	Mission des sociétés d'assurance pour la connaissance et la prévention des risques naturels
NF	Norme française
OPQIBI	Organisme professionnel de qualification de l'ingénierie : infrastructure – bâtiment - industrie
PLU	Plan local d'urbanisme
PPRI	Plan de prévention des risques inondation
PPRMT	Plan de prévention des risques mouvements de terrain
PPRN	Plan de prévention des risques naturels
SDRIF	Schéma directeur de la région Ile de France
SHOB	Surface hors œuvre brute
SHON	Surface hors œuvre nette

1.2 DÉFINITIONS GÉNÉRALES

Annexe	Une annexe est une dépendance n'ayant pas d'accès direct au bâtiment principal.
Aléa	Phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données.
Bâtiment R+1	Bâtiment composé d'un rez-de-chaussée et d'un étage à usage d'habitation ou d'activité.

Bâtiment R ≥ 2	Bâtiment composé d'un rez-de-chaussée et de deux ou plusieurs étages à usage d'habitation ou d'activité.
Construction	La notion de construction doit être prise dans un sens relativement large. Elle recouvre : - toute construction à usage d'habitation ou non, même ne comportant pas de fondations, et en particulier la construction de bâtiments, c'est-à-dire d'édifices qui présentent un espace intérieur utilisable ; - les installations, outillages et ouvrages, qui impliquent une implantation au sol, une occupation du sous-sol, ou en surplomb du sol.
Enjeux	Personnes, biens, activités, moyens, patrimoines susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Ont été retenues deux catégories d'enjeux : les enjeux sur l'existant et ceux liés aux projets de territoire.
Établissement sensible	Tout établissement accueillant en permanence des personnes non valides, des malades, des personnes âgées ou des enfants (hôpitaux, maisons de retraite, centre d'hébergement...), ainsi que les établissements pénitentiaires et scolaires.
Établissements recevant du public	D'après l'article R.123-2 du code de la construction et de l'habitat, ce sont tous les bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises soit librement soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout-venant ou sur invitation payante ou non. Est considérée comme faisant partie du public toute personne admise dans l'établissement à quelque titre que ce soit en plus du personnel.
Extension	Dans le présent règlement, une extension s'entend comme un projet visant à augmenter l'emprise au sol du bâti existant à l'exception des terrasses non couvertes de plain-pied avec le rez-de-chaussée.
Intensité	Expression de la violence ou de l'importance d'un phénomène, évaluée ou mesurée par des paramètres physiques (profondeur et diamètre d'un effondrement par exemple...).
Mode d'occupation des sols (MOS)	Carte de l'occupation du sol établissant selon le territoire l'occupation dominante ou l'usage des sols.
Opération d'aménagement	Une opération d'aménagement s'entend au sens de l'article L.300-1 du code de l'urbanisme. Ce terme vise également les opérations d'aménagement confiées par une collectivité ou un EPCI à un aménageur public ou privé.
Permis groupé	On entend par permis groupé un permis de construire qui porte sur la construction, sur un même terrain, par une seule personne physique ou morale, de plusieurs bâtiments, dont le terrain d'assiette doit faire l'objet d'une division en propriété ou en jouissance.

Rénovation (opération de)	En urbanisme, une opération de rénovation désigne un ensemble de travaux concernant un quartier vétuste : démolition, redistribution des utilisations du sol, reconstruction et aménagement.
Réparation	Travaux sur une partie dégradée ou détruite d'un ouvrage consistant à lui rendre son aptitude à remplir sa fonction.
Restauration	Reconstitution dans son état originel d'un bâtiment ancien présentant un intérêt architectural ou historique.
Risque	Le risque est fonction de l'aléa et de la vulnérabilité.
SHOB	D'après l'article R.112-2 du code de l'urbanisme, la surface de plancher hors œuvre brute est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau de la construction.
SHON	<p>D'après l'article R.112-2 du code de l'urbanisme, la surface de plancher hors œuvre nette d'une construction est égale à la SHOB après déduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des surfaces de plancher hors œuvre des combles et sous-sols non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial ; • Des surfaces de plancher hors œuvre des toitures-terrasses, des balcons, des loggias, ainsi que des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée ; • Des surfaces de plancher hors œuvre des bâtiments ou parties de bâtiments aménagées en vue du stationnement des véhicules ; • Dans les exploitations agricoles, des surfaces de plancher des serres de production, des locaux destinés à abriter les récoltes, à héberger les animaux, à ranger et à entretenir le matériel agricole, des locaux de production et de stockage des produits à usage agricole, des locaux de transformation et de conditionnement des produits provenant de l'exploitation ; • D'une surface égale à 5 % des surfaces hors œuvre affectées à l'habitation telles qu'elles résultent le cas échéant de l'application des 3 précédents points ; • Sont également déduites de la SHOB, dans le cas de la réfection d'un immeuble à usage d'habitation et dans la limite de 5 m² par logement, les surfaces de planchers affectées à la réalisation de travaux tendant à l'amélioration de l'hygiène des locaux et celles résultant de la fermeture de balcons, loggias et surfaces non closes situées en rez-de-chaussée.
Sinistre	Selon la jurisprudence la notion de sinistre relève de circonstances particulières telles que l'incendie, la tempête, l'attentat... (CE 26 juillet 1996 – CE 30 décembre 2002 – CE 5 mars 2003).
Sous-sol	Partie d'une construction aménagée en partie ou entièrement au-dessous du niveau du terrain naturel.

Terrain naturel	Terrain avant travaux, sans remaniement préalable permettant la réalisation du projet.
Unité foncière	Ensemble des parcelles d'un même tenant appartenant à un même propriétaire.
Vulnérabilité	Au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux.

1.3 DÉFINITIONS RELATIVES AUX RISQUES D'EFFONDREMENT D'ANCIENNES CARRIÈRES OU DE DISSOLUTION DU GYPSE

Abattage	Action de faire tomber un bloc de pierre d'un front de taille.
Affleurement	Partie d'un terrain visible à la surface de la terre.
Assise	Ensemble de bancs de pierre possédant les mêmes caractéristiques.
Atelier	Niveau d'exploitation où travaillaient les carriers, dans les carrières souterraines. Le mot chantier est plutôt réservé aux carrières à ciel ouvert.
Atelier supérieur	Étage le plus haut de l'exploitation.
Ballastière	Carrière de sable.
Banc	Couche naturelle de pierre se terminant au-dessus et au-dessous par une séparation nette, c'est la plus petite subdivision du terrain.
Banc de ciel	Banc généralement dur laissé au-dessus des piliers d'une carrière pour en former le ciel ou le toit.
Banc de souchet	Banc de pierre tendre, de l'étage supérieur, c'est par ce banc que les carriers attaquaient le plus fréquemment le front de taille.
Banc de volée	Premier banc que l'on exploite au-dessus du banc de souchet.
Banquette	Plate forme de travail, aménagée dans le talus d'une fouille à ciel ouvert.
Bloc	Masse de pierre, extraite ou éboulée, à l'état brut.
Bouche	Ouverture, entrée dans une carrière souterraine, ouverture d'un puits.
Bourrage	Remblais mis en place dans une carrière souterraine.
Carreau	Terrain clos englobant les entrées des galeries ou des puits et les installations de surface de carrière.
Cavage	Entrée, à flanc de coteau, d'une carrière souterraine.
Ceinture	Anneau maçonné entourant un puits ou un fontis.
Chevillage	Ensemble des pièces de bois maintenant les têtes de piliers d'une carrière de gypse.

Ciel	Banc rocheux laissé en toit de carrière. - <u>ciel tombé</u> : chute de blocs de banc de ciel ; - <u>ciel ouvert</u> : exploitation d'une carrière en plein air.
Cloche	Excavation qui se forme progressivement par suite de l'effondrement du ciel.
Découverte	Ensemble des terrains qu'il faut enlever dans une carrière à ciel ouvert, pour atteindre la masse exploitable.
Dépilage	Reprise d'extraction d'un pilier de masse, soit en vue d'un foudroyage, soit en vue d'une extraction partielle ou complète, à ciel ouvert, d'une ancienne carrière souterraine.
Epaufrure	Eclat, entaille accidentels sur une pierre de taille ou sur les parois d'une carrière.
Etage de carrière	Niveau d'exploitation, synonyme d'atelier. A ne pas confondre avec étage stratigraphique.
Etau de masse	Partie non exploitée dans une carrière. Si l'étau est de faible épaisseur, on le dénomme aussi « rideau de masse » (on dit tronc dans les carrières à ciel ouvert).
Feuillère	Cavité formée par circulation d'eau le long d'une fissure, d'une diaclase. Elle peut mesurer de quelques centimètres à plusieurs mètres.
Les Fleurs	Nom d'un banc de gypse formant généralement le ciel de carrière de la deuxième Masse.
Fluage	Déformation lente que subit un matériau soumis à une contrainte permanente.
Fontis	Effondrement local souterrain provoqué par éboulement dans un vide de dissolution ou de carrière, pouvant entraîner la formation d'un affaissement en surface.
Foudroisement	Action de foudroyer ; fait d'être foudroyé.
Foudroyage	Eboulement volontaire du toit dans le vide laissé à l'arrière de l'exploitation d'un chantier ou d'une carrière.
Four	Partie haute d'un front de taille par où les carriers commençaient souvent l'extraction.
Front de taille	Surface verticale suivant laquelle on attaque la couche à exploiter.
Front de masse	Limite des exploitations (ciel ouvert ou souterraine).
Galerie	Passage souterrain utilisé pour l'exploitation des carrières. Les dimensions sont variables et déterminées par : la hauteur des bancs à extraire, la circulation pour l'évacuation des blocs et la solidité du ciel. Les rues sont perpendiculaires aux galeries.
Glaisière	Carrière d'où on extrait la glaise.

Glissement de terrain	Mouvement rapide, vers le bas, d'une partie du matériel d'un versant se détache en bloc, soit le long d'un plan de glissement déjà existant (diaclyse, surface de stratification), soit avec formation d'une cassure souvent courbe.
Lit	Plan parallèle à la stratification plus ou moins visible dans les carrières parisiennes.
Ludien	Sous-étage du Tertiaire, correspondant à l'Eocène supérieur (sous-époque du Tertiaire).
Lutétien	Étage du Tertiaire correspondant à l'Eocène moyen.
Marabet	Banc gypseux caractéristique dans les Marnes Supra-gypseuses.
Masse	Ensemble des bancs exploitables d'une carrière - <u>masse en ciel</u> : banc exploitable laissé en surépaisseur dans le ciel ; - <u>masse en pied</u> : banc exploitable laissé en surépaisseur sur un sol de carrière.
Météorique	Eaux météoriques : eaux ayant leur origine dans l'atmosphère.
Moie	Portion tendre d'une pierre dure et compacte qui recouvre sa surface suivant le lit de la carrière.
Les Moutons	Appellation d'un banc formant le ciel dans le première Masse de gypse.
Mur	Limite inférieure d'un gisement, d'un banc ou d'une formation.
Nez de pilier	Partie supérieure d'un angle de pilier.
Pied	Sol de carrière ou base d'un pilier.
Pilier à bras	Pilier élevé en pierres sèches dans une carrière souterraine pour soutenir le ciel.
Pseudo-morphose	Substitution d'un minéral par un autre mais en conservant la forme initiale du premier cristal.
Puisard	Cavité d'érosion remplie de matériaux terreux apportés par les eaux ; on la rencontre dans la masse rocheuse en cours d'exploitation. Se dit également d'un petit puits creusé en pied de carrière pour y recueillir les eaux parasites pendant l'exploitation ou après.
Puits d'aération ou d'aérag	Puits, généralement de petit diamètre, créant avec d'autres puits un courant d'air destiné à ventiler la carrière.
Puits de service	Puits servant à l'exécution des travaux en souterrain.
Purge	Action de décoller et de faire tomber des épaufrures et des blocs instables.
Recherche	Première galerie d'exploitation de l'étage supérieur, galerie d'avancement des travaux de débouillage. Galerie réalisée aussi lors de la recherche des îlots de carrières.

Récolement	Vérification du tracé de la carrière fait sur la carte par rapport à la réalité.
Recouvrement	Ensemble des terrains rencontrés au-dessus d'une carrière. Le banc de ciel est compris dans le recouvrement.
Les Rousses	Banc caractéristique de la Haute Masse de gypse ; très fin, il fournit le plâtre à modeler.
Solifluxion	Glissement de terrain en général lent dû au fait que les terrains sont gorgés d'eau, et s'écoulent comme une masse boueuse à partir d'une niche de décollement. Se rencontrent beaucoup dans les pays froids en période de dégel.
Stampien	Etage géologique du Tertiaire correspondant à l'Oligocène (époque du Tertiaire).
Souchevage	Opération qui consiste à enlever le « souchet » pour faciliter l'extraction du banc supérieur.
Taux de défruitement	Pour une carrière souterraine, pourcentage des vides par rapport à la surface totale. Les surfaces sont comptées dans une section horizontale, à 1 m du pied de carrière.
Thalweg ou talweg	Ligne du fond d'une vallée, suivie par le cours d'eau quand il en existe un.
Toit	Synonyme de ciel de carrière ; surface supérieure d'une masse ou d'une exploitation souterraine.
Tranche	Galerie étroite percée dans la masse pour permettre un passage entre deux carrières ou pour traverser un étau.
Tréfonds	Sous-sol d'un terrain considéré.

1.4 DÉFINITIONS RELATIVES AUX RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN ET AUX DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Adjuvant	Produit chimique que l'on incorpore en faible proportion dans les bétons et mortiers, afin de modifier, d'améliorer ou de compléter certaines de leurs caractéristiques
Affaissement	Désordre ponctuel, visible en surface, se présentant sous forme de cuvette et consécutif à la lente fermeture de vides profonds. Ils se forment par rupture successive des différents horizons formant le recouvrement du vide initiateur.
Affouillement	Sape ou dégradation du terrain par l'action de l'eau.
Affouiller	Saper (cavitation, décompression) et déplacer des sols par l'action de l'érosion naturelle ou artificielle des eaux : de fortes pluies, des crues de rivières, des sources souterraines, des fuites de réseaux peuvent affouiller les sols et sous-sols.

Ancrage de fondation	En fondation superficielle, l'ancrage est égal à sa profondeur mesurée et fonction du béton de propreté jusqu'au terrain naturel, pour faire corps avec le terrain.
Armatures du béton armé	Aciers incorporés dans les ouvrages en béton, pour reprendre les efforts de traction, de flexion ou de cisaillement appliqués à ces ouvrages. (semelles armées, longrines, dallages, chaînages horizontaux et verticaux).
Béton	Roche artificielle composée de granulats et de sables agglomérés par un liant (en général un ciment). Le béton permet de réaliser, par moulage, banchage, ou coffrage, toutes sortes de pièces et de volumes qui, après durcissement, présentent une bonne cohésion et une résistance élevée, surtout en compression.
Béton : mise en œuvre	Le béton est généralement mis en place par gravité (coulage) dans des coffrages (banches, moules, caissons, etc.) ou sur une aire préparée à cet effet ; puis il est compacté par vibrage ou vibration.
Béton : préparation et malaxage	La qualité du béton est déterminée par le choix et la régularité de ses composants (ciments, granulats), par leurs proportions respectives, par le dosage en eau, par l'agressivité du terrain et par la durée et l'efficacité de dispersion du brassage ou malaxage, en bétonnière à axe incliné, ou en malaxeur à axe vertical ou horizontal. Le malaxage doit être suffisamment long mais il ne doit pas par contre être trop long, au risque d'assister au phénomène de fausse prise (voir ce mot). La qualité de l'eau de gâchage a aussi son importance dans la préparation des bétons : voir la norme NF EN 206-1 : béton. Le délai entre la fabrication et la mise en œuvre doit être compatible avec la formulation du béton, il ne doit pas, de préférence, être supérieur à une heure.
Béton armé (b.a.)	Le béton offre, par lui-même, une excellente résistance à la compression, mais pas à la traction ; l'acier, par contre, offre la résistance à la traction. D'où le concept du béton armé, qui consiste à associer intimement le béton et l'acier pour obtenir un matériau qui cumule les qualités de résistance en compression en traction.
Béton de propreté	Couche de béton grossier étalée sur le sol naturel ou sur un fond de fouilles pour constituer une surface non terreuse, sur laquelle on pourra couler un béton.
Béton prêt à l'emploi (b.p.e.)	Béton préparé dans une centrale à béton, livré sur chantier malaxé et prêt à couler, par des camions dits camions-toupies.
Bétonnage	Mise en œuvre du béton sur chantier. les bétonnages par temps chaud, par temps de gel, sous l'eau, en mer, ou en milieu agressif font l'objet de mesures et de précautions particulières.
Bétonner	Couler du béton. Réaliser un ouvrage en béton.
Blindage	Ouvrage de soutènement des parois verticales des terrassements, fouilles, puits, etc. destiné à éviter les éboulements et effondrements.

Bon sol	Sol naturel dont sa capacité portante est apte à recevoir durablement l'ouvrage.
Bulbe de pression	Diagramme théorique de répartition des forces de pression équivalentes sous la fondation, qui s'exercent dans le sol d'assise. Le bulbe est fonction de la géométrie de la semelle et de la charge appliquée.
Butte témoin	Bassin sédimentaire, un fragment d'un banc rocheux résistant isolé par l'érosion et entouré à son pied par des affleurements des niveaux inférieurs. C'est le reste (le témoin) d'un massif plus grand qui a été érodé avec le temps
Canalisation	Corps creux destiné à véhiculer un fluide.
Carrière consolidée	Une carrière est dite consolidée lorsque les vides résiduels après remblaiement ont été comblés et clavés, que les remblais de carrières et les terrains décomprimés ont été traités par injection sous pression ou que la carrière a fait l'objet de consolidation par piliers maçonnés appuyés directement sur le pied des niveaux d'exploitation.
Carrière remblayée	Une carrière est dite remblayée lorsqu'elle a fait l'objet de travaux de remblaiements mais que des vides résiduels décimétriques peuvent subsister.
Carte des risques naturels	Carte présentant par secteurs géographiques les risques naturels (retrait-gonflement des argiles, séismes, inondations, neiges et vents...)
Carte géologique	Carte traduisant de manière codée la composition prévisible des sols et sous-sols. L'interprétation demande une connaissance géologique minimale.
Cavité souterraine	Vide naturel (karst) ou artificiel (carrière) sous terre situé à une profondeur très variable et dont le volume et la forme peut ne pas être connu ou reconnu. Ces cavités souterraines peuvent être en phase évolutive et aboutir à la surface : cas des fontis.
Chaînages	Éléments de liaison (d'ossature) en béton armé qui peuvent être horizontaux ou verticaux et qui sont constitutifs de la structure maçonnée, assurant la solidarisation entre eux des éléments porteurs de la maison (murs, poutres, planchers, fondations...).
Chape	Ouvrage en mortier de ciment surfacé, réalisé sur une forme-support pour assurer sa mise à niveau et sa planéité et généralement destiné à recevoir un revêtement de sol.
Consommation	Pour exemple, la consommation en eau d'un arbre, peut varier de 100 l/j en hiver à 800 l/j en été.

Contraintes	Efforts internes que subit un corps soumis à des forces extérieures, pouvant aboutir à la destruction par décohésion si la contrainte dépasse les limites de résistance du corps (limites d'élasticité à la compression, à l'extension, à la traction, au cisaillement). En particulier pour les fondations, charge verticale ramenée à la surface de la fondation.
Curage de fond de fouille	Nettoyage du fond de fouille des terrassements, notamment avant bétonnage.
Cuvelage	Ouvrage d'étanchéité des parois enterrées (local souterrain, cuve, réservoir...) ayant pour fonction de résister aux pénétrations des eaux extérieures en contact avec le mur. Un cuvelage est réalisé avec un enduit étanche (mortier fortement hydrofugé ou mortier de résines synthétiques). Avant la mise en œuvre d'un tel procédé, qui s'avère relativement onéreux, il y a lieu de contrôler le niveau des eaux et ses variations possibles.
Dallage désolidarisé	Dalle en béton armé reposant uniformément sur le sol par l'intermédiaire de couches isolantes et de sable ou gravier ou hérissos.
Dallage solidaire	Dalle en béton armé reposant uniformément sur le sol ayant une liaison par armature avec le chaînage des murs porteurs.
Dallage sur terre-plein	Dalle en béton, généralement faiblement armée, reposant uniformément sur le sol, par l'intermédiaire de couches isolantes et de sables ou graviers.
Dalle ou plancher	Ouvrage porteur en béton armé constituant un plancher autoportant, indépendant du sol.
Déblai	Enlèvement de terres pour niveler ou abaisser le sol.
Décapage de la terre végétale	Action d'enlever lors des travaux de terrassement la couche supérieure dite terre végétale. Cette épaisseur est très variable mais souvent prise à 25 cm.
Désordre	Anomalie de fonctionnement, d'aspect, de solidité, d'un ouvrage.
Dessiccation	Élimination naturelle d'une partie de l'eau contenue dans un sol.
Diagnostic	De façon générale, analyse d'un ensemble de facteurs ou de symptômes, visant à établir des conclusions : le diagnostic d'un désordre ou d'un incident consiste à en déterminer les causes, avant de choisir les mesures à prendre pour y remédier.
Différentiel de charges	Répartition de charges non homogène entre deux ouvrages de fondations, conduisant à adapter les fondations en conséquence pour éviter un tassement différentiel.
Drain	Conduit souterrain qui sert à évacuer l'eau des sols trop humides. Son objectif est de capter les eaux de ruissellement pour éviter l'accumulation d'eau contre la paroi.

Drainage	Dispositif de collecte et d'évacuation des eaux d'infiltration. Le drainage des sols est indispensable, en particulier en amont des constructions érigées sur les terrains en pente, pour évacuer les eaux de ruissellement, et à la périphérie des constructions sur terrain humide, pour l'assainissement des caves et sous-sols.
Drainer	Collecter à l'aide de drains les eaux indésirables dans un sol pour les évacuer.
Eaux pluviales	Les eaux pluviales sont les eaux de pluie, mais aussi les eaux provenant de la fonte des neiges, de la grêle ou de la glace tombant ou se formant naturellement sur une propriété, ainsi que les eaux d'infiltration. Les eaux pluviales comprennent notamment les eaux de pluie tombant sur les surfaces imperméabilisées de la propriété : toitures, cours, terrasses, descentes de garages...
Écran anti-racines	Procédé technique permettant d'arrêter le passage des racines et d'en délimiter la zone géographique vis-à-vis des constructions.
Effondrement (fontis) en surface	Les effondrements ponctuels visibles en surface résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine, rupture qui se propage jusqu'en surface de manière plus ou moins brutale et qui détermine l'ouverture d'une excavation grossièrement cylindrique.
Enrobage	Dans le béton armé, c'est la distance minimale qui sépare une armature d'une paroi de coffrage ; la présence du béton dans cet espacement assure la protection des armatures.
État hydrique	Quantité d'eau contenue dans le sol (teneur en eau exprimée généralement en pourcentage) et qui peut influencer sur ses caractéristiques géotechniques, notamment pour certains sols argileux.
Étude de sol	Examen et analyse des caractéristiques du sol (contraintes admissibles, hydrologie, élasticité...) permettant le dimensionnement et les conditions d'exécution des fondations en fonction de l'ouvrage à construire.
Faiçonnage	Craquelures superficielles affectant généralement les enduits sous la forme d'un réseau de micro-fissures.
Ferrailage	Ensemble des armatures en acier disposées dans du béton.
Ferrailler	Couper, façonner, assembler et mettre en place des armatures dans des coffrages, préalablement au coulage du béton.
Fines	Poudre minérale de granulométrie analogue à celle des farines et fillers de l'ordre de 0,1 mm. Présentes dans le sol, elles peuvent être entraînées par des venues d'eau.
Fissuration	Ensemble des fissures qui affectent la cohésion et/ou l'aspect d'une paroi, d'un revêtement ou d'un enduit.

Fissure	Désigne de façon générale toute fente visible affectant la surface ou le corps d'une maçonnerie, d'un élément de structure, d'un enduit, d'un dallage.
Fissuromètre	Petite règle graduée qui permet de déterminer, par superposition, l'ouverture des fissures.
Fluage	Déformation lente et irréversible dans le temps d'un matériau sous contrainte.
Fond de fouille	Le fond d'une fouille désigne le niveau bas où s'arrête l'excavation.
Fondations	Ensemble des ouvrages enterrés, qui composent le socle et l'assise stable d'une construction, et qui répartissent sa charge sur le sol naturel (ou reportent ces charges jusqu'au sol dur). La conception des fondations doit leur permettre de porter la construction sans aucun risque de déplacement vertical (enfouissement) ou latéral (pression des terres, glissement sur pente).
Fondations profondes	Puits de fondation, pieux battus ou moulés, pilotis... Ces ouvrages ont pour objet de transmettre la charge des bâtiments vers un sous-sol profond et de bonnes caractéristiques.
Fondations superficielles	Semelles filantes ou plots-longrines, radiers, etc. Ces fondations sont descendues à des profondeurs de l'ordre de 0,50 m à 1,00 m sous la surface du sol naturel, ou sous le plancher enterré le plus bas. La profondeur doit être suffisante, selon les régions, pour mettre les fondations superficielles à l'abri des gelées ; pour des couches de terrains argileux susceptibles d'être affectées par des variations hydriques importantes, cette profondeur sera en général de 0,80 m ou 1,20 m (selon PPR retrait-gonflement).
Fontis ou fondis	Cavité dans le sol, d'origine naturelle ou artificielle (carrière, galerie) qui, par éboulements successifs, « remonte » peu à peu vers la surface : la présence d'un fontis peut constituer un danger important d'affaissement et d'écroulement pour les constructions.
Fouilles	Excavation pratiquée dans le sol, généralement pour y établir les fondations d'une construction. Une fouille est dite en puits si sa profondeur est importante par rapport à son emprise au sol ; elle est en rigole, ou en fendue, si elle est faite de tranchées longues et étroites, pour recevoir la semelle filante des murs de fondations. Enfin une fouille est dite en tasseau lorsque pour des travaux en sous-œuvre, elle est faite par tranches alternées ou tronçons successifs.
Garde au gel	Distance la plus courte qui sépare l'assise des fondations de la surface du sol.

Géomembrane	<p>Les géomembranes sont des produits plans, souples, continus, composés de polymères dont l'épaisseur varie entre un et quelques millimètres. Ces matériaux sont homogène, non poreux et ne présentent donc pas a priori de perméabilité aux liquides.</p> <p>Parmi les matériaux utilisés dans la confection de barrières d'étanchéité, les géomembranes occupent une place de choix. Elles présentent en effet les avantages suivants : volume plus restreint que les autres solutions (couches d'argiles compactées) pour une étanchéité comparable, impact visuel moindre (pour les barrières d'étanchéité de couverture).</p>
Géotechnique	Étude des caractéristiques des sols en fonction du bâtiment à construire.
Géotextile	Nappe de textile en fibres synthétiques tissées ou non tissées perméables, utilisée pour séparer des matériaux de granulométries différentes en vue d'éviter l'obturation des vides du drainage par les fines, sans s'opposer au passage de l'eau indésirable vers le drainage.
Glissement de terrain	Déplacement de masses importantes de couches compactes des sols en pente, par exemple suite à des infiltrations d'eau.
Gonflement	Dilatation, expansion, augmentation de volume.
Gros œuvre	Ensemble des éléments d'un bâtiment qui composent son ossature et assurent sa stabilité.
Hétérogénéité	Caractère d'un ouvrage ou d'un sol composé de matériaux de nature différente.
Hors gel	Qualifie tout élément à l'abri de l'action du gel et des désordres qui en résulteraient : se dit en particulier des fondations protégées par leur garde au gel.
Hydrogéologie	Etude de l'eau et de ses mouvements dans le sol.
Indice de plasticité	C'est l'étendue du domaine plastique d'un sol compris par conséquent entre la limite de liquidité et la limite de plasticité ($w_l - w_p$).
Infrastructure	Ensemble des fondations ou des structures porteuses d'une construction situées sous le niveau du sol.
In-situ	Signifie sur le site, sur le chantier, pour qualifier les essais exécutés sur place, par opposition à ceux qui sont réalisés en laboratoire.
Joint de rupture	Joint de structure ménagé entre deux parties distinctes d'une même construction afin que les divers mouvements de chacune d'elle ne soient pas transmis à l'autre.
Joint souple	Notion intervenant dans une optique d'étanchéité, rencontrée dans le cas de jonction bâti / réseau. Terme pouvant recouvrir à la fois une fonction (étanchéité) et une qualité de matériaux.

Joints de retrait	Ces joints ont pour seule fonction d'absorber le retrait consécutif à la prise des bétons et mortiers ; ils constituent des points de faiblesse rectilignes dans l'ouvrage, de façon à concentrer sur eux les fissurations inévitables dues au retrait.
Joints de structure	Joints destinés à découper verticalement une construction en plusieurs parties indépendantes l'une de l'autre pour parer d'une part aux retraites et dilatations thermiques, d'autre part aux tassements différentiels des infrastructures (fondations) ou du sous-sol sous jacent. Ces joints structurels dits de dilatation ou de rupture selon leur fonction doivent être judicieusement disposés et concerner toute l'épaisseur de la structure.
Lessivage des fines	Déplacement des éléments les plus fins (fines) d'un sol par un écoulement d'eau naturel ou accidentel pouvant créer à plus ou moins long terme des vides entre les grains les plus gros.
Lèvre	Désigne chacun des deux bords d'une fissure, d'une crevasse, d'une lézarde.
Lézarde	Fissure importante.
Limites d'atterberg	Constantes physiques marquant les seuils de consistance d'un sol : - la limite de liquidité (wl) qui est le passage de l'état liquide à l'état plastique ; - la limite de plasticité (wp) qui est le passage de l'état plastique à l'état solide.
Longrine	Pièce d'infrastructure d'allure horizontale servant à répartir les charges ou à les transmettre à des appuis, par exemple : poutre en bois ou en béton formant entretoise (élément de construction horizontal placé entre 2 pièces parallèles et perpendiculairement à celle-ci) entre des pieux ou des poteaux. Fréquemment utilisé dans le cas de reprise en sous-œuvre.
Matage	Remplissage de matière jusqu'à refus.
Micropieux	Pieu foré de faible diamètre (inférieur à 250 mm), en général armé d'une barre ou d'un tube métallique et scellé au terrain par du béton ou mortier de remplissage. Pour certains types de micropieux, des injections de coulis de ciment destinées à améliorer encore les liaisons au terrain sont réalisées.
Mur de refend	Mur porteur situé à l'intérieur du bâtiment et reliant deux façades ou formant une séparation entre deux bâtiments adjacents (il prend dans ce dernier cas le nom de mur mitoyen). Un mur de refend est toujours un élément important de la construction par ses dimensions et son rôle dans la stabilité de l'édifice.
Mur de soutènement	Mur dont la fonction consiste à contrebuter des terres en remblai, et à s'opposer à leur éboulement.
Mur porteur	Mur destiné à supporter les charges de la construction. A différencier d'une cloison qui n'a pour fonction que la séparation des pièces.

Nappe phréatique	Présence d'eau en quantité plus ou moins importante dans un sol poreux et perméable dont les couches inférieures sont étanches.
Parasismique	Qualifie la conception architecturale spécialement adaptée aux risques d'ébranlements par séismes (secousses telluriques dites tremblements de terre).
Pathologie	Désordres affectant un ouvrage
Pieu (micropieu)	Élément de fondation, enfoncé ou confectionné dans le sol, et transmettant les charges à un sol résistant profond.
Plot	Bloc massif de béton plus rarement en maçonnerie de moellons, servant d'élément d'assise d'une construction.
Point dur	Partie d'une infrastructure ou du sous-sol sous-jacent qui constitue un point d'appui plus résistant par rapport à son environnement. En cas de tassements ou d'enfoncements, un point dur désignera le pivot de part et d'autre duquel se divise un ouvrage (et d'où partent les fissures).
Portance	Désigne en général : - l'aptitude d'un sol naturel ou reconstitué à supporter des charges ; - la contrainte admissible du sol support au droit de la surface d'appui d'une semelle de fondation.
Profil hydrique d'un sol	Courbe donnant les valeurs de la teneur en eau d'un sol (généralement en pourcentage) mesurées à un instant donné, en fonction de la profondeur. Un profil habituel de la quantité d'eau contenu dans une coupe du sol et du sous-sol montre une augmentation de la teneur en eau avec la profondeur. Il dépend de la nature et des propriétés du sol et également des apports d'eau (infiltration...) et de l'évaporation.
Profondeur d'assise	Cf. ancrage de fondation
Puits	Excavation remplie de béton faiblement dosé en ciment, permettant de reporter en profondeur les charges vers un sol résistant.
Puits de fondations	Excavation profonde et de faible section permettant d'atteindre le sous-sol résistant pour couler des fondations profondes en béton faiblement dosé en ciment, afin de reporter vers le bon sol (sol plus résistant) les charges d'une construction.
Purge	Nettoyage des éléments instables et indésirables.
Radier (général)	Élément de la structure, en béton armé, constituant à la fois la fondation et le plancher bas d'une construction ; dans le cas le plus courant, constitué par une dalle pleine ferrillée, éventuellement nervurée et généralement équipée de bûches périphériques.
Redan ou redent	Fondations sous forme de marches d'escalier afin de suivre une pente admissible pour les fondations.

Regard	Caisson cubique ou cylindrique préfabriqué ou maçonné dans le sol, fermé par un tampon amovible, par lequel on accède aux canalisations enterrées pour pouvoir les curer.
Règles de l'art	Ensemble des techniques et procédés traditionnels de construction dont le bien-fondé est admis par l'ensemble des professionnels.
Remblai	Masse de terre rapportée, en général pour élever un terrain ou combler un creux. Les matériaux constituant les remblais ont rarement été choisis et mis en œuvre pour servir ultérieurement de sols de fondation ; ils sont généralement de qualité médiocre, hétérogènes et peu compacts. Une étude de sol est nécessaire pour apprécier leur étendue, épaisseur et qualité. Le plus souvent, il est nécessaire de descendre les fondations jusqu'aux sols situés sous les remblais.
Renforcement	Opération qui consiste à consolider ou à conforter la résistance d'une structure (ou d'un élément de structure).
Reprise en sous-œuvre	La reprise en sous-œuvre permet de consolider les fondations de pavillons existants en approfondissant ces dernières jusqu'au sols durs. Ces travaux de réfection consistent à renforcer ou à transformer les parties porteuses d'une construction (soubassement et fondation) et à ouvrir des fouilles limitées sous la fondation existante, sans interférence avec les structures portées, pour approfondir les fondations existantes (par exemple : mise en place de puits, de micro-pieux...) Cette technique permet d'éviter les désordres dus au retrait-gonflement des sols argileux.
Réseaux	Ensemble des installations aériennes ou souterraines de distribution aux usagers de l'eau, du gaz, de l'électricité, du téléphone (depuis leur point de production, de stockage ou de traitement jusqu'aux branchements des usagers) et de collecte d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées.
Retrait	Déformation d'un terrain ou d'un matériau associée à l'abaissement de sa teneur en eau, se traduisant par une diminution de volume.
Retrait-gonflement	Variations dimensionnelles d'un sol, liées généralement à des modifications de teneurs en eau et/ou de température.
Rigidification	Opération qui consiste à augmenter la rigidité d'une structure (ou d'un élément de structure), c'est-à-dire à la rendre apte à encaisser des efforts sans déformation ni rupture, au moyen d'éléments très rigides rapportés.
Semelle (de fondations)	Socle en béton armé, en général peu profond, qui peut être soit continu soit isolé. C'est la fondation la plus courante.
Sinistre	Désordre pouvant être indemnisé dans le cas d'une garantie d'assurance.

Sol	Ensemble des matières minérales qui composent les couches sous-jacentes d'un terrain, et dont la connaissance est indispensable avant d'y asseoir une construction.
Sol compressible	Sol dont les dimensions varient en fonction de contraintes extérieures.
Sol d'assise	Couche de terrain dans laquelle doivent être ancrées les fondations.
Sol évolutif	Terrain dont les caractéristiques peuvent évoluer en fonction de certaines conditions.
Sol hétérogène	Sol de natures et de caractéristiques différentes.
Sol reconstitué ou de Substitution	Sol aménagé (apports, traitements...) en vue d'améliorer ses caractéristiques et notamment sa portance.
Sondage	Action d'explorer en profondeur un sol pour en déterminer la nature et pour déceler la présence éventuelle d'un minerai, d'une cavité, d'eau... Voir fiche conseil
Soubassement	Partie basse de la maçonnerie prenant appui sur les fondations servant de base résistante pour l'élévation des murs de la maison. Ils peuvent être constitués de pierres de parement ou d'une surépaisseur d'enduit en vue de protéger les pieds de façade des chocs, des rejaillissements d'eau, etc.
Sous-œuvre	Ensemble des parties d'une construction qui composent son assise, ses fondations, et la base des murs porteurs.
Sous-sol	Partie habitable ou utilisable d'une construction, située en dessous du rez-de-chaussée. Il peut être partiel si le sous-sol n'occupe qu'une partie de la surface du bâtiment. Un sous-sol peut être semi-enterré (ou partiellement enterré) dans le cas où le niveau de terrain est situé approximativement à mi-hauteur ou bien dans le cas d'un terrain en pente.
Sous-sol partiel	Étage souterrain d'un bâtiment dont la superficie est plus réduite que l'emprise au sol du bâtiment.
Superstructure	Ensemble des parties supérieures d'une construction, ou des parties situées au-dessus du niveau du sol, par opposition aux infrastructures.
Talus	Inclinaison, pente d'un terrain, d'un remblai, d'une paroi de fouilles.
Taluter	Donner de la pente à un terrain.
Tarière	Outil de forage, de type vis sans fin, permettant de prélever des échantillons de sols.
Tassement	Mouvement d'enfoncement du sol dû, par exemple, à l'assèchement d'un sol argileux initialement humide (drainage excessif, assèchement par les racines d'arbres...), affouillements en profondeur... Si ce mouvement n'est pas uniforme il est différentiel. Le tassement différentiel est un facteur de désordres du bâtiment.

Témoin	Jauge ou réglette à vernier, permettant de mesurer les variations d'écartement et d'inclinaison des lèvres des fissures. Petit plot de plâtre ou de mortier appliqué à cheval sur une fissure ou une lézarde, puis daté, afin de surveiller l'évolution de celle-ci.
Terrain	1- Surface de sol définie et délimitée ; le terrain à bâtir est celui qui, par ses dimensions et son emplacement, correspond à une possibilité de construction. 2- Partie apparente ou superficielle du sol : terrain argileux, bouillant, meuble, en pente, plat, etc.
Terrasse	1- Concernant le terrain : plate forme obtenue par surélévation de celui-ci (levée de terres ou remblai). 2- Terrasse périphérique : espace cimenté, dallé ou pavé, de plain pied contiguë à la maison.
Terrassement	Action modifiant, provisoirement ou définitivement, les formes naturelles d'un terrain, en vue de la réalisation de travaux (construction, pose de canalisations, établissement d'une chaussée, etc.). Par exemple, les fouilles, déblais, remblais, tranchées, talutages, nivellement, décapages, excavations, sont des ouvrages de terrassement.
Terre végétale	Sol qui contient de la matière organique, de couleur noire à brun sombre. Matériau évolutif susceptible de se tasser sous son propre poids. Elle ne peut servir d'assise à des fondations de maison ou de petits ouvrages, même légers. Elle est à enlever sur la surface de la construction.
Vide sanitaire	Espace prévu entre le sol et le plancher du bas du rez-de-chaussée pour éviter les remontées d'humidité, assurer une ventilation et accéder si besoin aux équipements techniques.

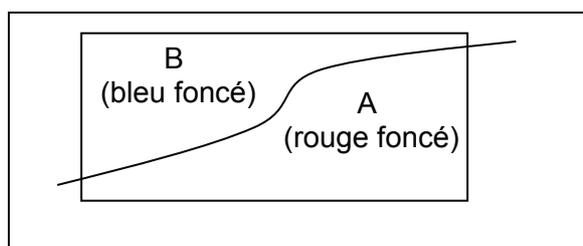
2. ÉLÉMENTS DE MÉTHODE DANS LE CADRE DE L'INSTRUCTION DES ACTES D'URBANISME

La vocation de ce document **non réglementaire** est de donner aux services instructeurs et aux différents pétitionnaires, des conseils quant à l'application du PPR dans le domaine du droit des sols.

Cela ne préjuge en rien de l'instruction des actes.

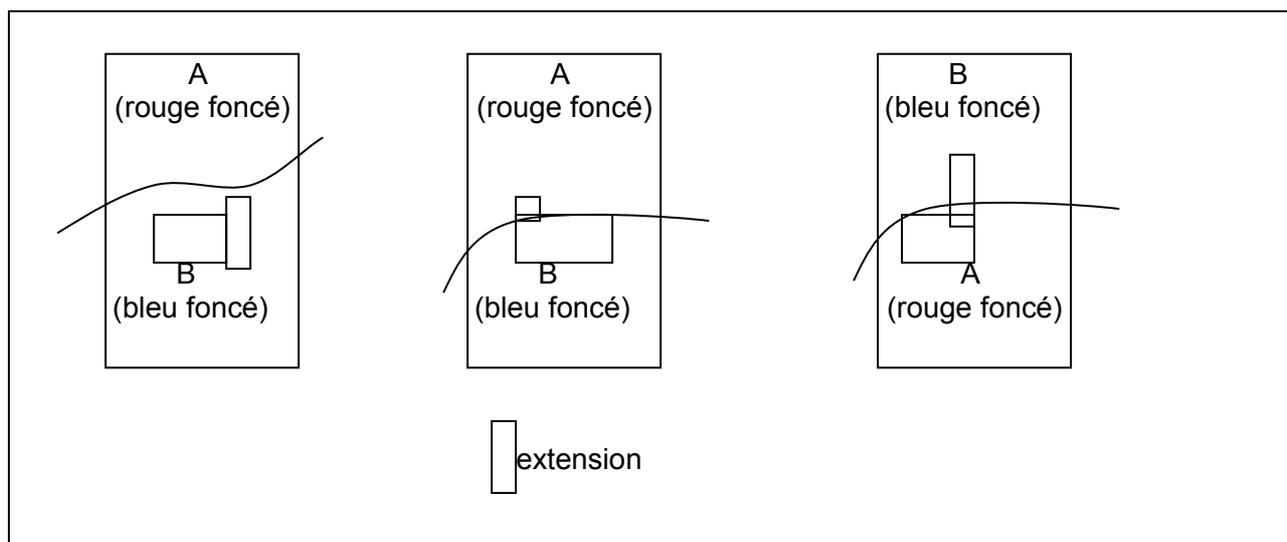
2.1 CAS D'UNE UNITÉ FONCIÈRE NON BÂTIE

- a. Concernée par une seule zone réglementaire : c'est le règlement de la zone qui s'applique ;
- b. Concernée par plusieurs zones réglementaires : chaque partie de la parcelle est soumise au zonage réglementaire lui correspondant. Par exemple, dans le cas d'une parcelle divisée en deux zones (A et B), il sera possible de construire uniquement sur la zone B. Attention : sous réserve de respecter les règles d'urbanisme en vigueur !

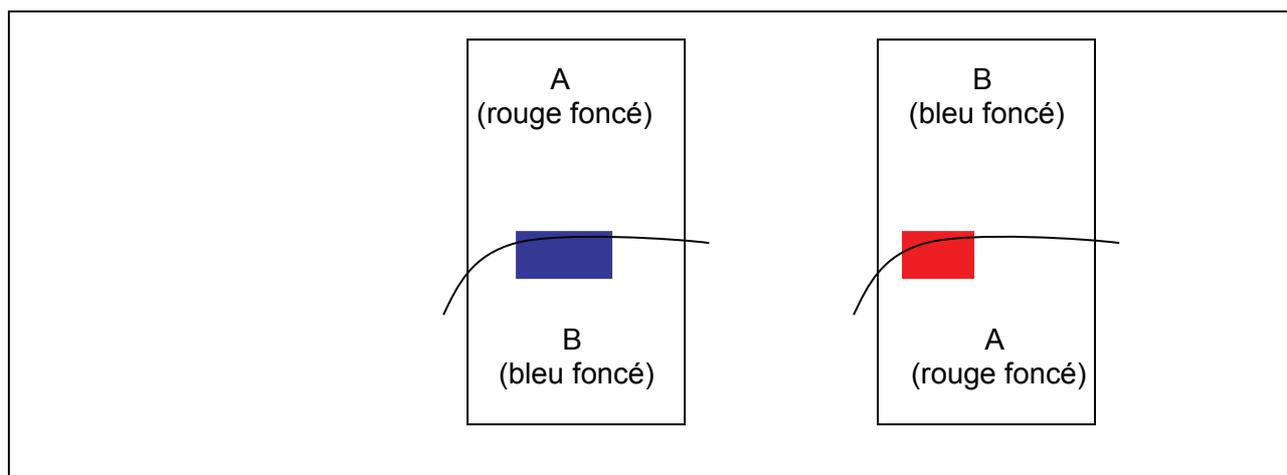


2.2 CAS D'UNE UNITÉ FONCIÈRE BÂTIE

- c. Concernée par une seule zone réglementaire : c'est le règlement de la zone qui s'applique ;
- d. Concernée par plusieurs zones réglementaires :
 - i. le bâti existant est entièrement sur une zone : c'est le règlement de la zone qui s'applique. Dans le cas d'une extension :
 - si elle est projetée dans la même zone réglementaire, il faut appliquer le règlement correspondant à la zone ;
 - si elle est projetée entièrement dans une zone réglementaire différente, c'est le règlement de cette autre zone qui s'appliquera pour la partie concernée ;
 - si elle est projetée sur plusieurs zones réglementaires, c'est le principe de proportion qui s'applique : c'est la zone majoritaire (>50 % de SHOB) qui détermine à quelle zone réglementaire doit se conformer l'extension dans son ensemble.



- ii. le bâti existant est partiellement sur une zone : c'est le principe de proportion qui s'applique, à savoir que c'est la zone majoritaire (> 50 % de SHOB) qui détermine le zonage d'ensemble du bâtiment existant.



3. FICHES CONSEIL

3.1 RÉALISER UNE CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS EN TERRAIN ARGILEUX

Le document technique unifié (DTU) concernant les fondations (DTU 13.12) n'indique pas de prescriptions particulières en cas de construction sur sols argileux sensibles.

Une campagne de reconnaissance de sols avant construction devra être réalisée pour évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles. Cette campagne de reconnaissance des sols correspond à une mission de type G0 + G12, selon les termes de la norme NF P 94-500 (cf. partie 4 des annexes consacrée au descriptif des missions géotechniques).

3.1.1 *Objectifs*

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Reconnaître la nature des terrains, leur épaisseur et leur degré d'hétérogénéité.
- Mettre en évidence les caractéristiques du sol sensible sur toute sa hauteur (en cas de fondations profondes envisagées).
- Relever la présence d'eau, en situer son niveau éventuel, et apprécier les conditions d'écoulement.

3.1.2 *Moyens à mettre en œuvre*

Les moyens adaptés pour atteindre ces objectifs restent du ressort du bureau d'études.

La composition d'une étude type peut être toutefois proposée ici à titre indicatif, dans le cas particulier d'un projet de réalisation d'un ouvrage neuf (pavillon sur fondations superficielles). A noter que les recommandations suivantes sont relatives à l'étude de la problématique « retrait-gonflement des sols argileux » mais ne dispensent en aucun cas de l'étude de fondations de l'ouvrage à implanter.

De même, dans le cas où les aléas anciennes carrières et/ou dissolution du gypse intéresseraient également la parcelle concernée, les investigations proposées devraient être complétées pour examiner la présence de cavités et de zones de décompression.

Voici, à titre d'exemple, une campagne de reconnaissance :

- L'implantation de ces investigations sera effectuée de préférence au droit du projet du bâti et de façon à assurer une bonne représentativité des caractéristiques de la parcelle.
- Toutes les investigations devront être effectuées jusqu'à une profondeur minimale de 6 m.
- L'emploi d'une tarière permettra l'observation des couches de sol (minimum 6 m) et le prélèvement d'échantillons.
- Un piézomètre au minimum sera mis en place.
- Une mesure de la teneur en eau sera effectuée tous les mètres pour caractériser l'état hydrique des matériaux.
- La limite de retrait (limite conventionnelle) sera évaluée à partir de l'essai défini par la norme NF P 94-060-1, voire l'indice de retrait (limite effective, norme NF P 94-060-2), afin de caractériser la nature des matériaux.

Dans le cas où le secteur d'étude présenterait un niveau d'aléa « retrait-gonflement des sols argileux » faible à moyen, on pourra se limiter à des essais permettant l'appréciation de l'argilosité de type :

- L'essai au bleu de méthylène afin d'estimer l'argilosité par l'évaluation de la surface spécifique (norme NF P 94-068 / ou NF EN 933-9). Combiné au passant à 2 µm, cette valeur permet d'apprécier la nocivité de l'argile et le potentiel de gonflement. Cet essai n'est pas normalisé mais permet une appréciation du phénomène de retrait-gonflement.
- Les limites d'Atterberg pourront également être mesurées.

3.1.3 Ajustement de la campagne de reconnaissance aux besoins

Les essais devront être dimensionnés en fonction de l'importance de l'ouvrage projeté et du niveau d'aléa « retrait-gonflement des sols argileux » de la zone.

A titre d'exemple, une parcelle de 150 m² avec projet d'implantation d'un bâti de 45 m² devrait au minima faire l'objet d'une campagne de reconnaissance suivante :

- 2 sondages à la tarière à 6 m de profondeur.
- Relevé du profil hydrique tous les mètres : 50 cm les 3 premiers mètres, puis tous les mètres.
- 2 à 3 essais de limites de retrait et d'Atterberg et/ou essai de valeur au bleu de méthylène.

Ces quantités devront être revues à la hausse en cas de superficie plus importante de bâtis projetés ou de parcelle plus étendue.

Par exemple :

- pour une parcelle de 300 m² : effectuer 4 sondages et 4 essais d'identification des sols ;
- pour une parcelle de 600 m² : effectuer 6 sondages et 6 essais d'identification des sols.

Remarque : L'étude devra également être adaptée dans le cas d'une expertise suite à sinistre.

3.1.4 Quelques notions techniques

- Sondages pénétrométriques

L'essai de pénétration dynamique consiste à battre un train de tiges métalliques cylindriques, terminé par une pointe débordante, au moyen d'une masse appelée « mouton » tombant d'une hauteur constante.

La technique utilisée permet de mesurer la résistance dynamique du sol, dénommée Rd, opposée par le sol à la pénétration de la pointe par la formule dite « des Hollandais » combinée avec la formule qui tient compte de la section droite du cône.

On obtient ainsi une courbe de résistance dynamique en fonction de la profondeur. Les sondages sont réalisés dans le cadre de la recherche d'un horizon d'assise en subsurface.

- Sondages destructifs

Le forage destructif est réalisé au moyen d'outil percutant qui désagrège la roche et la réduit à l'état de débris (éclats et poudre) que l'on nomme en anglais et en français technique « cuttings ».

Les cuttings sont remontés du trou, jusqu'à la surface, par injection d'air ou d'eau. A ces forages on peut associer un ensemble de paramètres (vitesse de foration, vitesse d'avancement, pression sur l'outil, couple rotatif...) et des essais pressiométriques.

Les forages destructifs permettent de vérifier rapidement s'il y a minéralisation en profondeur ou non.

- Sondages carottés

Le carottage est une technique de prélèvement de terrains par forage au moyen d'un carottier. L'échantillon prélevé est une carotte, qui se présente généralement comme un cylindre de quelques centimètres de diamètre, et de longueur variable (parfois plusieurs mètres).

Le carottage peut être continu ou discontinu ; l'échantillon intact ou remanié.

- Essai pressiométrique

Principe de l'essai :

Il s'agit d'un essai de chargement de sol en place qui consiste à dilater une sonde cylindrique, mise en place dans le terrain dans un forage. On mesure simultanément les variations de volume du sol au contact de la sonde cylindrique gonflable et la variation de pression appliquée dans la cellule, sur le sol.

L'ensemble pressiométrique se compose de 3 éléments principaux :

- Une sonde pressiométrique monocellulaire qui se présente sous la forme d'une gaine en caoutchouc de faible inertie, protégée par des lamelles acier inox. La partie inférieure de la sonde est munie d'une pointe pour éviter lors du battage le contact de la cellule avec le terrain. Sur la partie supérieure un raccord est présent pour protéger la cellule lors de l'arrachage et raccorder la sonde avec les tiges.
- Une tubulure qui assure la liaison entre le pressiomètre et la sonde. Ses deux extrémités sont munies d'embouts rapides.
- Le pressiomètre ou contrôleur pression-volume qui permet d'assurer la dilatation de la sonde et de mesurer en fonction du temps.

Il ne comporte qu'un seul circuit d'eau d'une capacité de 350 cm³. Il est équipé de deux manomètres (0-25 bar) et d'un détendeur alimenté par de l'azote. L'appareillage est adapté à l'étude des problèmes de fondation sur pieux en terrain meuble ou tendre.

- Essais réalisés en laboratoire

Les essais d'identification sont les premiers essais à réaliser sur un sol. Ils vont permettre de déterminer les caractéristiques élémentaires de ce dernier et d'établir ainsi ses propriétés physiques :

- la teneur en eau d'un sol

Cette teneur est le premier essai à effectuer, elle permet de connaître le pourcentage d'eau présent dans l'échantillon.

- l'analyse granulométrique (méthode par tamisage à sec)

Cet essai consiste à faire passer l'échantillon à travers une colonne de tamis afin de quantifier la taille des particules dans le but de caractériser le sol (fin, grossier, etc.).

- l'analyse granulométrique par sédimentation

Le principe est le même que pour la granulométrie mais comme les grains sont plus fins, la gravité est utilisée pour séparer les différentes tailles de particules.

- la valeur au bleu de méthylène d'un sol (VBS)

Cet essai consiste à déterminer le pouvoir d'adsorption des matériaux argileux par dosage au bleu de méthylène.

- les limites d'Atterberg

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques permettant d'identifier un sol et de caractériser son état grâce à son indice de consistance. Ces limites ont donc pour but de définir les états d'humidité correspondant aux limites entre les états liquide, solide et plastique.

- l'essai œdométrique

Cet essai a pour but de caractériser le comportement des sols de type argileux et permet ainsi de définir, en complément des limites d'Atterberg, la possibilité de retrait-gonflement du matériau. L'essai consiste à placer un échantillon non remanié dans la cellule œdométrique afin de le soumettre à une charge donnée dans le but de déterminer une pression de gonflement et un indice de gonflement.

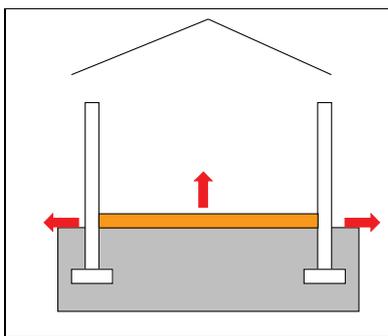
3.2 RÉALISER UN PLANCHER SUR VIDE SANITAIRE

3.2.1 Objectifs et mise en œuvre

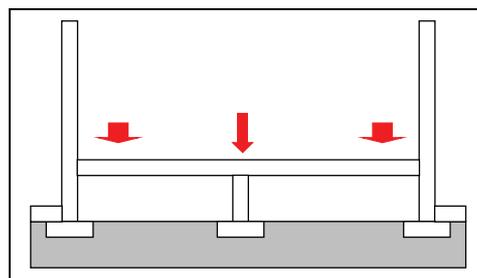
Pour réaliser le plancher du rez-de-chaussée d'une construction, le concepteur peut choisir entre les techniques de construction suivantes : couler directement une dalle de béton sur le sol préalablement compacté (dallage sur terre-plein) ou réaliser un plancher sur un vide-sanitaire.

La création d'un vide sanitaire consiste à surélever la dalle de 60 cm environ : le plancher sur vide-sanitaire n'est pas en contact du sol ; il s'appuie sur les fondations de la construction en laissant un vide d'air entre la dalle et le terrain. Ce vide d'air permet d'assurer une ventilation limitant les remontées d'humidité, et de réduire les effets des tassements différentiels pouvant provoquer des fissurations de la dalle, voire des dommages plus importants.

Dallage sur terre-plein



Construction sur vide sanitaire



La construction d'un vide sanitaire présente les avantages suivants :

- L'aération permanente élimine la formation et les remontées d'humidité.
- L'épais matelas d'air entre sol et plancher se comporte comme un isolant performant.
- L'espace sous plancher peut recevoir le passage des canalisations et en permettre l'accès à tout moment.

- La surélévation permet de protéger la construction des inondations et des remontées de nappes.
- La construction sera moins exposée aux problèmes de tassement des sols (fissurations de carrelages, de cloisons, rencontrées dans le cas du terre-plein).
- La mise en œuvre est traditionnelle (fondations sur semelle ou longrine) et simple : les terrassements et déplacements de terre sont diminués (par rapport à ceux qu'occasionne la création d'un dallage sur terre-plein), les accès et le passage des canalisations s'effectuent facilement, le temps de pose est réduit.

Pour être vide accessible, le vide sanitaire doit avoir une hauteur libre d'environ 60 cm avec un accès d'au moins 0,60 m². Il est en effet nécessaire de prévoir une hauteur suffisante ainsi qu'une trappe ou un passage quelconque pour pouvoir y « ramper ».

3.2.2 Intérêt du vide sanitaire comparé au dallage sur terre-plein

Les planchers sur vide sanitaire ou sur sous-sol total sont préférables aux dallages en terre-plein, même lorsque ces derniers sont armés. En effet, l'armature des dallages n'empêche pas leurs déformations sous l'action des mouvements du sol (gonflement ou retrait). Ces déformations risquent d'engendrer des désordres dans les ouvrages reposant sur ces dallages (cloisons, carrelages, huisseries...).

Outre la meilleure résistance aux déformations, la construction sur vide sanitaire présente d'autres avantages comparée à la construction sur terre-plein. Les efficacités respectives des deux techniques sont rappelées dans le tableau suivant.

	Dallage sur terre-plein	Vide sanitaire
Nature du terrain	La construction sur terre-plein exige des sols durs, homogènes, stables et bien drainés, ces caractéristiques étant attestées par une étude de sol. Elle ne convient pas sur des sols susceptibles de subir des phénomènes de gonflements ou de retrait à la suite de périodes de fortes pluies ou de sécheresse.	Le vide sanitaire peut être réalisé sur tous types de sols, y compris meubles, argileux, ou de nature hétérogène. Il sera par exemple fortement recommandé pour des constructions érigées sur un sol constitué de remblais ou sur un sol humide ou perméable.
Configuration du terrain	Lorsque le terrain est en pente, en contrebas de voirie, légèrement inondable ou nécessite un terrassement important (compactage), la construction sur terre-plein s'avère très coûteuse.	Le vide sanitaire s'accommode de toute configuration de terrain sans travaux autres qu'un simple terrassement. Le vide sanitaire permet de situer le soubassement de la construction à l'altitude désirée.
Mise en œuvre	Pour être conforme aux règles de l'art, la réalisation d'un terre-plein est délicate et nécessite un travail soigné, réalisé par du personnel qualifié. La qualité finale dépend totalement du choix des matériaux et du sérieux de la mise en œuvre.	La réalisation d'un vide sanitaire est simple, ne nécessite pas d'outillage spécifique, et met en œuvre des produits certifiés de qualité conforme et constante. La réussite est assurée et sans surprise.
Canalisation	Les canalisations sont noyées dans la dalle : des précautions doivent être prises pour prévenir tout désordre, car la moindre opération engendre des travaux importants et onéreux.	Avec un libre passage dans le vide sanitaire, les canalisations sont faciles d'accès pour l'entretien.

Étanchéité	Nécessité d'interposer entre le sol et dallage 2 films étanches, susceptibles d'être déchirés pendant les travaux.	Vide d'air coupant les remontées d'humidité et protégeant contre les inondations légères et les variations de nappes d'eau souterraines.
Isolation thermique	Disposé horizontalement et sous le dallage, l'isolant doit être non poinçonnable, imputrescible, hydrophobe et nécessite une mise en œuvre rigoureuse.	L'isolant est incorporé au plancher avec des performances et une qualité contrôlées et garanties ou posé sur le plancher. On peut facilement mettre en évidence des performances thermiques supérieures.
Santé	Le gaz radon émis par le sol est reconnu comme agent cancérigène du poumon. Venant du sol, il se concentre dans les logements au contact du sol, particulièrement lorsque ceux-ci sont trop étanches ou mal ventilés.	Pour les constructions situées dans les zones à forte concentration de radon, une des solutions préconisées est la construction sur vide sanitaire ventilé.
Évolutivité	On ne peut pas envisager d'aménagements ultérieurs sous un terre-plein.	Une construction sur vide sanitaire permet le changement ou l'amélioration du réseau de canalisations, le passage de gaines pour un nouveau chauffage, la création d'une fosse sous garage, d'une cave...
Aspect économique	Selon les estimations des assurances, les sinistres liés au terre-plein sont 6 fois plus nombreux et 10 fois plus coûteux que ceux liés à des planchers construits sur vide sanitaire.	Le vide sanitaire, réalisé selon les règles professionnelles, occasionne peu de surcoût par rapport à un dallage sur terre-plein. Il apporte une garantie de pérennité à la construction et contribue à la valorisation immobilière de cette dernière.

3.3 METTRE EN PLACE UN DISPOSITIF DE DRAINAGE

3.3.1 *Objectifs*

Le drainage est un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux. Il permet de réduire les importantes et brutales variations de teneur en eau au voisinage du sol des fondations.

Il est très utilisé dans les cas suivants :

- en amont des constructions érigées sur des terrains en pente pour évacuer les eaux de ruissellement ;
- à la périphérie des constructions pour protéger la partie basse de la construction (murs enterrés des sous-sols et caves, fondations, bas des murs extérieurs...) des infiltrations d'eau.

3.3.2 *Mise en œuvre : composition d'un dispositif de drainage enterré*

Un système drainant peut être décomposé en trois éléments :

- une tranchée drainante ;
- une canalisation drainante ;
- un exutoire.

Comme indiqué précédemment, le drainage se décompose de la sorte :

Une tranchée drainante

La tranchée drainante permet le captage et l'écoulement rapide des eaux de ruissellement jusqu'au drain proprement dit.

La tranchée doit constituer un volume absorbant enterré afin de recueillir l'eau indésirable contenue dans le sol. Elle peut être remplie de matériaux filtrants tels que les cailloux, les gravillons, ou le sable.

Si le terrain est constitué de grains fins, il y a lieu de prévoir la pose d'un textile. Celui-ci aura pour fonction d'éviter le colmatage du drain.

Enfin, la paroi enterrée peut-être protégée par la pose de plaques (hourdis) ou dalle drainante, facilitant la migration des eaux vers la canalisation drainante.

Une tranchée drainante « filante » est une tranchée qui court sur une certaine longueur, par exemple le long d'un mur de soutènement.

La canalisation drainante

Celle-ci se situe en pied du mur enterré.

Elle prend appui sur une cunette de béton, qui constitue le socle du dispositif.

Sa fonction est de recueillir les eaux provenant de la surface et de les conduire vers l'exutoire (sortie).

Les tuyaux utilisés pour constituer le drain seront réalisés en matériaux non susceptibles de s'écraser. C'est pourquoi on utilisera de préférence des matériaux non fragiles, comme le PVC. Il est particulièrement recommandé de prévoir un diamètre minimum de 10 cm et de niveler le fond de fouille avec une pente de 1 cm par mètre.

Il est aussi conseillé d'utiliser des produits souples pour veiller à l'étanchéité des joints entre les canalisations, et de faire procéder à des essais d'étanchéité préalablement à la mise en service.

L'exutoire

Cet élément est indispensable au bon fonctionnement du système. En effet en l'absence d'exutoire, l'eau restera bloquée dans le drain, rendant celui-ci totalement inopérant.

L'écoulement doit se faire gravitairement et en cas de nécessité être raccordé à une pompe de relevage.

Recommandations diverses

Il faut être particulièrement vigilant au bon positionnement du drain :

- si le drain est contre la maison, le fil d'eau ne doit jamais être au-dessus du niveau des fondations, ni du niveau du sol intérieur ;
- si le drain est implanté le long du bâtiment, il doit être posé sur le débord de la semelle, et non à côté de celle-ci.

Il est recommandé de prévoir des regards étanches à chaque changement de direction afin de permettre l'entretien.

Il est conseillé de contrôler régulièrement le bon fonctionnement du système et notamment de l'exutoire, car si celui-ci venait à se boucher, le drainage n'aurait plus aucune utilité.

Pour tous détails, on se reportera aux indications du DTU de maçonnerie (DTU 20-1).

3.3.3 Exemple 1 : drainage des eaux de ruissellement et des eaux de toitures

Le dispositif de drainage permet d'éloigner des bâtiments les eaux de ruissellement par des contrepentes, par des revêtements superficiels étanches : elles sont collectées dans des caniveaux qui devront s'évacuer, à défaut d'égouts, aussi loin que possible des bâtiments.

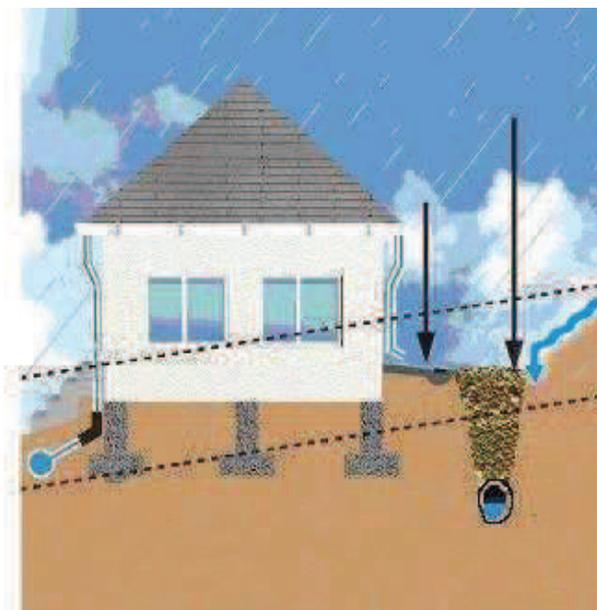
Lorsque des contrepentes ou des revêtements ne sont pas réalisables, des géomembranes peuvent être mises en place sous la terre végétale, avec une pente destinée à éloigner l'eau du bâtiment.

Concernant les eaux des toitures, il est recommandé de les collecter dans des ouvrages étanches et de les éloigner des constructions.

3.3.4 Exemple 2 : drainage des eaux souterraines

Pour collecter et évacuer les eaux circulant dans le sol, la meilleure solution consiste à réaliser un réseau de drainage éloigné du bâtiment, avec une tranchée dont le bas est situé à un niveau inférieur à celui des fondations.

Cette canalisation poreuse n'est pas toujours réalisable, notamment pour des problèmes d'évacuation des eaux collectées. Le dispositif peut donc par défaut être implanté le long du bâtiment. Le drain doit, dans ce cas, être posé sur le débord de la semelle, et non à côté de celle-ci.



**La meilleure solution est le drainage éloigné du bâtiment.
Source : AQC**

3.4 PRÉVOIR DES FONDATIONS ET STRUCTURES ADAPTÉES AUX RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

3.4.1 Choisir des fondations adaptées

3.4.1.1 Objectif principal des fondations et conditions de mise en œuvre

La principale fonction des fondations consiste à reprendre les charges supportées par la structure de la construction et à les transmettre au sol dans des conditions permettant d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

Afin de poursuivre cet objectif, il faut veiller au respect des conditions de mise en œuvre suivantes :

- **Assurer la stabilité de l'ouvrage et des fondations**

- Les tassements du terrain d'assise ne doivent pas autoriser de désordres graves des fondations et de l'ouvrage. Il faudra éviter ou limiter les tassements différentiels.
- La présence d'eau dans le sol doit être prise en compte. Il faudra vérifier que les poussées d'Archimède soient bien inférieures au poids de l'ouvrage. A défaut, il faudra ancrer le bâtiment à l'aide de tirants ou prévoir un lestage.
- L'ouvrage ne doit pas se déplacer sous l'action des forces horizontales ou obliques appliquées à la structure (vents, poussées des terres, poussées hydrostatiques...). Il faudra prendre les dispositions constructives adaptées à chaque cas (utilisation de bèches, frottements sol/béton suffisants, tirants ou clous...).
- Pour les constructions réalisées sur un terrain en pente, les glissements de l'ouvrage doivent être évités. Il faudra se conformer aux préconisations du DTU 13-12, en particulier la pente maximale entre les semelles de fondations devra être de 2/3 (cf. paragraphe 3.4.1.2. sur les fondations sur terrain en pente).
- Il est fortement conseillé de mettre en place un dispositif de drainage périphérique. En effet, un tel système assure la collecte et l'évacuation des eaux et permet de réduire les importantes et brutales variations de teneur en eau au voisinage du sol des fondations.

- **Assurer la résistance des massifs de fondations**

Les actions qui sollicitent les fondations ne doivent pas entraîner leur rupture. Il convient de respecter les règles en vigueur et le dimensionnement correct des fondations en fonction du type de l'ouvrage, des charges et surcharges supportées par la structure, de la nature du terrain, du type de fondations et des matériaux employés.

- **Vérifier la résistance du terrain de fondations**

Les actions qui sollicitent le sol de fondation ne doivent pas entraîner son poinçonnement ni des déformations incompatibles avec l'utilisation de l'ouvrage supporté. Les règlements en vigueur devront être respectés. Il est conseillé de procéder à une campagne de reconnaissance des sols préalable afin de choisir et dimensionner des fondations adaptées au comportement mécanique du sol. Une telle étude permettra en effet de connaître la nature des terrains, leur épaisseur et leur degré d'hétérogénéité, de mettre en évidence les caractéristiques du sol sensible sur toute sa hauteur, et d'analyser la présence d'eau dans le sol (situation du niveau actuel et conditions d'écoulement).

- **S'assurer de la durabilité des fondations**

La résistance des massifs de fondations doit être assurée pendant toute l'existence de l'ouvrage. Les massifs de fondation doivent être protégés de l'oxydation, de l'érosion, de la décomposition chimique, de l'action du gel. Le sol devra être stable à l'érosion, au glissement de terrain, à la dissolution de certaines particules dans l'eau (gypse), au gel.

3.4.1.2 Les différents types de fondations

- **Les fondations superficielles**

Lorsque les couches de terrain capables de supporter l'ouvrage sont à faible profondeur, la mise en œuvre de fondations superficielles reste la technique la plus fréquemment rencontrée. Les semelles de fondation, servant d'assise à la base de l'ouvrage, peuvent être des semelles isolées sous poteaux, des semelles filantes sous murs...

La fondation superficielle a pour fonction de reporter la charge de la construction au niveau du « bon sol » sans se déformer verticalement, ni horizontalement. Elle est mise en œuvre pour supporter des ouvrages de faible poids telles que les maisons individuelles.

Quelques principes de mise en œuvre

L'étude statistique menée par l'Agence Qualité Construction (1990) et le CEBTP (1991) montre que les constructions les plus sinistrées sont celles fondées sur des semelles continues peu profondes peu ou non armées¹. Ainsi, le règlement du PPR mouvements de terrain donne certaines prescriptions qui s'appliquent aux constructions réalisées avec des fondations superficielles. Ces prescriptions concernent notamment la profondeur des fondations superficielles et les caractéristiques que doivent vérifier les semelles (lorsque les fondations superficielles retenues sont les fondations à semelles).

✓ Concernant la profondeur des fondations superficielles

Le DTU 13-12 concernant les règles pour le calcul des fondations superficielles ne spécifie pas la profondeur de fondations à observer dans le cas de terrains soumis au phénomène de retrait-gonflement des argiles. En pratique, une profondeur « hors gel » non fixée par les textes normatifs (au minimum 0,50 m) est respectée en région parisienne. Cependant, ces précautions habituelles prises pour la mise hors gel des fondations sont, la plupart du temps, insuffisantes pour éviter les désordres provoqués par la dessiccation des sols. En effet, la profondeur des fondations doit tenir compte de la capacité de retrait du sol sous l'action de la sécheresse, de sa sensibilité aux variations de teneur en eau.

Ainsi, dans le présent plan de prévention des risques, du fait de la présence d'un aléa retrait-gonflement des sols argileux sur l'intégralité de la zone concernée, il est obligatoire, pour les nouvelles constructions réalisées sans étude géotechnique préalable (couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations), de descendre les fondations à une profondeur de **1,20 m** en zone exposée à un risque élevé et de **0,80 m** en zone exposée à un risque modéré. Une dérogation à cette prescription est prévue en cas de rencontre à une profondeur inférieure de sols durs non argileux, insensibles au phénomène de retrait-gonflement.

¹ Cette étude portant respectivement sur 356 et 412 bâtiments endommagés par la sécheresse a montré une forte répartition des sinistres sur les constructions aux fondations peu profondes. En effet, 77 % de ces bâtiments possédaient des fondations inférieures à 0,80 m, et 95 % des fondations inférieures à 1,50 m. Les valeurs retenues par le BRGM de 0,80 m en aléa modéré et 1,20 m en aléa élevé sont donc issues de cette étude statistique.

- ✓ Concernant les caractéristiques que doivent vérifier les semelles des fondations

Dans le présent plan de prévention des risques, du fait de la présence d'un aléa retrait-gonflement des sols argileux sur l'intégralité de la zone concernée, il est obligatoire, pour les nouvelles constructions réalisées sans étude géotechnique préalable (couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations) et qui seraient fondées sur semelles, de mettre en œuvre des semelles continues, armées et bétonnées à plein fouille selon les préconisations de la norme DTU 13-12.

A titre indicatif, les principales étapes de l'exécution sont les suivantes :

- *le creusement des fouilles*

La première phase de travaux porte sur le creusement des fouilles pour fondations.

Le fond de fouille doit être propre et rester le moins de temps possible soumis aux intempéries.

Des précautions sont à prendre en compte contre le gel et les arrivées d'eau, susceptibles de provoquer des glissements (affouillement).

- *le calage des armatures*

La deuxième phase consiste à positionner des armatures en fond de fouille avant le coulage du béton de propreté. Pour la réalisation de cette phase, il convient de respecter les règles du DTU 13-12, notamment en ce qui concerne la continuité et l'espacement des armatures de fondation.

- *le coulage du béton de propreté*

En pratique, l'épaisseur de la couche de propreté est au moins de 4 cm, et le dosage recommandé est d'au moins 150 kg de ciment par m³ de béton.

Les ciments couramment utilisés répondent à la norme NF P 15-301.

- *le coulage du béton des semelles*

Les semelles peuvent être coulées en béton en pleine fouille (c'est-à-dire directement dans le trou creusé à cet effet). Les semelles doivent tenir compte du sol rencontré, tant au niveau de son homogénéité, que de la nature du terrain. Un contrôle de l'agressivité du milieu (terrain, eau, etc.) permettra d'affiner le choix du ciment et le dosage.

A titre indicatif, pour le béton de semelle, le dosage minimal recommandé est de 200 kg de ciment par m³ pour une semelle armée et de 330 kg de ciment par m³ pour une semelle armée en milieu naturel agressif (par exemple en présence d'eau).

Lorsque les sols donnent lieu à retrait à des profondeurs supérieures à 2 m, des fondations discontinues par puits et longrines peuvent être envisagées car elles sont mieux adaptées à de telles conditions que les fondations superficielles.

• **Les fondations profondes**

A la différence des fondations superficielles qui reposent sur le sol ou qui n'y sont que faiblement encastrées et qui ne transmettent les charges que dans les couches superficielles et peu profondes, les fondations profondes (pieux et barrettes) reportent, elles, les charges tant dans les couches profondes que dans les couches superficielles qu'elles traversent.

Les fondations profondes reportent les charges dues à l'ouvrage qu'elles supportent sur des couches situées depuis la surface jusqu'à une profondeur variant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, lorsque le sol en surface n'a pas une résistance suffisante pour supporter ces charges par l'intermédiaire de fondations superficielles comme les semelles ou radiers.

Les fondations profondes permettent d'atteindre un sol plus résistant et qui sera moins sensible aux variations de plasticité.

Pour le calcul, les deux types de fondations (profondes et superficielles) se différencient essentiellement par la prise en compte d'un frottement sur les parois latérales de la fondation.

Pour les fondations profondes, le mode de travail et l'interaction avec le sol environnant conduisent à introduire la notion de profondeur critique, qu'on peut définir, en première approximation, comme le niveau au-dessous duquel, en sol homogène, la résistance sous la base n'augmente plus. Les fondations profondes ont leur base située au-dessous de cette profondeur critique : ce sont les pieux, les puits et les barrettes.

La longueur d'ancrage est la longueur de pénétration du pieu dans les couches de terrain résistantes. Il est possible de déterminer également la hauteur d'encastrement mécanique qui tient compte du fait que les caractéristiques mécaniques de la couche d'ancrage sont nettement supérieures à celles des sols de couverture traversés par le pieu. On considère qu'un élément de fondation est de type profond lorsque sa hauteur d'encastrement relatif est supérieure à 5 fois la dimension de la base (souvent c'est le diamètre du pieu), d'où la forme élancée des fondations profondes.

Techniques de mises en oeuvre

Les fondations profondes nécessitent des contrôles d'exécution beaucoup plus stricts que les fondations superficielles. En effet, leur exécution se fait en aveugle puisque sous terre.

Tels de gros piliers (armés ou non), ces fondations descendent sur plusieurs mètres pour former des points d'appui isolés. Ces ouvrages sont ensuite reliés entre eux par des poutres dites « longrines » servant de support aux murs ou planchers.

On désigne par pieu une fondation profonde réalisée mécaniquement et par puits une fondation profonde creusée à la main sous la protection d'un blindage. Une barrette est un pieu foré de section allongée ou composite.

Exemples de fondations profondes

Micropieux

Les micropieux sont généralement des pieux de diamètre compris généralement entre 80 mm et 200 mm, qui comportent des armatures centrales scellées dans un coulis de ciment.

Concernant les étapes de l'exécution, il y a d'abord perforation du terrain et scellement d'une armature en acier généralement au coulis de ciment à l'aide d'un tube plongeur. La perforation est faite avec un matériel approprié au terrain à forer et au chantier à exécuter. Le matériel nécessaire à l'exécution des micropieux de dimension réduite est peu encombrant ce qui permet de travailler dans des sites difficilement accessibles et sous des hauteurs réduites (en sous-sol par exemple).

Le scellement est réalisé environ 24 h après l'équipement suivant des techniques d'injection au coulis qui sont mises en oeuvre de façon différentes selon l'entreprise. Enfin, la liaison avec la superstructure est réalisée.

A l'origine, les micropieux ont été très utilisés pour les reprises en sous-œuvre. Ils sont employés actuellement aussi comme mode de fondation pour des ouvrages neufs. Ils peuvent participer à des fondations soumises alternativement à des tractions et à des compressions.

Puits et longrine (en complément des fondations superficielles existantes)

Les puits sont des cavités le plus souvent creusées à la main (sans foreuse mécanique) destinées à recevoir du coulis de béton. Ils peuvent être par exemple de section circulaire ou rectangulaire.

Leurs dimensions et leur profondeur doivent être déterminées à partir des caractéristiques du sol et des charges à supporter. En général, ces puits sont réalisés sous les semelles de fondations existantes et sont espacés tous les 3-4 m.

Les parois du puits sont soutenues par un blindage qui peut être récupéré ou abandonné. Après curage du fond du puits, le forage est bétonné à sec.

Comme la fondation existante n'est pas conçue pour travailler comme une poutre sur appuis discontinus, elle risque de fléchir entre les puits. Par conséquent, il est indispensable de réaliser sous la semelle existante une poutre en béton armé appelée « longrine » qui est calculée pour assurer la transmission du poids de la construction sur ces puits.

Cette technique est utilisée sur des terrains qui ont des profondeurs d'assise très différentes, et notamment ceux qui présentent des risques de mouvements de terrain tels que le retrait-gonflement ou l'affaissement. Généralement, en reprise en sous-œuvre, pour que cette solution soit acceptable, la profondeur des puits ne doit pas dépasser 2,5 m à 3 m.

- **Les fondations surfaciques ou radier général**

Description et usage

Le radier général est une plate-forme le plus souvent réalisée en béton (d'autres matériaux sont parfois utilisés : pierres, briques...), éventuellement nervurée, qui s'étend sur toute la surface de l'ouvrage. Il constitue en quelque sorte une semelle élargie à toute la surface de la construction.

Ce type de fondation, à ne pas confondre avec un dallage sur terre-plein, est en général utilisé lorsque la contrainte admissible à la compression du sol est faible, que le « bon » sol est situé en trop grande profondeur, ou que le sous-sol d'un bâtiment est inondable (le radier joue alors le rôle d'un cuvelage étanche). Il est conseillé toutefois de veiller à ce que les charges apportées par l'ensemble du bâtiment ne risquent pas d'entraîner des tassements différentiels incompatibles. Lorsque la compressibilité du sol varie de manière importante, ou lorsque la structure présente des différences marquées de rigidité, il y a lieu de prévoir des joints de rupture.

Le radier général est coulé sur le sol et sert d'assise à la construction. Il correspond au plancher bas du bâtiment. Comme tel, il sert de fondation sur les terrains instables ou inondables.

Quelques principes de mise en œuvre

Coulé directement sur le sol, le dallage exécuté en béton constitue le matériau idéal pour obtenir un sol plat et résistant. Il sert de support à la mise en œuvre d'une chape de revêtement de finition. La réalisation d'un radier nécessite la mise en place d'un coffrage, c'est à dire un grand cadre rectangulaire en bois (ou métal ou plastique) obtenu en assemblant des madriers et délimitant la surface du radier.

Dans le coffrage est coulée une première couche de béton grossière et répandue directement sur le sol : c'est la couche de béton de propreté.

Il arrive que la partie la plus liquide composée d'eau et de ciment, le laitier, s'échappe du moule ou remonte irrégulièrement en surface. Pour éviter les fuites, on peut préférer placer un film plastique étanche (polyane) sur la terre au fond du coffrage. Ce film permettra également de réduire les pertes de chaleur par le sol, mais également d'éviter les remontées d'humidité.

Le ferrailage de l'ensemble de la surface doit être calculé par un expert technique, il est particulier : les aciers tendus se situent en partie haute de la dalle, le ferrailage est renforcé sous les murs (longrines horizontales).

Les fondations sur terrain en pente

Un terrain en pente présente plusieurs dissymétries qui constituent un facteur aggravant pour le comportement des fondations à l'aval.

- L'altération des terrains de surface est globalement parallèle à la pente, sensibilisant davantage les sols aux variations de teneur en eau.

Dans le cas d'un système de fondations horizontal, la partie amont repose sur des sols plus profonds par rapport au terrain initial donc moins altérés et remaniés que ceux rencontrés en partie aval. Les fondations amont sont donc moins sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

- Des circulations d'eau temporaires (en période pluvieuse) voire plus ou moins permanentes peuvent apparaître dans la tranche superficielle des terrains en pente.

Une partie de cette eau sera ralentie par le bâtiment qui constitue un obstacle à son écoulement. Les fondations amont seront ainsi maintenues dans une teneur en eau plus élevée que celle des terrains des fondations aval.

- L'orientation de la pente peut avoir une influence sur le phénomène de retrait-gonflement. Orientée vers le Sud, elle est soumise à un ensoleillement qui accentue le phénomène de dessiccation à l'aval, directement exposé, par rapport à l'amont qui reste protégé par l'ombre de la construction.

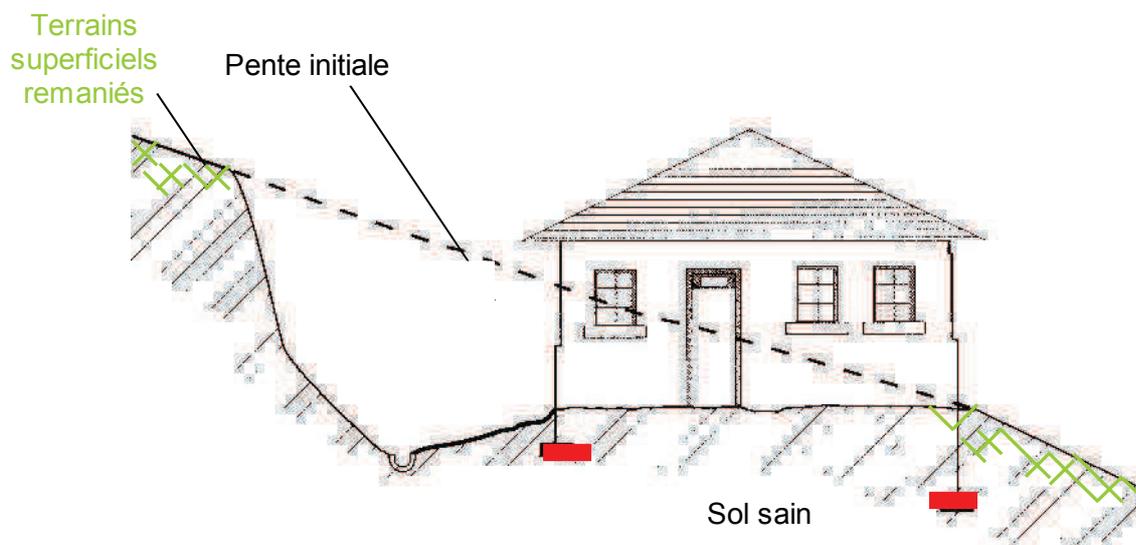
- Le phénomène de solifluxion causé par les variations saisonnières de teneur en eau se traduit par le déplacement vers l'aval des terrains argileux en pente ou en remblais. Ce phénomène est plus prononcé sur les versants Ouest exposés aux vents dominants.

Mesures à prendre

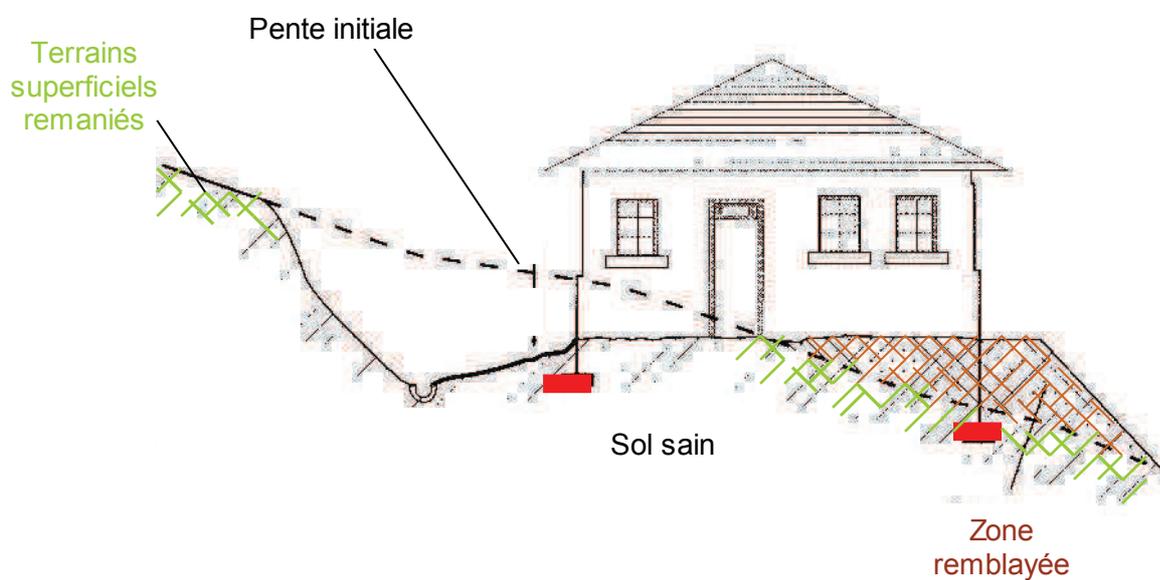
Du fait des différents phénomènes listés ci-dessus, il paraît essentiel de protéger davantage les fondations aval.

Lorsque les constructions sont situées en pente ou sur des plates-formes mises en place par déblais-remblais ou déblais, il est ainsi conseillé de descendre les fondations aval à une profondeur supérieure à celles des fondations amont, comme le montrent les schémas suivants.

En effet, dans le cas contraire et même en supposant le sol homogène, les fondations amont seraient enterrées plus profondément et donc mieux protégées des variations de teneur en eau que les fondations aval, ce qui induirait un risque plus élevé de tassement par dessiccation de la façade aval, parfois aggravé par l'exposition (si l'aval est au sud) ou la circulation de l'eau.



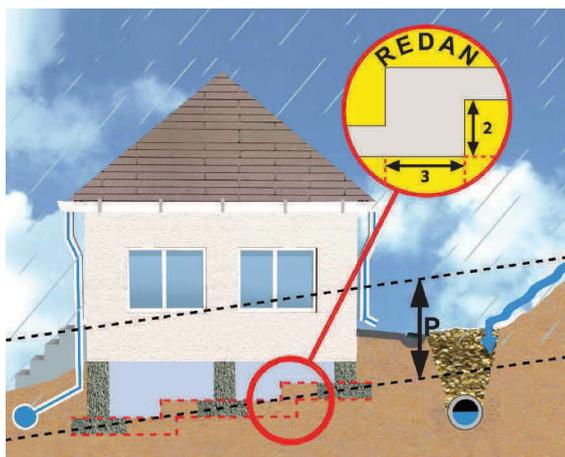
Construction sur plate-forme avec déblai.
La fondation aval est plus profonde et atteint le sol non remanié.
Source : LREP



Cas d'une construction sur terrain mixte : sol sain / remblai.
La fondation aval est plus profonde pour éviter l'ancrage en sols remaniés (remblai, sol altéré).
Source : LREP

Remarques

- En cas de dévers importants, il convient de faire appel à un bureau d'étude spécialisé pour adopter une solution technique plus adaptée que des fondations sur semelles.
- Le DTU 13-12 précise que lorsque le sol d'assise ne peut donner lieu à un glissement d'ensemble, les niveaux des fondations successives doivent être tels qu'une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines.



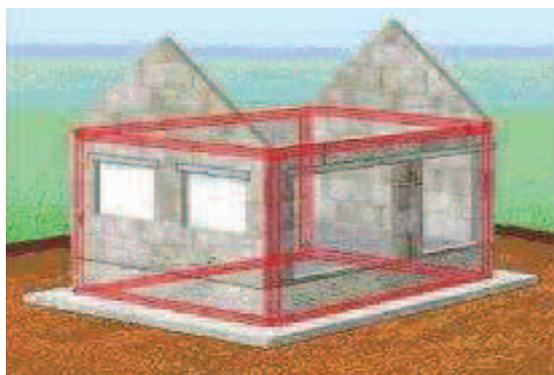
Exemple de fondations sur terrain en pente. Semelles en redan.
Source : AQC

3.4.2 Rigidifier la structure et désolidariser les bâtiments accolés

3.4.2.1 Prévoir des chaînages horizontaux et verticaux pour les murs porteurs

L'étude statistique menée par l'agence qualité construction (1990) et le CEBTP (1991) montre que les constructions les plus sinistrées comportent une structure en maçonnerie sans chaînage horizontal.

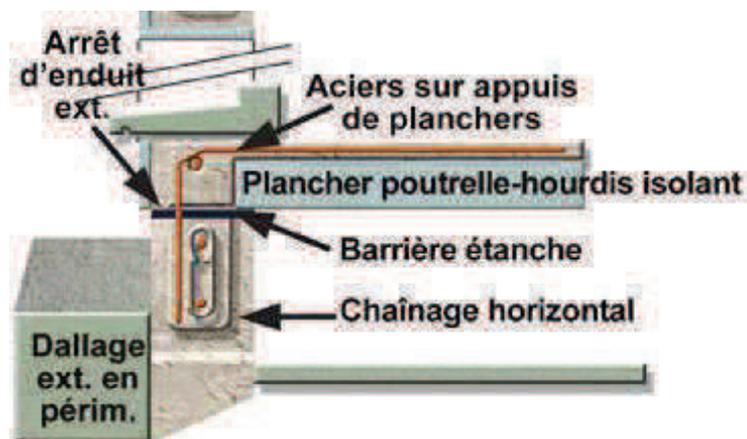
Le règlement du présent PPR prévoit donc, pour les constructions nouvelles, la disposition suivante : « Les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon la norme DTU 20-1 ».



Chaînages horizontaux et verticaux des murs porteurs
liaisonnés selon les préconisations du DTU 20-1.
Source : AQC

Dans le DTU 20-1, il est précisé que « les murs en maçonnerie porteuse et en maçonnerie de remplissage sont ceinturés à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend ».

En particulier, au niveau de chaque plancher ainsi qu'au couronnement des murs, la continuité et le recouvrement des armatures de chaînage concourants en un même nœud permettent de prévenir la rotation de plancher. Ainsi, la structure résistera mieux aux mouvements différentiels.

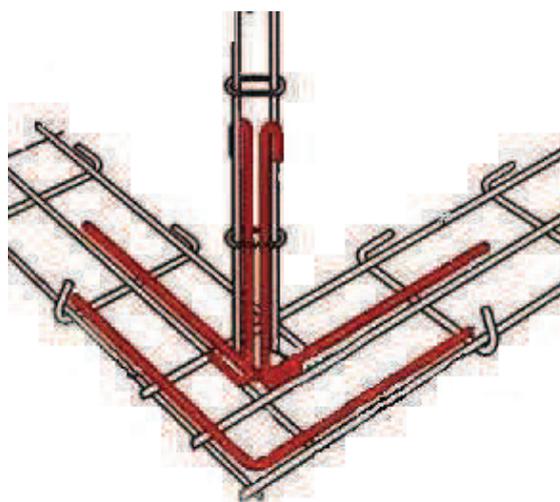


Exemple de chaînage horizontal
Source : d'après AQC

De plus, le DTU recommande des chaînages verticaux (poteaux d'angles), mesure qui devient obligatoire lorsque le plancher haut du dernier étage est en béton armé ou précontraint.

Il est conseillé de poser à chaque angle de la construction un bloc spécial à armatures croisées et dans lequel on aura déposé une armature spéciale (poteau). Ce bloc sera relié à la fondation puis du béton sera coulé.

Cette armature d'angle sera reliée à l'armature chaînage (armature verticale) où sera coulé également du béton (squelette de la maison). Il existe pour les ouvertures (fenêtres, portes...) des pré-linteaux qui peuvent servir de fond de coffrage lors du coulage du béton (ils remplacent ainsi les planches de coffrage en bois).



Armature poteau dans chaque angle de la fondation
Source : d'après www.infosconstruction.com

3.4.2.2 Prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre bâtiments accolés fondés différemment ou exerçant des charges variables

Toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements ou des soulèvements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction.



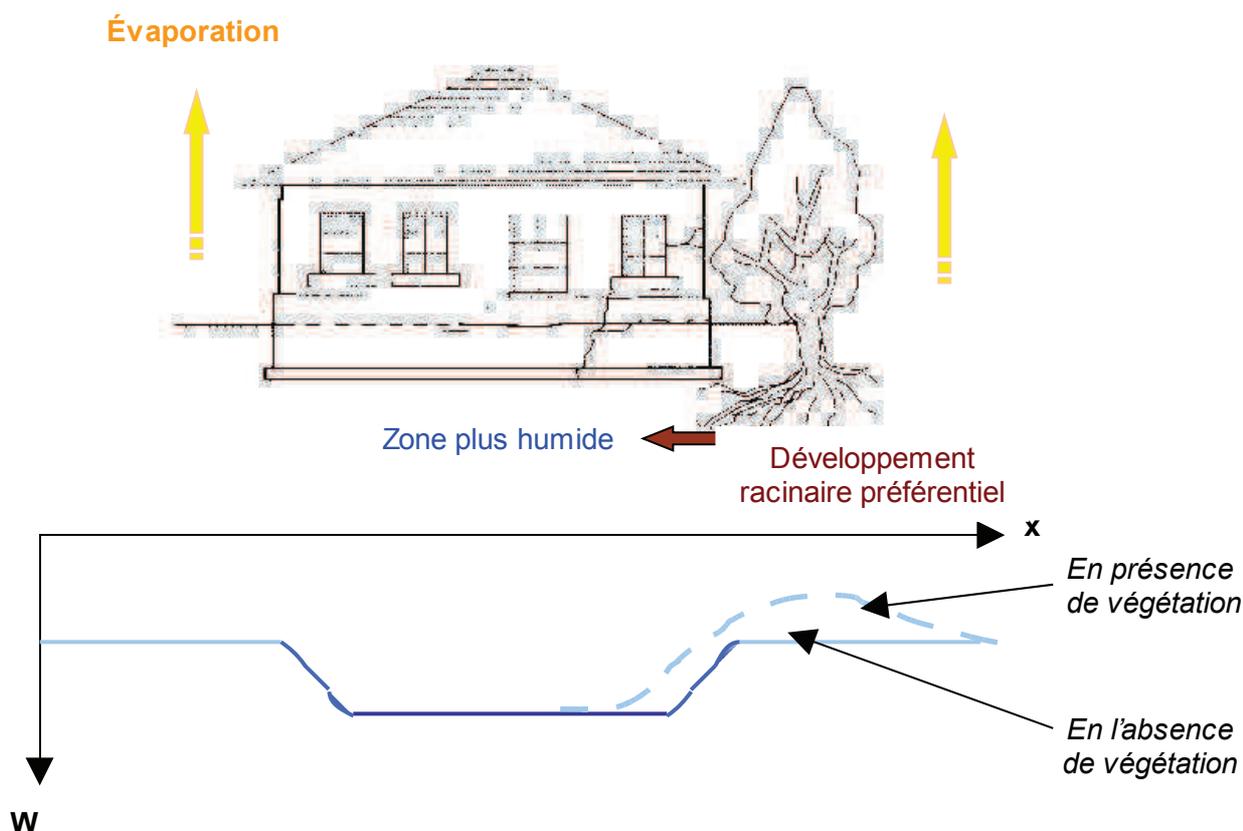
Il est prescrit de désolidariser les parties de construction fondées différemment au moyen d'un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction.
Source : AQC

3.5 PRÉVENIR LES EFFETS DE LA VÉGÉTATION SUR LE BÂTI

3.5.1 *Explication du phénomène*

Les racines des végétaux soutirent l'eau du sol par succion, dont le moteur est l'osmose : une différence de concentration de sels minéraux entre l'eau contenue dans les cellules des racines et l'eau du sol représente un gradient, qui provoque une migration de l'eau vers le milieu le plus concentré pour un rétablissement de l'équilibre.

Cette absorption d'eau par les végétaux crée une dépression locale dans le sol qui sera rééquilibrée d'autant plus rapidement que le sol est perméable et humide. Dans le cas d'un sol argileux peu perméable, l'équilibre peut être très lent à atteindre et des variations de teneur en eau saisonnières, importantes et progressives peuvent s'observer autour des végétaux.



Développement racinaire préférentiel vers les zones les plus humides situées sous le bâti
 Source : d'après LREP

Ce phénomène peut provoquer des mouvements de sols radiaux et générer par exemple des tassements en cuvette (centrée sur le végétal).

Ainsi, une fondation située dans le rayon d'influence de l'arbre subit des distorsions verticales et horizontales. Des mécanismes inverses peuvent éventuellement se manifester en période hivernale ou lors de l'abattage de l'arbre (bilan hydrique positif : apports d'eau supérieurs au prélèvement).

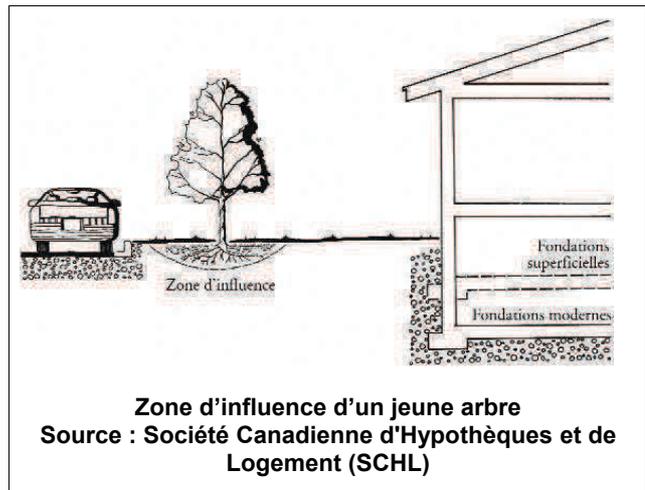
Aucune étude n'a été développée pour le climat français mais des observations réalisées en Grande-Bretagne semblent montrer que les variations saisonnières de teneur en eau n'affecteraient pas les sols au-delà d'une profondeur de 3 m (Biddle, 1984). Cependant, lors des sécheresses de 1989 à 1992, la profondeur d'action des arbres (diminution de la teneur en eau) a pu atteindre 4 à 5 m.

En ce qui concerne la distance d'action, il est généralement considéré que les racines peuvent s'étendre jusqu'à 1 à 1.5 fois la hauteur de l'arbre.

Il est à souligner que les effets liés aux prélèvements d'eau dans les sols dépendent de la croissance de l'arbre.

Un arbre jeune a en effet des racines concentrées dans un volume restreint et sa distance d'action reste limitée (à noter toutefois qu'un alignement de jeunes arbres peut se comporter de façon similaire à celle d'un arbre à maturité).

Au cours de sa croissance, les racines s'étalent pour étendre la zone de prélèvement d'eau et de sels minéraux, et se dirigent vers les zones les plus faciles d'accès et les plus humides (notamment les regards ou les réseaux d'assainissement fuyards ou encore les zones sous les constructions où l'évaporation est limitée).



Par contre, un arbre vieillissant ou ayant subi un élagage sévère voit diminuer ses besoins en eau. Le bilan hydrique peut alors redevenir positif, au risque toutefois d'engendrer un éventuel phénomène de gonflement. Ces désordres de gonflement-soulèvement peuvent apparaître lors de l'abattage d'un arbre ou dans une zone récemment déboisée (dans ce cas, les désordres peuvent se manifester pendant plusieurs années).

Le mécanisme de dessiccation par le prélèvement de la végétation est cependant complexe et n'est à ce jour pas encore pleinement explicité. En plus de la nature des terrains rencontrés et la forme du développement racinaire, il conviendrait de prendre en compte la période de développement végétatif (variable suivant les végétaux) et les éventuels mécanismes de défense de la végétation (stress hydrique par exemple).

3.5.2 Espèces végétales susceptibles d'occasionner des désordres

Tous les arbres ne présentent pas les mêmes risques pour les constructions lorsqu'ils se trouvent à proximité du bâti. En effet, certaines espèces végétales sont plus « agressives » que d'autres.

Le tableau suivant qualifie certaines espèces végétales (ou essences) en fonction de leur coefficient d'agressivité (ou de nocivité). Le coefficient de nocivité correspond au rapport des désordres liés à l'essence (%) sur le pourcentage de cette essence dans la population globale étudiée. Il est à noter que la liste proposée dans ce tableau n'est pas exhaustive.

Ce tableau est une synthèse des données extraites de Tree roots and buildings (Cutler et Richardson, 1989), proposée par le guide Sécheresse et construction – Guide de prévention du Ministère de l'Environnement (La Documentation Française, 1993).



	chêne	peuplier	frêne	faux acacia	maronnier	tilleul	saule	aubépine	hêtre	platane	pommier/poirier	érable	cerisier prunier	bouleau	cyprés	sorbier/cormier	orme	troène	rosier	buisson ardent
Hauteur maximale en zone urbaine (mètres)	16-23	25-28	14-23	18-20	12-15	16-24	15-25	10	20	25-30	8-12	10-24	6-12	12-14	15-25	8-12	17-25			
Distance maximale du désordre (mètres)	30	30	21	12,4	23	20	40	11,5	15	15	10	20	11	10	20	11	25			
Distance en dessous de laquelle 50 % des désordres ont été constatés (mètres)	9,5	11	6	7	7,5	6	7	5	6	5,5	4	6	3	4	2,5	5	8			
% de désordres liés à l'essence considérée	11,5	8,7	7,5	3	3	8,2	5,7	4,6	1	11	5,7	8,3	6	2	3	2	2	0,8	0,7	0,35
% de l'essence dans la population	2,1	3	3	1,8	2,2	6,4	4,5	3,5	1	13,7	7,1	13,9	14,7	4,9	10	9,4	-			
Coefficient d'agressivité*	5,5	2,9	2,5	1,7	1,4	1,3	1,3	1,3	1	0,8	0,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	-			

* Le coefficient d'agressivité est le rapport du % de désordres liés à l'essence sur le % de l'essence dans la population globale.

Les espèces à éviter seraient donc par exemple les peupliers, les frênes et les tilleuls. Ces espèces présentent en effet une forte demande hydrique, liée à un système racinaire puissant et à une importante hauteur à maturité (pour certaines variétés cette hauteur peut atteindre plus de 15 m).

Les essences les moins préjudiciables seraient les suivantes :

- les fruitiers d'ornement ;
- les érables ;
- les platanes.

3.5.3 Mesures à mettre en oeuvre

- Pour les plantations existantes

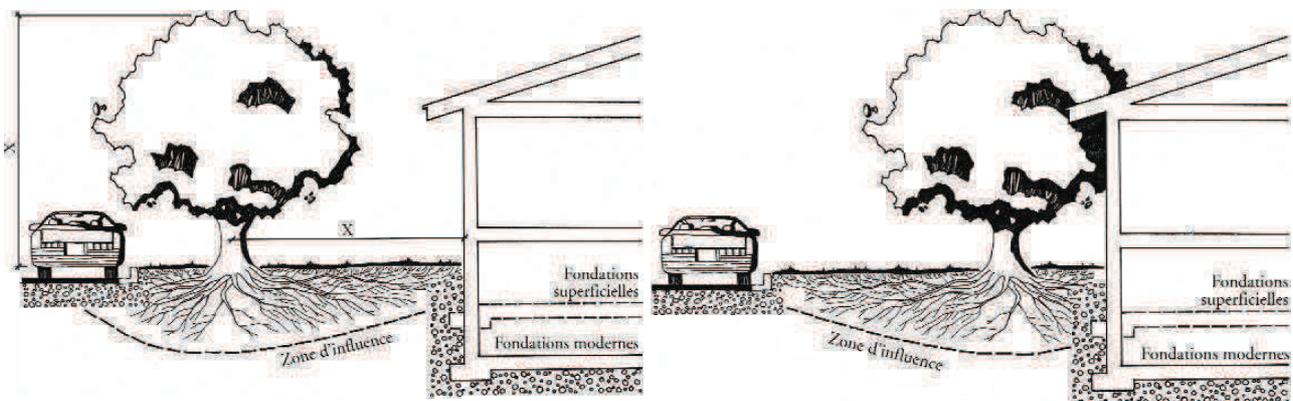
Une mesure telle que l'abattage systématique des arbres à proximité immédiate du bâti existant ne serait ni facile et concevable à faire appliquer, ni forcément bénéfique à la réduction du phénomène de retrait-gonflement des argiles. En effet, comme il l'a été souligné ci-dessus, cette mesure peut avoir comme conséquence une modification non négligeable du bilan hydrique et conduire à un gonflement du sol argileux.

Un élagage régulier peut permettre la réduction des besoins en eau de l'arbre, à réaliser tous les 2 ans, et dans la limite de 30 % de la masse aérienne de l'arbre (un élagage plus sévère pourrait compromettre sa vigueur) [Source : Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement].

- Pour les plantations nouvelles

En se rapportant au tableau cité précédemment, il est vivement recommandé de préférer les essences végétales les moins nocives pour une implantation à proximité du bâti. Les espèces qui nécessitent de faibles apports en eau et dont les racines se développent peu profondément devront être favorisées.

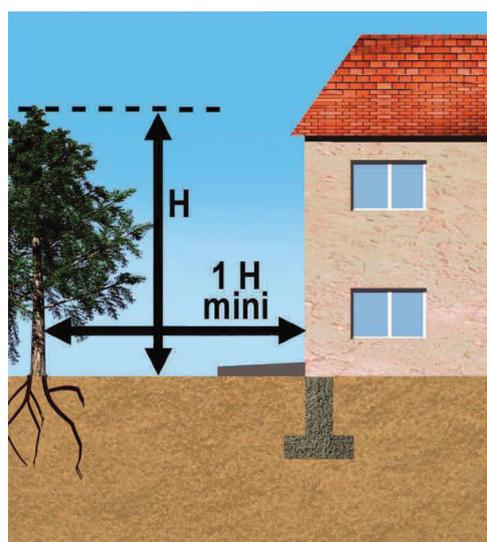
Dans la mesure du possible, une distance minimale devra être respectée entre l'arbre à planter et le bâti (qu'il soit situé sur la parcelle ou sur les parcelles voisines). A titre indicatif, le guide « sécheresse et construction » édité par le ministère de l'écologie et du développement durable préconise une distance égale à la hauteur de l'arbre à maturité, voire 1,5 fois cette hauteur en cas d'alignement d'arbres.



Zone d'influence d'un arbre à maturité

Arbre à maturité placé à proximité du bâti.
Les fondations superficielles sont directement
soumises à la zone d'influence.

Source : SCHL



Distance recommandée :
Implantation distante d'au moins 1 fois la hauteur de l'arbre à maturité.

Source : d'après AQC

4. DESCRIPTION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES
(tableau 1 de la norme NF P 94-500 révisée en décembre 2006)

Etape 1 : Etudes géotechniques préalables (G1)

Etape 2 : Etude géotechnique de projet (G2)

Etape 3 : Exécution des projets géotechniques (G3 et G4, distinctes et simultanées)

Diagnostic géotechnique (G5)

ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Etude géotechnique préliminaire de site (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisnants.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

Etude géotechnique d'avant-projet (G12)

Elle est réalisée au stade d'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

Phase Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en Phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

Phase Supervision du suivi d'exécution

Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.

5. FICHES RÉCAPITULATIVES DES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS DE FINANCEMENT

5.1 FICHE N°1 : EXPROPRIATION DE BIENS EXPOSÉS À UN RISQUE NATUREL MAJEUR

Objectifs : - permettre à des populations résidant dans des zones particulièrement exposées de se réinstaller, dans des conditions économiquement satisfaisantes, en dehors des zones à risques.
- assurer la mise en sécurité et la neutralisation durable des sites libérés de toute occupation humaine.

Références législatives et réglementaires : - Articles L. 561-1 à L. 561-4 du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995 - titre I^{er}.

Risques : Mouvements de terrain, affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, avalanches, crues torrentielles.

Biens concernés : Biens exposés à un risque menaçant gravement des vies humaines.

Situation des biens : - Menace grave pour des vies humaines.
- Absence de moyen de sauvegarde et de protection des populations moins coûteux que l'expropriation.

Personnes concernées : Personnes physiques ou morales propriétaires des biens concernés.

Dépenses éligibles : - Montant des indemnités d'expropriation devant permettre le remplacement des biens expropriés, estimés hors risque et, sauf prise en compte des dommages éventuels, déduction faite des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie catastrophe naturelle et non utilisées aux fins de réparation.
- Dépenses liées à la limitation de l'accès et à la démolition éventuelle des biens exposés afin d'en empêcher toute occupation future.

Taux de financement maximum : 100 %.

Maîtres d'ouvrage : Autorité expropriante (Etat, communes, groupements de communes).

Mode opératoire (procédure) : Paiement ou consignation des indemnités d'expropriation et paiement des autres dépenses éligibles.

Mesures annexes : - Limitation de l'accès et démolition éventuelle des biens exposés.
- Gestion et utilisation des terrains compatibles avec le motif de leur expropriation.

5.2 FICHE N° 2 : ACQUISITION AMIABLE DE BIENS EXPOSÉS A UN RISQUE NATUREL MAJEUR

Objectifs : - permettre à des populations résidant dans des zones particulièrement exposées de se réinstaller, dans des conditions économiquement satisfaisantes, en dehors des zones à risques.
- assurer la mise en sécurité et la neutralisation durable des sites libérés de toute occupation humaine.

Références législatives et réglementaires :

- Article L. 561-3-I/1° du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- titre III.
- Arrêté du 12 janvier 2005 n° 0430390A.

Risques : Mouvements de terrain, affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, avalanches, crues torrentielles ou à montée rapide.

Biens concernés : Biens couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles et exposés à un risque menaçant gravement des vies humaines.

Situation des biens : - Menace grave pour des vies humaines.
- Absence de moyen de sauvegarde et de protection des populations moins coûteux que l'acquisition.

Personnes concernées : Personnes physiques ou morales propriétaires des biens concernés.

Dépenses éligibles : - Prix d'acquisition n'excédant pas le montant des indemnités calculées comme en matière d'expropriation (hors risque et, sauf prise en compte des dommages éventuels dans l'estimation des biens, déduction faite des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie catastrophe naturelle et non utilisées aux fins de réparation).
- Mesures nécessaires pour limiter l'accès et empêcher toute occupation des biens exposés.

Taux de financement maximum : 100 %

Maîtres d'ouvrage : Collectivité acquéreuse (Etat, communes, groupements de communes).

Mode opératoire (procédure) : Financement direct de l'acquisition amiable par voie contractuelle ou subvention versée sur production de l'acte de cession.

Mesures annexes : - Limitation de l'accès et démolition éventuelle des biens exposés.
- Gestion et utilisation des terrains compatibles avec le motif de l'acquisition, mesures d'inconstructibilité des terrains.

5.3 FICHE N° 3 : ACQUISITION AMIALE DE BIENS SINISTRÉS PAR UNE CATASTROPHE NATURELLE

Objectifs : - en complément des indemnités perçues au titre de la garantie d'assurance contre les catastrophes naturelles, couvrir le surcoût que peut représenter un déménagement ou un transfert total d'activités en dehors de la zone sinistrée, compte tenu notamment de la valeur des terrains d'assiette non couverte par la garantie d'assurance.

Références législatives et réglementaires :

- Article L. 561-3- I/2° du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- titre III.
- Arrêtés du 12 janvier 2005 n° 0430390A et n° 0430391A.

Risques : Tout risque susceptible de provoquer un sinistre pouvant faire l'objet d'une déclaration de l'état de catastrophe naturelle.

Biens concernés : Biens à usage d'habitation ou utilisés dans le cadre d'activités professionnelles couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles et leurs terrains d'assiette.

Situation des biens : Biens sinistrés à plus de la moitié de leur valeur et indemnisés au titre de la garantie catastrophes naturelles.

Personnes concernées : Personnes physiques ou morales propriétaires des biens concernés, sous réserve, lorsqu'il s'agit de biens à usage professionnel, d'employer moins de vingt salariés.

Dépenses éligibles : - Prix d'acquisition n'excédant pas le montant des indemnités calculées comme en matière d'expropriation (hors risque et, sauf prise en compte des dommages dans l'estimation des biens, déduction faite des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie catastrophe naturelle et non utilisées aux fins de réparation).
- Mesures nécessaires pour limiter l'accès et empêcher toute occupation des biens exposés.

Taux de financement : Montant maximum par unité foncière fixé par arrêté conjoint des ministres chargés de la prévention des risques majeurs et de l'économie (240.000 € selon l'arrêté du 28/04/10).

Maîtres d'ouvrage : Collectivité acquéreuse (Etat, communes, groupements de communes).

Mode opératoire (procédure) : Financement direct de l'acquisition amiable par voie contractuelle ou subvention versée sur production de l'acte de cession.

Mesures annexes : - Limitation de l'accès et démolition éventuelle des biens exposés.
- Mesure d'inconstructibilité des terrains intervenant dans les trois ans.

5.4 FICHE N° 4 : ÉVACUATION TEMPORAIRE ET RELOGEMENT DES PERSONNES EXPOSÉES À UN RISQUE NATUREL MAJEUR

Objectifs : Prendre en charge les dépenses liées à des mesures préventives d'évacuation temporaire et de relogement de personnes exposées à un risque naturel majeur.

Références législatives et réglementaires :

- Article L. 561-3-1/1^{er} § du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- Article 7.
- Décret n°99-1060 du 16 décembre 1999.
- Arrêté du 12 janvier 2005 n° 0430390A.

Risques : Mouvements de terrain, affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, avalanches, crues torrentielles.

Biens concernés : Néant.

Situation des biens : Néant.

Personnes concernées : Personnes exposées à un risque naturel majeur ayant fait l'objet d'une décision d'évacuation prise par l'autorité de police compétente.

Dépenses éligibles : Dépenses de prévention liées aux évacuations temporaires et au relogement.

Taux de financement maximum : 100 %.

Maîtres d'ouvrage : Collectivités publiques compétentes.

Mode opératoire (procédure) : - Mise à disposition des sommes nécessaires auprès de la collectivité publique compétente.
- Subventions versées sur production des factures.

Mesures annexes : Néant.

5.5 FICHE N° 5 : OPÉRATIONS DE RECONNAISSANCE ET TRAVAUX DE TRAITEMENT OU DE COMPLEMENT DE CAVITÉS SOUTERRAINES OU DE MARNIÈRES

Objectifs : Evaluer le risque d'effondrement de cavités souterraines ou de marnières, en particulier au regard de la menace que représente ce risque pour la vie des personnes, et réduire voire supprimer ce risque.

Références législatives et réglementaires :

- Article L. 561-3- I/3° du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- titre III.
- Décret n°99-1060 du 16 décembre 1999.
- Arrêté du 12 janvier 2005 n° 0430390A.

Risques : Risques d'affaissements de terrain dus à des cavités souterraines ou à des marnières. Les cavités souterraines résultant de l'exploitation passée ou en cours d'une mine ne sont pas concernées par ce dispositif.

Biens concernés : Biens couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles et exposés à un risque d'affaissements de terrain dus à des cavités souterraines ou des marnières.

Situation des biens : - Pour les opérations de reconnaissance : dangers avérés pour les constructions ou les vies humaines.
- Pour les travaux de traitement ou de comblement : menace grave pour les vies humaines et traitement moins coûteux que l'expropriation.

Personnes concernées : Personnes physiques ou morales propriétaires des biens concernés ou collectivités publiques compétentes.

Dépenses éligibles : Coût des opérations de reconnaissance et des travaux de traitement ou de comblement, déduction faite le cas échéant des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie catastrophe naturelle pour la réalisation d'études et de travaux de réparation susceptibles de contribuer à la réalisation de ces opérations ou de ces travaux.

Taux de financement maximum : 30 %.

Maîtres d'ouvrage : Personnes concernées.

Mode opératoire (procédure) :

- Dépôt d'un dossier de demande de subvention complet.
- Déclaration du dossier complet avant le démarrage (cf décret du 16/12/99).
- Décision attributive de subvention.
- Subventions versées sur production des factures.

Mesures annexes : Néant.

5.6 FICHE N° 6 : ÉTUDES ET TRAVAUX DE PRÉVENTION RENDUS OBLIGATOIRES PAR UN PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES APPROUVÉ

Objectifs : Réduire la vulnérabilité des personnes, des biens et des activités existants.

Références législatives et réglementaires :

- Article L. 561-3- I/4° du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- titre III.
- Décret n°99-1060 du 16 décembre 1999.
- Arrêté du 12 janvier 2005 n° 0430390A.

Risques : Tout risque faisant l'objet d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé.

Biens concernés : Biens à usage d'habitation ou utilisés dans le cadre d'activités professionnelles couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles.

Situation des biens : Constructions, ouvrages, espaces mis en culture ou plantés existants à la date d'approbation d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles rendant obligatoire dans un certain délai la réalisation sur ces biens de mesures relatives à leur aménagement, leur utilisation ou leur exploitation.

Personnes concernées : Personnes physiques ou morales propriétaires, exploitants ou utilisateurs des biens concernés, sous réserve, lorsqu'il s'agit de biens à usage professionnel, d'employer moins de vingt salariés.

Dépenses éligibles : Coût des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des biens concernés définies et rendues obligatoires dans un certain délai par un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé, déduction faite le cas échéant des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie catastrophe naturelle pour la réalisation d'études et de travaux de réparation susceptibles de contribuer à la réalisation des mesures de prévention éligibles.

Taux de financement maximum :

- 40 % pour les biens à usage d'habitation.
- 20 % pour les biens à usage professionnel.

Maîtres d'ouvrage : Personnes concernées.

Mode opératoire (procédure) :

- Dépôt d'un dossier de demande de subvention complet.
- Déclaration du dossier complet avant le démarrage (cf décret du 16/12/99).
- Décision attributive de subvention.
- Subventions versées sur production des factures.

Mesures annexes : Néant.

5.7 FICHE N° 7 : ÉTUDES ET TRAVAUX DE PRÉVENTION DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

Objectifs : Aider les collectivités territoriales à assumer des programmes d'investissements sur des territoires exposés, permettant de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes, s'inscrivant prioritairement dans une démarche globale de prévention des risques, et ayant fait l'objet d'une analyse coût-avantages qui en démontre la pertinence.

Références législatives et réglementaires :

- Article 128 de la loi de finances initiale pour 2004.
- Article 136 de la loi de finances initiale pour 2006.
- Article 32 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- titre III.
- Décret n°99-1060 du 16 décembre 1999.
- Arrêté du 12 janvier 2005 n° 0430390A.

Risques : Tout risque naturel.

Biens concernés : Sans objet.

Situation des biens : Sans objet.

Personnes concernées : Collectivités territoriales ou leurs groupements assurant la maîtrise d'ouvrage d'études et de travaux de prévention contre les risques naturels dans les communes couvertes par un plan de prévention des risques prescrit ou approuvé.

Dépenses éligibles : Coût des études et travaux de prévention (dans la limite globale de 55 M€ par an jusqu'au 31/12/2012)

Taux de financement maximum pour les communes où un PPRN est approuvé:

- 50 % pour les études.
- 50 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de prévention.
- 40 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de protection.

Taux de financement maximum pour les communes où un PPRN est prescrit:

- 50 % pour les études.
- 40 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de prévention.
- 25 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de protection.

Maîtres d'ouvrage : Personnes concernées (collectivités territoriales).

Mode opératoire (procédure) :

- Dépôt d'un dossier de demande de subvention complet.
- Déclaration du dossier complet avant le démarrage (cf décret du 16/12/99).
- Décision attributive de subvention.
- Subventions versées sur production des factures.

Mesures annexes : Néant.

5.8 FICHE N° 8 : CAMPAGNES D'INFORMATION SUR LA GARANTIE CATASTROPHES NATURELLES

Objectifs : Mieux faire connaître aux populations exposées aux risques naturels les procédures administratives et assurantielles d'indemnisation prévues dans le cadre de la garantie contre les dommages dus aux catastrophes naturelles.

Références législatives et réglementaires :

- Article L. 561-3-I/5° du code de l'environnement.
- Décret n°95-1115 du 17 octobre 1995- Titre III.
- Décret n°99-1060 du 16 décembre 1999.
- Arrêté du 12 janvier 2005 n° 0430390A.

Risques : Tout risque susceptible de provoquer un sinistre pouvant faire l'objet d'une déclaration de l'état de catastrophe naturelle.

Biens concernés : Biens couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles.

Situation des biens : Néant.

Personnes concernées : Toute personne intéressée.

Dépenses éligibles : Coût des campagnes d'information portant sur la garantie catastrophes naturelles.

Taux de financement maximum : 100 %.

Maîtres d'ouvrage : Collectivités publiques compétentes ou entreprises d'assurance engagées dans une campagne d'information éligible.

Mode opératoire (procédure) : Subventions versées sur production des attestations des frais engagés (cf décret 16/12/99).

Mesures annexes : Néant.

6. CATASTROPHE NATURELLE ET ASSURANCE

La procédure d'indemnisation dans le cadre de catastrophes naturelles a été instaurée par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

Ce dispositif permet d'assurer aux victimes des sinistres une garantie vis-à-vis des dommages matériels causés par les catastrophes naturelles. Fondé sur un principe de solidarité nationale, il fait appel à la fois aux sociétés d'assurances et aux pouvoirs publics et repose sur une procédure dérogatoire du droit des assurances.

6.1 LES CONDITIONS D'APPLICATION DU RÉGIME DE CATASTROPHE NATURELLE

L'article 1 de la loi de 1982 indique que « sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles, les dommages matériels directs non assurables, ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour éviter ces dommages n'ont ou empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises ».

Afin d'obtenir une indemnisation, deux conditions sont nécessaires :

- Les biens doivent être couverts par un contrat d'assurance dommage ;
- L'état de catastrophe naturelle doit être constaté par arrêté ministériel.

6.2 LES PÉRILS COUVERTS ET LES ÉVÈNEMENTS NON COUVERTS PAR LA GARANTIE CATASTROPHE NATURELLE

Événements couverts
(liste non exhaustive)
<ul style="list-style-type: none">• les inondations et coulées de boues résultant du débordement d'un cours d'eau, du ruissellement ou de crues torrentielles ;• les inondations par remontée de nappe phréatique ;• les inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues ;• les séismes ;• les mouvements de terrain ;• le retrait/gonflement des argiles ;• les avalanches ;• dans les départements d'outre-mer : les vents cycloniques à partir de 145 km/h en moyenne sur 10 minutes ou 215 km/h en rafales.
Événements non couverts
(application des garanties classiques d'assurance)
<ul style="list-style-type: none">• l'action directe du vent, de la grêle, du poids de la neige ;• l'infiltration d'eau sous les éléments de toiture par l'effet du vent, sans dommage aux toitures ;• la foudre.

6.3 L'ÉTENDUE DE LA GARANTIE

<p>Sont garantis :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les habitations et leur contenu,• Les installations industrielles et commerciales et leur contenu,• Les bâtiments appartenant aux collectivités locales et leur contenu,• Les bâtiments agricoles y compris les récoltes, les machines, les animaux se trouvant à l'intérieur,• Les serres, à l'exception des cultures,• Les véhicules terrestres à moteur,• Les accessoires et équipements automobiles, s'ils sont couverts par le contrat,• Les clôtures, murs de soutènement ou fondations, s'ils sont couverts par le contrat,• Les frais de démolition, de pompage et de nettoyage,• Les forêts assurées par un contrat « dommages aux biens ». <p>Sont exclus :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les dommages corporels,• Les récoltes non enracinées, cultures, animaux hors bâtiments,• Les véhicules aériens, maritimes, fluviaux, lacustres et les marchandises transportées,• Les biens exclus par l'assureur,• Les dommages indirectement liés à la catastrophe (contenu un congélateur...) et les frais annexes (pertes de loyers, remboursement d'honoraires d'experts...).
--

6.4 LE FINANCEMENT DE LA GARANTIE

- La garantie est financée par une prime additionnelle appliquée sur tous les contrats « dommages aux biens ». Le montant de cette prime est fixé par un arrêté du ministre des finances.
- L'arrêté du 3 août 1999 actuellement en vigueur fixe le montant de ces primes additionnelles à :
 - 6 % des primes ou cotisations vol et incendie pour les véhicules terrestres à moteurs ;
 - 12 % des primes ou cotisations afférentes aux contrats de base pour les autres biens.

Les primes perçues alimentent le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), dit « fonds Barnier ». Ce fonds est garanti par l'État.

6.5 LA PROCÉDURE DE RECONNAISSANCE

- En cas de sinistre, les administrés doivent demander au maire d'engager la procédure de reconnaissance de catastrophes naturelles et parallèlement, faire une déclaration auprès de leur assurance dans les 5 jours qui suivent le sinistre.
- Le maire rassemble les demandes des sinistrés et transmet la demande en préfecture.

- Le préfet de département joint les rapports techniques et centralise les demandes communales à la direction de la défense et de la sécurité civile (DDSC) dans un délai d'un mois.
- La DDSC instruit et présente le dossier à la commission interministérielle.
- La commission interministérielle statue sur l'intensité anormale de l'agent naturel et émet un avis favorable, défavorable ou d'ajournement.
- Si l'avis est favorable, un arrêté ministériel reconnaît l'état de catastrophe naturelle.

6.6 LE RÈGLEMENT DES SINISTRES

Après la publication de l'arrêté reconnaissant l'état de catastrophe naturelle, les sinistrés disposent d'un délai de 10 jours pour faire la déclaration auprès de leur assurance, s'ils ne l'ont pas faite dans les 5 jours suivant la catastrophe. Ce délai est de 30 jours pour les pertes d'exploitation.

Dans les 3 mois suivant la date de réception de la déclaration de dommages ou la publication de l'arrêté de catastrophe naturelle (si elle est postérieure), l'assureur doit verser au sinistré une indemnité couvrant la réparation intégrale des dommages subis.

Une franchise est appliquée en fonction du nombre de constatation de l'état de catastrophe naturelle.

6.7 LES FRANCHISES

Le niveau des franchises est fixé par arrêté ministériel. Depuis le 1^{er} janvier 2002, les franchises applicables sont les suivantes :

Nature	Montant	Commentaires
Biens à usage d'habitation, véhicules terrestres à moteur	380 €	1520 € pour les dégâts liés au retrait-gonflement des argiles
Biens à usage professionnel	10 % de valeur, avec minimum de 1140 €	3050 € pour les dégâts liés au retrait-gonflement des argiles
Pertes d'exploitation	3 jours ouvrés, minimum de 1140 €	-

Si une franchise plus élevée est prévue dans la garantie de base, c'est cette dernière qui s'applique.

6.8 LE LIEN ENTRE PRÉVENTION ET INDEMNISATION

Le montant de cette franchise pourra varier selon :

- l'existence ou non d'un plan de prévention des risques (PPR) dans la commune ;
- la vulnérabilité de la construction lorsque les mesures de prévention n'ont pas été prises.

6.9 CAS OÙ LA COMMUNE NE DISPOSE PAS D'UN PPR

La franchise qui sera appliquée au moment du sinistre sera modulée en fonction du nombre d'arrêtés parus pour le même type d'événement déjà survenu dans les cinq années précédentes. Cette mesure vise à inciter les collectivités à soutenir l'élaboration d'un PPR. Dès que le PPR est prescrit, cette modulation n'est en effet plus appliquée. Cependant, elle le redeviendrait si le PPR n'était pas approuvé dans les quatre ans à compter de sa date de prescription.



6.10 LE BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION (BCT)

C'est un organisme régulateur des relations entre assureur et assuré relatives à certaines assurances ou garanties obligatoires.

Il est compétent dans les domaines suivants :

- assurance responsabilité civile automobile ;
- assurance des engins de remontées mécaniques ;
- assurance responsabilité civile construction ;
- garantie légale des catastrophes naturelles.

Le bureau central de tarification (BCT) peut être saisi par l'assureur ou par l'assuré.

En ce qui concerne la garantie catastrophe naturelle, la saisine n'est possible que dans les cas suivants :

- *Par l'assuré* : en cas de refus d'assurance par au moins 2 compagnies, le BCT peut imposer à l'assureur choisi par l'assuré de couvrir les biens objets du litige. Pour saisir le BCT, l'assuré peut obtenir auprès de son assureur un formulaire spécifique.
- *Par l'assureur* : dans 3 cas : existence d'un PPR prescrivant des mesures de protection, biens situés dans une zone classée à risques ou dans une zone inconstructible (mais existants avant la publication du PPR), et si l'assuré ne s'est pas conformé dans un délai de 5 ans aux prescriptions du PPR.

Le BCT peut décider soit d'augmenter les franchises, soit d'exclure un bien mentionné au contrat, soit enfin de panacher ces 2 mesures.

Il n'y a que 2 cas de dispense de la garantie catastrophe naturelle de l'assureur :

- lorsque les biens ou les activités ont été implantés dans des zones inconstructibles après la publication d'un PPR ;

- lorsque les biens ou les activités ont été implantés en violation des règles administratives tendant à prévenir les dommages en vigueur lors de leur mise en place. Il peut s'agir par exemple du non-respect du zonage risque d'un plan local d'urbanisme.

6.11 LE RÉGIME CATASTROPHE NATURELLE EN CHIFFRES

