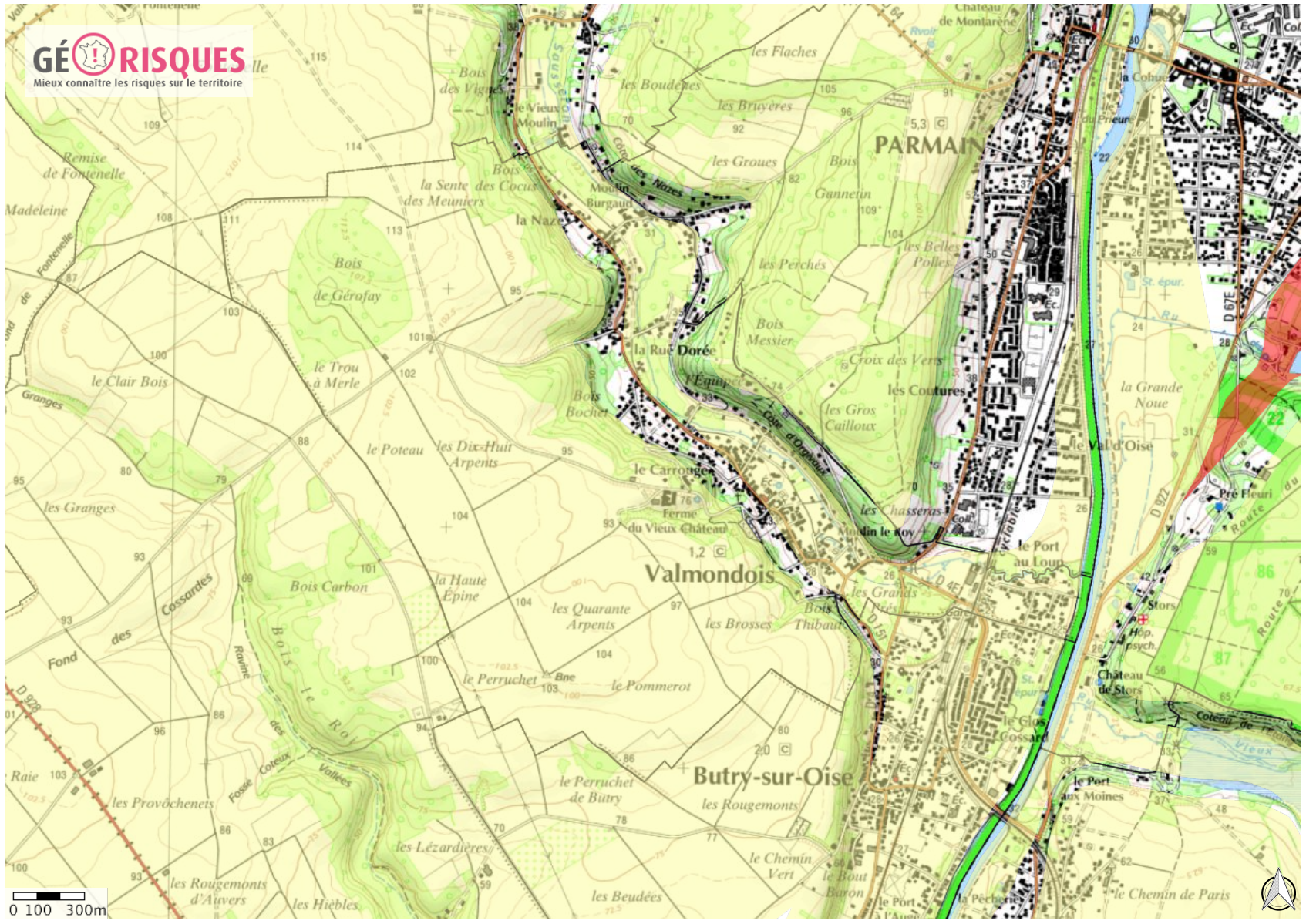
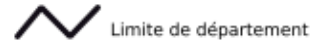


# GÉORISQUES Retrait-gonflement des argiles à Valmondois

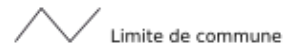
Mieux connaître les risques sur le territoire



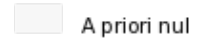
### Limites des départements



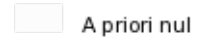
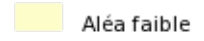
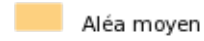
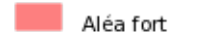
### Limites des communes



### Argiles non renseignés



### Argiles



DOCUMENT PUBLIC

# Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département du Val-d'Oise

## Rapport final

BRGM/RP-52598-FR  
juillet 2004



direction  
départementale  
de l'équipement  
du Val-d'Oise



DOCUMENT PUBLIC

# Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département du Val-d'Oise

## Rapport final

BRGM/RP-52598-FR  
juillet 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de service public du BRGM PSP03IDF20

M. Donsimoni, C. Hatton, F. Giraud  
*avec la collaboration de*  
M. Vincent



Ministère  
de l'équipement,  
des transports  
et du logement

direction  
départementale  
de l'équipement  
du Val-d'Oise



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**





Mots clés : Cartographie, Aléa, Risques naturels, Retrait, Gonflement, Sécheresse, Sinistre, Argiles, Tertiaire, Bassin de Paris, Val-d'Oise.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Donsimoni M., Hatton C., Giraud F., avec la collab. de Vincent M., (2004) –  
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département  
du Val-d'Oise. BRGM/RP-52598-FR, 163 p., 8 fig., 22 tabl., 4 ann., 4 pl. h.-t.

© BRGM, 2004. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

**L**es phénomènes de retrait-gonflement de certaines formations géologiques argileuses affleurantes provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. Sur le territoire métropolitain, ces phénomènes, mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976, ont pris une réelle ampleur lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1996-97.

Le département du Val-d'Oise, classé en dix-septième position nationale eu égard au coût cumulé des sinistres retrait-gonflement indemnisés, fait partie des départements français les plus touchés par le phénomène, puisqu'il y a été recensé, dans le cadre de la présente étude, 1 328 sinistres déclarés liés à la sécheresse, qui se situent principalement au sud-est du département.

Dans ce département de 1 249 km<sup>2</sup> de superficie, 50 communes, sur 185 au total, ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre, soit un taux de sinistralité de 27 %. Les reconnaissances des différentes périodes de sinistres – qui se succèdent entre juin 1989 et septembre 1998 – ont fait l'objet à ce jour de 14 arrêtés de catastrophe naturelle (ce qui correspond à 106 occurrences) – dont les dates de parution au Journal Officiel s'échelonnent entre le 15 décembre 1990 et le 29 décembre 2000.

Afin d'établir un constat scientifique objectif et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, il a été demandé par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) d'établir une cartographie de cet aléa dans tout le département du Val-d'Oise afin de définir les zones les plus exposées au phénomène de retrait-gonflement. Réalisée par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), dans le cadre de sa mission de service public sur les risques naturels, cette étude s'intègre dans un vaste programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux, qui devrait concerner au total plus de trente départements parmi les plus touchés par le phénomène.

Cette étude est basée sur une approche méthodologique élaborée par le BRGM, laquelle a été précédemment appliquée dans trois autres départements de la région Île-de-France (l'Essonne, en 2000, la Seine-Saint-Denis, en 2001, et le Val-de-Marne, en 2003). Elle a été réalisée par le Service Géologique Régional Île-de-France, avec l'appui du Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM. Le financement en a été assuré à hauteur de 50 % par des crédits du Fonds de Prévention des Risques Naturels majeurs, mobilisés par le MEDD, le complément ayant été financé par la dotation de Service Public du BRGM, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Préfecture du Val-d'Oise, le suivi technique de l'étude étant assuré par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) du Val-d'Oise.

La démarche de l'étude a d'abord consisté en l'établissement d'une cartographie départementale interprétée des formations argileuses ou marneuses affleurantes à sub-affleurantes, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000. Des cartes synthétiques ont ensuite été réalisées pour la susceptibilité des formations, la répartition des sinistres et pour la détermination de l'aléa vis-à-vis du retrait-gonflement des terrains argileux et argilo-marneux. Elles recensent 19 formations

argileuses ou marneuses à l'origine de 1 328 sinistres localisés, répartis dans 50 communes du département reconnues en état de catastrophe naturelle, pour des périodes comprises entre 1989 et 1998.

Les formations, identifiées sur la base de critères lithologiques, ont fait l'objet d'une hiérarchisation quant à leur susceptibilité supposée vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement. Cette classification a été établie sur la base de trois caractéristiques principales quantifiables : la nature lithologique de la formation, la composition minéralogique de la phase argileuse et le comportement géotechnique des terrains.

La carte départementale d'aléa a été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses ou marneuses, après hiérarchisation de celles-ci en tenant compte non seulement de la susceptibilité des formations identifiées, mais aussi de la probabilité d'occurrence du phénomène. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des sinistres, en calculant, pour chaque formation sélectionnée, une densité de sinistres rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée de chaque formation afin de permettre des comparaisons fiables entre les différentes formations concernées.

Sur cette carte d'aléa sont distinguées trois classes d'aléa (fort, moyen et faible) parmi les zones argileuses ou marneuses. Sur les 1 241,13 km<sup>2</sup> de surface d'affleurements géologiques (pour 1248,86 km<sup>2</sup> de superficie totale) que compte le département du Val-d'Oise :

- **5,73 %** (soit environ 71 km<sup>2</sup>) ont été classés en **zone d'aléa fort** ;
- **13,76 %** (soit environ 171 km<sup>2</sup>) en **zone d'aléa moyen** ;
- **65,05 %** (soit environ 807 km<sup>2</sup>) en **zone d'aléa faible** ;
- **15,45 %** (soit environ 192 km<sup>2</sup>) de la surface sont considérés en **zone d'aléa nul à négligeable**, car correspondant à des formations géologiques a priori non argileuses.

Cependant, il n'est pas totalement exclu que cette zone d'aléa nul ne puisse renfermer des secteurs localisés dans lesquels affleurent ou sub-affleurent des placages d'argiles (altéritiques en particulier), induisant potentiellement des sinistres.

**Ont ainsi été considérées comme présentant un niveau d'aléa fort, 4 formations** parmi les 19 formations géologiques argileuses et marneuses qui affleurent sur le territoire du Val-d'Oise, à savoir, par ordre de surface d'affleurement décroissant :

- **Argile plastique et Fausses glaises sparnaciennes** (e4SS-FG-AP), dont les affleurements couvrent environ 26,19 km<sup>2</sup> ;
- **Argile verte de Romainville** (g1AVR), soit environ 22,55 km<sup>2</sup> ;
- **Marnes supragypseuses** (e7MS), soit environ 16,40 km<sup>2</sup> ;
- **Marnes à huîtres** (g1MH), soit environ 5,94 km<sup>2</sup>.

Ces 4 formations classées en aléa fort représentent à l'affleurement une surface totale estimée à moins de 6 % de la superficie urbanisée totale du département, alors qu'environ 16 % des sinistres recensés s'y sont produits (209 sur un total de 1 328).

Présentée à l'échelle 1/100 000, la carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du département du Val-d'Oise pourra servir de base à des actions d'information préventive dans les communes les plus touchées par le phénomène. Elle doit constituer le point de départ pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques naturels (PPR), en vue d'attirer l'attention des constructeurs et maîtres d'ouvrages sur la nécessité de respecter certaines règles constructives préventives dans les zones soumises à l'aléa retrait-gonflement.

Étant donné le degré de précision de cette cartographie, dont l'échelle de validité est le 1/50 000, il convient cependant d'insister sur l'importance d'une étude géotechnique de sol au niveau de la parcelle comme préalable à toute construction nouvelle dans tous les secteurs concernés par des formations géologiques potentiellement sujettes au retrait-gonflement.





## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>13</b>
<b>2. Méthodologie</b> .....	<b>15</b>
2.1. Facteurs intervenant dans le retrait-gonflement .....	15
2.1.1. Facteurs de prédisposition .....	15
2.1.2. Facteurs de déclenchement .....	19
<b>2.2. Approche méthodologique</b> .....	<b>20</b>
2.2.1. Cartographie des formations géologiques .....	20
2.2.2. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations.....	20
2.2.3. Examen des autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement.....	20
2.2.4. Carte de susceptibilité .....	21
2.2.5. Recensement et localisation géographique des sinistres.....	21
2.2.6. Détermination des densités de sinistres .....	22
2.2.7. Carte de l'aléa .....	22
<b>3. Caractéristiques du département du Val-d'Oise</b> .....	<b>23</b>
3.1. Contexte géographique et géomorphologique.....	23
3.2. Contexte climatique .....	26
3.3. Urbanisation du département .....	26
<b>4. Identification et cartographie des formations géologiques argileuses et marneuses</b> .....	<b>29</b>
4.1. Objectifs, documents utilisés et procédure de réalisation .....	29
4.2. Cadre géologique départemental .....	31
4.3. Contexte hydrogéologique .....	34
4.3.1. Nappes de l'Éocène moyen et inférieur .....	34
4.3.2. Autres nappes .....	35
4.4. Lithostratigraphie des formations géologiques du Val-d'Oise .....	38
4.4.1. Craie blanche à silex c5B-c4M : Craie à <i>Bellemnitella</i> (Crétacé supérieur, Campanien, c5B) ; Craie à <i>Micraster coranguinum</i> (Crétacé supérieur, Santonien, c4M) .....	38
4.4.2. Calcaire pisolithique (Paléocène, Montien) : e2CP .....	40
4.4.3. Sables de Bracheux (Paléocène, Thanétien) : e3SBr .....	40
4.4.4. Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique (Éocène, Yprésien inférieur, Sparnacien) : e4SS-FG-AP .....	40
4.4.5. Sables de Cuise (Éocène, Yprésien supérieur, Cuisien) : e4SC .....	41
4.4.6. Calcaire à Miliolites, Calcaire et sable calcaire à <i>Nummulites lævigatus</i> , Sable grossier (Éocène, Lutétien inférieur à moyen) : e5CM-CSC-SG .....	41
4.4.7. Calcaire à Potamides, Marnes et caillasses, Calcaire à <i>Cérithes</i> , Banc vert (Éocène, Lutétien supérieur) : e5CP-MC-CC-BV .....	42

4.4.8. Formations lutésiennes indifférenciées : e5.....	43
4.4.9. Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers (Éocène, Bartonien, Auversien) : e6SB-SA.....	43
4.4.10. Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ézanville (Éocène, Bartonien, Marinésien inf. et moy.) : e6CSO-SMF-CD-SE44	
4.4.11. Sables de Marines (= Sables de Monceau), Sables de Cresnes (Éocène, Bartonien, Marinésien supérieur) : e6SM-SC.....	45
4.4.12. Formations marinésiennes indifférenciées (Éocène, Bartonien, Marinésien) : e6.....	45
4.4.13. Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i> (Éocène, Priabonien, Ludien inf.) : e7MP	45
4.4.14. Masses et marnes du gypse (Éocène, Priabonien, Ludien moyen) : e7G	46
4.4.15. Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i> (Éocène, Priabonien, Ludien inf. et moyen) : e7G-MP .....	47
4.4.16. Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil (Éocène, Priabonien, Ludien supérieur) : e7MS .....	47
4.4.17. Argile verte de Romainville (Oligocène, Rupélien (=Stampien), Sannoisien inférieur) : g1AVR .....	48
4.4.18. Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont (Oligocène, Rupélien, Sannoisien sup.) : g1CS-CO.....	49
4.4.19. Marnes à huîtres (Oligocène, Rupélien, Stampien s.s. inf.) : g1MH.....	50
4.4.20. Sables de Fontainebleau (Oligocène, Rupélien, Stampien s.s. sup.) : g1SF	50
4.4.21. Argile à meulière de Montmorency (Plio-quadernaire) : p-IVAMM .....	51
4.4.22. Argile à silex : Rc .....	52
4.4.23. Alluvions anciennes de haute terrasse (40 à 45 m) : Fw.....	52
4.4.24. Alluvions anciennes de moyenne terrasse (10-30 m), de basse terrasse (0-20 m) et indifférenciées : Fx, Fy, Fx-y.....	53
4.4.25. Alluvions récentes : Fz .....	53
4.4.26. Limons des plateaux : LP .....	54
4.4.27. Tufs (travertins) : U.....	54
4.4.28. Colluvions polygéniques de versants : CE.....	54
4.4.29. Remblais : X.....	55
<b>5. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations argileuses et marneuses et élaboration de la carte de susceptibilité.....</b>	<b>57</b>
5.1. Méthodologie .....	57
5.1.1. Critères retenus.....	57
5.1.2. Méthode de classification .....	57
5.2. Critère lithologique .....	58
5.2.1. Définition du critère lithologique et barème.....	58
5.2.2. Caractérisation lithologique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise .....	59

5.3.	Critère minéralogique.....	59
5.3.1.	<i>Définition du critère minéralogique et barème</i> .....	59
5.3.2.	<i>Source des données</i> .....	60
5.3.3.	<i>Caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise</i> .....	62
5.4.	Critère géotechnique.....	67
5.4.1.	<i>Définition du critère géotechnique et barème</i> .....	67
5.4.2.	<i>Source des données</i> .....	70
5.4.3.	<i>Caractérisation géotechnique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise</i> .....	70
5.5.	Détermination du degré de susceptibilité et élaboration de la Carte de susceptibilité.....	74
<b>6.</b>	<b>Inventaire des communes sinistrées et des « sinistres sécheresse »</b> .....	<b>79</b>
6.1.	Procédure de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle .....	79
6.2.	Identification des communes sinistrées .....	80
6.2.1.	<i>Localisation des communes sinistrées</i> .....	80
6.2.2.	<i>Analyse des périodes déclarées sinistrées</i> .....	82
6.3.	Source des données et localisation des sinistres .....	86
6.4.	Répartition géographique des sinistres .....	87
6.5.	Répartition des sinistres par formation géologique.....	89
6.6.	Fréquence d'occurrence des sinistres par formation géologique retenue .....	89
6.7.	Fréquence d'occurrence rapportée à la surface urbanisée.....	92
<b>7.</b>	<b>Élaboration de la carte de l'aléa</b> .....	<b>97</b>
7.1.	Méthode de classification .....	97
7.2.	Détermination du degré d'aléa .....	98
7.3.	Carte de l'aléa retrait-gonflement .....	98
7.4.	Synthèse de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux ou marneux dans le Val-d'Oise.....	101
<b>8.</b>	<b>Conclusions</b> .....	<b>103</b>
<b>9.</b>	<b>Bibliographie</b> .....	<b>107</b>



## Liste des illustrations

### Figures

Figure 1 - Situation géographique du département du Val-d'Oise (95) dans la région Île-de-France sur fond d'assemblage des 35 cartes géologiques à 1/50 000 couvrant cette région .....	25
Figure 2 - Assemblage des huit cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département du Val-d'Oise .....	30
Figure 3 - Carte géologique numérique harmonisée du département du Val-d'Oise ...	33
Figure 4 - Nature et répartition paléogéographique des minéraux argileux dans la série stratigraphique du bassin de Paris .....	61
Figure 5 - Carte de localisation des communes du Val-d'Oise prises en compte pour le recensement des sinistres « sécheresse » .....	81
Figure 6 - Arrêtés interministériels constatant l'état de catastrophe naturelle dans 50 communes du département du Val-d'Oise, au titre de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (mise à jour en juillet 2004) .....	84
Figure 7 - Classement des 50 communes du Val-d'Oise, reconnues en état de catastrophe naturelle, en fonction du nombre d'arrêtés interministériels pris entre décembre 1990 et décembre 2000 .....	85
Figure 8 - Répartition des sinistres sur la carte géologique du département du Val-d'Oise .....	88

### Tableaux

Tableau 1 - Surfaces occupées par les principaux types de bâtis édifiés sur le territoire du département du Val-d'Oise.....	26
Tableau 2 - Échelle stratigraphique du Cénozoïque du bassin de Paris .....	37
Tableau 3 - Légende des formations géologiques affleurant ou sub-affleurant sur le territoire du Val-d'Oise .....	39
Tableau 4 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la nature lithologique de la formation géologique .....	58
Tableau 5 - Note lithologique des formations argileuses et marneuses du Val-d'Oise	59
Tableau 6 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la minéralogie de la phase argileuse de la formation géologique .....	60
Tableau 7 - Note minéralogique des formations argileuses et marneuses du Val-d'Oise .....	66
Tableau 8 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de l'indice de plasticité (Ip).....	69
Tableau 9 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la valeur au bleu (Vb).....	69
Tableau 10 - Synthèse des données caractérisant le comportement géotechnique des 19 formations argileuses ou marneuses du département du Val-d'Oise.....	73
Tableau 11 - Barème d'évaluation de la susceptibilité globale d'une formation géologique .....	74

Tableau 12 - Classement relatif de susceptibilité des formations argileuses ou marneuses vis-à-vis du retrait-gonflement dans le Val-d'Oise.....	75
Tableau 13 - Superficies comparées des terrains en fonction de leur degré de susceptibilité vis-à-vis du retrait-gonflement dans le Val-d'Oise (classement par surfaces d'affleurement décroissantes).....	76
Tableau 14 - Évaluation des surfaces sensibles au retrait-gonflement dans le département du Val-d'Oise en fonction de l'indice de susceptibilité des formations géologiques .....	77
Tableau 15 - Communes du Val-d'Oise reconnues en état de catastrophe naturelle entre décembre 1990 et décembre 2000 .....	83
Tableau 16 - Sources des informations relatives aux sinistres « sécheresse » dans le Val-d'Oise .....	86
Tableau 17 - Nombre et densité de sinistres associés aux formations géologiques affleurant dans le département du Val-d'Oise (classement par densité de sinistres pour 100 km <sup>2</sup> de surface d'affleurement).....	91
Tableau 18 - Types d'habitats retenus pour le calcul de la surface urbanisée dans le département du Val-d'Oise (nomenclature du MOS 99 de l'IAURIF à 83 postes) 93	
Tableau 19 - Nombre et densité de sinistres associés aux formations géologiques affleurant dans le département du Val-d'Oise (classement par densité de sinistres pour 100 km <sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisées) .....	94
Tableau 20 - Classement relatif des formations argileuses ou marneuses vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement dans le Val-d'Oise.....	99
Tableau 21 - Superficies comparées des terrains en fonction du degré de l'aléa retrait-gonflement dans le Val-d'Oise .....	100
Tableau 22 - Évaluation des surfaces sensibles au retrait-gonflement dans le département du Val-d'Oise en fonction de l'indice d'aléa des formations géologiques .....	101

## Liste des annexes

Annexe 1 - Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles.....	115
Annexe 2 - Résultats des essais géotechniques et minéralogiques effectués au BRGM sur les échantillons prélevés dans la carrière de Corneilles-en-Parisis et sur le coteau de La Frette-sur-Seine (avril 2004).....	119
Annexe 3 - Liste des 50 communes* ayant bénéficié d'un arrêté interministériel portant constatation de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols dans le département du Val- d'Oise, entre le 04-12-1990 et le 27-12-2000.....	127
Annexe 4 - <i>Liste des 1 328* « sinistres sécheresse » pris en compte dans les 50 communes du département du Val-d'Oise reconnues en état de catastrophe naturelle pour les périodes comprises entre juin 1989 et septembre 1998.....</i>	133

## **Liste des planches hors-texte**

- Pl. 1 - Carte géologique numérique harmonisée des formations argilo-marneuses du département du Val-d'Oise (échelle 1/100 000).
- Pl. 2 - Carte de susceptibilité au retrait-gonflement des formations argileuses ou marneuses département du Val-d'Oise (échelle 1/100 000).
- Pl. 3 - Carte des zones urbanisées du département du Val-d'Oise et localisation des 1 328 « sinistres sécheresse » pris en compte (échelle 1/100 000).
- Pl. 4 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des formations argileuses ou marneuses du département du Val-d'Oise (échelle 1/100 000).

## 1. Introduction

Les phénomènes de retrait-gonflement de certains sols argileux et des formations géologiques argileuses affleurantes provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. Sur le territoire métropolitain, ces phénomènes ont été mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976. Ils ont pris depuis une ampleur importante lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1996-97.

Selon des critères mécaniques, les variations de volume du sol ou des formations lithologiques affleurantes à sub-affleurantes sont dues, d'une part, à l'interaction eau/solide, aux échelles microscopiques et macroscopiques, et, d'autre part, à la modification de l'état de contrainte en présence d'eau. Ces variations peuvent s'exprimer soit par un gonflement (augmentation de volume), soit par un retrait (réduction de volume). Elles sont spécifiques de certains matériaux argileux, en particulier ceux appartenant au groupe des smectites (dont fait partie la montmorillonite).

Sous un climat tempéré les argiles situées à faible profondeur sont souvent « déconsolidées », humidifiées et ont épuisé leur potentiel de gonflement à l'état naturel. Mais elles sont dans un état éloigné de leur limite de retrait (teneur en eau à partir de laquelle toute diminution de cette teneur provoquera une fissuration du matériau argileux par dessiccation) et peuvent se rétracter si leur teneur en eau diminue de façon notable. Dans ce contexte, les sinistres surviennent surtout lorsqu'une période de sécheresse prolongée provoque l'apparition de pressions interstitielles négatives dans la tranche superficielle du sol soumis à évapotranspiration.

La prise en compte, par les compagnies d'assurance, des sinistres liés à la sécheresse a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle. Depuis l'année 1989 (début d'application de cette procédure aux sinistres résultant de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols), beaucoup de communes françaises ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre (4 850 communes, réparties sur 75 départements, ont été à la date de mi-décembre 2001). À ce jour, le coût des sinistres dus à la sécheresse, indemnisés en France en application de la loi de 1982, est estimé à plus de 3,3 milliards d'euros, d'après une évaluation de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) réalisée fin 2002.

La région Île-de-France a été particulièrement affectée par ce phénomène puisque les sept départements de la petite et de la grande couronne font partie des vingt départements présentant le plus fort taux de sinistralité à l'échelle nationale.

Afin d'établir un constat à l'échelle de tout le département et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, il a été demandé par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) de réaliser une cartographie de l'aléa dans le but de définir les zones les plus exposées au phénomène de retrait-gonflement. Cette étude a été confiée au BRGM, qui a élaboré une méthodologie de



cartographie de l'aléa retrait-gonflement à l'échelle départementale et communale. L'intérêt d'une telle étude est multiple :

- compréhension de la corrélation entre la nature géologique des terrains et la répartition statistique des sinistres, à l'échelle départementale, puis régionale quand les départements limitrophes seront couverts ;
- élaboration d'un document de prévention, en matière d'aménagement du territoire, destiné à la fois aux communes (pour l'établissement de PPR prenant en compte l'aléa retrait-gonflement), aux assureurs (pour bien discriminer les zones sensibles) et aux maîtres d'ouvrage désireux de construire en zone sensible afin qu'ils prennent, en connaissance de causes, les dispositions constructives qui s'imposent pour que le bâtiment ne soit pas affecté par des désordres ;
- élaboration d'un outil à l'usage des experts pour le diagnostic des futures déclarations de sinistres.

La présente étude a été réalisée par le Service Géologique Régional Île-de-France, avec l'appui du Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM. Le financement en a été assuré à hauteur de 50 % par des crédits du Fonds de Prévention des Risques Naturels majeurs, mobilisés par le MEDD, le complément ayant été financé par la dotation de Service Public du BRGM, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Préfecture du Val-d'Oise, le suivi technique de l'étude étant assuré par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) du Val-d'Oise.

Prévue pour une durée de 18 mois, cette étude a débuté le 24 décembre 2002, date de la signature de la convention de cofinancement par le préfet du Val-d'Oise. Confiée au BRGM, elle a été réalisée dans le cadre de sa mission de service public sur les risques naturels et s'intègre dans un programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux qui devrait concerner, au total, au moins trente-trois départements métropolitains parmi les plus touchés par le phénomène.

## 2. Méthodologie

### 2.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT

Les phénomènes de retrait-gonflement sont dus pour l'essentiel à des variations de volume de formations argileuses sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau, comme rappelé en annexe 1. Ces variations de volume se traduisent par des mouvements différentiels de sols, susceptibles de provoquer des désordres au niveau du bâti. Par définition, l'aléa retrait-gonflement est la probabilité d'occurrence spatiale et temporelle des conditions nécessaires à la réalisation d'un tel phénomène. Parmi les facteurs intervenant dans la réalisation de ce phénomène, on distingue classiquement des facteurs de prédisposition et des facteurs de déclenchement.

Les **facteurs de prédisposition** sont ceux dont la présence induit le phénomène de retrait-gonflement, mais ne suffit pas à elle seule à le déclencher. Ces facteurs sont fixes ou évoluent très lentement avec le temps. On distingue les facteurs internes qui sont liés à la nature du sol et des facteurs d'environnement qui caractérisent plutôt le site. Les facteurs de prédisposition permanents conditionnent en fait la répartition spatiale du phénomène. Ils permettent de caractériser la susceptibilité du milieu vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Les **facteurs de déclenchement** sont ceux dont la présence provoque le phénomène de retrait-gonflement, mais qui n'ont d'effet significatif que s'il existe des facteurs de prédisposition préalables. La connaissance des facteurs déclenchants permet de déterminer l'occurrence du phénomène (autrement dit l'aléa et non plus seulement la susceptibilité).

#### 2.1.1. Facteurs de prédisposition

##### **a) Nature du sol**

La nature lithologique du sol constitue un facteur de prédisposition prédominant dans le mécanisme de retrait-gonflement.

La procédure d'étude de la nature lithologique du sol, basée sur l'exploitation des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 élaborées par le BRGM, comporte un inventaire des formations affleurantes à sub-affleurantes, puis leur cartographie.

Notons, d'autre part, que nous fournissons une carte basée sur des critères géologiques et non pas pédologiques (sols) dont l'information à l'échelle du 1/50 000 n'est d'ailleurs pas disponible localement. De ce fait, les formations pédologiques les plus superficielles ne sont pas prises en compte. Elles sont incluses dans les formations géologiques, dites superficielles, comprenant, en particulier, les altérites et les colluvions. Il est fait abstraction des éventuels remblais de faible épaisseur qui peuvent exister comme soubassement des bâtis sinistrés.

La majorité des dossiers consultés montre que « l'origine géologique » des sinistres est toujours représentée par une formation géologique argileuse ou marneuse bien

définie, ce qui conforte le concept adopté. Cependant, il semble important de signaler qu'une carte géologique en tant que telle ne suffit pas à déterminer la répartition des sols argileux sensibles au retrait-gonflement. En effet, de telles cartes ne prennent pas toujours en compte les éventuelles transformations locales du sol (principalement sous l'effet de l'altération de la roche), et les différents faciès des formations les plus superficielles ne sont pas toujours cartographiés avec précision.

Or, concernant la nature des formations géologiques, les éléments qui influent sur la susceptibilité au retrait-gonflement sont en premier lieu la lithologie de la formation (c'est à dire principalement la proportion de matériaux argileux, autrement dit d'éléments fins inférieurs à 2  $\mu\text{m}$ ).

En moindre proportion, mais non négligeable, la géométrie de la formation argileuse influe sur la susceptibilité au retrait-gonflement. En effet, une formation sera d'autant plus sujette à ce phénomène qu'elle sera en position superficielle et de géométrie épaisse et continue.

Cela dit, le facteur prédominant, qui détermine le degré de susceptibilité d'une formation argileuse au phénomène de retrait-gonflement, est lié à sa composition minéralogique. Une formation sera d'autant plus sensible au phénomène que sa fraction argileuse (au sens granulométrique) contiendra une forte proportion de minéraux argileux dits « gonflants ». En effet, certains minéraux argileux présentent, par rapport aux autres, une aptitude nettement supérieure vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Il s'agit essentiellement des smectites (montmorillonites), de certains minéraux argileux interstratifiés, de la vermiculite et de certaines chlorites.

Cette composition minéralogique dépend étroitement des conditions de dépôt et d'évolution diagénétique (ensemble des processus qui affectent un dépôt sédimentaire initial pour le transformer en roche). On peut donc approcher cette connaissance par une reconstitution des conditions paléogéographiques ayant présidé à la mise en place des différentes formations (dépôt sédimentaire initial). De façon plus quantitative, la connaissance de la composition minéralogique d'une formation argileuse s'opère directement par des analyses de caractérisation des minéraux argileux en laboratoire selon la méthode de diffractométrie aux rayons X. On peut enfin caractériser, par des essais géotechniques en laboratoire, l'aptitude du matériau à absorber de l'eau, voire mesurer directement sa capacité de retrait ou de gonflement. Ces deux dernières approches (caractérisation minéralogique et évaluation du comportement géotechnique du matériau) présentent l'avantage majeur de fournir des résultats quantitatifs rigoureux, mais exigent un très grand nombre de mesures pour caractériser de manière statistique le comportement de chacune des formations, qui sont par nature hétérogènes.

### **b) Contexte hydrogéologique**

Parmi les facteurs de prédisposition, les conditions hydrogéologiques constituent des facteurs environnementaux régissant les conditions hydrauliques *in situ*. Or, la présence d'une nappe phréatique rend plus complexe le phénomène de retrait-gonflement. En effet, les conditions hydrauliques *in situ* (teneur en eau et degré de saturation) varient dans le temps, non seulement en fonction de l'évapotranspiration (dont l'action est prépondérante sur une tranche très superficielle de l'ordre de 1 à 2 m

d'épaisseur), mais aussi en fonction des fluctuations de la nappe éventuelle (dont l'action devient prépondérante en profondeur). Ces variations hydriques des sols se traduisent, pour des formations argileuses sensibles, par des variations de leurs caractéristiques mécaniques.

La présence d'une nappe permanente à faible profondeur permet généralement d'éviter la dessiccation de la tranche de sol superficielle. Inversement, un rabattement de cette nappe (sous l'effet de pompages ou d'un abaissement généralisé du niveau), ou le tarissement naturel des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse, aggrave la dessiccation de la tranche de sol soumise à l'évaporation. Ainsi, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sablo-graveleuse, un éventuel dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

### **c) Contexte géomorphologique**

La topographie de surface constitue un facteur permanent de prédisposition et d'environnement qui peut conditionner la répartition spatiale du phénomène de retrait-gonflement.

La présence d'une pente favorise le ruissellement et donc le drainage, tandis qu'une morphologie plate sera d'avantage susceptible de recueillir des eaux stagnantes qui ralentiront la dessiccation du sol. Par ailleurs, un terrain en pente exposé au sud sera plus sensible à l'évaporation du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat ou exposé différemment. En outre, les formations argileuses et marneuses affleurent sur le flanc des vallées, dans le cas du département du Val-d'Oise, ce qui peut occasionner, localement, un fluage lent du versant et la formation de loupes argileuses. Ce phénomène vient s'ajouter aux désordres consécutifs à la seule dessiccation.

D'autre part, il arrive souvent qu'une maison construite sur un terrain en pente soit plus sensible au problème de retrait-gonflement, en raison d'une dissymétrie des fondations lorsque celles-ci sont descendues partout à la même cote. Le bâtiment se trouve alors enterré plus profondément du côté amont. De ce fait, les fondations situées à l'aval subiront des mouvements plus importants de la part du sol qui, étant en position plus superficielle, est souvent plus altéré et donc davantage sensible aux variations de teneur en eau.

Par ailleurs, les zones de plateau ont pu être soumises à des phénomènes de karstification qui se traduisent par l'existence de cavités karstiques formées aux dépens de formations calcaires (Calcaire de Brie) et remplies d'argile à meulière (argiles d'altération d'âge plio-quadernaire) sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

#### **d) Végétation**

Il est désormais avéré que la présence de végétation arborée à proximité d'une maison peut constituer un facteur déclenchant du phénomène de retrait-gonflement, même s'il n'est souvent qu'un facteur aggravant de prédisposition. En effet, les racines soutirent par succion (mécanisme d'osmose) l'eau du sol. Cette succion crée un gradient de la teneur en eau du sol qui peut se traduire par une dépression locale autour du système racinaire.

Ce phénomène de succion peut donc provoquer un tassement localisé du sol autour de l'arbre. Si la distance au bâtiment n'est pas suffisante, cela entraînera des désordres dans les fondations. On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur.

Il est à noter que les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison, puisque celle-ci s'oppose à l'évaporation et qu'elle maintient donc une zone de sol plus humide sous sa surface. Contrairement au processus d'évaporation, qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4, voire 5 m de profondeur. Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a, de ce fait, davantage besoin d'eau.

Ainsi, on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été (Habib, 1992). En France, les arbres considérés comme les plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait seraient les chênes, les peupliers, les saules et les cèdres. Des massifs de buissons ou d'arbustes situés près des façades peuvent aussi causer des dégâts.

#### **e) Défauts de construction**

Ce facteur de prédisposition, dont l'existence peut être révélée à l'occasion d'une sécheresse exceptionnelle, se traduit par une aggravation des désordres. L'importance de ce facteur avait déjà été mise en évidence par les études menées en 1990 par l'Agence Qualité Construction et, en 1991, par le CEBTP, lesquelles montraient que la plupart des sinistres concernaient des maisons individuelles dépourvues de chaînage horizontal et fondées sur semelles continues peu ou non armées et peu profondes (40 à 80 cm).

L'examen de nombreux dossiers d'expertises, réalisées dans le département du Val-d'Oise, confirme qu'une forte proportion des maisons déclarées sinistrées présente des défauts de conception ou de réalisation des fondations (souvent trop superficielles, hétérogènes ou fondées dans des niveaux différents). Il n'est pas exclu que des phénomènes de retrait-gonflement aient pu se produire dans le sol d'assise et contribuer à l'apparition des désordres constatés. Toutefois, il est probable que des fondations réalisées dans les règles de l'art auraient pu, dans de tels cas, suffire à limiter fortement, voire à éviter l'apparition de ces désordres.

## 2.1.2. Facteurs de déclenchement

### a) Phénomènes climatiques

Les phénomènes météorologiques exceptionnels constituent le principal facteur de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement. Les variations de teneur en eau du sol sont dues à des variations climatiques saisonnières. La profondeur de terrain affectée par les variations saisonnières de teneur en eau ne dépasse guère 1 à 2 m sous nos climats tempérés, mais peut atteindre 3 à 5 m lors d'une sécheresse exceptionnelle, ou dans un environnement défavorable (végétation proche).

Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapotranspiration. En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contrôlent en effet les variations de teneur en eau dans la tranche superficielle des sols. On raisonne en général sur les hauteurs de pluies efficaces qui correspondent aux précipitations diminuées de l'évapotranspiration. Cette dernière est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée par la végétation). Ce paramètre est mesuré dans quelques stations météorologiques, mais sa répartition spatiale n'est pas connue car sa valeur dépend étroitement des conditions locales de végétation.

De surcroît, il est difficile de relier la répartition, dans le temps, des hauteurs de pluies efficaces avec l'évolution des teneurs en eau dans le sol. On observe, évidemment, qu'après une période de sécheresse prolongée, la teneur en eau dans la tranche superficielle de sol a tendance à diminuer, et, ceci, d'autant plus que cette période se prolonge. On peut établir des bilans hydriques en prenant en compte la quantité d'eau réellement infiltrée, ce qui suppose d'estimer, non seulement l'évapotranspiration, mais aussi le ruissellement. Mais toute la difficulté est de connaître la réserve utile des sols, c'est-à-dire leur capacité d'emmagasiner de l'eau et de la restituer ensuite (par évapotranspiration ou en la transférant à la végétation par son système racinaire). Le volume de cette réserve utile n'est généralement connu que ponctuellement et l'état de son remplissage ne peut être estimé que moyennant certaines hypothèses (on considère généralement qu'elle est pleine en fin d'hiver), ce qui rend extrêmement délicate toute analyse de ce paramètre à une échelle départementale.

### b) Facteurs anthropiques

Il s'agit d'autres facteurs de déclenchement, qui ne sont pas liés à un phénomène climatique, par nature imprévisible, mais à une action humaine. En effet, les travaux d'aménagement, en modifiant la répartition des écoulements superficiels et souterrains, ainsi que les possibilités d'évaporation naturelle, sont susceptibles d'entraîner des modifications dans l'évolution des teneurs en eau de la tranche superficielle de sol. En particulier, des travaux de drainage réalisés à proximité immédiate d'une maison peuvent provoquer des mouvements différentiels du terrain dans le voisinage. Inversement, une fuite dans un réseau enterré peut entraîner un mouvement consécutif à un gonflement des argiles de l'encaissant.

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

## **2.2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE**

### **2.2.1. Cartographie des formations géologiques**

La cartographie des formations argileuses et marneuses du département a été réalisée à partir des cartes géologiques du BRGM et de quelques coupes de forage consultées sur les rapports d'expertise de sinistres. Cette cartographie a été réalisée à l'échelle 1/50 000, qui correspond donc à l'échelle de validité de la donnée brute.

La synthèse cartographique a consisté à harmoniser les contours des huit cartes géologiques concernées (Gisors, Méru, Creil, Mantes-La-Jolie, Pontoise, L'Isle-Adam, Dammartin, Paris), c'est à dire à assurer les raccords des limites d'affleurements géologiques au niveau des bordures de feuilles et à homogénéiser les regroupements lithostratigraphiques entre les cartes.

### **2.2.2. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations**

La synthèse des notices des cartes géologiques a permis de définir les caractéristiques lithologiques et minéralogiques des formations argileuses et marneuses, et, en particulier, de répertorier la présence d'argiles gonflantes. Ces données ont été complétées par celles issues de certains dossiers d'expertise et surtout par une revue bibliographique exhaustive afin de pouvoir caractériser chacune des formations identifiées en fonction de sa proportion moyenne de minéraux argileux gonflants. Les données bibliographiques disponibles ont été jugées suffisantes pour permettre une hiérarchisation des formations sur la base de ce critère minéralogique sans procéder à une campagne spécifique d'échantillonnage et d'analyse (qui n'aurait de toute façon fourni que des résultats ponctuels, pas nécessairement représentatifs des formations considérées).

La caractérisation du comportement géotechnique des formations argileuses et marneuses du département a été établie sur la base d'une revue bibliographique prenant en compte les multiples résultats d'essais déjà disponibles. Ces données ont été largement complétées par le dépouillement et la synthèse de nombreux rapports d'expertise qui ont pu être obtenus auprès de bureaux d'études géotechniques.

### **2.2.3. Examen des autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement**

Les **facteurs ponctuels** de prédisposition ou de déclenchement que sont, notamment, la végétation arborée, les actions anthropiques ou les défauts de construction, n'ont pas été pris en compte, dans la mesure où leur impact est purement local et que leur répartition ne peut être cartographié à une échelle départementale.

Les **conditions climatologiques** n'ont pas fait l'objet d'un examen spécifique dans le cadre de la présente étude, bien qu'il s'agisse du principal facteur de déclenchement du phénomène. Ce type d'examen avait été tenté lors d'une étude identique menée sur le département de l'Essonne (rapport BRGM/RP-50376-FR, septembre 2000). La répartition spatiale des déficits pluviométriques enregistrés par les stations météorologiques existantes avait été alors évaluée par différentes approches, dans le but de mettre en évidence les zones du département les plus touchées. Il était apparu,

cependant, que cette répartition spatiale dépendait étroitement des hypothèses utilisées quant au seuil à partir duquel la formation pouvait être considérée comme saturée. Une telle analyse, pour être fiable, suppose la connaissance préalable des valeurs de réserves utiles des sols en tous points du département, et la réalisation de bilans hydriques. Compte tenu des résultats obtenus dans l'étude Essonne, d'une part, et faute de disposer de telles données pour le département du Val-d'Oise, d'autre part, la répartition spatiale des déficits pluviométriques n'est pas apparue comme un élément discriminant. Le critère climatologique n'a donc finalement pas été pris en compte dans l'élaboration de la carte départementale de l'aléa.

Le **contexte hydrogéologique** a fait l'objet d'une analyse spécifique sur la base d'éléments issus des notices de cartes géologiques, de rapports du BRGM sur la gestion des eaux et de la bibliographie. Le rôle joué par ce facteur dans le déclenchement ou l'aggravation de certains sinistres apparaît plus ou moins à la lecture de certains rapports d'expertises. Ce rôle est cependant difficile à mettre en évidence à une échelle départementale dans la mesure où il dépend souvent de conditions très locales. C'est pourquoi, ce critère n'a pas non plus été retenu dans l'élaboration de la carte départementale de l'aléa.

Quant à la **géomorphologie**, il apparaît également que c'est un élément important qui conditionne la susceptibilité au retrait-gonflement. Ceci est mis en évidence par une concentration des sinistres sur les versants des vallées. Si cette concentration s'explique largement par la nature argilo-marneuse des formations qui affleurent dans ces secteurs, l'examen des rapports d'expertise montre que nombre de ces sinistres survenus en zone de pente s'expliquent aussi par un défaut de conception ou de réalisation des fondations, les phénomènes de retrait-gonflement ne faisant que révéler ces défauts ou aggraver les désordres occasionnés. Pour cette raison il a été jugé préférable d'établir la cartographie en partant des contours des formations lithologiques plutôt que de se baser sur un découpage en unités géomorphologiques homogènes.

#### **2.2.4. Carte de susceptibilité**

En définitive, la carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement a été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département, après évaluation du degré de sensibilité de ces formations. Les critères utilisés pour établir cette hiérarchisation sont pour l'essentiel liés à la caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique de ces formations.

#### **2.2.5. Recensement et localisation géographique des sinistres**

Afin d'approcher la cartographie de l'aléa retrait-gonflement (qui correspond, rappelons-le, à la probabilité d'occurrence du phénomène), la carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement a été croisée avec la localisation des sinistres qui se sont déjà produits.

Pour ce faire, un recensement des sinistres sécheresse a été effectué auprès des 50 communes du département qui ont bénéficié, sur une période de dix ans (1989 à 1998), de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre des mouvements



de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (soit près de 27 % des 185 communes que compte le département).

Les données obtenues ont été complétées par celles recueillies directement auprès de la CCR et de mutuelles d'assurance (MAIF, MAAF, MATMUT). Après élimination des doublons (sinistres récurrents sur un même site ou donnée identique issue de sources différentes), ce sont 1 328 sinistres qui ont été recensés à ce jour. La totalité de ces sinistres a pu être localisée (utilisation, via Internet, de l'outil « Géocodage » proposé par la société « Claritas »). Ils sont répartis dans 50 communes du département. L'échantillon peut donc être considéré comme représentatif de l'occurrence spatiale du phénomène dans le département du Val-d'Oise.

#### **2.2.6. Détermination des densités de sinistres**

Afin d'obtenir la carte départementale de l'aléa retrait-gonflement, il a été nécessaire de déterminer, pour chacun des sinistres recensés, la nature de la formation géologique affectée (par superposition avec la carte des formations argileuses et marneuses du département). Ceci a permis de déterminer le nombre de sinistres recensés pour chacune des formations géologiques sensibles et, par suite, de calculer une densité de sinistres par formation (en pondérant par la surface d'affleurement de chacune des formations, afin d'obtenir des chiffres comparables entre eux).

Dans un souci de rigueur et, étant donnée la diversité du taux d'urbanisation d'un point à un autre du département, il est apparu nécessaire de pondérer ces densités de sinistres en tenant compte du taux d'urbanisation de chacune des formations géologiques.

Ce taux a été calculé à partir de la carte des zones urbanisées du département, élaborée à partir du fichier numérique MOS 99 de l'IAURIF à 83 postes (mis à notre disposition par la DDE du Val-d'Oise pour cette étude), après sélection et regroupement des principaux types d'habitats concernés. Un croisement de cette information avec la carte des formations lithologiques a permis de déterminer, pour chacune de ces formations, la surface réellement urbanisée et, par suite, la densité de sinistres rapportée à 100 km<sup>2</sup> de formation affleurante effectivement urbanisée. Ceci permet d'établir une hiérarchisation plus précise des formations en fonction du nombre de sinistres enregistrés.

#### **2.2.7. Carte de l'aléa**

La carte départementale de l'aléa a, dès lors, été établie à partir des contours de la carte d'interprétation des formations argileuses et marneuses : chacune de ces formations a été caractérisée par une classe d'aléa prenant en compte à la fois son degré de susceptibilité et la densité de sinistres la concernant. Cette carte est également numérisée et est présentée en planche hors-texte à l'échelle 1/100 000 (bien que son échelle de validité soit le 1/50 000).

### 3. Caractéristiques du département du Val-d'Oise

Le département du Val-d'Oise, situé au nord-ouest de Paris (75), fait partie des quatre départements de la Grande Couronne avec la Seine-et-Marne (77), l'Essonne (91) et les Yvelines (78), les autres départements de la région Île-de-France, qui constituent la Petite Couronne, étant les Hauts-de-Seine (92), la Seine-Saint-Denis (93) et le Val-de-Marne (94) (fig. 1).

Le Val-d'Oise a pour préfecture Cergy-Pontoise et pour sous-préfectures Argenteuil, Montmorency et Pontoise.

Ce département couvre une superficie de 1 248,86 km<sup>2</sup>. Il comptait, au recensement de 1999, 1 105 464 habitants (soit 885 h/km<sup>2</sup>), répartis sur 185 communes (de la moins peuplée, Charmont, avec 32 habitants, à la plus peuplée, Argenteuil, avec 93 961 habitants).

#### 3.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

Le département du Val-d'Oise tire son nom de la rivière qui le traverse en son centre, du nord au sud. Situé dans la partie septentrionale de l'Île-de-France, il est délimité à l'Ouest par l'Epte, au Sud par les hauteurs qui surplombent la Seine, alors qu'au Nord et à l'Est, il ne possède pas de véritables frontières naturelles.

Avec environ 1 249 km<sup>2</sup> (10 % de la superficie régionale), le Val-d'Oise est le moins vaste des départements de la Grande Couronne parisienne et l'un des plus petits départements français, bien que parmi les plus peuplés. D'est en ouest, il s'étend sur 72 km, et du nord au sud, en sa partie la plus large, sur 32 km.

Le département possède une grande unité géographique. Les trois régions naturelles qui le composent (le Vexin français, le Parisis et la Plaine de France) sont formées de vastes plateaux, inclinés en pente douce vers le sud-est, sillonnés par de nombreuses rivières (l'Oise, le Sausseron, la Viosne, l'Aubette, l'Ysieux) qui y ont creusé des vallées, parfois profondes.

Le réseau hydrographique appartient au bassin nord de la Seine, avec deux affluents principaux, l'Oise et l'Epte, qui reçoivent eux-mêmes, suivant les lignes parallèles du relief, l'Esche, le Sausseron, la Viosne, l'Aubette de Magny.

Une large dépression, qui fut de tout temps un lieu de passage à travers l'Île-de-France et en direction de la mer – on y trouve les traces de la chaussée Brunehaut et de la chaussée Jules César – s'étend parallèlement à la Seine, de part et d'autre de l'Oise.

Ces types de relief ont déterminé des occupations des sols spécifiques : aux buttes témoins correspondent les massifs forestiers (forêt de Montmorency, de Carnelle, bois de l'Hautil, etc.) ; la présence de limons très fertiles dans le Vexin et de loëss dans la Plaine de France a permis de donner à ces plateaux une orientation agricole et favoriser la culture des céréales. Par contre, les vallées, voies naturelles de communication, ont toujours été un lieu privilégié de l'habitation.

La densité moyenne (885 h/km<sup>2</sup>) ne rend pas compte de la dualité existant entre les zones très urbanisées et densément peuplées à proximité de Paris, au sud d'une ligne Pontoise – Roissy (ville nouvelle de Cergy-Pontoise et vallée de Montmorency au sud, et bassin de Gonesse, Sarcelles et Roissy à l'est), contrastant avec les espaces plus ruraux au nord de cette ligne (Plaine de France) et à l'ouest (plateau du Vexin).

En même temps, un gros effort a été fait pour l'aménagement des forêts. Couvrant, dans l'ensemble, 24 200 hectares, soit près de 20 % de la surface du département, elles se situent surtout dans la partie orientale, où se trouvent les trois principales :

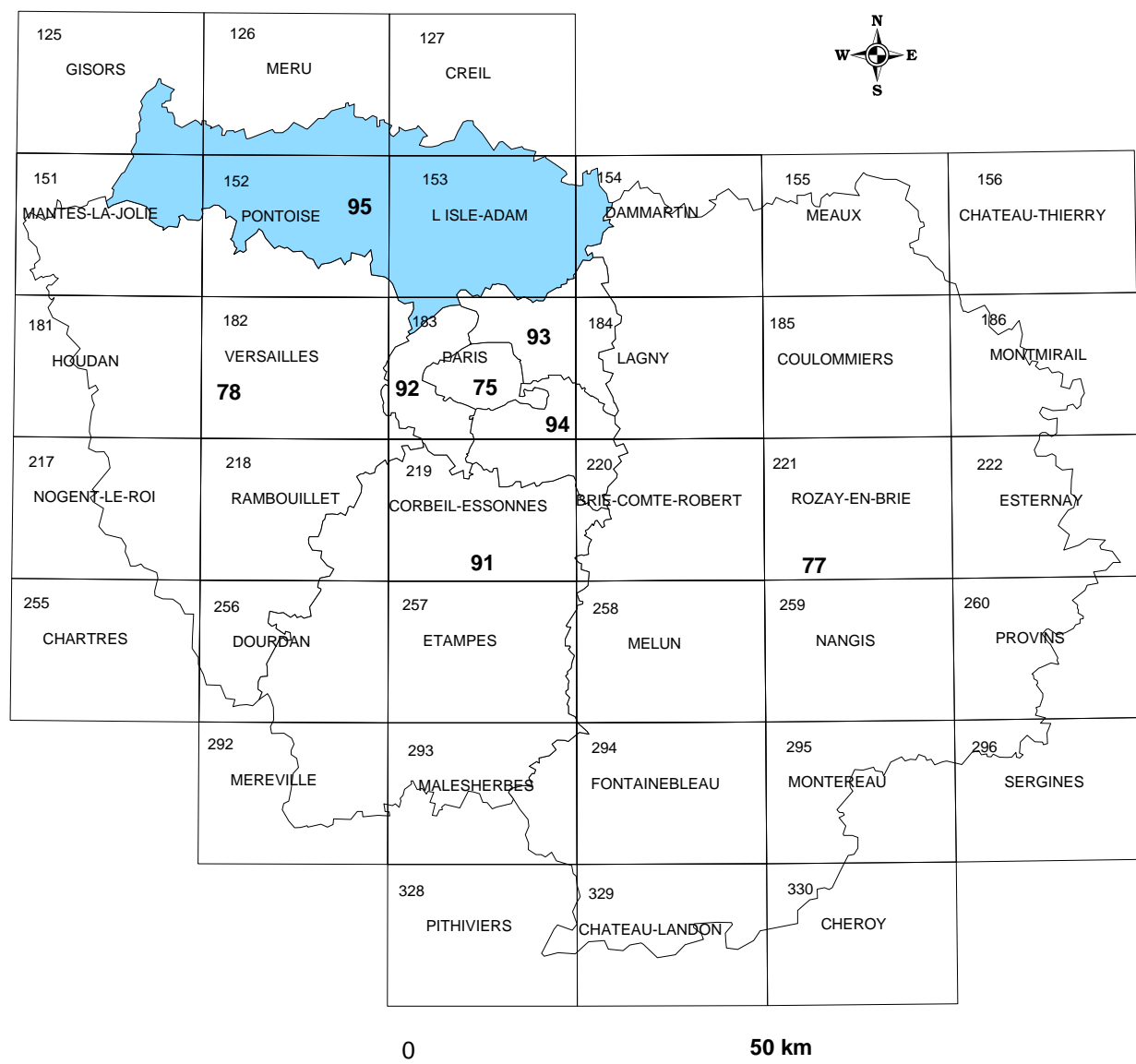
- la forêt de Montmorency (3 500 hectares) dont l'État possède le quart ;
- la forêt de l'Isle-Adam (1 500 hectares), forêt domaniale où domine le chêne ;
- la forêt de Carnelle, également propriété de l'État.

L'axe central du territoire est marqué, de part et d'autre de la vallée de l'Oise, par un grand synclinal, peut-être jadis occupé par la Marne, incliné en pente douce vers le sud-est et encadré d'une série de buttes témoins. Il se prolonge par la vallée de Montmorency, parallèlement à laquelle s'étend une autre dépression, au sud de la forêt de Carnelle.

Dans le Vexin, le synclinal est marqué par la vallée de la Viosne, qui entaille profondément le plateau, lequel surplombe l'Oise de façon très marquée. L'orientation de ces reliefs et dépressions vers le sud-est, la présence, de tous temps, d'un gué à Pontoise, ont fait de la région, depuis des siècles, un lieu de passage privilégié.

Plateau calcaire recouvert de craie, d'argile, de marnes, de limons, de loess, avec des buttes témoins boisées, la région présente un sol fertile, depuis longtemps consacré à la grande culture, céréalière et fourragère. Le paysage n'y change que lentement en allant d'est en ouest, depuis la Plaine de France et ses vastes champs jusqu'au Vexin, qui annonce la Normandie.

Les couches dures (meulières, Calcaire de Saint-Ouen, Calcaire grossier) affleurent à au centre des plateaux, au sommet des collines et au passage des rivières. Le Calcaire grossier est une roche facile à travailler et à creuser en habitations troglodytiques (Haute-Isle) ; elle a été longtemps exploitée et l'est parfois encore.



**Figure 1 - Situation géographique du département du Val-d'Oise (95) dans la région Île-de-France sur fond d'assemblage des 35 cartes géologiques à 1/50 000 couvrant cette région**

### 3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat du Val-d'Oise est un climat océanique dégradé avec des nuances semi-continentales. Les températures moyennes sont presque toujours supérieures à 3°C, l'hiver, et inférieure à 20°C, l'été (10° ou 11° en moyenne annuelle). Cette douceur des températures est un caractère océanique. Le Val-d'Oise reçoit entre 500 et 800 mm de précipitation selon les années. Les pluies tombent en automne et les maxima se situent en été sous forme d'orages. La neige est rare : moins de 11 jours par an, en moyenne

### 3.3. URBANISATION DU DÉPARTEMENT

Le fichier MOS 99 (actualisé en 1999) de l'IAURIF à 83 postes, mis à notre disposition par la DDE du Val-d'Oise dans le cadre de cette étude, nous permet de calculer la surface occupée par les principaux types de bâtis édifiés sur le territoire du département.

Les 14 types de bâtis sélectionnés couvrent une surface totale de 157,57 km<sup>2</sup> pour une superficie territoriale, hors zones aquatiques, de 1241,13 km<sup>2</sup>, soit 12,7 % de cette superficie. Ils se répartissent cette surface de la façon suivante, par ordre d'importance décroissant :

Type d'habitat	Surface (km <sup>2</sup> )	Surface (%)
- Habitat individuel	81,73	51,87
- Ensembles d'habitat individuel identique	26,27	16,74
- Habitat rural	15,68	9,95
- Habitat collectif discontinu	12,20	7,74
- Établissement d'enseignement	7,26	4,61
- Habitat continu bas	6,80	4,32
- Équipement de proximité	1,54	0,98
- Établissements de santé	1,52	0,97
- Bâtiments d'administrations territoriales et d'organismes officiels	1,39	0,88
- Installations sportives couvertes	1,20	0,76
- Habitat autre	0,79	0,50
- Bureaux	0,63	0,40
- Mairies	0,33	0,21
- Habitat collectif continu haut	0,18	0,12
<b>TOTAL SURFACE URBANISÉE</b>	<b>157,83 km<sup>2</sup></b>	<b>100 %</b>

**Tableau 1 - Surfaces occupées par les principaux types de bâtis édifiés sur le territoire du département du Val-d'Oise**

Dans la catégorie du bâti destiné à l'habitation, qui représente 84,04 % de la surface urbanisée, c'est l'*habitat individuel* qui arrive largement en tête de la liste, avec près de 52 % d'occupation du sol urbanisé, suivi de très loin par les *ensembles d'habitat individuel identique* (~17 %), puis par l'*habitat rural* (~10 %). L'*habitat collectif discontinu haut* arrive ensuite avec environ 8%. L'*habitat continu bas* se limite à 4,32 %, tandis que l'*habitat autre* et l'*habitat collectif continu haut* totalisent, à eux deux, seulement 0,72 % de la surface urbanisée. Ces chiffres traduisent le caractère majoritairement résidentiel du mode d'habitat dans le département du Val-d'Oise, avec, cependant, un pourcentage non négligeable de l'habitat rural.



## 4. Identification et cartographie des formations géologiques argileuses et marneuses

### 4.1. OBJECTIFS, DOCUMENTS UTILISÉS ET PROCÉDURE DE RÉALISATION

L'objectif visé est de disposer d'une carte des formations géologiques argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise, afin d'identifier les zones de susceptibilité au retrait-gonflement.

Dans un premier temps, a été réalisée une carte géologique de synthèse afin d'harmoniser et de raccorder les huit cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 couvrant l'ensemble du département. Pour ce faire nous avons dû procéder à de nouvelles interprétations pour préciser certains raccords de contours géologiques entre les différentes cartes, ainsi que pour les correspondances lithostratigraphiques, car les cartes géologiques, réalisées à des époques différentes, ne se raccordent pas toujours et ont été parfois réalisées avec une nomenclature lithostratigraphique qui peut différer sensiblement d'une carte à l'autre.

Les notices et cartes géologiques à 1/50 000, éditées par le BRGM et couvrant le département (fig. 2), constituent la partie prépondérante des données de base prises en compte pour la réalisation de cette synthèse cartographique. Il s'agit des cartes :

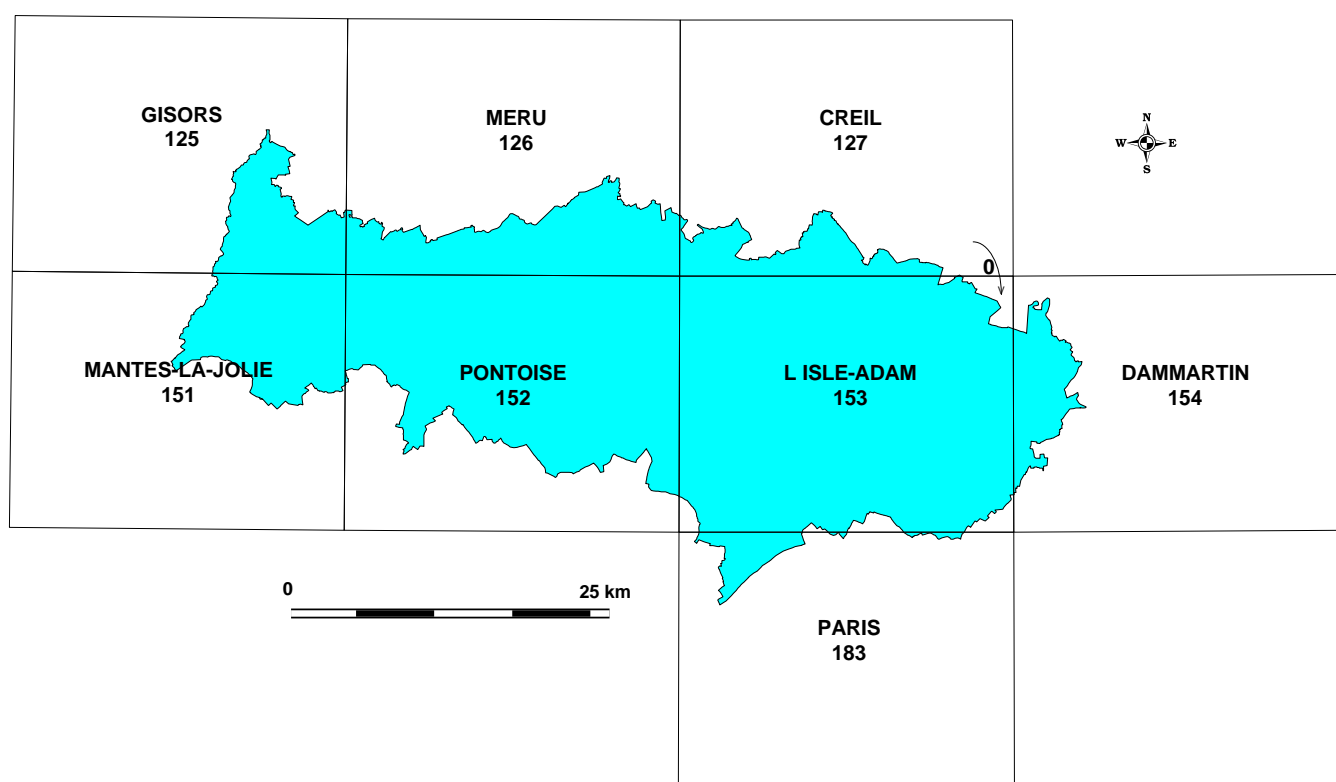
- **Gisors (125)** à 1/ 50 000, publiée en 1976 (1<sup>re</sup> édition) ;
- **Méru (126)** à 1/50 000, publiée en 1979 (2<sup>e</sup> édition) ;
- **Creil (127)** à 1/50 000, publiée en 1967 (1<sup>re</sup> édition) ;
- **Mantes-la-Jolie (151)** à 1/50 000, publiée en 1974 (1<sup>re</sup> édition) ;
- **Pontoise (152)** à 1/50 000, publiée en 1967 (2<sup>e</sup> édition) ;
- **L'Isle-Adam (153)** à 1/50 000, publiée en 1991 (3<sup>e</sup> édition) ;
- **Dammartin-en-Goële (154)** à 1/50 000, publiée en 1971 (2<sup>e</sup> édition) ;
- **Paris (183)** à 1/50 000, publiée en 1966 (2<sup>e</sup> édition) ;
- **Paris** à 1/25 000, en deux parties, publiée en 1980 (1<sup>re</sup> édition).

Les contours géologiques issus de ces cartes ont été localement actualisés à l'aide de données de forages provenant de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM et de dossiers d'expertises. D'autre part, les publications traitant des formations argileuses du bassin de Paris ont été consultées (cf. § « Bibliographie »).

Cette cartographie géologique synthétique a été réalisée et numérisée à l'échelle du 1/50 000 (qui correspond à l'échelle de validité de la donnée brute).

Certaines formations ont été regroupées dans la mesure où leur nature lithologique, et donc leur comportement présumé vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement, sont similaires. Ainsi, les colluvions d'origine connue ont été généralement regroupées avec leur formation d'origine.





**Figure 2 - Assemblage des huit cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département du Val-d'Oise**

En définitive, les formations lithostratigraphiques qui apparaissent sur la carte géologique harmonisée du Val-d'Oise sont au nombre de 29.

Cette carte géologique (fig. 3) servira de support à l'élaboration de la carte de susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

#### 4.2. CADRE GÉOLOGIQUE DÉPARTEMENTAL

Le sous-sol du département du Val d'Oise est uniquement constitué de terrains sédimentaires dont les âges s'échelonnent de la fin du Secondaire (craie blanche du Crétacé terminal) au Quaternaire récent (alluvions des vallées et formations superficielles) (tabl. 2). Il intéresse à la fois plusieurs régions naturelles :

- le Vexin français, à l'ouest, entre l'Epte et l'Oise, et la Seine au sud ;
- le Parisien ou "plaine de France" à l'est, entre l'Oise à l'ouest, la Thève au nord et la Seine au sud ;
- la bordure occidentale de la Goële, à l'extrémité est du département ;
- au nord de l'Oise, une petite partie de la bordure méridionale du Pays de Thelle, entre l'Oise et l'Esches.

**Le Vexin français** correspond à la plate-forme structurale des calcaires du Lutétien, caractérisée par une succession de plis anticlinaux et de dépressions synclinales, d'orientation NW-SE (direction armoricaine). Du Sud-Ouest au Nord-Est, on peut distinguer successivement :

- **le synclinal d'Arthies-Menucourt (l'Hautil)**, petite dépression assez peu marquée, qui se termine à l'ouest par la vallée synclinale de Chaussy. Il est constitué par un substratum de craie blanche sénonienne, fortement entaillé par les vallées de l'Epte (région de Amenucourt), de la Seine (Haute-Isle) et de la Bernon (Seraincourt), recouvert par les argiles et les sables de l'Yprésien, les calcaires lutétiens, les sables, calcaires et marnes de l'Eocène supérieur (Sables d'Auvers-Beauchamp, Calcaire de Saint-Ouen, Sables de Cresnes, Masses et marnes du gypse du Ludien), l'ensemble étant couronné par les formations argileuses, sableuses et calcaro-siliceuses de l'Oligocène (Argile verte du Sannoisien, Sables et grès de Fontainebleau du Stampien supérieur, Meulières de Montmorency, d'âge aquitainien) ;
- **l'anticlinal de la Chapelle-en-Vexin – Vigny**, très marqué de Banthelu à Saillancourt, se prolonge vers le nord-ouest, au-delà de l'Aubette jusque dans la vallée de l'Epte (région de la Chapelle-en-Vexin et de Saint-Clair-sur-Epte). Vers le sud-est, il se termine vraisemblablement dans la vallée de l'Oise où les assises sont relevées dans la boucle de l'Oise (région de Cergy-Neuville). À la faveur de cet anticlinal, la craie blanche sénonienne apparaît en boutonnière au travers de la plate-forme des calcaires lutétiens et a été entaillée par les rivières (l'Aubette, le Cudron et l'Epte) ;
- **la faille de l'anticlinal de Vigny, ou faille de Banthelu**, longe cet anticlinal sur son versant méridional. Elle est particulièrement marquée à Banthelu, avec un rejet qui peut atteindre 40 m, où le Calcaire de Saint-Ouen, d'âge bartonien, vient buter contre les assises les plus inférieures du Lutétien et de l'Yprésien inférieur (sables du Cuisien). Vers le nord-ouest, cette faille se prolonge jusque dans la vallée de

l'Epte, avec un rejet moins important ; vers le sud-est, elle est encore visible au-delà de la vallée de l'Aubette, à Condécourt ;

- **le synclinal de la Viosne (ou de la Scie)** qui s'ouvre vers le sud-est (région de Pontoise et de Saint-Ouen) et se prolonge vers le nord-ouest au-delà de Chars. Il est emprunté par la vallée de la Viosne qui a fortement entaillé les calcaires du Lutétien, souvent même jusqu'aux sables inférieurs, d'âge yprésien supérieur. À cette structure synclinale, se surimposent, vers le nord, quelques accidents cassants : la faille de Romesnil-Saint-Cyr-sur-Chars, orientée N-S, qui décale de 10 à 15 m le Calcaire de Saint-Ouen à l'est de Chars ; la faille du Heaulme, orientée NW-SE, qui décale de 10 m environ vers le sud les sables d'Auvers-Beauchamp ; la faille d'Haravilliers, qui décale d'une quinzaine de mètres vers le sud le contact entre le calcaire lutétien et les Sables d'Auvers-Beauchamp, au nord-ouest d'Haravilliers. Vers l'ouest, cette faille se prolonge par une flexure de direction Est-Ouest, le calcaire lutétien occupant la majeure partie du plateau dans la région de Ménouville – Frouville.

À son extrémité nord, le plateau du Vexin se termine par une cuesta qui domine la plaine crayeuse du **Pays de Thelle** (régions de Arronville et de Ronquerolles).

L'ensemble du plateau du Vexin est surmonté par des buttes témoins constituées de formations d'âge éocène supérieur et oligocène comprenant de bas en haut : les Sables de Cresnes, d'âge bartonien, les Masses et marnes du gypse du Ludien, puis les argiles, les marnes vertes et les calcaires du Stampien inférieur (faciès « Sannoisien »), une importante formation de Sables et grès de Fontainebleau, d'âge stampien supérieur, et une couronne d'Argile à meulière de Montmorency, d'âge stampien supérieur.

Du Sud-Ouest au Nord-Est, il s'agit de la butte d'Arthies, conservée dans le synclinal du même nom, de la butte de Menucourt-l'Hautil, conservée dans un complexe tectonique particulier (terminaisons périclinales de l'anticlinal de Vigny, faille de Banthelu et synclinal d'Arthies), de la butte de Cléry-en-Vexin, sur le flanc nord de l'anticlinal de Vigny, et des buttes de Cormeilles-en-Vexin, Grisy-les-Plâtres, Neuilly-en-Vexin (les Hautiers) et de Rosne, conservées sur le flanc nord du synclinal de la Viosne, c'est-à-dire le flanc sud de l'anticlinal du Bray.

**Le Parisis** est constitué par la superposition de deux plates-formes structurales inclinées vers le sud et le sud-est : à la base la plate-forme des calcaires lutétiens, bien visible à l'ouest et au nord, en rive gauche de l'Oise et de l'Ysieux, surmontée de celle du Calcaire de Saint-Ouen, d'âge marinésien (Bartonien supérieur) qui occupe la majeure partie du Parisis et la bordure occidentale de la **Goële**.

**Le plateau du Parisis** est également marqué par de légères ondulations synclinales et anticlinales orientées NW-SE, telles que les dépressions synclinales de Cormeilles-en-Parisis, de Montmorency et de Saint-Martin-du-Tertre. Sur la bordure nord du Parisis, **l'anticlinal du Bray** occasionne la remontée des assises crayeuses du Crétacé, dans la région d'Asnières-sur-Oise et de Chaumontel.



La plate-forme du Calcaire de Saint-Ouen supporte, dans ses dépressions synclinales, un certain nombre de **buttes témoins de terrains d'âges éocène supérieur et oligocène**, analogues à celles du Vexin et dont l'altitude avoisine 200 m (le point culminant du département, 210 m, se situant dans la forêt de Carnelle). Du sud au nord, il s'agit de la butte de Cormeilles-en-Parisis, de celle de Montmorency, la plus étendue, prolongée par les petites buttes de Montmagny et d'Écouen, de la butte de Montsault, de celle de Saint-Martin-du-Tertre, elle-même prolongée vers le sud-est par celles de Mareil-en-France et de Châtenay-en-France, et à l'angle nord-est du département, de la butte de Saint-Witz.

Sur l'ensemble du département, des **limons lacustres** se sont déposés sur les formations précédentes au cours du Quaternaire. Il en subsiste des témoins plus ou moins épais sur la plupart des plateaux, notamment dans la région de Belloy-en-France où ils ont été exploités. La Seine et l'Oise, notamment, au fur et à mesure du surcreusement de leurs vallées, ont abandonné sur leurs flancs des **alluvions sablo-graveleuses** en hautes, moyennes et basses terrasses. En outre, le démantèlement de l'ensemble des formations a donné naissance à des **éboulis**, des **dépôts de versants** et des **colluvions** qui masquent en partie les formations sous-jacentes, en particulier sur les flancs nord et nord-est des buttes témoins où ils peuvent dépasser localement 10 m d'épaisseur.

### 4.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

L'abaissement du niveau des nappes en période de sécheresse ou, au contraire, son élévation après une période de précipitation peut éventuellement aggraver les modifications de teneurs en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations géologiques argileuses et marneuses superficielles, et contribuer ainsi au déclenchement de mouvements de terrains différentiels.

Dans le Val-d'Oise, les marnes vertes et supragypseuses, les marnes du gypse et l'argile plastique représentent les niveaux les plus imperméables susceptibles de retenir les eaux souterraines. Les formations intercalées entre ces niveaux constituent des réservoirs potentiellement aquifères dont les caractéristiques sont très variables, liées principalement aux changements de faciès.

L'aquifère principal est celui de l'Éocène moyen et inférieur, constitué par les calcaires lutétiens et les sables yprésiens.

#### 4.3.1. Nappes de l'Éocène moyen et inférieur

##### **Nappe des calcaires lutétiens**

Les **Marnes et caillasses** sont aquifères et productives dans la vallée du Crould, à l'aval de Gonesse, où des débits supérieurs à 100 m<sup>3</sup>/h ont pu être obtenus.

Malheureusement, la forte minéralisation des eaux et une pollution généralisée due à la présence d'organochlorés volatils, interdisent leur captage à des fins d'eau potable et d'eau industrielle alimentaire.

Le **Calcaire grossier** est une formation perméable en grand où les circulations d'eau se font principalement par l'intermédiaire de fissures (circulations de type karstique). *In fine*, les eaux alimentent la nappe des sables yprésiens sous jacents ou donnent naissance à des résurgences comme la source Bleue du Vieux-Moutiers.

#### **Nappe des sables yprésiens**

La nappe des sables yprésiens, omniprésente, montre un bassin d'alimentation centré grossièrement dans la région de Montsault – Mareil-en-France, indiquant, de ce fait, que les terrains supérieurs à l'Yprésien sont semi-perméables.

Elle se caractérise par :

- une surface piézométrique élevée sous les plateaux, les eaux étant ascendantes dans le Calcaire grossier ;
- un drainage important dû aux vallées de l'Oise, du Sausseron, de l'Ysieux et du ru de Presles ;
- une convergence des directions d'écoulement vers la « fosse de Saint- Denis ».

Cette nappe, la plus productive du secteur, sert à couvrir aussi bien les besoins en eau potable des collectivités que les besoins en eau industrielle de grosses entreprises.

Les débits les plus importants, de l'ordre de 100 à 150 m<sup>3</sup>/h, sont obtenus à l'amorce de la « fosse de Saint-Denis » : vallée du ru du Corbon à Enghien, vallée du Crould à Gonesse – Bonneuil-en-France.

La composition chimique des eaux varie d'un secteur à l'autre en fonction de la nature lithologique des terrains de couverture. Elles peuvent être dures et sulfatées, présenter des dégagements d'hydrogène sulfuré lorsque les captages atteignent le toit des argiles sparnaciennes. Elles peuvent être aussi moyennement minéralisées, ce qui permet de les commercialiser comme eaux de table (source Sainte-Geneviève).

#### **4.3.2. Autres nappes**

##### **Nappe phréatique des plateaux**

Son réservoir est constitué par les *limons des plateaux*. L'*Argile à meulière de Montmorency* forme le mur de l'aquifère. Le volume d'eau contenu dans les limons est faible et dépend directement de la pluviométrie. Durant les périodes sèches, les piézomètres ne permettent pas de repérer un niveau d'eau individualisé. À l'inverse, durant les périodes pluvieuses, le niveau d'eau remonte jusqu'à la surface du sol dans les zones déprimées et mal drainées.

##### **Nappe de l'Oligocène (nappe des Sables de Fontainebleau)**

La nappe des *Sables de Fontainebleau*, dont le niveau piézométrique dépend de la cote du substratum imperméable constitué soit par les *Marnes à huîtres*, soit par la *Caillasse d'Orgemont*, est localisée à l'aplomb des buttes témoins de Saint-Martin-du-Tertre, de la forêt de Montmorency et de Cormeilles-en-Parisis. Elle se distingue par un niveau de sources dont certaines ont été captées et mêmes commercialisées (source Méry à Saint-Leu-la-Forêt, source Arline à Franconville).

Étant donnée la faible extension des bassins d'alimentation, certaines sources peuvent tarir à l'étiage, comme celles situées au nord-ouest de Montmorency (Frépillon – Villers-Adam).

#### ***Nappes de l'Éocène supérieur***

. ***Nappe des Masses et marnes du gypse.*** Quelques puits particuliers captent l'eau des assises ludiennes à Villaines-sous-Bois, Frépillon, Épinay-Champlâtreux, Belloy. Les eaux de cette nappe « phréatique » sont séléniteuses et le plus souvent polluées.

. ***Nappe des Sables de Monceau et du Calcaire de Saint-Ouen.*** Les niveaux argilo-marneux du Calcaire de Saint-Ouen peuvent constituer localement le substratum imperméable au droit duquel circulent les eaux des Sables de Monceau et du Calcaire de Saint-Ouen lui-même, qui ont pour origine principale l'apport des infiltrations au travers des assises ludiennes.

Les eaux sont fortement séléniteuses et, par suite de réactions réductrices, chargées en hydrogène sulfuré. Ce phénomène peut s'accroître localement grâce à la présence de matières organiques (tourbe) et de bactéries du soufre ; telle serait l'origine des eaux minérales d'Enghien-les-Bains.

. ***Nappe des Sables de Beauchamp.*** La nappe des Sables de Beauchamp est présente sur l'ensemble de la feuille en dehors de deux secteurs : le premier entre L'Isle-Adam et Méry-sur-Oise où le drainage intensif des affluents de l'Oise entraîne une désaturation complète des sables, le second à l'aplomb de l'anticlinal du Bray. Dans la vallée du Crould (secteur de Gonesse), la nappe est artésienne ; cependant, les difficultés techniques du captage des sables, liées à une minéralisation importante des eaux, font que cette nappe est assez peu sollicitée.

#### ***Nappe de l'Éocène inférieur***

Dans la vallée de la Seine (La Frette), les Sables d'Auteuil comportent une nappe en charge que les travaux de génie civil recourent fréquemment.

#### ***Nappe des alluvions de l'Oise et de la craie***

L'aquifère crayeux n'est productif que dans la vallée de l'Oise sous recouvrement alluvial, à l'amont de L'Isle-Adam. En cet endroit, la rivière alimente de façon induite l'aquifère, et les débits d'exhaure des forages peuvent atteindre 200 m<sup>3</sup>/h.

Au plan chimique, les eaux sont de minéralisation moyenne, mais cependant souvent chargées en ammoniacale.

STRATIGRAPHIE	SISTÈME ou PÉRIODE	SÉRIE ou ÉPOQUE	ÉTAGE	ÉPAISSEUR (m)	ÂGE (Ma)	SOUS-ÉTAGES ou AUTRES DÉSIGNATIONS	SOUS-ÉTAGES	FORMATION	REGROUPEMENT DE FORMATIONS	REGROUPEMENT DE FORMATIONS	REGROUPEMENT DE FORMATIONS	REGROUPEMENT DE FORMATIONS		
CÉNOZOÏQUE	QUATERNAIRE	Holocène Pléistocène			11 300 à 14 291 700			Terribles	Dépôts anthropiques					
									Alluvions récentes Alluvions antérieures de basse terrasse Alluvions antérieures de moyenne et haute terrasse Littoraux récents Littoraux anciens Littoraux de terrasses valées anciennes Colluvions de versants Éboulis Sables à silex					
MIOCÈNE		Miocène (basal)	Burdigalien Aquarien		14 085 à 21,5	Lacuna d'Hexennes du Miocène et du Pliocène		Hexennes	Hexennes					
									Calcaires de Bouque					
									Calcaires de Hénin					
									Sables et Grès de Fontainebleau supérieur					
									Sables et Grès de Fontainebleau inférieur					
									Sable de Jauru, Arg. à Carreaux, Marnes à Hühner, Calc. orthochoy.					
									Calcaire de Sannois					
									Calcaire d'Oppont					
									Argiles vertes de Fontainebleau					
									Argiles de Chézy					
									Marnes blanches de Paris, Gypse Minaret					
									Marnes blanches d'Argenteuil					
PALEOCÈNE ou MIOCÈNE		Eocène	Préboréen		32 à 38,6			1 <sup>er</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes vertes et supragypseuses					
									Marnes d'entre-deux rivières	Marnes et Marnes du groupe				
									2 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Chantigny				
									3 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes intragypseuses				
									4 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Sables verts				
									5 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes intragypseuses				
									6 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Sables verts				
									7 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Chantigny				
									8 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes intragypseuses				
									9 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Sables verts				
									10 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Calcaire de Saint-Ouen s.s.				
										Paléocène	Lansien		43,5 à 49	
	Sables de Montesson, Sables de Crouy, Sables de Marne													
	12 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	13 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	14 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	15 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	16 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	17 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	18 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	19 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	20 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
		Paléocène	Yprésien		6,5 à 14,5									
									22 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									23 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									24 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									25 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									26 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									27 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									28 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									29 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									30 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
									31 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.				
										Paléocène	Tertiaire Danco-Montenau		4,5 à 65	
	33 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	34 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	35 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	36 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	37 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	38 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	39 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	40 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	41 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	42 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												
	43 <sup>e</sup> niveau d'Argenteuil	Marnes et Marnes du groupe de Breucamp s.l.												

Terrains affleurant sur le territoire du département du Val-d'Oise

Tableau 2 - Échelle stratigraphique du Cénozoïque du bassin de Paris



#### 4.4. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES DU VAL-D'OISE

Ce chapitre dresse un inventaire des formations géologiques du département du Val-d'Oise et caractérise les différents faciès qu'elles revêtent ainsi que la nature des minéraux argileux qui les constituent, quand cette information est disponible.

Les formations géologiques sont décrites depuis les plus anciennes jusqu'aux plus récentes (tabl. 3). Une carte géologique harmonisée de ces formations est présentée sur la figure 3.

##### 4.4.1. Craie blanche à silex c5B-c4M : Craie à *Bellemnitella* (Crétacé supérieur, Campanien, c5B) ; Craie à *Micraster coranguinum* (Crétacé supérieur, Santonien, c4M)

La **Craie à *Bellemnitella* (c5B)** du Campanien est une craie blanche assez tendre et qui contient des silex noirs plus ou moins espacés, de formes et de tailles très variables. Les limites des biozones sont généralement soulignées par des lits siliceux noirs, tabulaires, épais de quelques centimètres. Cette craie renferme quelquefois des montmorillonites alumino-ferrifères et un peu d'illite. À la base, on y trouve des *Bellemnitella quadrata* et, au sommet, des *Bellemnitella mucronata* avec *Micraster brongniarti*. Cette assise affleure à l'ouest, au sud-ouest et au nord-est du département, dans les vallées de l'Epte (feuilles Gisors et Mantes-la-Jolie), de la Seine (feuille Pontoise), de l'Oise et de l'Ysieux (feuilles Creil et l'Isle-Adam), ainsi qu'au cœur de l'anticlinal de Vigny, d'axe NW-SE souligné par le cours de la rivière Aubette (feuille Pontoise). La puissance du Campanien est d'environ 55 mètres.

La **Craie à *Micraster coranguinum* (c4M)** constitue une assise située immédiatement sous les assises campaniennes, auxquelles elle passe insensiblement. La craie du Santonien est blanche, tendre, avec localement, sur plusieurs mètres au sommet de l'assise, des bancs de craie indurée, grise à gris jaunâtre, dolomitique et ferrugineuse. Les silex sont généralement fréquents, de tailles, de formes et de couleurs variables. Cette assise affleure à l'ouest et au sud-ouest du département, dans les vallées de l'Epte (feuilles Gisors et Mantes-la-Jolie) et de la Seine (feuille Pontoise). La puissance du Santonien varie de 60 à 75 mètres.

Pour des raisons de caractéristiques lithologiques globalement identiques, nous avons volontairement regroupé ces deux assises du Crétacé supérieur sur la carte géologique harmonisée du département.

*Ces deux unités sont considérées comme non argileuses.*

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

N° ordre strat.	Code	Notation des formations géologiques	Formation géologiques (continentales, fluviales, lacustres, lagunaires, marines)	Formation retenue comme argilo-marneuse	Sous-étage	Etage	Série ou Epoque
<b>Formations superficielles et quaternaires</b>							
1	1	X	Remblais				Actuel
2	3	CE	Colluvions polygéniques	oui			Pléistocène
3	23	U	Tufs (travertins)				
4	184	LP	Limons des plateaux	oui			
5	101	Fz	Alluvions récentes	oui			
6	232	Fx / Fy / Fx-y	Alluvions anciennes de moyenne terrasse, de basse terrasse et indifférenciées				
7	110	Fw	Alluvions anciennes de haute terrasse				
8	141	Rc	Argile à silex	oui			
9	130	p-IVAMM	Argile à meulière de Montmorency	oui			
<b>Formations tertiaires et secondaires (substratum)</b>							
10	129	g1SF	Sables de Fontainebleau		Stampien s.s.	Rupélien	Oligocène
11	136	g1MH	Marnes à huîtres	oui			
12	144	g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont	oui	Sannoisien		
13	171	g1AVR	Argile verte de Romainville	oui			
14	108	e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	oui	Ludien	Priabonien	Eocène
15	190	e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à Pholadomya ludensis	oui			
16	193	e7G	Masses et marnes du gypse	oui			
17	194	e7MP	Marnes à Pholadomya ludensis	oui	Marinésien	Bartonien	
18	140	e6	Formations marinésiennes indifférenciées	oui			
19	117	e6SM	Sables de Marines (= Sables de Monceau), Sables de Cresnes	oui	Auversien	Lutétien	
20	134	e6CSO	Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	oui			
21	174	e6SB-SA	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	oui			
22	153	e5	Formations lutétiennes indifférenciées	oui	Cuisien	Yprésien	
23	115	e5MC	Calcaire à Potamidés, Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes, Blanc vert	oui			
24	187	e5CM-CSN-SG	Calcaire à Miliolites, Calcaire et sable calcaire à <i>Nummulites laevigatus</i> , Sable grossier		Spamacien		
25	104	e4SC	Sables de Cuise				
26	107	e4SS-FG-AP	Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique	oui			
27	4	e3SBr	Sables de Bracheux			Thanétien	Paléocène
28	126	e2CP	Calcaire pisolithique			Dano-Montien	
29	167	c5B/c4M	Craie blanche à silex				Crétacé supérieur

**Tableau 3 - Légende des formations géologiques affleurant ou sub-affleurant sur le territoire du Val-d'Oise**

#### 4.4.2. Calcaire pisolithique (Paléocène, Montien) : e2CP

Le Montien – le plus ancien étage tertiaire à affleurer sur le territoire du département du Val-d'Oise – est représenté par le *Calcaire de Vigny*. Cette formation carbonatée présente, ici, deux faciès : un faciès très induré, à algues et polypiers, et un faciès plus grossier, constitués de bio- et lithoclastes à encroûtements calcaires (pseudopisolithes). Elle affleure modestement et de façon curieuse, au centre de l'anticlinal de Vigny, entre les communes de Vigny et de Longuesse (feuille Pontoise). Les bancs calcaires, de stratification oblique, sont adossés à la craie, qui, en certains points, paraît surplomber le Montien. Il s'agit d'un dépôt accumulé dans une large anfractuosité de la craie

*Cette formation est considérée comme non argileuse.*

#### 4.4.3. Sables de Bracheux (Pal c ne, Thanétien) : e3SBr

Sableux dans son ensemble, le Thanétien n'affleure qu'en limite centre-nord du département et que très localement sur les communes de Berville (feuille Méru) et de Ronquerolles (feuille Creil).

Il est représenté, sur le territoire du département du Val-d'Oise, par une formation, connue sous l'appellation « Sables de Bracheux », qui forme l'essentiel des affleurements.

Dans ce secteur, les Sables de Bracheux débutent par un cailloutis de base, constitué de blocs, galets et graviers de silex, emballés dans une matrice sableuse. Il est surmonté par des sables gris ou verts, généralement glauconieux et pyriteux, très fins, contenant une faune marine souvent abondante (mollusque, ostracodes, dents de requins, algues calcaires). Leur épaisseur est de l'ordre de quelques mètres (5 à 15 m).

*Cette formation est considérée comme non argileuse.*

#### 4.4.4. Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique ( oc ne, Yprésien inférieur, Sparnacien) : e4SS-FG-AP

Le Sparnacien affleure assez largement au nord-est (feuilles l'Isle-Adam et Creil) et à l'ouest (feuilles Pontoise, Mantes-la-Jolie, Gisors) du département. Son épaisseur varie de 10 m (Vexin oriental)   22 m (région de Creil).

Dans l'ensemble, le Sparnacien est argileux, avec des niveaux sablo-gréseux, ligniteux ou carbonatés subordonnés. Continental à la base, il devient saumâtre et même laguno-marin au sommet.

Il comprend trois termes qui sont de bas en haut : l'*Argile plastique*, les *Fausses glaises*, les *Sables de Sinceny*.

- **Argile plastique (ou Argile plastique bariolée du Vexin)** (4 à 9 m) : C'est une formation argileuse compacte, rubanée ou marbr e, de couleur généralement gris

bleuâtre ou verdâtre au sommet, bariolée (gris, jaune, rose, lie-de-vin) à la base. Elle renferme, au sommet, des nodules de marcassite dont l'altération produit des cristaux de gypse et, à la base, des concrétions calcaires blanchâtres (*Marnes à rognons*). Dans cette partie du bassin de Paris, l'Argile plastique est caractérisée par la présence exclusive de smectites. Cette prédominance diminue progressivement en allant vers l'est du bassin, avec l'apparition de kaolinite et d'halloysite.

- **Fausses Glaises** (4 m environ) : Elles sont formées d'argiles noires, brunes ou verdâtres, renfermant des passées fossilifères jaunâtres. Des niveaux sableux s'y intercalent, avec des lits ou bancs ligniteux, plus abondantes au sommet. Ces niveaux affleurent le long de la cuesta nord du Vexin (4,5 m à Arronville). Au plan minéralogique, les faciès argileux se composent essentiellement de smectites, accompagnées de kaolinite, traduisant ainsi l'origine laguno-marin de ces dépôts. Les illites se rencontrent en faible quantité.
- **Sables de Sinceny (ou Sables du Soissonais)** (3 m à plus) : Ce sont généralement des sables quartzeux grisâtres, de grain moyen à parfois grossier, souvent fossilifères, entrecoupés de lits argileux et ligniteux. En sondage, ils ont été souvent confondus avec les sables du Cuisien. Sur la plupart des cartes géologiques, les zones d'affleurement de ces faciès sableux ne sont pas distinguées cartographiquement et ont donc été intégrées sans distinction avec les faciès argileux décrits ci-dessus.

#### 4.4.5. Sables de Cuise (Éocène, Yprésien supérieur, Cuisien) : e4SC

Les faciès sableux de l'Yprésien supérieurs affleurent au nord-est (feuilles l'Isle-Adam, Creil et Méru) et à l'ouest (feuilles Pontoise, Mantes-la-Jolie, Gisors) du département, le long de la cuesta du Vexin, où ils sont souvent visibles dans les sablières et sur les flancs des vallées de l'Oise, du Sausseron, du Pù, de Presles et de l'Ysieux. Leur épaisseur décroît du nord-est au sud, passant de 55 m à Fosses, à 40 m à Saint-Martin-du-Tertre, 38 m à Mours, 3 à 5 m dans la vallée de la Seine.

Les Sables de Cuise sont glauconieux, micacés, assez fins et relativement bien classés. Des passées gréseuses et glauconieuses à ciment opalifère ou calcédonieux (« gaizes », « tuffeaux ») sont connues dans toute la hauteur de la série. Les sables renferment souvent des concrétions gréseuses à ciment calcaréo-dolomitique. La fraction argileuse des sables cuisien est à smectites dominantes avec un peu d'illite. Leur origine marine est attestée par la présence de fréquents débris coquilliers.

*Cette formation est considérée comme **non argileuse**.*

#### 4.4.6. Calcaire à Miliolles, Calcaire et sable calcaire à *Nummulites laevigatus*, Sable grossier (Éocène, Lutétien inférieur à moyen) : e5CM-CSC-SG

Le **Lutétien inférieur et moyen** est bien exposé au nord du département, sur les versants des vallées du Sausseron et du ru de Frouville (feuille Méru) ainsi que ceux des vallées de l'Epte et de ses affluents, l'Aubette, le Cudron et l'Hérouval (feuille

Gisors). Il a été distingué cartographiquement du reste de la série lutétienne sur les feuilles Gisors et Méru à 1/50 000.

Le **Lutétien inférieur** se présente sous deux faciès principaux : Sable quartzeux grossier à *Nummulites lævigatus*, à la base, et Calcaire et sable calcaire à *Nummulites lævigatus*, au sommet.

- Le **Sable grossier à *Nummulites lævigatus***. Ces sables sont essentiellement quartzeux, mais leur teneur en calcaire peut atteindre 30 à 40 %. Ils sont toujours riches en glauconie et contiennent fréquemment des esquilles et petits graviers de silex, ainsi que des feldspaths. Ces dépôts sableux ont été interprétés comme des remplissages d'anciens chenaux sous-marins encaissés de 5 à 10 m dans les sables cuisien sous-jacents. Leurs épaisseurs sont très variables : 0 à 5 mètres.
- Le **Calcaire et sable calcaire à *Nummulites lævigatus***. Les sables précédents passent progressivement, vers le haut et latéralement, à des sables calcaires pauvres en quartz et en glauconie, souvent très coquilliers, contenant en abondance *Nummulites lævigatus*. Ces sables calcaires sont localement consolidés en rognons ou en bancs calcaires, notamment dans leur partie supérieure. Leur épaisseur oscille entre 2 et 7 mètres.

Le **Lutétien moyen** débute généralement par quelques mètres de sable calcaire ou de calcaire tendre à grain fin, glauconieux, à Miliolites (Calcaire à Miliolites), contenant souvent des tubes de *Ditrupa strangulata*. Ce niveau n'est pas toujours bien différencié du Lutétien inférieur calcaire. Il contient souvent des passées de calcaire dur et des Foraminifères verdis, remaniés du Cuisien. Dans la vallée du Sausseron, il est entièrement dolomitique.

Au-dessus, on rencontre un banc coquillier caractéristique, le Banc à Verrains, épais en moyenne de 0,50 m, particulièrement riche en Mollusques, dont *Campanile Giganteum*. Ce niveau est généralement un calcaire dur, et les fossiles ne subsistent alors qu'à l'état d'empreintes.

Vient ensuite la masse principale du Lutétien moyen, épaisse de 12 à 18 mètres, représentée par un calcaire à grain plus ou moins grossier, formé par une accumulation de Foraminifères où les Miliolidés dominant (Calcaire à Miliolites). Il est caractérisé par la présence de *Orbitolites complanatus*, *Fabularia discolithes*, et *Alveolina boscii*. Ce niveau calcaire a été largement exploité pour la pierre à construction dans tout le Vexin.

Le Lutétien moyen se distingue du Lutétien inférieur par une importante réduction de la fraction quartzreuse détritique qui ne constitue plus que 1 à 5 % du sédiment.

*Cette formation est considérée comme non argileuse.*

#### **4.4.7. Calcaire à Potamides, Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes, Banc vert (Éocène, Lutétien supérieur) : e5CP-MC-CC-BV**

- **Banc vert** : Le Lutétien supérieur débute par des calcaires argileux en plaquettes et des marnes de couleur verte (Banc vert), épais de 1 à 2 m. Ce niveau contient des Miliolites, des *Orbitolites complanatus* et des Mollusques de milieu plus ou moins saumâtre.

- **Calcaire à Cérithes** : Le Banc vert passe vert le haut à des calcaires encore riches en Miliolites pétris d'empreintes de *Cerithidæ* (Calcaire à Cérithes), qui forme un niveau repère épais de 1 à quelques mètres. Il se compose de bancs calcaires à minéraux argileux, tels que l'illite et les smectites, alternant avec des calcaires plus lagunaires, souvent argileux, bruns, blanchâtres ou verdâtres où apparaît l'attapulгите. Le Calcaire à Cérithes est à l'état sableux et fossilifère en bordure de la cuesta du Vexin.
- **Calcaire à Potamides, Marnes et Caillasses** : Cette formation constitue le terme ultime du Lutétien et présente une évolution vers une dessalure presque complète. Les calcaires peuvent être silicifiés ou dolomitiques. Les Marnes et caillasses sont classiquement divisées en deux parties, celles-ci étant séparées par une intercalation marine (**Calcaire à *Discorinopsis kerfornei*** : biozone biarritzienne), de 1,2 m d'épaisseur, observée dans le sondage de Montjavoult (feuille Gisort), mais non reconnue à l'affleurement. Les **Marnes et caillasses inférieures**, épaisses de 8 m au sondage de Montjavoult. Elles sont constituées de calcaires en plaquettes, très durs, cristallins alternant avec des lits marneux ou argileux à attapulгите et des calcaires dolomitiques. Ces faciès sont laguno-marins à laguno-saumâtres, avec de fortes variations de salinité d'un banc à l'autre. Le **Calcaire à Potamides** et les **Marnes et caillasses supérieures**, épaisses de 6 m au sondage de Montjavoult, débutent par le niveau marin biarrizien. Cet ensemble correspond à des calcaires sublithographiques ou bréchiques, en plaquettes, avec une faune indiquant un milieu lagunaire ou laguno-marin. La partie terminale du Lutétien contient parfois des calcaires silicifiés ; cette silicification est probablement liée à l'émersion post-lutétienne.

Le Lutétien supérieur a été distingué cartographiquement du reste de la série lutétienne sur les feuilles Gisors et Méru à 1/50 000.

#### 4.4.8. Formations lutésiennes indifférenciées : e5

Les diverses formations lutésiennes décrites aux paragraphes 4.4.6 et 4.4.7. supra sont regroupées cartographiquement sur les cartes Mantes-la-Jolie, Pontoise, Creil et l'Isle-Adam. Dans ce cas, la formation dans son ensemble a été retenue comme argileuse, même si certains de ces termes correspondent à des faciès sableux ou calcaire.

#### 4.4.9. Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers (Éocène, Bartonien, Auversien) : e6SB-SA

L'Auversien regroupe deux formations, qui affleurent dans la partie centrale du département, particulièrement sur les feuilles l'Isle-Adam et Pontoise : les *Sables d'Auvers*, à la base, et les *Sables de Beauchamp*, au sommet, l'ensemble représentant une épaisseur oscillant entre 15 et 20 m.

- **Sables d'Auvers** (6 à 8 m) : Ce sont des sables blancs, un peu jaunâtre, à stratification oblique fréquente, correspondant à des talus ou à des chenaux de plage. Plus grossiers à la base, ils renferment de nombreux petits galets de silice

(issus de la craie) ou de calcaire lutétien, et sont entrecoupés de dalles gréseuses, irrégulières à la base et planes au sommet. La faune y est très riche (800 espèces de Mollusques), mais le plus souvent remaniée du Lutétien. Dans la région de Louvres, ces sables se terminent par un niveau de sable calcaireux, parfois gréseux, riche en Miliolites, connu sous le terme *Pierre de Louvres*.

- **Sables de Beauchamp** (8 à 15 m) : Ce sont des sables quartzeux fins à très fins, blancs à gris, vert-bleu ou jaunes, bien classés, à stratification plane. Ces sables deviennent humifères vers le sommet ; ils prennent une teinte mauve à noire et exposent de grandes dalles discontinues de grès présentant souvent des traces de racines (paléosols postauversiens). Ils contiennent des niveaux argileux ou gréseux et des bancs de gypse. L'épaisseur et la disposition des bancs de grès et des niveaux argileux peuvent être très irrégulières. Les niveaux argileux peuvent constituer jusqu'à 30 % de l'ensemble. Le gypse des Sables de Beauchamp se présente sous le faciès albâtre ou saccharoïde. Les niveaux gypseux sont situés aussi bien dans la partie supérieure que dans la partie inférieure. La faune est moins abondante que dans les Sables d'Auvers (110 espèces de Mollusques) et concentrée dans les passées lenticulaires. Les espèces rencontrées témoignent d'une tendance à la dessalure. Dans ces faciès sableux, les smectites sont largement dominantes sur l'illite et sur la kaolinite accessoire. Dans les faciès œdoniens, l'attapulgite est fréquente, associée aux smectites et à l'illite accessoire.

#### 4.4.10. **Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ézanville (Éocène, Bartonien, Marinésien inf. et moy.) : e6CSO-SMF-CD-SE**

Cette série lithostratigraphique du Marinésien inférieur à moyen comprend de bas en haut :

- **Sables d'Ézanville** (0,50 à 1,20 m) : Ce sont généralement des sables quartzeux à quartzo-calcaires, souvent colorés en jaune ou en vert olive, livrant une faune de milieu laguno-saumâtre.
- **Calcaire de Ducy** (0,30 à 1,50 m) : Cet horizon peu épais, se présente souvent sous la forme d'un calcaire dur, beige, à cassure esquilleuse ; localement, il correspond à une marne sableuse, blanchâtre (sondage de Montjavoult). La fraction argileuse est dominée par l'illite, pouvant être accompagnée de smectites et d'un peu de kaolinite.
- **Sables de Mortefontaine** (0,01 à 0,30 m) : Toujours très peu épais, cet horizon est représenté par un sable ou une marne sableuse fossilifère.
- **Marno-calcaire de Saint-Ouen** (0 à 15 m) : Normalement épaisse de 4 à 5 m, cette formation est très souvent d'épaisseur moindre ou nulle par suite de l'érosion importante qui a précédé le dépôt des Sables de Cresnes (*cf.* § suivant). Elle est formée de marnes blanc crème, alternant avec des niveaux de calcaire blanc, souvent compact, sublithographique, qui renferment une faune lacustre très réduite. La fraction argileuse se caractérise par une prédominance de l'attapulgite et de l'illite, la présence de smectites et, au sommet, de sépiolite (sondage de Marines, feuille Méru).

**4.4.11. Sables de Marines (= Sables de Monceau), Sables de Cresnes (Éocène, Bartonien, Marinésien supérieur) : e6SM-SC**

La série sableuse marinésienne peut être subdivisée en deux termes principaux : à la base, les *Sables de Cresnes*, au sommet, les *Sables de Marines*, peu épais, connus seulement autour de Marines (feuille Méru).

- **Sables de Cresnes** : Ce sont des sables quartzeux beiges à ocre verdâtre, de granulométrie variable, souvent grossiers et très hétérométriques, à stratification oblique et montrant des bioturbations.
- **Sables de Marines (= Sables de Monceau)** : Ces sables, de teinte dominante verdâtre (présence de glauconie), sont caractérisés à leur base par un lit irrégulier de silex noirs ravinant les sables de Cresnes, avec ferruginisation au contact. Ils sont plus fins, mais moins bien classés que les Sables de Cresnes. Ils sont localement indurés (grès) et contiennent des niveaux d'argiles (présence de smectites et d'illite, avec apparition de kaolinite à la partie supérieure), de calcaires et de gypse saccharoïde. Les fossiles de milieu marin ou saumâtre sont assez rares.

**4.4.12. Formations marinésiennes indifférenciées (Éocène, Bartonien, Marinésien) : e6**

Sur la carte l'Isle-Adam à 1/50 000, les formations marinésiennes décrites aux paragraphes 4.4.10 et 4.4.11. ont été regroupées cartographiquement. Deux niveaux supplémentaires y sont décrits au sommet de la série du Bartonien : le *Calcaire de Noisy-le-Sec*, surmonté par la *Quatrième Masse du gypse*.

- **Calcaire de Noisy-le-Sec** : En forage, cette formation a été rarement rencontrée (secteurs d'Enghien et de Montmorency). Il s'agit de marnes calcaireuses verdâtres, épaisses de 1 à 2 m, renfermant des rognons calcaires.
- **Quatrième Masse du gypse** : Dans un forage, à Montmorency, un banc de 0,90 m de gypse saccharoïde très dur, se situant entre le niveau rapporté au Calcaire de Noisy et les Marnes à *Pholadomya ludensis* sus-jacentes, du Ludien inférieur, a été attribué à la Quatrième Masse du gypse, connue à l'est de Paris. On retrouve ce niveau dans d'autres forages à Sannois et à Argenteuil.

**4.4.13. Marnes à *Pholadomya ludensis* (Éocène, Priabonien, Ludien inf.) : e7MP**

Les Marnes à *Pholadomya ludensis* ou Marnes infragypseuses correspondent à un ultime épisode marin transgressif ou laguno-marin avant l'installation du régime laguno-lacustre qui va conduire au dépôt du gypse.

Elles ont été distinguées cartographiquement du reste de la série gypseuse ludienne sur les feuilles l'Isle-Adam et Paris à 1/50 000 où elles affleurent autour des buttes



témoins de Cormeilles-en-Parisis, Villiers-Adam–Montmorency, Monsoult, Saint-Martin-du-Tertre et Mareil-en-France. Sur les feuilles Pontoise et Méru, elles sont regroupées avec les formations gypso-marneuses sus-jacentes.

Leur épaisseur est faible (1 à 3,50 m) en Vexin et en Parisis ; elle diminue vers le Nord et le Nord-Ouest.

Elles présentent préférentiellement un faciès marneux : marnes jaunes à beige crème, localement brunes (région de Marines), parfois diaclasées et souvent gypseuses (rognons de gypse pulvérulent ou gros cristaux), avec passées marneuses dolomitiques fréquentes, localement fossilifères (faune abondante, mais peu diversifiée).

Les minéraux argileux présents sont l'attapulgite et la sépiolite.

#### 4.4.14. Masses et marnes du gypse (Éocène, Priabonien, Ludien moyen) : e7G

Le Ludien correspond à l'installation d'un régime lagunaire, qui se traduit par un faciès sursalé où se déposent alternativement des masses de gypse saccharoïde et des bancs de marnes à intercalations gypseuses. L'exploitation intensive du gypse a facilité l'examen de la série sédimentaire. Les différentes couches ont été dénommées par les carriers en commençant par le haut :

- « Première Masse du gypse » ou « Haute Masse » ;
- « Marnes d'entre-deux masses » ou « Marnes à fers de lance » ;
- « Deuxième Masse du gypse » ou « Masse moyenne » ;
- « Marnes à Lucines » ;
- « Troisième Masse du gypse ».

L'ensemble atteint 30 à 36 m d'épaisseur, au sud du département, dans la région de Cormeilles-en-Parisis, où les différents termes lithostratigraphiques se caractérisent de la façon suivante :

- **Troisième Masse du gypse** (environ 3 m) : Elle est formée de gypse saccharoïde avec des intercalations de lits de gypse pied d'alouette et des passées de marnes magnésiennes.
- **Marnes à Lucines** (3 à 4 m) : Ce sont des marnes magnésiennes, blanches, grises, jaunâtres ou gris bleuté, d'aspect marbré ou cérébelleux, souvent compactes, parfois feuilletées, entrecoupées de passées de gypse jaunâtre. La fraction argileuse est constituée d'attapulgite dominante et de smectites.
- **Deuxième Masse du gypse ou Masse moyenne** (4 à 7 m) : Cette masse est composée de bancs de gypse saccharoïde, séparés par plusieurs lits réguliers de gypse pied d'alouette et par quelques passées marneuses. Vers le milieu de la formation ou à son toit, le gypse se délite en montrant des surfaces ondulées de type « ripple mark ». Épaisse de 7 m au sud du département (secteur de Cormeilles-en-Parisis), cette masse s'amenuise vers le nord en devenant plus marneuse.

- **Marnes d'entre-deux masses ou Marnes à fers de lance** (3 à 5 m) : Très litée, cette formation offre une succession de bancs de : (1) marnes calcaires, blanches, à cassure conchoïdale, tachetées de rouille, (2) marnes magnésiennes (dolomitiques), compactes, marbrées ou cérébelleuses et (3) marnes gypseuses, séparées par des lits d'argiles sépiolitiques feuilletées, brunes ou verdâtres. Attapulгите et sépiolite y sont accompagnées de smectites. Ces faciès marneux montrent des propriétés détersives, d'où leur appellation de « savon du soldat ». À la base, on rencontre un niveau de petits silex de type ménilite. Au sein de cette formation, se sont développés irrégulièrement des cristaux de gypse saccharoïde ou maclé en fer de lance, ces derniers étant particulièrement développés au sommet.
- **Première Masse du gypse ou Haute Masse** (5 à 17 m) : Elle est constituée de bancs massifs bien stratifiés de gypse saccharoïde pouvant présenter des diaclases. Sa puissance atteint 17 m à Cormeilles-en-Parisis (où cette masse est encore exploitée pour la fabrication du plâtre) ; elle diminue vers le NW (5 à 6 m, localement, à Neuilly-en-Vexin) et le Nord (l'ensemble des trois masses et des marnes n'étant plus que de 10,50 m à Saint-Martin-du-Tertre).

Au plan minéralogique, on observe dans la série des Masses et marnes du gypse une association alumino-magnésienne dominante : attapulгите, smectite, parfois accompagnée d'illite accessoire.

#### 4.4.15. **Masses et marnes du gypse, Marnes à *Pholadomya ludensis* (Éocène, Priabonien, Ludien inf. et moyen) : e7G-MP**

La série gypso-marneuse, bien développée et différenciée lithologiquement au sud du département, évolue progressivement vers des faciès marno-gypseux, voire marneux et marno-calcaires, en allant vers le nord et le NW.

Sur les feuilles Pontoise et Méru, les Marnes à *Pholadomya ludensis* et les Masses et marnes du gypse sont regroupées cartographiquement.

#### 4.4.16. **Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil (Éocène, Priabonien, Ludien supérieur) : e7MS**

Bien représentée dans la moitié orientale du département du Val-d'Oise, sur les versants des mêmes buttes témoins qui exposent les Masses et marnes du gypse et les Marnes à *Pholadomya ludensis*, cette formation comprend deux termes : les *Marnes bleues d'Argenteuil*, à la base, et les *Marnes blanches de Pantin*, au sommet. Elles marquent la fin de la sédimentation éocène.

- **Marnes bleues d'Argenteuil** (9 à 12 m) : Elles reposent directement sur les Masses et marnes du gypse. Ce sont des marnes beaucoup plus argileuses que les Marnes blanches de Pantin sus-jacentes. Elles sont brun jaunâtre à la base, puis essentiellement gris-bleu, d'où l'appellation Marnes bleues. La structure est souvent feuilletée. Cette formation marneuse est fréquemment interrompue par des niveaux calcaires et dolomitiques (5 à 10 cm), à cassure conchoïdale, et par des

feuillets sableux, ligniteux et pyriteux, surtout dans la zone bleutée ; à la base s'intercalent parfois des lits de gypse saccharoïde impurs. Leur épaisseur varie de 9 m à Cormeilles-en-Parisis, à 12 m à Saint-Martin-du-Tertre. Ce sont des dépôts lagunaires peu fossilifères. La base de l'assise, de teinte jaunâtre, peu épaisse, contient des argiles fibreuses (attapulгите, sépiolite) ; le reste de l'assise est marqué par l'association smectite-illite, avec présence fréquente de kaolinite accessoire.

- **Marnes blanches de Pantin** (5 à 7 m) : Il s'agit d'une formation marno-calcaire, gris verdâtre à la base, blanchâtre au sommet, plus ou moins compacte. Sous l'effet de la dessiccation, elle se débite en blocs prismatiques ; elle peut être alors le siège d'une petite nappe aquifère, car les fissures, ainsi créées, accroissent la perméabilité de la roche.

Quelques niveaux caractéristiques sont à noter :

- au sommet : un banc de gypse cristallisé sous forme de prismes tronqués ou de rosettes, appelé « marabet » par les carriers ; épais de 1,40 m à Cormeilles-en-Parisis, il disparaît vers le Nord ;
- à différentes profondeurs : des niveaux d'oolites calcaires blanchâtres, parfois roussâtres ;
- des îlots de calcaire siliceux ;
- des feuillets isolés de gypse et d'argile.

La faune contenue dans les Marnes blanches de Pantin est caractéristique des dépôts de milieu laguno-lacustre.

Au plan minéralogique, elles sont, comme les Marnes bleues d'Argenteuil, à dominante d'illite-smectite, avec localement présence en abondance variable d'attapulгите ou de sépiolite. La kaolinite est accessoire.

Sur les versants des coteaux, les Marnes supragypseuses glissent et recouvrent les formations sous-jacentes.

#### 4.4.17. **Argile verte de Romainville (Oligocène, Rupélien (=Stampien), Sannoisien inférieur) : g1AVR**

Le Rupélien inférieur débute par une transgression lagunaire correspondant au dépôt de l'**Argile verte de Romainville**. Cette formation argileuse affleure sur les versants des mêmes buttes témoins qui exposent les assises du Ludien décrites précédemment.

Elle comprend deux termes principaux : à la base, les **Glaises à cyrènes**, au-dessus, les **Marnes vertes s.l.**. Ce dernier terme regroupe de bas en haut : l'**Argile verte s.s.**, la **Bande blanche** et l'**Argile verte supérieure**. Ces trois niveaux ne sont pas toujours distinguables au sein des **Marnes vertes s.l.**, alors que l'ensemble constitue toujours un bon repère.

- **Glaises à cyrènes** (1 à 1,6 m) : Ce sont des marnes brunâtres, finement feuilletées, à très minces passées de gypse saccharoïde. Elles doivent leur nom à

l'abondance de coquilles de *Cyrena convexa* (lamellibranche d'eaux douces ou saumâtres), contenues dans de minces lits de sable fin. Les minéraux argileux présents majoritairement sont la smectite et l'illite ; ils sont accompagnés d'un peu de kaolinite.

- **Marnes vertes s.l.** (3 à 6 m) : Elles débutent donc par 2 à 3 m de marnes argileuses vertes, feuilletées (*Argile verte s.s.*) qui doivent leur couleur à des sels de strontium, recouverte par 0,60 m de marne calcaire, à empreintes de limnées et de characées (évolution du milieu vers une franche dessalure). Vient enfin un niveau de 0,70 m d'argile verte, à très minces intercalations discontinues de calcaire argileux blanc (*Argile verte supérieure*).

Au plan minéralogique, les *Glaises à cyrènes* sont généralement marquées par la dominance des smectites sur l'illite. La kaolinite est souvent présente en faibles quantités, accompagnée de quartz.

Dans l'*Argile verte s.s.*, la proportion de l'illite par rapport aux smectites augmente du bas vers le haut.

Au niveau de la Bande blanche, l'illite domine, associée à de l'attapulгите, les smectites étant le plus souvent accessoires et la kaolinite très peu représentée.

L'*Argile verte supérieure* présente une association dominante smectite-illite et une présence marquée de la kaolinite.

Très plastique, l'Argile verte de Romainville a tendance à fluer vers le bas des coteaux où elle peut s'accumuler sur plus de 10 m. L'existence de nappes suspendues ajoute à l'instabilité des formations argileuses et peut entraîner le fluage des couches sus-jacentes aboutissant à de véritables glissements de terrain.

#### 4.4.18. Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont (Oligocène, Rupélien, Sannoisien sup.) : g1CS-CO

L'Argile verte de Romainville est surmontée par la *Caillasse d'Orgemont* à laquelle fait suite le *Calcaire de Sannois*, l'ensemble présentant des épaisseurs de 3 à 6 m.

- **Caillasse d'Orgemont** (0,50 à 2 m) : Cette formation lacustre débute normalement par un niveau de gypse saccharoïde surmonté de bancs calcaires blanchâtres, entrecoupés d'argiles feuilletées grises ou vertes. Son épaisseur diminue vers le nord et le NW ; à Montjavoult (feuille Gisors à 1/50 000), le gypse de base est absent, et l'épaisseur n'est plus que de 0,50 m environ.
- **Calcaire de Sannois** (3 à 4 m) : Cette formation, équivalent latéral du Calcaire de Brie, est surtout constituée de marnes et de marnes sableuses jaunâtres, les niveaux calcaires étant assez réduits. Elle contient une faune indiquant des conditions laguno-marines.

Au plan minéralogique, la *Caillasse d'Orgemont* renferme surtout des argiles fibreuses (attapulгите seule ou attapulгите et sépiolite). Celles-ci peuvent être associées à l'illite qui devient localement prépondérante, en particulier au NW du département, dans le Vexin. La kaolinite est le plus souvent absente ou en traces. En ce qui concerne le *Calcaire de Sannois*, l'attapulгите est encore abondante à la base, tandis que le couple

smectite-illite domine nettement le reste de la formation. La kaolinite apparaît très généralement lorsque l'attapulgite disparaît.

#### 4.4.19. Marnes à huîtres (Oligocène, Rupélien, Stampien s.s. inf.) : g1MH

Les *Marnes à huîtres*, qui marquent le début de la transgression stampienne, succèdent au Calcaire de Sannois ; comme ce dernier, elles sont assez difficiles à mettre en évidence sur le terrain. Elles sont cependant signalées dans les coupes de forages. Leur épaisseur est variable : 6 m à Cormeilles-en-Parisis, 2 à 2,50 m à Montmorency, 6 m à Mareil-en-France, 8 m à Saint-Martin-du-Tertre. Au sein de cette formation, on distingue de bas en haut :

- **Marnes à huîtres inférieures** (2,50 m maximum) : Alternance de marnes grisâtres (illite, kaolinite et smectite), de calcaire gréseux et de calcaire graveleux très fossilifère, surtout riche en huîtres (*Ostrea cyathula* et *O. longirostris*, indiquant un milieu marin littoral).
- **Plaquette à hydrobies** (0,05 à 0,10 m) : Calcaire argileux tendre, gris-blanc, à empreintes d'hydrobies, marquant une courte phase de régression marine.
- **Marnes à huîtres supérieures** (2 m maximum) : Alternance de bancs marneux grisâtre et de calcaire graveleux riches en *O. cyathula* seule, témoignant du retour de conditions marines littorales.
- **Argile à corbules de Frépillon** (1,40 m) : Niveau argileux grisâtre très fossilifère à *Cytherea incrassata* et *Ostrea cyathula*, surmonté par un niveau de sable argileux également très fossilifère, indiquant que le milieu devient franchement marin.

Au plan minéralogique, on rencontre dans les *Marnes à huîtres* essentiellement une association à smectite dominante, illite et kaolinite. Les interstratifiés illite-smectite sont fréquents. Dans la Plaquette à hydrobies, l'illite prédomine nettement. L'*Argile à corbules* présente, quant à elle, une association à smectite-illite-kaolinite.

#### 4.4.20. Sables de Fontainebleau (Oligocène, Rupélien, Stampien s.s. sup.) : g1SF

Les *Sables de Fontainebleau* forment l'essentiel des buttes témoins qui jalonnent les feuilles Mantes-la-Jolie, Méru, Pontoise et l'Isle-Adam à 1/50 000. Leur épaisseur passe de 50 à 35 m du sud vers le nord.

À leur partie inférieure, les sables, quartzeux et micacés, sont grossiers et mal classés ; ils deviennent plus fins et mieux classés vers le sommet. La différence apparaît également au niveau des minéraux lourds : le pourcentage en zircon et rutile passe de 20 % à moins de 5 % de la base au sommet, tandis que le pourcentage de tourmaline passe de 40-50 % à 60-70 %.

Cette formation se compose de sables généralement blancs au sommet, lorsqu'ils sont purs, et jaunâtres ou rougeâtres à la base, lorsqu'ils sont colorés par les eaux d'infiltrations. Des bancs de grès (*Grès de Fontainebleau*), souvent discontinus,

s'étagent à différents niveaux de la formation ; ils renferment parfois une faune qui reflète un environnement marin très peu profond

La présence des Sables de Fontainebleau est toujours signalée par la végétation faite de châtaigniers et de grandes fougères.

Très bouillants, ces faciès sableux ont glissé au bas des pentes où ils forment, par endroits, des accumulations de plusieurs mètres, contribuant en cela à l'alimentation des colluvions polygéniques.

Cette formation est considérée comme **non argileuse**.

#### 4.4.21. Argile à meulières de Montmorency (Plio-quaternaire) : p-IVAMM

L'Argile à meulières de Montmorency couronne les buttes témoins. Ses affleurements sont discontinus et, en fait, se limitent surtout à des blocs épars sur les flancs des buttes oligocènes, mêlés à des dépôts de pente. Les blocs de meulière, compacte ou caverneuse, sont noyés dans une argile rougeâtre ou grise. Certains blocs de meulière portent des empreintes de mollusques: *Lymnea cylindrica*, *L.fabula*, *L. inflata*, *Planorbis comu* et des gyrogonites de characées : *Gyrogona medicaginula*

L'épaisseur de la formation est difficile à évaluer : 2 à 6 m.

C'est, d'une manière générale, une formation altéritique très hétérogène, développée sur un substrat calcaire ou marno-calcaire (roche mère). Le caractère irrégulier de l'altération induit, en général, une répartition très aléatoire des zones argileuses.

Le **faciès meulier** : Les meulières représentent les faciès siliceux du Calcaire d'Étampes (d'origine lacustre, et d'âge stampien s.s. supérieur), compact ou caverneux, de couleur grise à gris-jaune, rouille par altération. Elles contiennent de la calcédoine et du quartz et un peu d'opale. Elles résultent de l'altération et de la silicification de la Formation du Calcaire d'Étampes par processus pédogénétique (accident siliceux). La silice proviendrait de l'argile de décalcification : cette silice serait libérée lors de la transformation de l'illite (issue de la roche mère) en kaolinite. Elles peuvent être disposées soit en bancs, soit en blocs plus ou moins continus, parfois irréguliers.

Le **faciès argileux** : Il s'agit d'une argile plastique, grise ou rougeâtre, ferrugineuse, renfermant des blocs de meulière compacte ou caverneuse.

L'argile représente le résidu de l'altération du Calcaire d'Étampes, daté de l'Oligocène (Stampien s.s. supérieur). C'est, en effet, une argile de décalcification provenant de la dissolution de la fraction carbonatée de la roche. D'un point de vue génétique, elle est à comparer à l'argile à meulières issue du Calcaire de Brie (Oligocène : Sannoisien) ou bien encore à l'argile à silex issue de la craie (Crétacé supérieur) : toutes ces formations sont donc à classer dans la catégorie des altérites.

L'Argile à meulières de Montmorency a pu se former au cours de la longue période d'émersion (~16 Ma) qui a affecté le bassin de Paris durant le Miocène et le Pliocène. Selon F. Menillet (1993, p. 152), cette altération intense serait plutôt postérieure au

dépôt des Sables de Lozère (attribués au Pliocène supérieur : Prétiglien) ; elle correspondrait aux périodes tempérées chaudes qui caractérisent le Tiglien (limite Pliocène – Pléistocène) et le Waalien (Pléistocène inférieur).

Au plan minéralogique, l'Argile à meulière est ferrugineuse, à kaolinite et montmorillonite prédominantes et en proportions variables l'une par rapport à l'autre. L'illite est faiblement représentée.

J.-C. Grisoni (1979), dans la subdivision qu'il a réalisée à l'intérieur des Argiles à meulière en Hurepoix (argile grise et rouge, grise et jaune, grise), indique qu'il est difficile de dissocier les trois familles, puisque les proportions des constituants minéralogiques varient en fonction de la teneur en argile grise, plus riche en kaolinite. S'il fallait regrouper ces trois familles en une seule, on pourrait estimer le pourcentage moyen en kaolinite à 61 %, en montmorillonite à 36 % et en illite à 3 %. Le niveau basal d'argile jaune-ocre, épais de 0,50 à 1,50 m, renferme 69 % de montmorillonite et 20 % de kaolinite.

#### **4.4.22. Argile à silex : Rc**

Il s'agit un produit d'altération de la craie, développé après l'exondation post-oligocène du bassin de Paris, sur les plateaux où affleure le Crétacé.

Cette argile de décalcification, ferrugineuse (goëthite), brun-rouge, renferme des silex anguleux et est contaminée par des résidus des formations tertiaires (argile, sable, meulière, quartz).

Elle pénètre dans des poches de dissolution pouvant atteindre 10 m de profondeur, ce qui laisse penser que sa formation, peut-être pédologique, est concomitante des épisodes karstiques qui se sont développés au fur et à mesure de l'épirogenèse néogène du bassin de Paris.

Une grande partie des silex a été reprise dans les cailloutis alluvionnaires de haut niveau et les colluvions quaternaires.

Au plan minéralogique, l'Argile à silex est constituée essentiellement de kaolinite et de beidellite.

#### **4.4.23. Alluvions anciennes de haute terrasse (40 à 45 m) : Fw**

Datant du Quaternaire ancien, ces alluvions anciennes forment soit des hautes terrasses, soit des nappes alluviales.

Elles sont uniquement composées de galets de silex et de meulière, car les fragments calcaires ont été dissous.

Elles sont représentées en rive droite de la Seine, au niveau du méandre de La Roche-Guyon – Haute-Isle - Vetheuil (feuille Mantes-la-Jolie).

*Ces dépôts sont considérés comme **non argileux**.*

#### 4.4.24. Alluvions anciennes de moyenne terrasse (10-30 m), de basse terrasse (0-20 m) et indifférenciées : Fx, Fy, Fx-y

Des dépôts de moyenne terrasse et de basse terrasse subsistent le long de l'Oise et de l'Epte.

Les plus anciens forment de minces placages de sables grossiers renfermant des silex provenant de la craie.

Les plus récents renferment, dans la vallée de l'Oise, des galets (10 à 30 mm) de silex émoussés, de grès bartoniens, de calcaires tertiaires, de meulières, mêlés à des sables fins et des sables argileux. Quelques ossements y ont été recueillis : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros trichorhinus*.

Leurs épaisseurs varient de 3 à 10 m.

Ces dépôts sont considérés comme **non argileux**.

#### 4.4.25. Alluvions récentes : Fz

Les alluvions récente (ou modernes) sont localisées le long des cours d'eau actuels jusqu'à la limite des débordements maxima périodiques (inondation de 1910). Elles sont essentiellement constituées de vase argilo-sableuse, noirâtre, à éléments fins dans laquelle on rencontre des graviers siliceux, arrachés aux alluvions anciennes.

Les alluvions modernes sont bien développées dans la vallée de l'Oise et ses affluents. Dans la vallée de l'Oise, elles peuvent atteindre jusqu'à 14,60 m d'épaisseur et sont exploitées pour les sables et graviers. Elles sont composées de limons argileux, d'argiles sableuses à *Unio*, de sables fins. Elles peuvent présenter des niveaux de tourbe.

Semblables dans la vallée du Sausseron, elles sont, dans la vallée de l'Ysieux, très marécageuses et plus riches en tourbe.

Dans la vallée de la Seine, leur épaisseur peut dépasser 12 m. Leur composition est assez comparable : limons sableux au sommet, argiles sableuses, sables grisâtres à *Unio* et *Planorbis*, marnes sableuses, marnes grumeleuses avec galets roulés de calcaires et silex.

Les petites vallées du Crould et du Rosne contiennent également des alluvions épaisses, jusqu'à 13 m à Bonneuil-en-France. Elles sont souvent marécageuses et peuvent renfermer des niveaux de tourbe de 2 m d'épaisseur.

Dans la région du lac d'Enghien, les alluvions ont une épaisseur qui peut atteindre 9,50 m. Elles sont constituées de limons plastiques à débris ligneux, de sables fins et de sables argileux avec niveaux de tourbes compactes sur parfois 2 m.



#### 4.4.26. Limons des plateaux : LP

Ce terme englobe deux formations distinctes mais généralement regroupées sur les cartes géologiques disponibles :

- Les limons des plateaux proprement dits, situé surtout au sommet des plateaux, de texture sablo-argileuse ; leur granulométrie et leur composition pétrographique reflètent la nature du substratum ;
- Le loëss, en placage sur les versants exposés à l'est ou au nord-est. Ces limons, pulvérulents au toucher, sont jaune clair, calcaires, et leur granulométrie moyenne (20 µm) est typique d'un dépôt éolien, parfois colluvionné.

Les limons, d'aspect jaunâtre, ocre ou rubéfié, brun rougeâtre, le plus souvent argileux, recouvrent d'un manteau irrégulier toutes les formations antérieures ; ils sont postérieurs au façonnement de la topographie actuelle.

Leur épaisseur varie de 0,50 à 5 m. Elle peut être inférieure, voire nulle en certains points, mais peut dépasser 10 m sur certains plateaux (13,40 m sur le plateau de Roissy – Gonesse) ou lorsque les limons forment des « bourrelets » sur les pentes des vallées ou bien dans des dépressions qui séparent des buttes témoins (entre celle de Montmorency et celle de L'Isle-Adam – Monsoult) : 11,90 m aux environs de Baillet-en-France). En certains points, il est riche en « poupées du loëss ».

Au cours des dégels printaniers, ils glissent parfois jusqu'au fond des petites vallées secondaires (solifluxion).

#### 4.4.27. Tufs (travertins) : U

Des dépôts calcaires de source ont été observés à Vienne-en-Arthies (feuille Mantes-la-Jolie à 1/50 000). Ce sont des tufs (ou travertins), contenant d'abondantes empreintes de végétaux et de mollusques. Leur épaisseur est de l'ordre de 6 m, avec une extension linéaire de 1 km environ, au fond de la vallée.

*Ces dépôts sont considérés comme **non argileux**.*

#### 4.4.28. Colluvions polygéniques de versants : CE

Les colluvions sont issues du remaniement, par fluage et glissement sur les versants des plateaux, des niveaux sableux, argileux et gypseux de l'Oligocène et de l'Éocène supérieur. Elles forment un complexe très hétérogène où s'entremêlent des lentilles argileuses, marneuses et sableuses, dont l'épaisseur peut dépasser 10 m. Elles peuvent renfermer, en proportion variable, des débris de meulière, compactes ou cavernueuses et des blocs de calcaires silicifiés.

Elles sont étendues et épaisses, principalement autour des buttes témoins, sur les pentes où le gypse ludien a subi des phénomènes d'altération. Les colluvions sont argilo-marneuses lorsqu'elles dérivent de l'Argile verte et des Marnes supragypseuses.

Aux marnes et argiles, s'ajoute du sable si les Sables de Fontainebleau participent au colluvionnement. Leur épaisseur est variable, de 5 à 15 m, mais atteint parfois plus de 20 m, comme à Franconville.

Dans la vallée de l'Oise, les éboulements de calcaire lutétien sont dus à l'érosion des niveaux sableux sous-jacents, aux phénomènes karstiques et aussi à la présence d'anciennes carrières souterraines.

Ces formations superficielles quaternaires masquent naturellement les formations tertiaires sous-jacentes et passent insensiblement aux limons. La limite entre les deux est très floue.

#### **4.4.29. Remblais : X**

Ce sont des matériaux de découverte de carrières ou des accumulations destinées à surélever les routes, autoroutes, voies ferrées, plates-formes d'usines ou de constructions diverses. Mais souvent ce sont des comblements, par des produits de démolition ou des ordures, de carrières abandonnées ou d'anciennes cressonnières. Certains remblais, parfois importants (épaisseur supérieure à 5 m), constituent le sous-sol des agglomérations et des zones industrielles. Ils peuvent dépasser localement 20 m d'épaisseur. Seuls, les remblais les plus volumineux ont été cartographiés.

Ils sont représentés par les accumulations de matériaux naturels (limons, marnes, sables) ou artificiels (produits de démolition).

*Bien que pouvant contenir localement des éléments argileux, ces dépôts anthropiques sont considérés globalement comme **non argileux**.*



## 5. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations argileuses et marneuses et élaboration de la carte de susceptibilité

### 5.1. MÉTHODOLOGIE

#### 5.1.1. Critères retenus

Les critères retenus pour l'élaboration de la carte de susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement sont la nature lithologique des formations affleurantes à sub-affleurantes, la caractérisation de ces formations en fonction de la nature minéralogique des argiles présentes dans la phase argileuse et le comportement géotechnique du matériau. La carte de susceptibilité ainsi élaborée correspond donc à une hiérarchisation des formations géologiques identifiées, en prenant en compte uniquement ces trois critères.

En effet, d'autres critères de susceptibilité à l'aléa retrait-gonflement, tels que le contexte hydrogéologique, la topographie, la végétation ou le type de fondation du bâti, n'ont pas été pris en compte, la plupart des ces facteurs n'intervenant que de manière très locale et ne pouvant, par conséquent, pas être cartographiés à l'échelle départementale.

#### 5.1.2. Méthode de classification

Rappelons que le document de base utilisé pour élaborer la carte de susceptibilité est la carte synthétique des formations argileuses ou marneuses du département. Celle-ci a été établie en tenant compte essentiellement de la nature lithologique des formations, ce qui a conduit à retenir finalement comme susceptible de contenir des terres argileuses 19 formations sur les 29 qui ont été identifiées à l'affleurement après harmonisation et regroupement à l'échelle départementale.

La seconde étape de cette cartographie consiste à hiérarchiser les formations argileuses ou marneuses ainsi identifiées, en fonction de leur plus ou moins grande susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Cette hiérarchisation est basée sur la prise en compte de caractéristiques quantifiables, estimées pour chacune des 19 formations ou groupes de formations sélectionnés :

- la **nature lithologique** des terrains constituant en majorité la formation ;
- la **composition minéralogique** de sa phase argileuse, évaluée à partir de la proportion de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) ;
- le **comportement géotechnique** du matériau, évalué à partir de :
  - l'étendue de son domaine plastique (caractérisée par son indice de plasticité) ;
  - la réactivité du sol vis à vis de l'eau (caractérisée par la valeur de bleu) ;

- l'importance du retrait possible (en terme de volume) en cas de dessèchement (caractérisée par les mesures de retrait linéaire) ;

Dans le but d'obtenir un moyen pratique de hiérarchisation entre les divers sols, la règle adoptée a consisté à utiliser des valeurs seuils, couramment admises dans la littérature, pour caractériser quatre degrés de sensibilité (faible, moyenne, forte et très forte). Pour chacun des trois critères retenus (lithologie, minéralogie, géotechnique), une note comprise entre 1 et 4 a été attribuée à chacune des formations argileuses ou marneuses identifiées, ce qui facilite ensuite le traitement des données.

Les caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des 19 formations argileuses et marneuses du département sont successivement présentées dans les paragraphes suivants.

## 5.2. CRITÈRE LITHOLOGIQUE

### 5.2.1. Définition du critère lithologique et barème

Ce premier critère est utilisé pour caractériser la nature lithologique des matériaux dominants dans la formation. Il permet de distinguer les terrains essentiellement argileux de ceux où l'argile est minoritaire. L'épaisseur de la formation entre également en ligne de compte, puisque les formations argileuses peu épaisses présentent un potentiel de retrait ou de gonflement moindre que les formations puissantes.

Nous attribuerons conventionnellement la note maximale à une argile ou une marne épaisse et continue et la note minimale à un calcaire ou à des sables présentant des poches ou des lentilles argileuses.

Il faut noter que les classes de susceptibilité ont été élaborées en fonction de l'appréciation du géologue et représentent une évaluation relative de la sensibilité des formations. Le barème utilisé est le suivant (tabl. 4) :

Type de formation	Susceptibilité	Note lithologique
Formation non argileuse mais contenant localement des passées ou des poches argileuses (Ex : alluvions avec lentilles argileuses, calcaire avec poches karstiques,...)	faible	1
Formation présentant un terme argileux non prédominant de type calcaire argileux ou sable argileux,...	moyenne	2
Formation à dominante argileuse, présentant un terme ou une passée non argileuse (alternance marno-calcaire) ou très mince (< 3 m)	forte	3
Formation essentiellement argileuse ou marneuse, d'épaisseur > 3 m et continue	très forte	4

**Tableau 4 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la nature lithologique de la formation géologique**

## 5.2.2. Caractérisation lithologique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise

Les principaux éléments ayant permis la caractérisation lithologique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise ont été détaillés lors de la description de ces formations dans le paragraphe 4.4. Les notes lithologiques attribuées à chacune des formations sont présentées dans le tableau suivant (tabl. 5).

N° ordre strati.	N° §	Nom de la formation géologique	Note lithologique
2	4.4.28	Colluvions polygéniques	3
4	4.4.26	Limons des plateaux	2
5	4.4.25	Alluvions récentes	2
8	4.4.22	Argile à silex	3
9	4.4.21	Argile à meulières de Montmorency	3
11	4.4.19	Marnes à huîtres	4
12	4.4.18	Calcaire de Sannois et Caillasse d'Orgemont	1
13	4.4.17	Argile verte de Romainville	4
14	4.4.16	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues d'Argenteuil	4
15	4.4.15	Masses et marnes du gypse et Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	2
16	4.4.14	Masses et marnes du gypse	2
17	4.4.13	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	3
18	4.4.12	Formations marinésiennes indifférenciées	1
19	4.4.11	Sables de Marines (= Sables de Monceau), Sables de Cresnes	2
20	4.4.10	Marno-calcaire de Saint-Ouen	1
21	4.4.9	Sables de Beauchamp et Sables d'Auvers	1
22	4.4.8	Formations lutétiennes indifférenciées	1
23	4.4.7	Marnes et caillasses	1
26	4.4.4	Fausses glaises et Argile plastique de l'Yprésien	4

**Tableau 5 - Note lithologique des formations argileuses et marneuses du Val-d'Oise**

## 5.3. CRITÈRE MINÉRALOGIQUE

### 5.3.1. Définition du critère minéralogique et barème

Les phénomènes de retrait-gonflement s'expriment préférentiellement dans les minéraux argileux appartenant au groupe des smectites (montmorillonite, beidellite, nontronite, saponite, hectorite, sauconite) et, dans une moindre mesure, au groupe des interstratifiés, alternance plus ou moins régulière de feuillets de natures différentes, par exemple smectites/illite (S/I) ou illite/smectites (I/S). La caractérisation minéralogique des argiles se détermine par des analyses physiques par diffractométrie aux rayons X.

Le critère minéralogique est basé sur le pourcentage moyen de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) présents dans la phase argileuse. Les notes de 1 à 4 sont attribuées en fonction des coupures suivantes (tabl. 6) :

% moyen de minéraux gonflants	Susceptibilité	Note minéralogique
< 25 %	faible	1
25 à 50 %	moyenne	2
50 à 80 %	forte	3
> 80 %	très forte	4

**Tableau 6 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la minéralogie de la phase argileuse de la formation géologique**

### 5.3.2. Source des données

De manière générale, les dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, ne présentent aucune caractérisation qualitative ou quantitative des minéraux argileux composant les formations géologiques identifiées comme susceptibles. De même, les expertises de sinistres se basent que très rarement, pour effectuer leur diagnostic, sur des analyses aux rayons X, qui sont relativement coûteuses.

La caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise a été réalisée à partir de données issues des notices des cartes géologiques et d'une enquête bibliographique.

Certaines notices de cartes géologiques fournissent des résultats qualitatifs sur la composition minéralogique de la phase argileuse, en mentionnant notamment les minéraux dominants. Plusieurs cartes fournissent également des données quantitatives, soit en terme de plages de valeurs, soit directement des résultats d'échantillonnage. Ce type d'informations est également fourni par la Synthèse géologique du bassin de Paris (Mégny et *al.*, 1980) ainsi que par certaines études spécifiques concernant les argiles de la région Île-de-France. Enfin, certaines données ont pu être recueillies par l'examen des études de cartographie de l'aléa retrait-gonflement dans des départements limitrophes (Seine-Saint-Denis [étude terminée], Yvelines [étude en cours]) ou les cartes géologiques voisines.

Les éléments recueillis dans la bibliographie donnent également des indications qualitatives sur la nature et la répartition paléogéographique des minéraux argileux dans la stratigraphie du bassin de Paris, comme indiqué sur la figure 4 (d'après Sittler, Trauth et Ménillet, 1978). Cette figure montre que les argiles gonflantes sont omniprésentes dans la série tertiaire du bassin de Paris.

Etages	Sous-étages	Faciès marin	Faciès lagunaire	Faciès continentaux lacustres	Faciès d'altération et faciès continentaux détritiques
Quaternaire					
Pliocène					Kaolinite (Smectite) Illite
Miocène					Intergrades et Interstratifiés (10-14 M)
Aquitanien	Burdigalien			Smectite, Attapulgite, Sépiolite	Kaolinite, Illite
Stampien		Smectite Illite Kaolinite		Smectite, Attapulgite, Sépiolite	
Bartonien	Ludien Marinésien Auversien Lutétien sup.	Illite, Smectite (Kaolinite)	Attapulgite	Attapulgite, Sépiolite	
Lutétien		Illite, Smectite,	Attapulgite, Sépiolite	Attapulgite, Sépiolite, Illite, Smectite	
Yprésien	Lutétien inf. + moy. Cuisien	Kaolinite	Kaolinite, Smectite Interstratifiés	(Attapulgite)	Kaolinite
Thanétien	Sparnacien	Illite	(Illite)	Kaolinite-Smectite Kaolinite	Smectite alumineuse Smectite aluminomagnésienne Interstratifiés Kaolinite-Smectite
Dano-Montien		Smectite		Kaolinite	
		Smectite (Illite)			

D'après Sittler, Trauth et Ménéillet, 1978  
in "The Northwest European Tertiary Basin", Project 124, Report n° 3

Figure 4 - Nature et répartition paléogéographique des minéraux argileux dans la série stratigraphique du bassin de Paris



Cependant, du fait de l'insuffisance et l'imprécision des données bibliographiques disponibles, nous avons jugé nécessaire de procéder, dans le cadre de cette étude, à des analyses complémentaires de diffractométrie aux rayons X. Elles ont porté sur une quinzaine d'échantillons, prélevés pour l'essentiel sur les horizons argileux et marneux affleurant sur le front de taille de la carrière à ciel ouvert, exploitée par la société Gypse Lambert SA, à Cormeilles-en-Parisis (95).

### 5.3.3. Caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise

D'après les pourcentages de minéraux argileux indiqués dans les différentes études bibliographiques consultées, on peut élaborer une classification des formations argileuses et marneuses recensées dans le département. Les coupures retenues pour cette classification, basées sur le pourcentage de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés smectites/illite) contenus dans la phase argileuse du matériau, sont respectivement 25, 50 et 80 %, comme indiqué précédemment.

Sur la base des connaissances issues de l'analyse bibliographique, la classification proposée est donc la suivante (tabl. 7, ci-dessous) :

N° ordre strati.	N° §	Nom de la formation géologique	Nature de la fraction argileuse		Note minéralogique
			Données bibliographiques	Données analyses BRGM (avril 2004) (voir annexe 2)	
2	4.4.28	Colluvions polygéniques	La nature de la fraction argileuse varie en fonction de celle de la ou des formations géologiques dont elles dérivent : marnes, argiles, sables.	–	–
4	4.4.26	Limons des plateaux	–	–	–
5	4.4.25	Alluvions récentes	–	–	–
8	4.4.22	Argile à silex	Constituée essentiellement de <u>kaolinite et de beidellite</u> (variété de smectite).	Argile calcareuse 74 % d'argiles (E20) : - smectite : 98 % - illite/micas : 2 %	3
9	4.4.21	Argile à meulières de Montmorency	<u>Kaolinite et montmorillonite</u> prédominantes, en proportions variables. <u>L'illite est faiblement représentée.</u>	–	2

11	4.4.19	Marnes à huîtres	<p>On rencontre dans les <i>Marnes à huîtres</i> essentiellement une association à <u>smectite dominante</u>, illite et kaolinite. Les interstratifiés <u>illite-smectite</u> sont fréquents. L'<i>Argile à corbules</i> présente une association à <u>smectite-illite-kaolinite</u>.</p>	<p>Argile calcareuse 86 % d'argiles (E8) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 47 %</li> <li>- attapulgite + illite/micas : 44 %</li> <li>- kaolinite : 9 %</li> </ul> <p>Argile calcareuse 66 % d'argiles (E9) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 39 %</li> <li>- illite/micas : 29 %</li> <li>- kaolinite : 32 %</li> </ul>	3
12	4.4.18	Calcaire de Sannois et Caillasse d'Orgemont	<p>La <i>Caillasse d'Orgemont</i> renferme surtout des argiles fibreuses (<u>attapulgite seule ou attapulgite et sépiolite</u>). Elles peuvent être associées à l'illite qui devient localement prépondérante, en particulier au NW du département, dans le Vexin. Dans le <i>Calcaire de Sannois</i>, l'attapulgite est encore abondante à la base, tandis que le <u>couple smectite-illite domine nettement le reste de la formation</u>.</p>	<p>Calcaire avec présence de gypse 0 % d'argiles (E10)</p>	2
13	4.4.17	Argile verte de Romainville	<p>Les <i>Glaises à cyrènes</i> sont généralement marquées par la <u>dominance des smectites sur l'illite</u>. La kaolinite est souvent présente en faible quantité. Dans l'<i>Argile verte s.s.</i>, la proportion de l'illite par rapport aux smectites augmente du bas vers le haut.</p>	<p>Calcaire argileux 22 % d'argiles (E6) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- illite/micas : 96 %</li> <li>- kaolinite : 4 %</li> </ul> <p>Argile calcareuse 85 % d'argiles (E7) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- illite/micas : 78 %</li> <li>- kaolinite : 20 %</li> <li>- vermiculite ? : 2 %</li> </ul> <p>Argile calcareuse 81 % d'argiles (E11) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- illite/micas : 85 %</li> <li>- kaolinite : 13 %</li> <li>- smectite ? : 2 %</li> </ul>	4

14	4.4.16	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues d'Argenteuil	Prédominance d'illite-smectite	<p><u>Marnes blanches de Pantin</u></p> <p>Calcaire argileux 24 % d'argiles (E5) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sépiolite : 77 %</li> <li>- illite/micas : 23 %</li> <li>- kaolinite : 13 %</li> </ul> <p>Calcaire argileux 30 % d'argiles (E12) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 63 %</li> <li>- illite/micas : 35 %</li> <li>- kaolinite : 2 %</li> </ul> <p><u>Marnes bleues d'Argenteuil</u></p> <p>Marne 37 % d'argiles (E13) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 58 %</li> <li>- illite/micas : 36 %</li> <li>- kaolinite : 6 %</li> </ul> <p>Marne 51 % d'argiles (E14) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 80 %</li> <li>- illite/micas : 17 %</li> <li>- kaolinite : 3 %</li> </ul>	3
15	4.4.15	Masses et marnes du gypse et Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	La série des Masses et marnes du gypse se caractérise par une association aluminomagnésienne dominante : <u>attapulqite, smectite.</u> Dans les Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i> , les minéraux argileux présents sont l' <u>attapulqite et la sépiolite.</u>	-	3

16	4.4.14	Masses et marnes du gypse	Les termes marneux de la formation se caractérisent par une association aluminomagnésienne dominante : <u>attapulgite, smectite</u> , parfois accompagnée d'illite accessoire.	<p><u>Marnes d'entre-deux-masses</u> Marne 43 % d'argiles (E4) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 47 %</li> <li>- sépiolite : 23 %</li> <li>- attapulgite</li> <li>± illite/micas : 30 %</li> </ul> <p>Calcaire argileux 29 % d'argiles (E3) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sépiolite : 99 %</li> <li>- illite/micas ? : 1 %</li> </ul> <p><u>Marnes au pied de la 2<sup>ème</sup> Masse</u> Marne 42 % d'argiles (E2) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- smectite : 67 %</li> <li>- attapulgite : 30 %</li> </ul> <p><u>Marnes à lucines</u> Calcaire argileux 23 % d'argiles (E1) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- illite/micas : 100 %</li> </ul>	3
17	4.4.13	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	Les minéraux argileux présents sont <u>l'attapulgite et la sépiolite</u> . La fraction argileuse montre un pôle à illite seul au NW du Vexin et en Parisis.	-	3
18	4.4.12	Formations marinésiennes indifférenciées	-	-	-
19	4.4.11	Sables de Marines (= Sables de Monceau) et Sables de Cresnes	Dans les lits argileux, <u>présence de smectites et d'illite</u> , avec apparition de kaolinite à la partie supérieure.	-	2

20	4.4.10	Marno-calcaire de Saint-Ouen	Dans les niveaux marneux du <i>Calcaire de Saint-Ouen</i> , la fraction argileuse se caractérise par une <u>prédominance de l'attapulgite et de l'illite</u> , la présence de smectites et, au sommet, de sépiolite.	–	2
21	4.4.9	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	Dans les horizons argileux, les <u>smectites sont largement dominantes</u> sur l'illite et sur la kaolinite accessoire.	–	3
22	4.4.8	Formations lutétiennes indifférenciées	–	–	–
23	4.4.7	Marnes et caillasses	Les <i>Marnes et caillasses</i> comportent des lits marneux ou argileux à <u>attapulgite</u> .	–	2
26	4.4.4	Fausses glaises et Argile plastique de l'Yprésien	Les <i>Fausses glaises</i> se composent <u>essentiellement de smectites</u> . L' <i>Argile plastique</i> se compose <u>exclusivement de smectites</u> .	–	4

**Tableau 7 - Note minéralogique des formations argileuses et marneuses du Val-d'Oise**

- **Une note minéralogique de 4 a été attribuée à deux formations :**
  - Argile verte de Romainville ;
  - Fausses glaises et Argile plastique de l'Yprésien.
- **Une note minéralogique de 3 a été attribuée à sept formations :**
  - Argile à silex ;
  - Marnes à huîtres ;
  - Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues d'Argenteuil ;
  - Masses et marnes du gypse et Marnes à *Pholadomya ludensis* ;
  - Masses et marnes du gypse ;

- Marnes à *Pholadomya ludensis* ;
- Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers.
- **Une note minéralogique de 2 a été attribuée à cinq formations :**
  - Argile à meulières de Montmorency ;
  - Calcaire de Sannois et Caillasse d'Orgemont ;
  - Sables de Marines (= Sables de Monceau) et Sables de Cresnes ;
  - Marno-calcaire de Saint-Ouen ;
  - Marnes et caillasses.
- **Cinq formations n'ont pas été caractérisées par une note minéralogique :**
  - Colluvions polygéniques ;
  - Limons des plateaux ;
  - Alluvions récentes ;
  - Formations marinésiennes indifférenciées ;
  - Formations lutétiennes indifférenciées.

Ces cinq formations n'ont pas été échantillonnées dans le cadre de cette étude, dans la mesure où les fortes variations qui caractérisent en général ces faciès n'auraient pas permis d'obtenir des valeurs exploitables.

## 5.4. CRITÈRE GÉOTECHNIQUE

### 5.4.1. Définition du critère géotechnique et barème

Le choix et la description des différents essais géotechniques utilisés pour la définition de ce critère sont présentés dans les paragraphes suivants, ainsi que les valeurs seuils retenues pour la détermination de la note géotechnique.

- **Généralités sur les expertises de sinistres**

Les expertises de sinistres qui ont pu être consultées montrent que le type d'essais effectués sur le terrain dépend des bureaux d'études et varie en fonction de l'objectif assigné à l'étude. Généralement, la reconnaissance de sol se fait par sondage à la tarière (le plus souvent manuelle), parfois en fouille directe. Les essais géotechniques remplissent deux objectifs :

- déterminer les caractéristiques intrinsèques du sol : les essais utilisés sont généralement les limites d'Atterberg (qui permettent de déterminer l'indice de plasticité - Ip), le retrait-linéaire, l'essai au bleu de méthylène (qui indique la capacité d'adsorption du sol) et le coefficient de gonflement, éventuellement complétés par une analyse granulométrique pour déterminer le passant à 80 µm. Les analyses sédimentométriques, qui permettraient de déterminer la fraction argileuse du

matériau, et les analyses aux rayons X, permettant de distinguer le pourcentage de minéraux gonflants ne sont que rarement réalisées, et aucun des dossiers consultés dans le département ne comportait ce type d'information.

- caractériser l'état du sol, et notamment son état de dessiccation : des mesures de teneurs en eau, et notamment la réalisation d'un profil de teneurs en eau suivant la profondeur, sont alors effectuées. En comparant ces valeurs avec les limites d'Atterberg du matériau, il est possible de savoir dans quel état de consistance se trouve le matériau *in situ* (état solide avec ou sans retrait, plastique ou liquide). D'autres essais peuvent également être mis en œuvre, comme la mesure du rapport de gonflement.

Seuls les résultats des essais correspondant aux caractéristiques intrinsèques du sol sont pris en compte dans le cadre de cette étude, puisqu'il s'agit de déterminer la susceptibilité au retrait-gonflement de chaque formation. En effet, les résultats des essais caractérisant l'état du matériau varient au cours du temps en fonction de l'humidité du sol : ils sont donc très utiles aux experts, pour diagnostiquer les causes d'un sinistre, mais ne sont pas pertinents pour caractériser la susceptibilité du matériau au retrait-gonflement.

Les études de sinistres sont souvent complétées par un ou plusieurs essais pressiométriques (ou parfois au pénétromètre dynamique), dont l'objectif est la vérification de la capacité portante du sol et le dimensionnement ultérieur de micropieux, si les résultats de l'expertise indiquent qu'une reprise des fondations est nécessaire. Ces données ne sont pas utilisées dans le cadre de la présente étude.

Les principaux essais dont les résultats ont été utilisés dans le cadre de la présente étude pour caractériser le comportement géotechnique du matériau vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement sont, en définitive, au nombre de deux : l'indice de plasticité ( $I_p$ ) et la valeur de bleu ( $V_b$ ) pour lesquels les valeurs seuil retenues sont présentées dans les paragraphes suivants. Le coefficient de gonflement ( $C_g$ ) et le retrait linéaire ( $R_l$ ), qui peuvent aussi permettre de caractériser le comportement du sol vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement, n'ont pas pu être exploités faute de données disponibles dans le Val-d'Oise.

- **Indice de plasticité ( $I_p$ )**

Il est calculé à partir des limites d'Atterberg qui mettent en évidence l'influence de la teneur en eau sur la consistance du matériau fin. Cet indice correspond à la différence entre la limite de liquidité ( $W_l$ ) et la limite de plasticité ( $W_p$ ) du matériau. Il représente donc l'étendue du domaine plastique et donne une indication sur l'aptitude du matériau argileux à acquérir de l'eau.

On considère généralement que la sensibilité d'une argile au retrait-gonflement varie en fonction de l'indice de plasticité ( $I_p$ ) de la manière suivante (tabl. 8) :

Indice de plasticité	Susceptibilité	Note
$I_p < 12$	Faible	1
$12 \leq I_p < 25$	Moyenne	2
$25 \leq I_p < 40$	Forte	3
$I_p \geq 40$	Très forte	4

**Tableau 8 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de l'indice de plasticité ( $I_p$ )**

- **Essai au bleu de méthylène ( $V_b$ )**

L'essai au bleu de méthylène permet d'évaluer la surface spécifique d'échange d'un matériau argileux, ce qui constitue un bon indicateur de sa susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement, nettement plus représentatif que l'indice de plasticité qui n'est que très partiellement corrélé au comportement du sol vis-à-vis du retrait-gonflement.

Cet essai a été développé par Tran Ngoc Lan (1977) et adopté comme procédure d'essai officielle du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC, 1979), puis normalisé (norme AFNOR NF P 18-592). Il consiste à mesurer la capacité d'adsorption en bleu de méthylène, c'est à dire la quantité de ce colorant nécessaire pour recouvrir d'une couche mono-élémentaire les surfaces externes et internes de toutes les particules argileuses présentes dans 100 g de sol. On appelle cette quantité : la « valeur au bleu », notée VB et exprimée en grammes de bleu par 100 g de matériau.

On considère généralement (Chassagneux et *al.*, 1996) que la sensibilité d'un matériau argileux varie de la manière suivante (tabl. 9) en fonction de la valeur de bleu ( $V_b$ ) :

Valeur au bleu	Susceptibilité	Note
$V_b < 2,5$	Faible	1
$2,5 \leq V_b < 6$	Moyenne	2
$6 \leq V_b < 8$	Forte	3
$V_b \geq 8$	Très forte	4

**Tableau 9 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la valeur au bleu ( $V_b$ )**

Les valeurs au bleu disponibles pour les formations argileuses et marneuses du Val-d'Oise se sont révélées malheureusement assez peu nombreuses et souvent insuffisantes pour permettre une classification des formations sur la base de ce seul critère. C'est pourquoi, l'analyse a pris en compte l'ensemble des données disponibles ( $I_p$  et  $V_b$ ) en essayant de privilégier les valeurs de  $V_b$  quand elles existaient.



#### 5.4.2. Source des données

Les données géotechniques qui ont pu être recueillies et qui sont présentées dans ce paragraphe sont issues de plusieurs sources :

- une revue bibliographique des caractéristiques géotechniques des formations argileuses et marneuses du bassin de Paris. Ont notamment été utilisées les données issues de l'ouvrage de G. Filliat (1981) ;
- des rapports d'études de différents organismes ;
- des essais (essentiellement de Valeur au bleu) réalisés par le BRGM à partir d'échantillons prélevés dans la carrière de Cormeille-en-Parisis et sur le Coteau de La Frette-sur-Seine (annexe 2).

Les essais d'identification en laboratoire consistent généralement en des mesures de poids volumique et de teneur en eau, souvent accompagnées d'une détermination des limites d'Atterberg (indice de plasticité). Des essais spécifiques, de type œdométrique, mais dont les conditions d'exécution peuvent être variables d'un laboratoire à un autre, sont parfois mis en œuvre pour déterminer la pression de gonflement et le coefficient de gonflement : ils donnent aussi des indications intéressantes sur l'aptitude au retrait-gonflement mais il n'a pas été possible de recueillir des données issues de ce type d'essais dans le cadre de la présente étude.

Les valeurs au bleu disponibles pour les formations argileuses et marneuses du Val-d'Oise se sont révélées malheureusement assez peu nombreuses et, en tout cas, trop insuffisantes pour permettre une classification des formations sur la base de ce seul critère.

Les essais au bleu de méthylène, permettant d'évaluer la susceptibilité d'une argile ou d'une marne au phénomène de retrait-gonflement, à partir de la mesure de sa capacité d'adsorption, sont probablement, avec les mesures de retrait linéaire, ceux qui permettent la meilleure caractérisation du comportement d'un matériau vis-à-vis du retrait-gonflement. Malheureusement, les résultats de ces deux types d'essais ont été recueillis en nombre trop faible pour pouvoir en tirer des conclusions statistiques valables à l'échelle départementale.

Aussi, nous avons jugé nécessaire de procéder, dans le cadre de cette étude, à des essais complémentaires au bleu de méthylène. Ils ont porté sur une vingtaine d'échantillons – dont certains ont également été soumis à des analyses de diffractométrie aux rayons X (cf. § 5.3.2.) – qui ont été prélevés pour l'essentiel sur les horizons argileux et marneux affleurant sur le front de taille de la carrière à ciel ouvert, exploitée par la société Gypse Lambert SA, à Cormeilles-en-Parisis (95).

#### 5.4.3. Caractérisation géotechnique des formations argileuses et marneuses du département du Val-d'Oise

La synthèse des données géotechniques qui ont été utilisées dans le cadre de cette étude pour la caractérisation géotechnique des formations et les notes géotechniques attribuées est présentée dans le tableau 10.

Les principales données géotechniques recueillies lors de l'étude sont issues du dépouillement des différents rapports d'expertise auxquels nous avons eu accès et des essais complémentaires au bleu de méthylène portant sur une vingtaine d'échantillons.

En définitive, les données disponibles et acquises permettent de caractériser la totalité des formations argileuses ou marneuses du département grâce à l'association et à la synthèse des divers types d'essais disponibles. Cependant, dans la mesure où le nombre de valeurs disponibles pour chaque essai est généralement faible, il n'est souvent pas significatif à lui seul. Dans la pratique, la détermination du degré de susceptibilité a été faite principalement sur la base des valeurs de l'indice de plasticité ( $I_p$ ), en tenant compte de l'ensemble des résultats d'essais disponibles, sachant que certaines formations présentent de fortes hétérogénéités spatiales, en particulier les altérites, et qu'il est difficile de les caractériser de manière globale. Cependant, pour certaines formations, le nombre d'essais est supérieur à 20 (jusqu'à 268 résultats d'essais géotechniques pris en compte pour l'Argile verte de Romainville), ce qui rend plus fiable leur classement.

La classification retenue fait ressortir (tabl. 10) :

- **Une note géotechnique de 4 a été attribuée à deux formations :**
  - Argile verte de Romainville ;
  - Fausses glaises et Argile plastique.
  
- **Une note géotechnique de 3 a été attribuée à huit formations :**
  - Colluvions polygéniques ;
  - Argile à silex ;
  - Argile à meulières de Montmorency ;
  - Marnes à huîtres ;
  - Marnes supragypseuses (Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil) ;
  - Masses et marnes du gypse et Marnes à *Pholadomya ludensis* ;
  - Masses et marnes du gypse ;
  - Marnes à *Pholadomya ludensis*.
  
- **Une note géotechnique de 2 a été attribuée à quatre formations :**
  - Limons des plateaux ;
  - Alluvions récentes ;
  - Marno-calcaire de Saint-Ouen ;
  - Marnes et caillasses.

- **Une note géotechnique de 1 a été attribuée à trois formations :**
  - Calcaire de Sannois et Caillasse d'Orgemont ;
  - Sables de Marines (= Sables de Monceau) et Sables de Cresnes ;
  - Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers.
  
- **Deux formations n'ont pas été caractérisées par une note géotechnique :**
  - Formations marinésiennes indifférenciées ;
  - Formations lutétiennes indifférenciées.

N° carte strat	Nomenclature géologique	Indice de plasticité (Ip)												Valeur au bleu (Vb)												Note globale de Susceptibilité														
		Expertises R.G. 85				FILLIAT				Etudes non liées à la siccité				LREP (taux R.G. 83)				Expertises R.G. 78				Expertises R.C. 95					Analyses BRGM													
		Nombre de mesures	Ip mini	Ip maxi	Ip moyen	Nombre de mesures	Ip mini	Ip maxi	Ip moyen	Nombre de mesures	Ip mini	Ip maxi	Ip moyen	Nombre de mesures	Ip mini	Ip maxi	Ip moyen	Nombre de mesures	Ip mini	Ip maxi	Ip moyen	Nombre de mesures	Ip mini	Ip maxi	Ip moyen		Nombre de mesures	Vb mini	Vb maxi	Vb moyen										
<b>Formations superficielles et quaternaires</b>																																								
2	3	OE	10,5	73,0	39,6																																			
4	104	UP	13,8	13,8	13,8	1	14,0	14,0	14,0	4	7,0	16,2	10,0	23	7,0	25,0	14,0	20	11,0	65,6	27,6	49	7,0	65,6	19	2	3	3,2	3,3	3,2	15	2,3	15,0	5,9	1	1,2	1,2	2		
6	101	R				2	19,0	29,0	25,5	5	9,3	36,0	16,6	92	1,0	120,0	21,0	2	29,4	42,1	35,8	101	6,9	39,0	21	2														
8	141	Rb																																						
9	130	p-AMM				45	19,0	90,0	60,0																															
<b>Formations tertiaires (s ubstratum)</b>																																								
11	126	g1M4				9	13,0	51,0	33,2																															
12	144	g1C5-50				4	7,0	22,0	14,5	2	22,0	35,5	29,3																											
13	171	g1M/P				6	21,8	54,0	35,3	142	28,0	69,0	46,6																											
14	105	e7M5				2	42,0	61,0	51,5	59	14,0	72,0	36,3	8	22,0	65,5	46,7	170	6,0	101,0	38,0	1	40,2	40,2	40,2	240	6,0	101,0	38	3										
15	100	e7D4M				2	27,0	44,0	46,5					2	21,0	26,0	24,5	4	37,0	44,0	33	3																		
16	192	e7D				3	51,5	59,5	59,9	49	11,0	91,0	49,0	3	22,0	26,0	25,0	53	11,0	91,0	48	4																		
17	194	e7M				9	27,0	99,0	60,8					6	27,0	44,0	34,0																							
18	140	e8																																						
19	117	e8M												15	5,0	20,0	14,0																							
20	154	e8C50				1	46,0	46,0	46,0					61	5,0	65,0	21,0	1	30,0	30,0	30,0	63	5,0	65,0	22	2														
20	174	e8B-SA												10	2,0	33,0	17,0																							
22	163	e5																																						
23	116	e8M				9	7,0	29,0	17,6	3	11,0	22,0	15,8					2	54,6	54,6	54,7	13	7,0	29,0	23	2														
26	107	e8S-FD-aP				49	21,0	90,0	63,1	6	23,0	70,0	41,5					1	45,2	45,2	45,2	56	23,0	70,0	43	4														

Tab. 10 - Synthèse des données caractérisant le comportement géotechnique en fonction de l'indice de plasticité (Ip) et la Valeur au bleu (Vb) des 17 formations argileuses ou marneuses du département du Val-d'Oise (classement par ordre stratigraphique).

Tableau 10 - Synthèse des données caractérisant le comportement géotechnique des formations argileuses ou marneuses du département du Val-d'Oise

## 5.5. DÉTERMINATION DU DEGRÉ DE SUSCEPTIBILITÉ ET ÉLABORATION DE LA CARTE DE SUSCEPTIBILITÉ

Au total, chaque formation reçoit trois notes pour les différents critères pris en compte selon les classifications énumérées ci-dessus. La note finale affectée à la formation est calculée en réalisant la moyenne de ces notes.

La moyenne des notes obtenues pour chaque formation, permet de calculer un degré de susceptibilité globale vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Cette note est potentiellement comprise entre 1 et 4, mais seuls trois degrés de susceptibilité ont été retenus, selon le schéma suivant (tabl. 11) :

Note finale	Degré de susceptibilité
valeur $\leq$ 2	Faible
2 < valeur $\leq$ 3	Moyen
valeur > 3	Fort

**Tableau 11 - Barème d'évaluation de la susceptibilité globale d'une formation géologique**

Sur les 19 formations argileuses ou marneuses sélectionnées dans le Val-d'Oise, cette analyse a permis d'obtenir un classement (tabl. 12) relatif de susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Il est le suivant :

- **4** formations sont **fortement** susceptibles ;
- **6** formations sont **moyennement** susceptibles ;
- **9** formations sont **faiblement** susceptibles.

La carte départementale de susceptibilité a été tracée à partir de la carte géologique harmonisée, en attribuant à chacune des formations argileuses ou marneuses la classe de susceptibilité définie ci-dessus (tabl. 11). Le résultat est présenté sur planche hors-texte (pl. 2), à l'échelle 1/100 000.

N° ordre stratigraphique	Code	Notation des formations géologiques	Nom des formations géologiques	Degré de susceptibilité	Note finale	Note Lithologique	Note Minéralogique	Note Géotechnique
13	171	g1AVR	Argile verte de Romainville	fort	4.00	4	4	4
26	107	e4SS-FG-AP	Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique	fort	4.00	4	4	4
11	136	g1MH	Marnes à huîtres	fort	3.33	4	3	3
14	108	e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	fort	3.33	4	3	3
2	3	CE	Colluvions polygéniques	moyen	3.00	3		3
8	141	Rc	Argile à silex	moyen	3.00	3	3	3
17	194	e7MP	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	moyen	3.00	3	3	3
9	130	p-IVAMM	Argile à meulière de Montmorency	moyen	2.67	3	2	3
15	190	e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	moyen	2.67	2	3	3
16	193	e7G	Masses et marnes du gypse	moyen	2.67	2	3	3
4	184	LP	Limons des plateaux	faible	2.00	2		2
5	101	Fz	Alluvions récentes	faible	2.00	2		2
19	117	e6SM	Sables de Marines (Sables de Monceau), Sables de Cresnes	faible	1.67	2	2	1
20	134	e6CSO	Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Montfontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	faible	1.67	1	2	2
21	174	e6SB-SA	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	faible	1.67	1	3	1
23	115	e6MC	Calcaire à Potamides, Marnes et callasses, Calcaire à Cérithes, Banc vert	faible	1.67	1	2	2
12	144	g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Callasses d'Orgemont	faible	1.33	1	2	1
18	140	e6	Formations marinésiennes indifférenciées	faible	1.00	1		
22	153	e5	Formations lutéliennes indifférenciées	faible	1.00	1		

Faible : Note finale < ou = 2    Moyen : 2 < Note finale < ou = 3    Fort : Note finale > 3

**Tableau 12 - Classement relatif de susceptibilité des formations argileuses ou marneuses vis-à-vis du retrait-gonflement dans le Val-d'Oise**

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

N° ordre strat	Code	Notation des formations géologiques	Nom des formations géologiques	Degré de susceptibilité	Note finale	Surfaces d'affleurements des formations géologiques (km <sup>2</sup> )	% surfaces d'affleurements des formations géologiques
26	107	e4SS-FG-AP	Sables de Sincery, Fausses glaises, Argile plastique	<b>fort</b>	<b>4.00</b>	26.19	2.11
13	171	g1AVR	Argile verte de Romainville	<b>fort</b>	<b>4.00</b>	22.55	1.82
14	108	e7MS	Marnes supragypseuses: Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	<b>fort</b>	<b>3.33</b>	16.40	1.32
11	136	g1MH	Marnes à huîtres	<b>fort</b>	<b>3.33</b>	5.94	0.48
					<b>Total Fort</b>	<b>71.08</b>	<b>5.73</b>
2	3	CE	Colluvions polygéniques	<b>moyen</b>	<b>3.00</b>	61.35	4.94
16	193	e7G	Masses et marnes du gypse	<b>moyen</b>	<b>2.67</b>	44.90	3.62
17	194	e7MP	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	<b>moyen</b>	<b>3.00</b>	31.90	2.57
9	130	p-IVAMM	Argile à meulière de Montmorency	<b>moyen</b>	<b>2.67</b>	17.99	1.45
15	190	e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	<b>moyen</b>	<b>2.67</b>	14.70	1.18
8	141	Rc	Argile à silex	<b>moyen</b>	<b>3.00</b>	10.83	0.87
					<b>Total Moyen</b>	<b>181.67</b>	<b>14.64</b>
4	184	LP	Limons des plateaux	<b>faible</b>	<b>2.00</b>	234.07	18.86
22	153	e5	Formations lutéliennes indifférenciées	<b>faible</b>	<b>1.00</b>	145.16	11.70
21	174	e6SB-SA	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	<b>faible</b>	<b>1.67</b>	115.87	9.34
18	140	e6	Formations marinésiennes indifférenciées	<b>faible</b>	<b>1.00</b>	85.46	6.89
5	101	Fz	Alluvions récentes	<b>faible</b>	<b>2.00</b>	75.50	6.08
20	134	e6CSO	Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	<b>faible</b>	<b>1.67</b>	69.16	5.57
19	117	e6SM	Sables de Marines (Sables de Monceau), Sables de Cresnes	<b>faible</b>	<b>1.67</b>	49.92	4.02
23	115	e5MC	Calcaire à Potamides, Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes, Banc vert	<b>faible</b>	<b>1.67</b>	16.61	1.34
12	144	g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont	<b>faible</b>	<b>1.33</b>	4.81	0.39
					<b>Total Faible</b>	<b>796.57</b>	<b>64.18</b>

**Faible** : Note finale ≤ 2    **Moyen** : 2 < Note finale ≤ 3    **Fort** : Note finale > 3

**Formations non retenues comme étant sensibles au retrait-gonflement**

10	129	g1SF	Sables de Fontainebleau			52.24	4.21
25	104	e4SC	Sables de Cuise			44.97	3.62
29	167	c5B/c4M	Craie blanche à silex			35.50	2.86
24	187	e5CM-CSN-SG	Calcaire à <i>Miliolites</i> , Calcaire et sable calcaire à <i>Nummulites laevigatus</i> , Sable grossier			29.19	2.35
6	232	Fx / Fy / Fx-y	Alluvions anciennes de moyenne terrasse, de basse terrasse et indifférenciées			24.25	1.95
7	110	Fw	Alluvions anciennes de haute terrasse			2.87	0.23
1	1	X	Remblais			1.70	0.14
27	4	e3SBr	Sables de Bracheux			0.53	0.04
28	126	e2CP	Calcaire pisolithique			0.47	0.04
3	23	U	Tufs (travertins)			0.10	0.01
					<b>Total "Nul"</b>	<b>191.82</b>	<b>15.45</b>
					<b>Total général</b>	<b>1 241.13</b>	<b>100</b>

**Tableau 13 - Superficies comparées des terrains en fonction de leur degré de susceptibilité vis-à-vis du retrait-gonflement dans le Val-d'Oise (classement par surfaces d'affleurement décroissantes)**

Les formations argileuses et marneuses sont représentées par trois couleurs (**jaune, orange, rouge**) selon leur degré de susceptibilité croissant vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Les **zones blanches de la carte** correspondent aux formations a priori non argileuses et donc, théoriquement, dépourvues de tout risque. Cependant, on ne peut exclure que ces formations soient recouvertes localement de placages superficiels argileux non représentés sur la carte géologique originale.

Les surfaces d'affleurement des formations correspondant à chacun des trois niveaux de susceptibilité ont été calculées et sont indiquées dans le tableau 13. Sur une surface totale terrestre du département qui est de **1241,13 km<sup>2</sup>** d'après les données MapInfo utilisées pour l'étude (la surface totale, y compris les zones aquatiques, étant de 1248,86 km<sup>2</sup>), il résulte que :

- **5,73 %** du département serait à classer en zone **fortement susceptible**. Ce niveau de susceptibilité s'applique à 4 formations (tabl. 13) ;
- **14,64 %** en zone **moyennement susceptible**. Ce niveau de susceptibilité s'applique à 6 formations ;
- **64,18 %** en zone **faiblement susceptible**. Ce niveau de susceptibilité s'applique à 9 formations ;
- **15,45 %** de la surface du territoire n'est, a priori, **pas susceptible au retrait-gonflement**. Cela concerne 10 formations.

Les surfaces concernées par ces quatre niveaux de susceptibilité sont indiquées ci-dessous (tabl. 14).

	Surfaces concernées
<b>Terrains fortement susceptibles</b>	71,08 km <sup>2</sup>
<b>Terrains moyennement susceptibles</b>	181,67 km <sup>2</sup>
<b>Terrains faiblement susceptibles</b>	796,57 km <sup>2</sup>
<b>Terrains a priori non susceptibles</b>	191,82 km <sup>2</sup>
<b>TOTAL SURFACE TERRESTRE</b>	<b>1 241,13 km<sup>2</sup></b>

**Tableau 14 - Évaluation des surfaces sensibles au retrait-gonflement dans le département du Val-d'Oise en fonction de l'indice de susceptibilité des formations géologiques**





## 6. Inventaire des communes sinistrées et des « sinistres sécheresse »

### 6.1. PROCÉDURE DE RECONNAISSANCE DE L'ÉTAT DE CATASTROPHE NATURELLE

Dans le cadre de la **loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 sur les catastrophes naturelles**, et sur l'initiative des sinistrés, un dossier technique est établi par un bureau d'études afin de demander la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle dans la commune concernée, au titre des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Aux termes de cette loi, les propriétaires de bâtis peuvent se considérer comme victimes des effets « des catastrophes naturelles, dommages matériels directs ayant pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel – dans le cas présent, la sécheresse – lorsque les mesures habituelles pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ».

Les dossiers techniques des communes sont transmis aux services de la Préfecture pour leur présentation à la Commission Interministérielle statuant sur la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

Pour que les dossiers, qui lui sont soumis, soient déclarés recevables, la Commission Interministérielle exige que les critères suivants soient satisfaits :

- les désordres ne doivent pas relever d'une cause autre que la sécheresse ;
- le caractère exceptionnel du phénomène climatique doit être prouvé, ce critère étant désormais (depuis décembre 2000) apprécié en regard du déficit hydrique calculé par Météo France ;
- la nature du sol doit être essentiellement argileuse, de sorte qu'elle permette le retrait par dessiccation ;
- le niveau de fondation doit être dans la zone de sol subissant la dessiccation ;
- l'évolution des désordres doit être corrélée dans le temps avec celle du phénomène climatique exceptionnel.

Les études menées en vue du classement d'une commune en zone sinistrée sont généralement très succinctes. Elles ne sont habituellement réalisées que sur quelques cas de désordre de bâti par commune. L'ensemble des sinistres d'une commune est rarement pris en compte. Il n'est pas rare qu'un seul sinistre permette de classer l'ensemble de la commune en état de catastrophe naturelle.

Une visite de terrain permet de réaliser un bref audit des sinistres, d'observer les pathologies et la nature des terrains, de noter la présence éventuelle de végétation arborée à proximité du bâti sinistré et de recueillir le témoignage des propriétaires.

L'examen de la carte géologique du BRGM à l'échelle du 1/50 000 permet de préciser la nature des formations géologiques environnant les sinistres et de déterminer la formation argileuse ou marneuse en cause. Il arrive parfois que les observations de

terrain soient en désaccord avec les indications de la carte géologique, sans que ces divergences ne soient toujours explicitées dans les rapports d'étude.

Les dossiers techniques prennent également en compte les données climatologiques. À partir de l'examen des chroniques pluviométriques, on examine si l'apparition des désordres coïncide avec une période de déficit pluviométrique avéré.

Ces remarques montrent que les dossiers techniques ne constituent qu'une première approche, souvent trop rapide du problème. Après reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle dans la commune, des études plus approfondies ont généralement été réalisées à la demande des compagnies d'assurance afin de déterminer le niveau de remboursement des dégâts et de proposer des solutions de confortement. Les experts en charge de ces diagnostics ont souvent fait appel à des bureaux d'études spécialisés pour réaliser des études géotechniques qui permettent de préciser l'origine des désordres. Ces études de sols ne sont cependant pas systématiques et parfois relativement sommaires.

Dans le cas du département du Val-d'Oise, les bureaux d'études ayant constitué les dossiers techniques pour la procédure de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sont principalement SOLEN, SOL PROGRES, SOBESOL et GEOMEDIA.

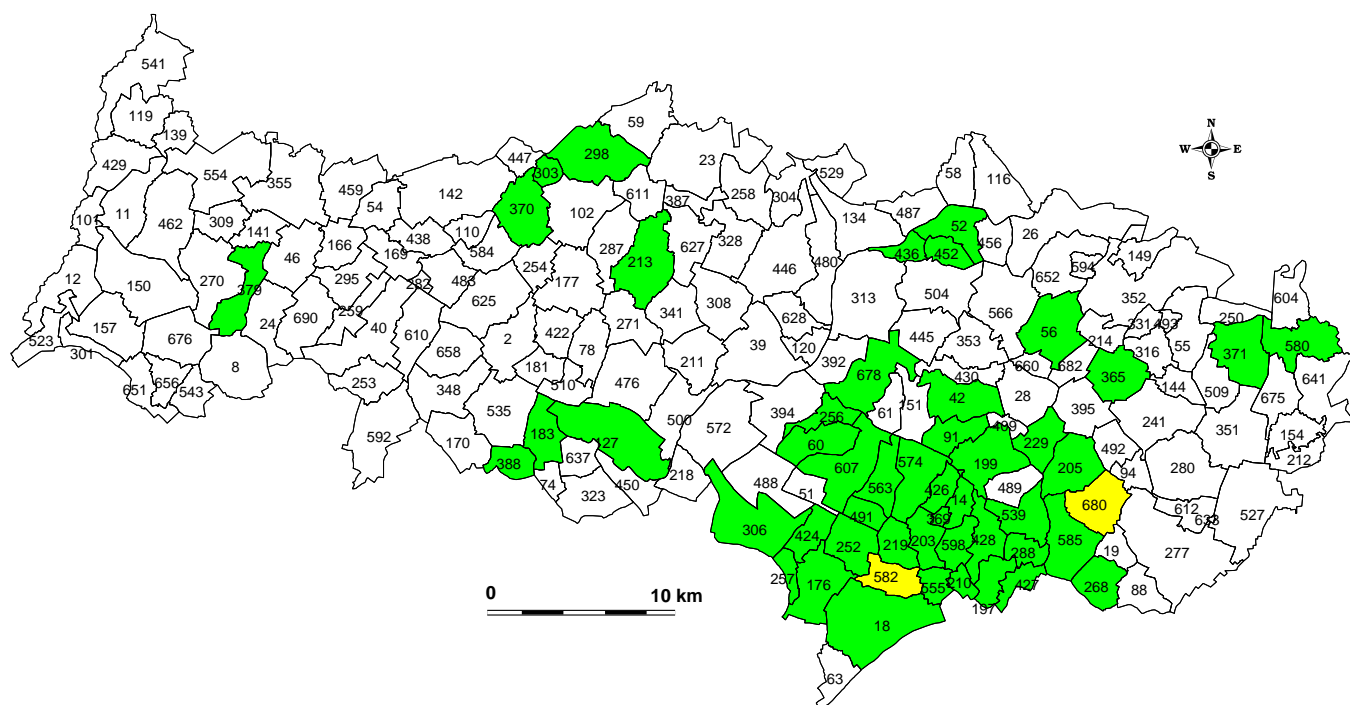
## **6.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTRÉES**

### **6.2.1. Localisation des communes sinistrées**

Entre décembre 1990 et décembre 2000, 50 communes du département du Val-d'Oise ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols, soit un pourcentage de sinistralité de 27 %. La superficie cumulée de ces 50 communes représente près de 24,6 % de la superficie totale du département.

La localisation des 50 communes du Val-d'Oise, ayant fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle pour des problèmes de retrait-gonflement des argiles, donne un aperçu de la répartition géographique des zones touchées par ce phénomène (fig. 5).

Localisation des communes du Val-d'Oise par numéro INSEE



- Communes reconnues en état de cat-nat, avec données de sinistres (48 sur 50)
- Communes reconnues en état de cat-nat, sans données de sinistres (2 sur 50)
- Communes non reconnues en état de cat-nat (85 sur 135)

**Figure 5 - Carte de localisation des communes du Val-d'Oise prises en compte pour le recensement des sinistres « sécheresse »**

### **6.2.2. Analyse des périodes déclarées sinistrées**

La liste des 50 communes du Val-d'Oise, reconnues en état de catastrophe naturelle, est présentée dans le tableau 15, ainsi que la superficie, le nombre d'habitants (recensement 1999), les années concernées par un arrêté de catastrophe naturelle et le nombre de sinistres localisés pris en compte et le nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle pris par commune.

Le tableau de l'annexe 3 rassemble, pour chaque commune reconnue en état de catastrophe naturelle, les périodes de sinistres prises en compte, les dates d'arrêté de catastrophe naturelle et de décret au Journal Officiel correspondantes (données communiquées par le Bureau des Actions de Sécurité de la préfecture du Val-d'Oise, en avril 2003 et mises à jour en juillet 2004).

Au total, 14 arrêtés interministériels, constatant l'état de catastrophe naturelle dans 50 communes du département du Val-d'Oise, ont ainsi été publiés au Journal Officiel, entre le 4 décembre 1990 et le 27 décembre 2000, au titre de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (fig. 6).

Selon les communes, le nombre de périodes déclarées sinistrées varie de 1 à 5 (fig. 7). Seules les communes de Montigny-les-Cormeilles et de Montmorency ont bénéficié de 5 arrêtés. Treize communes ont fait l'objet de 3 à 4 arrêtés pour la période 1991-2000. Trente-cinq communes ont fait l'objet de 1 à 2 arrêtés pour la même période.

Concernant les dates d'apparition des sinistres, les seules informations recueillies concernent les dates des périodes prises en compte dans les arrêtés de catastrophe naturelle (fig. 6).

Pour toute la période comprise entre juin 1989 et octobre 1993, 45 communes, sur les 50 au total, ont ainsi été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre du retrait-gonflement des argiles, dont 43 pour la période juin 1989-décembre 1990 (tabl. 15, fig. 6).

N° d'ordre	N° INSEE	Communes	Communes ayant répondu à l'enquête sinistres sécheresses avant le 01/09/2003	Population	Superficie (km2)*	Années d'arrêté de catastrophe naturelle										Nombre de sinistres localisés	Nombre d'arrêtés Cat. Nat. par commune				
						1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000						
1	95014	ANDILLY	OUI	2 013	2,75										1991			12	1		
2	95018	ARGENTEUIL	OUI	93 961	17,37										1991		2000	58	3		
3	95042	BAILLET-EN-FRANCE	OUI	1 710	8,07										1991		1999	24	2		
4	95052	BEAUMONT-SUR-OISE	OUI	8 390	5,81										1991		1998	22	2		
5	95056	BELLOTE-EN-FRANCE	OUI	1 536	3,54										1991			1	1		
6	95060	BESSANCOURT	OUI	6 999	6,38										1992			24	2		
7	95091	BOUFFEMONT	OUI	5 101	4,58										1991			1	1		
8	95127	CERGY	OUI	54 781	14,56										1991		2000	31	2		
9	95176	CORMELLES-EN-PARISIS	OUI	19 643	8,52										1991		1998	38	2		
10	95183	COURMANCE	OUI	5 895	5,63										1991		1998	14	2		
11	95197	DEUIL-LA-BARRE	OUI	20 160	3,70										1991		1999	61	3		
12	95199	DOMONT	OUI	14 883	8,57										1992			2	1		
13	95203	EAUBONNE	OUI	22 882	4,35										1991		1998	67	2		
14	95205	EGUILLEN	OUI	7 084	7,68										1991		1999	1	1		
15	95210	ENGHIEN-LES-BAINS	OUI	10 368	1,76										1992		2000	34	3		
16	95213	EPAIS-REHUS	OUI	636	10,48										1991		1998	9	2		
17	95219	ERMONT	OUI	27 494	4,22										1991		1998	1	2		
18	95229	EZANVILLE	OUI	8 825	5,18										1991		1998	2	2		
19	95252	FRANCONVILLE	OUI	33 497	6,23										1991		1997	53	4		
20	95256	FREPIILLON	OUI	2 262	3,42										1991		2000	29	3		
21	95257	FRETTE-SUR-SEINE (LA)	OUI	4 378	2,03										1991		2000	1	2		
22	95268	GARGES-LES-GONESSE	OUI	40 058	5,36										1991		2000	29	3		
23	95288	GROSLAY	OUI	7 365	3,07										1991			12	1		
24	95298	HARAVILLIERS	OUI	480	11,03										1991		1998	11	1		
25	95303	HEAULME (LE)	OUI	187	1,92										1991		1997	3	1		
26	95306	HERBLAY	OUI	23 083	12,63										1990		1993	8	4		
27	95365	MAREIL-EN-FRANCE	OUI	498	7,04										1991		1991	1	1		
28	95368	MARGENCY	OUI	2 687	0,73										1991		1997	17	3		
29	95370	MARINES	OUI	2 825	8,32										1991		2000	6	2		
30	95371	MARLY-LA-VILLE	OUI	5 886	8,64										1991			2	1		
31	95379	MAUDETOUREN-VEXIN	OUI	177	6,73										1991			5	1		
32	95388	MENJUCOURT	OUI	5 084	3,70										1991		1994	88	4		
33	95424	MONTIGNY-LES-CORMELLES	OUI	17 183	4,05										1990		1998	145	5		
34	95426	MONTIGNON	OUI	2 427	2,80										1993		1997	16	3		
35	95427	MONTMAGNY	OUI	13 090	2,86										1995		1998	6	3		
36	95428	MONTMORENCY	OUI	20 599	5,25										1993		1998	149	5		
37	95436	MOURS	OUI	1 475	2,53										1991		1998	15	1		
38	95452	NOINTEL	OUI	754	3,06										1991		1998	13	1		
39	95491	PIESSIS-BOUCHARD (LE)	OUI	7 006	2,62										1991		2000	13	2		
40	95530	SAINTE-BRIGIDE-SOUS-FORET	OUI	12 540	5,98										1991			1	1		
41	95555	SAINTE-GRATIEN	OUI	19 226	2,70										1991		1998	2	1		
42	95563	SAINTE-LEU-FORÉ	OUI	15 127	5,31										1993		1997	99	3		
43	95574	SAINTE-PRIX	OUI	6 767	7,91										1993		1998	61	3		
44	95580	SAINTE-WITZ	OUI	1 925	7,65										1991		1997	25	2		
45	95582	SAINNOIS	OUI	25 349	4,83										1991			0	1		
46	95585	SARCELLES	OUI	57 871	8,57										1992		1998	49	2		
47	95598	SOISY-SOUS-MONTMORENCY	OUI	16 802	3,96										1991		1997	25	2		
48	95607	TAVERNY	OUI	25 909	10,42										1993		1997	22	2		
49	95678	VILLIERS-ADAM	OUI	775	9,89										1991		1997	20	2		
50	95680	VILLIERS-LE-BEL	OUI	26 145	7,33										1991			0	1		
Total		50 communes sur 185 reconnues en état de cat-nat entre 1991 et 2000		712 208	307,73										39			6	9	1 328	106

Nombre de communes reconnues en état de Cat. Nat. par année

\* données MapInfo

Tableau 15 - Communes du Val-d'Oise reconnues en état de catastrophe naturelle entre décembre 1990 et décembre 2000

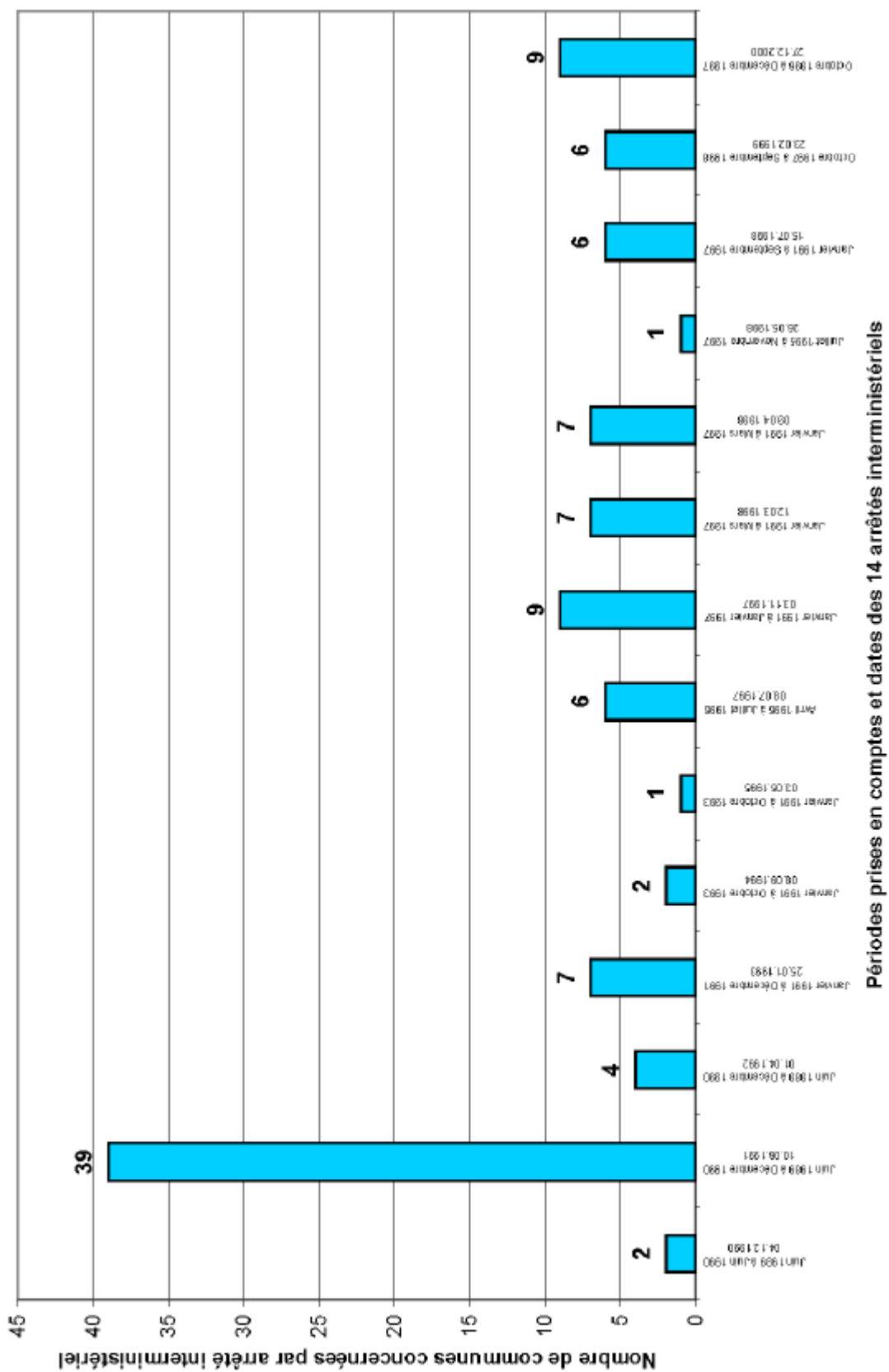


Figure 6 - Arrêtés interministériels constatant l'état de catastrophe naturelle dans 50 communes du département du Val-d'Oise, au titre de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (mise à jour en juillet 2004)

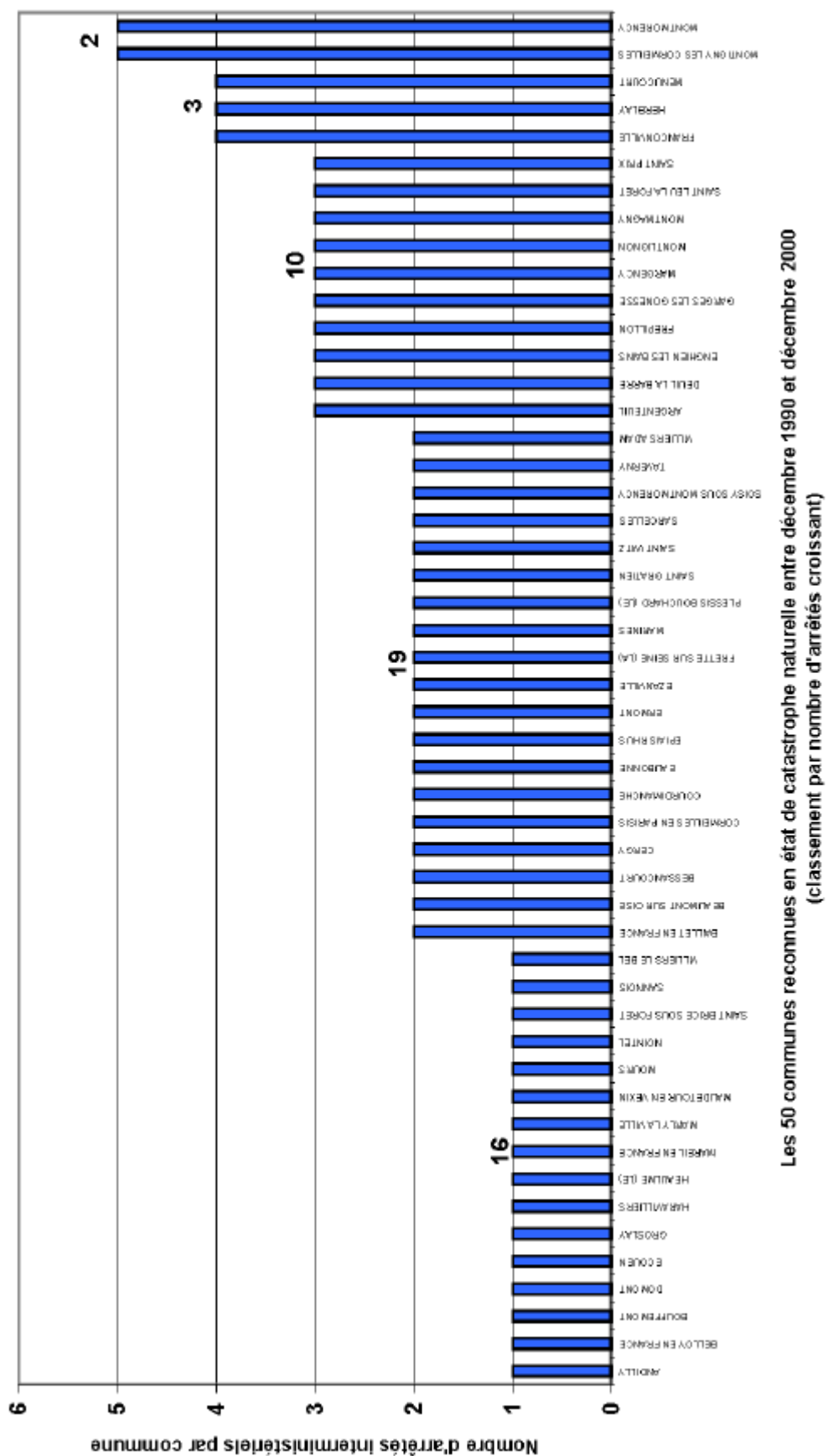


Figure 7 - Classement des 50 communes du Val-d'Oise, reconnues en état de catastrophe naturelle, en fonction du nombre d'arrêtés interministériels pris entre décembre 1990 et décembre 2000



### 6.3. SOURCE DES DONNÉES ET LOCALISATION DES SINISTRES

À ce jour, **1 328 sinistres** ont été recensés et localisés à partir de données provenant de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), de compagnies d'assurances (MAAF, MAIF, MATMUT), de 41 mairies, de la préfecture du Val-d'Oise, de la DDE du Val-d'Oise et de SOLEN Études. Le tableau 16 détaille les sources d'informations en faisant apparaître le nombre de doublons :

Sources des données sinistres	Nombre d'adresses de sinistres		
CCR	47	1 146 adresses provenant d'une source unique	
MAAF	2		
MAIF	7		
MATMUT	8		
MAIRIES	975		
DDE 95	52		
PREFECTURE 95	14		
SOLEN	41		
CCR / MAIF / MAIRIES	1	182 adresses provenant de plusieurs sources	
CCR / MAIRIES	58		
CCR / MAIRIES / DDE 95	13		
CCR / PREFECTURE 95	1		
CCR / SOLEN	2		
MAAF / MAIRIES	6		
MAIF / MAIRIES	8		
MAIF / MAIRIES / DDE 95	1		
MATMUT / MAIRIES	5		
MATMUT / PREFECTURE 95	1		
MAIRIES / DDE 95	74		
MAIRIES / SOLEN	12		
<b>Total</b>	<b>1 328</b>		

**Tableau 16 - Sources des informations relatives aux sinistres « sécheresse » dans le Val-d'Oise**

Concernant la CCR, la MAAF, la MAIF, la MATMUT et SOLEN, les données ont été recueillies sur place, dans des dossiers mis à notre disposition par ces organismes.

Concernant les 50 communes reconnues en état de catastrophe naturelle, une demande de recensement des sinistres auprès des mairies a été adressée par courrier dès le mois d'avril 2003 (avec relances téléphoniques). Au 1<sup>er</sup> août 2003, 41 mairies avaient répondu à cette enquête en envoyant, par courrier, des listes d'adresses et des plans de localisation permettant de répertorier au total 1 146 adresses, dont 182 se sont révélées être des doublons d'adresses provenant de sources différentes. Nous tenons à remercier, à cette occasion, les 41 communes qui ont accepté de nous communiquer leurs informations (voir liste dans le tableau 15).

Nous disposons, cependant, de données de sinistres provenant d'autres organismes pour 7 communes sur les 8 dont les mairies n'ont pas répondu à l'enquête. Ainsi, dans la base de données actuelle, deux communes seulement, sur les 50 reconnues en état de catastrophe naturelle, ne fournissent aucune donnée de sinistres. Il s'agit des communes de Sannois et de Villiers-le-Bel.

Malgré ces défections, le nombre de **1 328 sinistres** recensés et localisés peut être considéré comme largement représentatif dans la mesure où il concerne 96 % des communes sinistrées du département. Les communes, pour lesquelles des données de sinistres ont pu être obtenues, sont localisées sur la carte de la figure 5, laquelle permet de vérifier que leur répartition couvre bien l'ensemble de la zone touchée par des arrêtés de catastrophe naturelle.

Sur les 1 328 sinistres recensés, 862 ont pu être localisés en utilisant, via Internet, l'outil « Géocodage » proposé par la société « Claritas ». Une précision de localisation au numéro de voie a été obtenue pour 637 sinistres ; pour 225 d'entre eux, la précision correspond au centre de la voie. Les autres sinistres (466) ont été localisés grâce aux plans des communes fournis par les mairies et par l'intermédiaire de l'utilitaire InfoterreXY disponible sur l' « Intranet » du BRGM.

Les coordonnées des sinistres en Lambert II Carto - Paris, sont indiquées en annexe 4 (les adresses des sinistres n'y sont pas mentionnées, conformément aux recommandations de la loi « Informatique et Libertés »).

#### **6.4. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES SINISTRES**

La planche 3 montre la répartition géographique des 1 328 sinistres sécheresse pris en compte dans le département du Val-d'Oise.

La répartition des sinistres semble se corrélérer avec des critères géologiques et/ou morphologiques (fig. 8). La plupart des sinistres sont en effet situés selon des bandes d'affleurement de formations géologiques continues sur une grande partie du sud-est du département. Par ailleurs, ils sont généralement situés sur les versants des vallées, ainsi que sur le rebord des plateaux où affleurent des formations argileuses ou marneuses.

Cependant, on observe aussi l'influence non négligeable des secteurs fortement urbanisés avec un nombre de sinistres généralement élevé, ce qui justifie la prise en compte des surfaces urbanisées dans le calcul des densités de sinistres.

Par ailleurs, il apparaît que certains paramètres doivent être pris en compte car susceptibles de fausser l'analyse du mode de répartition des sinistres. En effet :

- ces données de sinistres sont connues en majorité par les communes et ne sont donc pas exhaustives à 100 %, certains sinistres n'étant pas forcément pris en compte, car inconnus des élus et traités directement par les experts auprès des assurances, postérieurement aux demandes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ;



- certains sinistres comptabilisés ont, par ailleurs, une autre cause que le retrait-gonflement (défaut de construction ou simple effet de la vétusteté, mouvement de terrain d'origines diverses [cf. fin du § 6.5.]), mais n'apparaissent pas comme tels suite aux expertises réalisées.

## **6.5. RÉPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION GÉOLOGIQUE**

L'étude de l'aléa retrait-gonflement des sols implique la prise en compte de la nature géologique des terrains où se sont produits les sinistres.

Pour tous les sites de sinistres recensés, le croisement avec les cartes géologiques a permis de déterminer la nature de la formation concernée. Les données qui seront utilisées par la suite sont exclusivement celles issues de la juxtaposition de la carte des sinistres avec la carte géologique synthétique établie dans le cadre de la présente étude.

Sur les 29 formations géologiques identifiées à l'affleurement sur le territoire du Val-d'Oise, 22 supportent des sinistres (tabl. 17). Dix-neuf d'entre elles, retenues pour renfermer une fraction argileuse plus ou moins importante, supportent 1 278 des 1 328 sinistres localisés, soit 96,23 % des sinistres.

Nous devons, cependant, nous interroger sur la validité de certains « sinistres sécheresse » parmi les 1 328 localisés. En effet, des phénomènes naturels autres que celui du retrait-gonflement des argiles peuvent engendrer des désordres identiques au niveau du bâti. Il est alors difficile, en fonction du contexte géologique local, de déterminer avec certitude les causes exactes d'un sinistre donné. La mise en œuvre de moyens d'investigation relativement coûteux (sondages géotechniques avec diagraphies, par exemple) pourraient permettre de lever le doute, ce qui n'est généralement pas possible pour des raisons économiques. Du fait du contexte géologique et morphologique du département du Val-d'Oise, deux types de phénomènes autres que celui du retrait-gonflement peuvent, en particulier, se manifester et provoquer des mouvements de terrains en surface :

- fluage plus ou moins lent de terrains meubles ou plastiques sur les versants des vallées ou sur les pentes des plateaux (pouvant entraîner de véritables glissements de terrain) ;
- dissolution de gypse contenu dans la Formation des Masses et marnes du gypse (Éocène : Ludien), responsable d'affaissements ou d'effondrements ;
- effondrement de cavités souterraines non reconnues.

## **6.6. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE DES SINISTRES PAR FORMATION GÉOLOGIQUE RETENUE**

La répartition des sinistres dans chacune des 29 formations géologiques affleurant sur le territoire du Val-d'Oise (tabl. 17) indique que plus de 73 % des sinistres recensés sont superposés à 5 formations argileuses, marneuses ou sablo-argilo-marneuses. Ce sont, par ordre décroissant d'importance :

- **Masses et marnes du gypse** (e7G), avec 18,98 % des sinistres ;
- **Marnes à *Pholadomya Ludensis*** (e7MP), avec 18,07 % des sinistres ;
- **Colluvions polygéniques** (CE), avec 17,62 % des sinistres ;
- **Marno-calcaire de Saint-Ouen** (e6CSO), avec 10,77 % des sinistres ;
- **Marnes supragypseuses** (e7MS), avec 7,91 % des sinistres.

Les surfaces d'affleurement de chacune des 29 formations sont cependant très variables et il convient nécessairement de prendre en compte ce facteur dans le classement des formations par densité de sinistres. Les surfaces d'affleurement de chacune de ces formations ont donc été calculées à partir de la carte géologique (fig. 3) et sont indiquées dans le tableau 17.

Le nombre de sinistres par formation a été rapporté à 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement pour obtenir des densités de sinistres qui soient comparables d'une formation à une autre. La hiérarchisation des formations ainsi obtenue (tabl. 17) est sensiblement différente du classement précédent, qui ne tenait pas compte des surfaces d'affleurement.

**Les huit formations géologiques présentant la plus forte densité de sinistres** sont désormais les suivantes, par ordre décroissant d'importance :

- **Marnes à *Pholadomya ludensis*** (e7MP), avec 752 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement ;
- **Marnes supragypseuses** (e7MS), avec 640 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement ;
- **Marnes et masses du gypse** (e7G), avec 561 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement ;
- **Calcaire de Sannois et Caillasse d'Orgemont** (g1CS-CO), avec 479 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement ;
- **Colluvions polygéniques** (CE), avec 381 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement ;
- **Marnes et masses du gypse** associées aux **Marnes à *Pholadomya ludensis*** (e7G-MP), avec 245 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement ;
- **Marnes à huîtres** (g1MH), avec 219 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement.
- **Argile verte de Romainville** (g1AVR), avec 217 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement.

N° ordre strat	Code	Notation des formations géologiques	Nom des formations géologiques	Nombre de sinistres	% sinistres	Nombre de communes	Surfaces d'affaissements des formations géologiques (km2)	% surfaces d'affaissements des formations géologiques	Densité de sinistres pour 100 km2 de surfaces d'affaissement
17	184	e7MP	Marnes à Prodomoine tubuliste	240	18,07	19	31,90	2,57	752
14	108	e7MS	Marnes à prodomoïdes - Marnes blanches de Paris, Marnes brèves (Argenteuil)	105	7,91	20	16,40	1,32	640
16	183	e7G	Marnes et marnes du gypse	252	18,98	19	44,90	3,62	561
12	144	g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Calcaire d'Opigny	23	1,73	9	4,81	0,39	479
2	3	CE	Calcaires paléogènes	234	17,82	16	61,35	4,94	381
15	180	e7G-MP	Marnes et marnes du gypse, Marnes à Prodomoïdes tubuliste	36	2,71	5	14,70	1,18	245
11	136	g1MH	Marnes à hautes	13	0,98	6	5,94	0,48	219
13	171	g1M/R	Argile verte de Romelle	49	3,69	15	22,55	1,82	217
20	134	e6CSO	Marnes calcaires de Saint-Omer, Sables et Marnes de Paris, Calcaire de Cully, Sables de Reuilville	143	10,77	15	89,16	5,57	207
26	107	e4SS-FG-AP	Sables de Senoy, Faissez glaises, Argile bleue	42	3,16	3	26,19	2,11	160
8	130	p1VAMM	Argile à meules de Muremancy	19	1,43	2	17,99	1,45	106
10	128	g1SF	Sables de Fontainebleau	40	3,01	10	52,24	4,21	77
1	1	X	Rambails	1	0,08	1	1,70	0,14	59
19	117	e6SM	Sables de Marnes (Sables de Montcou), Sables de Cierres	18	1,36	5	49,92	4,02	36
4	184	LP	Limon des plateaux	63	4,74	5	234,07	18,86	27
29	167	e6Bv-4M	Craie blanche à silex	8	0,60	2	35,50	2,86	23
18	140	e6	Formations marlières indifférenciées	19	1,43	7	85,46	6,89	22
5	101	Fz	Alluvions récentes	10	0,75	4	75,50	6,06	13
21	174	e6SB-GA	Sables de Beauchamps, Sables d'Avoyers	9	0,68	7	115,87	9,34	8
24	187	e5CM-C3M-SG	Calcaire à Mielles, Calcaire et sables calcaire à Normoultier, lempylos, Sable grossier	1	0,08	0	29,19	2,35	3
25	104	e4SC	Sables de Oise	1	0,08	1	44,97	3,62	2
22	153	e5	Formations sablonneuses indifférenciées	2	0,15	1	145,16	11,70	1
3	23	U	Tufs (travertins)	0	0,00	0	0,10	0,01	0
6	202	Fx / Fy / Fxy	Alluvions anciennes de moyenne terrasse, de basse terrasse et indifférenciées	0	0,00	0	24,25	1,95	0
7	110	Fw	Alluvions anciennes de haute terrasse	0	0,00	0	2,87	0,23	0
8	141	Rc	Argile à silex	0	0,00	0	10,83	0,87	0
23	115	e6MC	Calcaire à Prodomoïdes, Marnes et calcaires, Calcaire à Crèthes, Blancvert	0	0,00	0	16,61	1,34	0
27	4	e6SB	Sables de Brochant	0	0,00	0	0,53	0,04	0
28	126	e6CP	Calcaire pléistocène	0	0,00	0	0,47	0,04	0
<b>TOTAL</b>				<b>1 328</b>	<b>100,00</b>		<b>1 241,13</b>	<b>100,00</b>	

Formation argileuse ou marneuse retenue comme potentiellement susceptible au phénomène retrait-gonflement (18)

**Tableau 17 - Nombre et densité de sinistres associés aux formations géologiques affleurant dans le département du Val-d'Oise (classement par densité de sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affaissement)**

Ainsi, la prise en compte de la notion de densité de sinistres modifie le classement des formations. En outre, on constate, au passage, que des effets de pépité se produisent avec certaines formations d'extension très limitée. C'est le cas, en particulier du Calcaire de Sannois et Caillasse d'Orgemont (g1CS-CO) et des Marnes à huîtres (g1MH) qui, avec seulement 23 et 13 sinistres recensés sur, respectivement, 4,81 et 5,94 km<sup>2</sup> d'affleurement, présentent une densité de sinistres relativement élevée (479 et 219 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> d'affleurement). Les densités de sinistres doivent donc être maniées avec précaution pour les formations d'extension géographique réduite. Mais ces observations ne remettent pas en cause l'intérêt de raisonner en terme de densités de sinistres plutôt qu'en nombre de sinistres par formation.

La hiérarchisation de ces valeurs ne présente cependant qu'un intérêt très relatif. L'obtention de valeurs de densité de sinistres représentatives et cohérentes au niveau départemental nécessite non seulement la prise en compte des surfaces d'affleurement des formations mais aussi de la surface urbanisée, qui présente de grandes disparités dans le département.

## **6.7. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTÉE À LA SURFACE URBANISÉE**

La densité d'urbanisation présente des variations importantes d'un point à un autre du département. Or, ce facteur est déterminant dans l'appréciation des densités de sinistres par formation géologique. En effet, statistiquement, une formation se caractérisera par une densité de sinistres d'autant plus élevée que son niveau d'urbanisation sera plus important, et ceci même si sa sensibilité au retrait-gonflement est moyenne. Inversement, une formation très sensible, mais dont les zones d'affleurement sont faiblement urbanisées, présentera une densité de sinistres relativement faible.

Ainsi, dans un souci de rigueur et, étant donné le fort taux d'urbanisation de certaines parties du département, il a paru nécessaire de pondérer ces densités de sinistres en tenant compte du taux d'urbanisation de chacune des formations géologiques, calculé à partir de la carte des zones urbanisées du département (pl. 3). Cette carte a été élaborée sur « MapInfo © » par traitement de fichiers numériques (produit « MOS 99 » de l'IAURIF, légende à 83 postes), fournis par la DDE du Val-d'Oise spécifiquement pour cette étude. Parmi les 83 postes de la nomenclature de l'IAURIF, 14 types d'habitats ou de constructions ont été retenus dans le cadre de cette étude (cf. légende de la planche 3), à savoir (tabl. 18) :

Libellé	Code
Habitat individuel	30
Ensembles d'habitat individuel identique	31
Habitat rural	32
Habitat continu bas	33
Habitat collectif continu haut	34
Habitat collectif discontinu	35
Habitat autre	37
Bureaux	48
Installations sportives couvertes	49
Établissement d'enseignement	54, 55, 56, 57
Équipements de santé	58, 59
Mairies	61
Équipement de proximité	65
Bâtiments d'administration territoriale et d'organismes officiels	66, 67, 69

**Tableau 18 - Types d'habitats retenus pour le calcul de la surface urbanisée dans le département du Val-d'Oise (nomenclature du MOS 99 de l'IAURIF à 83 postes)**

Un croisement de cette information avec la carte des formations lithologiques a permis de déterminer, pour chacune de ces formations, la surface réellement urbanisée et, par conséquent, la densité de sinistres rapportée à 100 km<sup>2</sup> de formation affleurante effectivement urbanisée. Ce calcul conduit à une hiérarchisation plus précise des formations en fonction du nombre de sinistres enregistrés. Il est intéressant de noter que les contours de ces différents types d'habitats ont été actualisés par l'IAURIF en 1999, soit postérieurement à l'année la plus récente de prise en compte des sinistres, (1998). Ceci explique qu'aucun des 1 328 sinistres recensés dans le cadre de cette étude ne se trouve en dehors des zones urbanisées numérisées.

La **surface urbanisée** du département cumulant les 14 types d'habitat retenus pour cette étude est ainsi estimée à **157,83 km<sup>2</sup>** (soit 12,71 % de la superficie du département, estimée à 1241,13 km<sup>2</sup> sans les zones aquatiques). Les surfaces urbanisées, correspondant à chaque formation géologique affleurante, sont indiquées dans le tableau 19.

Ces éléments permettent de calculer des densités de sinistres par formation géologique, en prenant en compte la surface urbanisée de la formation.

Le classement des formations géologiques basé sur les densités de sinistres rapportées à la surface urbanisée est présenté dans le tableau 19. On constate ainsi que la prise en compte du taux d'urbanisation modifie encore fortement la hiérarchisation des formations géologiques.



N° ordre (573)	Codé	Nomenclature des formations géologiques	Noms des formations géologiques	Nombre de sinistres	% sinistres	Nombre de communes	Surfaces d'affaissements géologiques (km2)	% surfaces d'affaissements géologiques	Densité de sinistres pour 100 km2 de surfaces d'affaissement	Surfaces urbanisées (km2)	Densité de sinistres pour 100 km2 de surfaces d'affaissement urbanisées	Notes de sinistralité
15	e7G-MP		Marnes et marais du gypse, Marnes à Prokhorovka, Argiles	36	2,71	5	14,70	1,19	245	0,82	4 360	3
14	e7MS		Marnes argilo-sapropheuses, Marnes blanches de France, Marnes blanches d'Argenteuil	105	7,91	20	16,40	1,32	640	2,92	3 588	3
12	g1CS-CO		Calcaire de Bernouilly, Calcaire d'Osny	23	1,73	9	4,81	0,39	479	0,88	2 614	3
13	g1AVR		Argile verte de Romorantin	49	3,69	15	22,55	1,82	217	2,43	2 016	3
17	e7MP		Marnes à Prokhorovka, Lignites	240	18,07	19	31,90	2,57	752	12,61	1 903	3
15	e7G		Marnes et marais du gypse	252	18,98	19	44,90	3,62	561	15,45	1 631	2
2	CE		Calcaires jurassiques	234	17,62	16	61,35	4,94	381	14,56	1 807	2
11	g1NH		Marnes blanches	13	0,98	6	5,94	0,48	219	0,83	1 566	2
9	p1VMM		Argiles à nodules de Marnes	19	1,43	2	17,99	1,45	106	1,23	1 545	2
26	e4SS-FG-AP		Sables de Saucourt, Sables de Saucourt, Argile à plaque	42	3,16	3	26,19	2,11	180	3,47	1 210	2
20	e6CSO		Marnes calcaires de Saint-Denis, Sables de Montmorency, Calcaire de Duby, Sables d'Ézanville	143	10,77	15	69,16	5,57	207	15,06	950	2
10	g1SF		Sables de Fontainebleau	40	3,01	10	52,24	4,21	77	5,47	731	1
4	LP		Lignites des plateaux	63	4,74	5	234,07	18,88	27	8,77	718	1
1	X		Remblais	1	0,08	1	1,70	0,14	59	0,14	714	1
19	e6SM		Sables de Marines (e Sables de Marines), Sables de Charente	18	1,36	5	49,92	4,02	36	2,63	694	1
29	e6Bv4M		Grès barrois à silex	8	0,60	2	35,50	2,86	23	3,67	207	1
18	e6		Formations néoalpins indifférenciés	19	1,43	7	85,46	6,89	22	14,93	127	1
5	Fz		Alluvions récentes	10	0,75	4	75,50	6,08	13	9,57	104	1
21	e6SE-SA		Sables de Blagny, Sables d'Avully	9	0,68	7	115,87	9,34	8	11,56	78	1
24	e5CM-CSN-SG		Calcaire à Males, Calcaire et sable calcaire à Nummifères desargiles, Sable grossier	1	0,08	0	29,19	2,35	3	1,37	73	1
25	e4SC		Sables de Cuis	1	0,08	1	44,97	3,62	2	6,41	16	1
22	e5		Formations lutéocènes indifférenciés	2	0,15	1	145,18	11,70	1	13,03	15	1
3	U		Tufs (breccia)	0	0,00	0	0,10	0,01	0	0,06	0	1
6	FX / Fy / Fz-y		Alluvions anciennes de moyenne énergie, de basse énergie et indifférenciés	0	0,00	0	24,25	1,95	0	7,91	0	1
7	Fw		Alluvions anciennes de haute énergie	0	0,00	0	2,87	0,23	0	0,00	0	1
8	Rc		Argile à silex	0	0,00	0	10,63	0,87	0	0,21	0	1
23	e5MC		Calcaire à Protomella, Marnes calcaires, Calcaire à Cerithes, Banc vert	0	0,00	0	16,61	1,34	0	1,62	0	1
27	e3SB		Sables de Brecheux	0	0,00	0	0,53	0,04	0	0,03	0	1
28	e2CP		Calcaire post-thique	0	0,00	0	0,47	0,04	0	0,00	0	1
<b>TOTAL</b>				<b>1 328</b>	<b>100,00</b>		<b>1 241,13</b>	<b>100,00</b>		<b>157,63</b>		

Formation argileuse ou marnées retenue comme potentiellement susceptible au phénomène retrait-gonflement (19)

Tableau 19 - Nombre et densité de sinistres associés aux formations géologiques affleurant dans le département du Val-d'Oise (classement par densité de sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affaissement urbanisées)

Les 11 formations qui présentent la plus forte densité de sinistres (> 841, qui est la densité moyenne départementale), en tenant compte de la surface urbanisée, sont les suivantes :

- **Marnes et masses du gypse**, associées aux **Marnes à *Pholadomya ludensis*** (e7G-MP), avec 4 390 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Marnes supragypseuses** (e7MS), avec 3 596 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Calcaires de Sannois et Caillasse d'Orgemont** (g1CS-CO), avec 2 614 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Argile verte de Romainville** (g1AVR), avec 2 016 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Marnes à *Pholadomya ludensis*** (e7MP), avec 1 903 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Marnes**, associées aux **Masses du gypse** (e7G), avec 1 631 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Colluvions polygéniques** (CE), avec 1 607 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Marnes à huîtres** (g1MH), avec 1 566 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Argile à meulière de Montmorency** (p-IVAMM), avec 1 545 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique** (e4SS-FG-AP), avec 1 210 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée ;
- **Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ézanville** (e6CSO), avec 950 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée.

Le classement évolue donc de manière très significative. Ainsi, les Marnes et masses du gypse, associées aux Marnes à *Pholadomya ludensis*, qui se trouvaient en 9<sup>ème</sup> position (sur les 19 formations sélectionnées) en considérant les chiffres bruts de sinistres recensés (tabl. 17), est désormais à la 1<sup>ème</sup> place dans le classement par densité de sinistres rapportée à la surface d'affleurement urbanisée.



## 7. Élaboration de la carte de l'aléa

### 7.1. MÉTHODE DE CLASSIFICATION

Les chapitres précédents nous ont permis de passer en revue et de définir les caractéristiques des formations géologiques vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Cette caractérisation, essentiellement basée sur les aspects lithologiques, minéralogiques et géotechniques des formations affleurantes du département, a permis d'établir une carte de susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement.

L'élément de base utilisé pour élaborer la carte départementale de l'aléa est la carte de susceptibilité. Le passage de cette carte à la carte d'aléa (qui représente, rappelons-le, la probabilité d'occurrence du phénomène), se fait en intégrant la répartition géographique des sinistres recensés.

Le principe retenu consiste à hiérarchiser les formations argileuses ainsi identifiées, en prenant en compte à la fois leur plus ou moins grande susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement et la densité de sinistres. La règle adoptée pour prendre en compte ces deux critères (susceptibilité des formations et densité de sinistres) se veut à la fois simple et la plus représentative possible de la réalité observée.

Concernant la **susceptibilité** des formations argilo-marneuses identifiées, l'approche consiste à attribuer une note de 1 à 3, tel que défini au paragraphe 5.5 (tabl. 11). La répartition des notes est faite sur la base de la classification suivante :

- **note 1** : susceptibilité faible ;
- **note 2** : susceptibilité moyenne ;
- **note 3** : susceptibilité forte.

Concernant le **facteur densité de sinistres**, le critère utilisé est la **densité de sinistres rapportée à 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement urbanisée** (tabl. 19), puisqu'il s'agit a priori de l'élément le plus représentatif (en faisant abstraction des éventuels effets de pépite et de désert). Pour ce critère, les seuils sont définis à partir de la densité moyenne de sinistres qui, dans le Val-d'Oise est de 841 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée (1 328 sinistres recensés pour une superficie totale urbanisée de 157,83 km<sup>2</sup>). La classification se fait sur le principe suivant :

- **note 1** : moins de 841 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation ;
- **note 2** : entre 841 et 1 682 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation ;
- **note 3** : plus de 1 682 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation.

Les résultats de la classification figurent dans la colonne de droite du tableau 19.

## 7.2. DÉTERMINATION DU DEGRÉ D'ALÉA

Le **degré d'aléa** est obtenu en effectuant la somme des deux notes (susceptibilité et densité de sinistres) obtenues pour chaque formation, en affectant un poids double à la note de susceptibilité. De fait, l'indice obtenu est potentiellement compris **entre 3 et 9**.

Le choix d'attribuer un poids double à la note de susceptibilité est justifié par la multiplicité des critères (3) pris en compte pour sa détermination et par le fait que la note de sinistre est un critère discutable dont la valeur n'est générée qu'en partie (dans une proportion non quantifiable) par des sinistres dus à l'aléa sécheresse.

Le classement des formations potentiellement favorables à la présence d'argile gonflante se fait en fonction de l'indice d'aléa ainsi calculé. Trois niveaux d'aléa (faible, moyen et fort) ont été définis avec des niveaux de coupure choisis de façon à permettre une bonne discrimination des formations. Les coupures proposées sont les suivantes :

- **aléa fort** : indice d'aléa supérieur ou égal à 8 (valeurs possibles : 8 et 9) ;
- **aléa moyen** : indice d'aléa égal à 6 ou 7 ;
- **aléa faible** : indice d'aléa inférieur ou égal à 5 (valeurs possibles : 3, 4 et 5).

Sur les 19 formations argileuses ou marneuses sélectionnées dans le Val-d'Oise, ce calcul a permis d'obtenir le classement relatif final vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement (il est à noter que les formations géologiques considérées comme non argileuses sont classées en aléa nul). Le classement obtenu est indiqué dans le tableau 20. Il est le suivant :

- **4** formations sont caractérisées par un **aléa fort** ;
- **5** formations sont caractérisées par un **aléa moyen** ;
- **10** formations sont caractérisées par un **aléa faible**.

## 7.3. CARTE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT

La **carte départementale de l'aléa** a été tracée à partir de la carte d'interprétation des formations argileuses et marneuses, en attribuant à chacune des formations géologiques la classe d'aléa définie ci-dessus. Le résultat de cette carte est présenté sur la planche 4 à l'échelle 1/100 000.

Les formations argileuses ou marneuses sont représentées par trois couleurs (**jaune, orange, rouge**) selon leur degré d'aléa retrait-gonflement. Les surfaces de chacune des classes de formation ainsi identifiées ont été calculées et sont indiquées dans le tableau 21.

Les **zones blanches** de la carte correspondent aux formations à priori non argileuses, et donc théoriquement dépourvues de tout risque. Cependant, on ne peut exclure que ces formations soient recouvertes localement de placages d'altérations argileuses, peu épaisses, non représentés sur la carte géologique.

N° ordre strati.	Code	Notation des formations géologiques	Nom des formations géologiques	Indice d'aléa	Note d'aléa (= note de susceptibilité x 2 + note de sinistralité)	Note de susceptibilité	Note de sinistralité	Densité de sinistres pour 100 km <sup>2</sup> de surfaces d'affleurement urbanisées
14	108	e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	fort	9	3	3	3 596
13	171	g1AVR	Argile verte de Romainville	fort	9	3	3	2 016
12	136	g1MH	Marnes à huîtres	fort	8	3	2	1 566
26	107	e4SS-FG-AP	Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique	fort	8	3	2	1 210
15	190	e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	moyen	7	2	3	4 390
17	194	e7MP	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	moyen	7	2	3	1 903
16	193	e7G	Masses et marnes du gypse	moyen	6	2	2	1 631
2	3	CE	Colluvions polygéniques	moyen	6	2	2	1 607
9	130	p-IVAMM	Argile à meulière de Montmorency	moyen	6	2	2	1 545
12	144	g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgermont	faible	5	1	3	2 614
8	141	Rc	Argile à silex	faible	5	2	1	0
20	134	e6CSO	Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Montfontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	faible	4	1	2	950
4	184	LP	Limons des plateaux	faible	3	1	1	718
19	117	e6SM	Sables de Marines (Sables de Monceau), Sables de Cresnes	faible	3	1	1	684
18	140	e6	Formations marinésiennes indifférenciées	faible	3	1	1	127
5	101	Fz	Alluvions récentes	faible	3	1	1	104
21	174	e6SB-SA	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	faible	3	1	1	87
22	153	e5	Formations lutésiennes indifférenciées	faible	3	1	1	15
23	115	e5MC	Calcaire à Potamides, Marnes et caillasses, Calcaire à Cérthes, Banc vert	faible	3	1	1	0

Faible : Note finale < ou = 5 Moyen : Note finale = 6 ou 7 Fort : Note finale > ou = 8

99 **Tableau 20 - Classement relatif des formations argileuses ou marneuses vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement dans le Val-d'Oise**

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

N° ordre strati	Code	Notation des formations géologiques	Nom des formations géologiques	Indice d'aléa	Note finale	Surfaces d'affleurements des formations géologiques (km2)	% surfaces d'affleurements des formations géologiques
26	107	e4SS-FG-AP	Sables de Sinceny, Fausses glaises, Argile plastique	<b>fort</b>	<b>8</b>	26.19	2.11
13	171	g1AVR	Argile verte de Romainville	<b>fort</b>	<b>9</b>	22.55	1.82
14	108	e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	<b>fort</b>	<b>9</b>	16.40	1.32
11	136	g1MH	Marnes à huitres	<b>fort</b>	<b>8</b>	5.94	0.48
					<b>Total Fort</b>	<b>71.08</b>	<b>5.73</b>

2	3	CE	Colluvions polygéniques	<b>moyen</b>	<b>6</b>	61.35	4.94
16	193	e7G	Masses et marnes du gypse	<b>moyen</b>	<b>6</b>	44.90	3.62
17	194	e7MP	Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	<b>moyen</b>	<b>7</b>	31.90	2.57
9	130	p-IVAMM	Argile à meulière de Montmorency	<b>moyen</b>	<b>6</b>	17.99	1.45
15	190	e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	<b>moyen</b>	<b>7</b>	14.70	1.18
					<b>Total Moyen</b>	<b>170.84</b>	<b>13.76</b>

4	184	LP	Limons des plateaux	<b>faible</b>	<b>3</b>	234.07	18.86
22	153	e5	Formations lutéliennes indifférenciées	<b>faible</b>	<b>3</b>	145.16	11.70
21	174	e68B-SA	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	<b>faible</b>	<b>3</b>	115.87	9.34
18	140	e6	Formations marinésiennes indifférenciées	<b>faible</b>	<b>3</b>	85.46	6.89
5	101	Fz	Alluvions récentes	<b>faible</b>	<b>3</b>	75.50	6.08
20	134	e6CSO	Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	<b>faible</b>	<b>4</b>	69.16	5.57
19	117	e6SM	Sables de Marines (= Sables de Monceau), Sables de Cresnes	<b>faible</b>	<b>3</b>	49.92	4.02
23	115	e5MC	Calcaire à Potamides, Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes, Banc vert	<b>faible</b>	<b>3</b>	16.61	1.34
8	141	Rc	Argile à silex	<b>faible</b>	<b>5</b>	10.83	0.87
12	144	g1CS-CO	Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont	<b>faible</b>	<b>5</b>	4.81	0.39
					<b>Total Faible</b>	<b>807.40</b>	<b>65.05</b>

**Faible** : Note finale = 3, 4 ou 5    **Moyen** : Note finale = 6 ou 7    **Fort** : Note finale = 8 ou 9

**Formations non retenues comme étant sensibles au retrait-gonflement**

1	1	X	Remblais			1.70	0.14
3	23	U	Tufs (travertins)			0.10	0.01
6	232	Fx / Fy / Fx-y	Alluvions anciennes de moyenne terrasse, de basse terrasse et indifférenciées			24.25	1.95
7	110	Fw	Alluvions anciennes de haute terrasse			2.87	0.23
10	129	g1SF	Sables de Fontainebleau			52.24	4.21
24	187	e5CM-CSN-SG	Calcaire à Milloles, Calcaire et sable calcaire à Nummulites laevigatus, Sable grossier			29.19	2.35
25	104	e4SC	Sables de Cuise			44.97	3.62
27	4	e3SBr	Sables de Bracheux			0.53	0.04
28	126	e2CP	Calcaire pisolitique			0.47	0.04
29	167	c5Br/c4M	Craie blanche à silex			35.50	2.86
					<b>Total "Nul"</b>	<b>191.82</b>	<b>15.45</b>

<b>Total général</b>	<b>1 241.13</b>	<b>100</b>
----------------------	-----------------	------------

**Tableau 21 - Superficies comparées des terrains en fonction du degré de l'aléa retrait-gonflement dans le Val-d'Oise**

#### 7.4. SYNTHÈSE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX OU MARNEUX DANS LE VAL-D'OISE

Les surfaces d'affleurement des formations correspondant à chacun des trois niveaux d'aléa ont été calculées et sont indiquées dans le tableau 21. Sur une surface totale terrestre du département qui est de **1241,13 km<sup>2</sup>**, il résulte que :

- **5,73 %** du département est à classer en zone d'**aléa fort**. Ce niveau d'aléa s'applique à 2 formations ;
- **13,76 %** en zone d'**aléa moyen**. Ce niveau d'aléa s'applique à 7 formations ;
- **65,05 %** en zone d'**aléa faible**. Ce niveau d'aléa s'applique à 10 formations ;
- **15,45 %** de la surface du territoire n'est, a priori, **pas exposé au retrait-gonflement**. Cela concerne 10 formations.

Les surfaces concernées par ces quatre niveaux de susceptibilité sont indiquées ci-dessous (tabl. 22) :

	Surfaces concernées
Terrains à aléa fort	71,08
Terrains à aléa moyen	170,84
Terrains à aléa faible	807,40
Terrains à aléa, a priori, nul	191,82
<b>TOTAL surface (hors zones aquatiques)</b>	<b>1241,13 km<sup>2</sup></b>

**Tableau 22 - Évaluation des surfaces sensibles au retrait-gonflement dans le département du Val-d'Oise en fonction de l'indice d'aléa des formations géologiques**

Comparée à la carte de susceptibilité, la carte de l'aléa présente très peu de différences. En effet, les 4 formations géologiques, d'indice de susceptibilité fort (cf. tabl.12), se retrouvent également en indice d'aléa fort (cf. tabl. 20). Quant aux 6 formations géologiques, d'indice de susceptibilité moyen, 5 d'entre elles se retrouvent en indice d'aléa moyen. Seule, l'Argile à silex rejoint le groupe des formations classées en indice d'aléa faible, ceci du fait d'une très petite surface géologique urbanisée (0,21 km<sup>2</sup>) et d'une absence totale de sinistre sur cette surface.





## 8. Conclusions

L'objectif principal de cette étude était d'établir une carte départementale de l'aléa lié au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le Val-d'Oise, essentiellement basée sur une interprétation de la carte géologique et sur la synthèse d'un grand nombre d'informations sur la sensibilité de certaines formations argileuses ou marneuses du centre du bassin de Paris.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une méthodologie globale mise au point par le BRGM à la demande du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) et de la profession des assureurs. Cette démarche méthodologique, déjà validée dans une quinzaine de départements, dont l'Essonne, la Seine-Saint-Denis et le Val-de-Marne pour la région Île-de-France, devrait être appliquée à plus de trente départements français parmi les plus touchés par le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

La démarche retenue consiste tout d'abord en l'établissement d'une cartographie départementale interprétée des formations argileuses ou marneuses affleurantes à sub-affleurantes, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 et d'observations bibliographiques existantes. Sur les 29 formations géologiques identifiées à l'affleurement sur le territoire du Val-d'Oise, 19 ont été retenues comme étant argileuses ou marneuses, donc potentiellement sujettes au retrait-gonflement. Ces 19 formations, qui représentent 84,54 % de la superficie du département, supportent 1 277 sinistres, soit 96 % des 1 328 sinistres localisés.

Les formations ainsi identifiées, ont fait l'objet d'une hiérarchisation quant à leur susceptibilité supposée vis à vis du retrait-gonflement. Cette classification a été établie sur la base de leur nature lithologique et de deux caractéristiques principales quantifiables : la composition minéralogique de la phase argileuse (proportion de minéraux gonflants de type smectites et interstratifiés) et le comportement géotechnique (évalué principalement à partir de la valeur au Bleu de méthylène et de l'indice de plasticité du matériau)

D'autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement sont connus pour jouer un rôle dans la répartition de l'aléa. Certains, d'amplitude purement locale, tels que la végétation arborée, certaines actions anthropiques ou les défauts de fondation, ne peuvent être pris en compte à une échelle départementale, malgré leur importance souvent déterminante. D'autres, tels que le contexte hydrogéologique et la configuration topographique n'ont cependant pas été jugés suffisamment discriminants pour être pris en considération dans l'élaboration de la carte de l'aléa.

En définitive, la carte de l'aléa a été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses ou marneuses, après hiérarchisation de celles-ci en tenant compte non seulement de la susceptibilité des formations identifiées, mais aussi de la probabilité d'occurrence du phénomène. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des sinistres déjà enregistrés dans le département entre 1989 et 1998.

Au total, 1 328 sinistres ont ainsi été répertoriés et localisés, répartis sur 50 communes (sur les 185 que compte le Val-d'Oise) reconnues en état de catastrophe naturelle pour

des périodes comprises entre 1989 et 1998. Les formations géologiques concernées par ces sinistres ont été identifiées, ce qui a permis de calculer pour chaque formation une densité de sinistre, laquelle a été rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée afin de permettre des comparaisons fiables entre formations.

La carte de l'aléa, ainsi dessinée, distingue **trois classes d'aléa** (fort, moyen et faible) parmi les zones argileuses ou marneuses. Les autres secteurs sont considérés d'aléa a priori nul ; cependant, *il n'est pas totalement exclu que de petites zones – non identifiées sur les cartes géologiques actuellement disponibles et sur les documents consultés dans le cadre de cette étude – d'argiles altéritiques, en particulier, puissent exister localement dans ces secteurs, induisant potentiellement des sinistres.*

En définitive, sur les 1 241 km<sup>2</sup> de surface d'affleurements géologiques que compte le département du Val-d'Oise :

- **5,73 %** (soit environ 71 km<sup>2</sup>) ont été classés en **zone d'aléa fort** ;
- **13,76 %** (soit environ 171 km<sup>2</sup>) en **zone d'aléa moyen** ;
- **65,05 %** (soit environ 807 km<sup>2</sup>) en **zone d'aléa faible** ;
- **15,45 %** (soit environ 192 km<sup>2</sup>) de la surface sont considérés en **zone d'aléa nul à négligeable**, car correspondant à des formations géologiques a priori non argileuses.

Cependant, il n'est pas totalement exclu que cette zone d'aléa nul ne puisse renfermer des secteurs localisés dans lesquels affleurent ou sub-affleurent des placages d'argiles (altéritiques en particulier), induisant potentiellement des sinistres.

**Ont ainsi été considérées comme présentant un niveau d'aléa fort, 4 formations** parmi les 19 formations géologiques argileuses et marneuses qui affleurent sur le territoire du Val-d'Oise, à savoir, par ordre de surface d'affleurement décroissant :

- **Argile plastique et Fausses glaises sparnaciennes** (e4SS-FG-AP), dont les affleurements couvrent environ 26,19 km<sup>2</sup> ;
- **Argile verte de Romainville** (g1AVR), soit environ 22,55 km<sup>2</sup> ;
- **Marnes supragypseuses** (e7MS), soit environ 16,40 km<sup>2</sup> ;
- **Marnes à huîtres** (g1MH), soit environ 5,94 km<sup>2</sup>.

Ces 4 formations classées en aléa fort représentent à l'affleurement une surface totale estimée à moins de 6 % de la superficie urbanisée totale du département, alors qu'environ 16 % des sinistres recensés s'y sont produits (209 sur un total de 1 328).

Présentée à l'échelle 1/100 000, la carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du département du Val-d'Oise pourra servir de base à des actions d'information préventive dans les communes les plus touchées par le phénomène. Elle doit constituer le point de départ pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques naturels (PPR), en vue d'attirer l'attention des constructeurs et maîtres d'ouvrages sur la nécessité de respecter certaines règles constructives préventives dans les zones soumises à l'aléa retrait-gonflement.

Étant donné le degré de précision de cette cartographie, dont l'échelle de validité est le 1/50 000, il convient cependant d'insister sur l'importance d'une étude géotechnique de sol au niveau de la parcelle comme préalable à toute construction nouvelle dans les secteurs concernés par toutes les formations géologiques à aléa moyen à fort.



## 9. Bibliographie

- AFNOR (1993) – Mesure de la quantité et de l'activité de la fraction argileuse : détermination de la valeur de bleu de méthylène d'un sol par l'essai à la tache. Norme française NF P94-068.
- AFNOR (1995a) – Géotechnique. Essais de reconnaissance des sols. AFNOR, tome 1.
- AFNOR (1995b) – Essai de gonflement à l'œdomètre. Norme française XP P94-091.
- AFNOR (1997) – Essai de dessiccation : détermination conventionnelle de la limite de retrait sur le passant à 400 µm d'un matériau. Norme française XP P94-060-1.
- Alba J.-M., Dufor M. (1993) – Phénomènes de gonflement-retrait dans les sols marno-argileux. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Sols et Fondations*, 514.
- Amars S., Baguelin F., Canepa Y. (1987) – Influence de la nappe sur les paramètres mesurés des sols. 9<sup>e</sup> ECSMFE, 1, 3-5.
- Angulo R., Gaudet J.-P., Thony J.-L., Vauclin M. (1993) – Détermination expérimentale des caractéristiques hydrodynamiques d'un sol gonflant non saturé pour la modélisation des écoulements. *Rev. Fr. Géotech.*, 62, 49-57.
- Belantour N., Tacherifet S., Pakzad M. (1997) – Étude des comportements mécanique, thermo-mécanique et hydro-mécanique des argiles gonflantes et non gonflantes fortement compactées. *Revue Française de Géotechnique*, 78, 31-50.
- Blondeau (1993) – Gonflements de remblais. Utilisation de matériaux de démolition. *Sycodés Informations*, 21, 39-41.
- Bordes F. (1953) – Recherche sur les limons quaternaires du bassin de la Seine. Thèse Sciences, Paris, 356-383.
- BRGM (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. BRGM n° 101, 102, 103, publiés sous la direction de C. Mégnien.
- Broquet J.-F. (1976) – Contribution à la cartographie géotechnique de la ville de Paris. Le XIII<sup>e</sup> arrondissement. Thèse Doct. Ing. Univ. Paris VI, 197 p.
- Caillère S., Hénin, S., Rautureau M. (1989) – Les argiles. Éditions Septima, Paris.
- Carrière M., Chevalier M., Toulemont M., Verdier M. (1996) – Sécheresse et catastrophe naturelle. Aspects techniques, juridiques et administratifs. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'étude de l'École des Ponts, Paris, 11-12/12/1996.
- Cavelier Cl. (1967) – Carte géologique Creil à 1/50 000 (127) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 1<sup>re</sup> édit.

- Cavelier C., Damiani L. (1966) – Étude générale des gisements d'argile pour tuiles et briques du bassin de Paris, en vue de leur prospection. Rapport BRGM n° DS66.A20, février 1966.
- CEBTP, sous l'égide de l'AQC, l'APSAD, l'AFAC, la CCR et la FNB (1991) – Détermination des solutions adaptées à la réparation des désordres des bâtiments provoqués par la sécheresse. Guide pratique CEBTP, 3 fascicules.
- Chassagneux D., Stieljes L., Mouroux P., avec la coll. de Ducreux G.-H. (1995) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols (sécheresse/pluie) dans la région de Manosque (Alpes-de-Haute-Provence). Echelle communale et départementale. Approche méthodologique. Rapport BRGM R 38695.
- Chassagneux D., Stieljes L., Mouroux P., Ménillet F., Ducreux G.-H. (1996) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols (sécheresse-pluie) à l'échelle départementale. Approche méthodologique dans les Alpes de Haute-Provence. Rapport BRGM n° R 39218, 33 p., 6 fig., 1 tabl., 4 ann., 1 pl. hors-texte.
- Chassagneux D., Meisina C., Vincent M., Ménillet F., Baudu R. (1998) – Guide synthétique pour la prise en compte de l'aléa retrait-gonflement à l'échelle nationale. Rapport BRGM n° R 40355, 33 p., 6 fig., 1 tabl., 1 ann., 1 pl. hors-texte.
- Châteauneuf J.-J., Trauth N. (1972) – Palynologie, composants minéralogiques majeurs et phase argileuse des Marnes bleues d'Argenteuil. Contribution à la reconstruction du milieu de dépôt. Mém. BRGM, 77, 329-336.
- Choisnel E., Noilhan J. (1995) – La prévention des sécheresses. *La Recherche*, 272, vol. 26, 34-40.
- Coquet Y. (1995) – Étude *in situ* des phénomènes de retrait-gonflement des sols. Application à deux sols tropicaux peu gonflants. Thèse Université d'Orléans.
- Cui M. (1996) – Les apports de la mécanique des sols non saturés. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'étude de l'École des Ponts, Paris, 11-12/12/1996.
- Dewolf Y., Mathieu C., Callot G. (1983) – Les argiles à silex du bassin de Paris. Nouvelle mise au point. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), t. XXV, n° 1, 25-29.
- Diffre Ph. et coll. (1980) – Carte géologique Paris à 1/25 000 et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- Donsimoni M., Clozier L., Vincent M., avec la collab. de Motteau M., Gallas J.-C., (2001) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Seine-Saint-Denis. BRGM/RP-51198-FR, 125 p., 7 fig., 13 tabl., 2 ann., 5 planches h.-t.
- Donsimoni M., avec la collab. de Clozier L., Motteau M., Vincent M. (2003) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département du Val-de-Marne. BRGM/RP-52224-FR, 133 p., 5 fig., 16 tabl., 2 ann., 4 pl. h.-t.

- Douillet P., Nicolas J., Pomerol C. (1967) – Étude minéralogique d'argiles d'altération du bassin de Paris. Problèmes de détermination. *In* : Colloque sur les argiles à silex du bassin de Paris, 1966, *Soc. Géol. Fr.*, mém. H. s. n° 4, 15-19.
- Driscoll R. (1983) – The influence of vegetation on the swelling and shrinking of clay soils in Britain. *Geotechnique*. Vol. XXXIII, pp. 93-105.
- Exbrayat L. (2001) – Dispositions constructives de nature à prévenir et/ou supprimer les effets de la dessiccation/réhydratation des sols - évaluation des coûts - SOLEN GEOTECHNIQUE n°G01339GT.
- Fayolle M. (1979) – Caractérisation analytique d'un profil d'argile à silex de l'ouest du bassin de Paris. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Paris VII, pédologie, 153 p.
- Feugueur L. (1967) – Carte géologique Pontoise à 1/50 000 (152) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 2<sup>e</sup> édit.
- Feugueur L., Wyns R. (1979) – Carte géologique Méru à 1/50 000 (126) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 2<sup>e</sup> édit.
- Filliat G. (1981) – La pratique des sols et fondations. Éditions du Moniteur, Paris.
- Flavigny E. (1992) – Discussion de l'article « Retrait-gonflement des argiles, proposition de méthodologie ». *Revue française de Géotechnique*, n° 57, 59, 75-78.
- Gillot J.-S. (1987) – Clay in engineering geology. *Elsevier, Developments in Geological Engineering*, 41, Elsevier Publishing Company, p. 469.
- Grisoni J.-C. (1974) – Argiles à meulrières de Brie sur le plateau d'Evry. *Bull. Liaison Lab. P. et Ch.*, 70, 57-72.
- Grisoni J.-C. (1979) – Argiles à meulrières et Calcaire de Beauce en Hurepoix. Rapport de recherche LPC n° 87, juillet 1979.
- Grisoni J.-C. (1981) – Argiles à meulrières et calcaires de Beauce sur le plateau de Trappes. *In* : Dewolf *et al.*, Évolution géodynamique de la surface occidentale du bassin de Paris. *Bull. Ass. Géol. Bass. Paris*, 18, 3, 16-18 bis.
- Habib P. (1992) – Les sécheresses de 1989 et 1990. *Revue française de Géotechnique*, n° 58, 7-30.
- Havard M. (1996) – Travaux de terrassements et ouvrages en terre. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'Étude de l'École des Ponts, Paris, 11/12/1996.
- Hirschauer A. (1991) – Les bassins de retenue d'eaux pluviales du Val-d'Oise : Incidences de leur environnement géotechnique sur leur conception. Mémoire diplôme ingénieur CNAM, Paris, 244 p.
- Holtz W.G. (1983) – The influence of vegetation on the swelling and shrinking of clays in the United States of America. *Geotechnique*. Vol. XXXIII, pp. 159-163.



- IAURIF (1990) – Les matériaux de carrières de l'Île-de-France. Éléments pour un schéma régional d'exploitation. Rapport D8-293, novembre 1990.
- Kert C. (1999) – Les techniques de prévision et de prévention des risques naturels en France. Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N° 1540, *Assemblée Nationale*, n° 312 Sénat, avril 1999.
- Kuntz G., Wyns R. (1976) – Carte géologique Gisors à 1/50 000 (125) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 1<sup>re</sup> édit.
- Labourguigne J. (1971) – Carte géologique Dammartin-en-Goële à 1/50 000 (154) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 2<sup>e</sup> édit.
- Lautrin D. (1989) – Utilisation pratique des paramètres dérivés de l'essai au bleu de méthylène dans les projets de génie civil. *Bull. Liaison Labo. P. et Ch.*, 160, 29-41.
- LCPC (1979) – L'essai au bleu de méthylène. Avant-projet de mode opératoire. Doc. Dép. de Géotechnique du LCPC, 16 p.
- Lucas J., Trauth N., Thiry M. (1974) – Les minéraux argileux des sédiments paléogènes du bassin de Paris. Evolution des smectites et des interstratifiés. *Bull. Gr. Fr. argiles*, 26, 245-262.
- Madiou H., Lechani M., Hannachi N. (1997) – Patholex : un système expert pour la pathologie dans la construction. Le cas de la sécheresse. *Sécheresse*, n° 3, 8, 201-206.
- Madsen M.T., Müller-Vonmoos M. (1989) – The swelling behaviour of clays. *Applied Clay Science*, n° 4, 143-156. Elsevier Science Publishers.
- Magnan D. (1993) – Caractérisation in-situ des sols gonflants : l'essai expansol. *Thèse de doctorat Univ. Joseph Fourier*, Grenoble 1.
- Magnan J.-P., Youssefian G. (1989) – Essai au bleu de méthylène et classification géotechnique des sols. *Bull. Liaison Lab. P. et Ch.*, 159, 93-
- Mariotti M. (1976) – Le gonflement des sols argileux surconsolidés (aspects du phénomène, influence sur les structures, précautions à envisager). *Mines et Géologie*, 39, 13-28.
- Martin P. (1998) – Ces risques que l'on dit naturels. Éditions EDISUD, 256 p.
- Mastchenko A. (2001) – Sécheresse et sols argileux. Projet industriel Alpha Sol. Ecole des Mines d'Alès, 74p., 9 ann.
- Mégnien F., Berger G. (1991) – Carte géologique L'Isle-Adam à 1/50 000 (153) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 3<sup>e</sup> édit.

- Meisina C. (1997) – Intégration des phénomènes de retrait-gonflement à la base de données nationale sur les mouvements de terrain (BDMVT). Cahier des charges. Note technique BRGM SGN/UPE/RNG, n° NT 97.012.
- Meisina C. (1998) – Cartographie d'aléa retrait/gonflement des sols argileux. Proposition de méthodologie. Rapport post-doctorat, BRGM Risques Naturels, Marseille.
- Meisina C., Chassagneux D., Leroi E., Mouroux P. (1998a) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. Proposition de méthodologie. Article et présentation au 8<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement.
- Meisina C., Chassagneux D., Leroi E., Mouroux P. (1998b) – Projet de développement sur la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. Proposition de méthodologie. Rapport BRGM.
- Ménillet F. (1993) – Les meulière du Bassin de Paris (France) et les faciès associés. Rôle des altérations supergènes néogènes à quaternaire ancien dans leur genèse. *Document BRGM* n° 22, 425 p.
- Millot G. (1964) – Géologie des argiles. Édit. Masson, Paris, 499 p.
- Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Délégation aux Risques majeurs (1993) – Sécheresse et Construction. Guide de Prévention. Edit. La Documentation française, Paris.
- Mouroux P., Margron P., Pinte J.C. (1988) – La construction économique sur sols gonflants. Édition BRGM, Manuels et Méthodes n° 14.
- Noel C. (1991) – Tassement de sols d'assise de fondations consécutifs à la sécheresse. L'expertise dans le cadre de la garantie « catastrophes naturelles ». SNEIC-INFO, 4.
- Norie A., Vincent M. (2000) – Établissement de plan de prévention des risques naturels prévisibles : « Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait gonflement des sols argileux : approche méthodologique dans le département des Deux-Sèvres » - Rapport BRGM/RP-50591-FR, 14 p., 4 fig., 4 ann.
- Parcevaux P. (1980) – Étude microscopique et macroscopique du gonflement de sols argileux. Thèse de doctorat Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 266 p.
- Pejon O.-J., Le Roux A. et Guignard D. (1997) – Comportement à l'eau des roches argilo-marneuses, suivi du gonflement, importance de la minéralogie et des textures. *Bull. Int. Eng. Géol.*, 55, 105-119.
- Philipponnat G. (1991) – Retrait-gonflement des argiles, proposition de méthodologie. *Revue française de géotechnique*, n° 57, 5-22.

- Philipponnat G. (1978) – Désordres dus à la présence de sols gonflants dans la région parisienne. *Annales de l'ITBT*, n° 364, série sols et fondations.
- Philipponnat G. (1987) – Sols expansifs en France. Identification et recommandations pour les fondations. 6<sup>e</sup> Int. Conf. Exp. Soils, 7-10, New Delhi.
- Piantone P. (1986) – Minéralogie et cristallographie des phyllosilicates : application à l'étude des altérations hydrothermales. Rap. BRGM 86 DAM 019 GMX, 61 p.
- Platel J.-P., Lescure F., Vincent M., Norie A. (2001) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Dordogne. BRGM/RP-51266-FR.
- Pomerol C. (1967) – Les minéraux argileux dans le Tertiaire du Bassin de Paris. Problème d'origine et de genèse. *Bull. du Groupe Français des Argiles*, 19, 1, 115-123.
- Pomerol C., Rivelines-Baver J. (1967) – Mode de gisement, nature et origine d'argiles à silex, et d'argiles d'altération, du bassin de Paris. In : Colloque sur les argiles à silex du bassin de Paris, Paris, 1966. Soc. Géol. Fr., Mém. H.s., n° 4, pp. 65-72.
- Pomerol Ch., Michel J.-P., Wyns R. (1974) – Carte géologique Mantes-la-Jolie à 1/50 000 (151) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 1<sup>re</sup> édit.
- Prévôt J. (1975) – Les meulrières du sud de la région parisienne. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Paris VI, et rapport de recherche LPC, n° 51.
- Prian J.-P., Donsimoni M., Vincent M. avec la collab. de Denis L., Gallas J.-C., Marty F., Motteau M. (2000) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Essonne. BRGM/RP-50376-FR, septembre 2000, 273 p., 32 fig., 11 tabl., 6 ann., 3 cartes h.-t.
- Prost A. (1962) – Étude sédimentologique du Sannoisien continental de l'Île-de-France. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Paris, 65 p.
- Ravina I. (1983) – The influence of vegetation on moisture and volume changes. *Geotechnique*. Vol. XXXIII, pp. 151-157.
- Richards B.G., Peter P., Emerson W.W. (1983) – The effects of vegetation on the swelling and shrinking of soils in Australia. *Geotechnique*. Vol. XXXIII, pp. 127-139.
- Robinet J.-C., Pakzad M., Plas F. (1994) – Un modèle rhéologique pour les argiles gonflantes. *Rev. Fr. Géotech.*, 67, 57-67.
- Schaeffner M. (1989) – Introduction de la valeur de bleu de méthylène d'un sol dans la classification des sols. Recommandation pour les terrassements routiers. *Bull. Liaison Lab. P. et Ch.*, 163, 9-16.

- Scherer M. (1996) – Bilan des périodes récentes de sécheresse en France. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'étude de l'École des Ponts, Paris, 11-12/12/1996.
- Serratrice J.-F., Soyez B. (1996) – Les essais de gonflement. *Bulletin des laboratoires des Ponts et Chaussées*, 204, 65-85.
- Soyer R. (1955a) – Les Marnes à *Pholadomya ludensis* à Arcueil et L'Hay-les-Roses, fossilifères à la Croix de Berny. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 13, 272-274.
- Soyer R. (1955b) – Carte géologique Paris à 1/50 000 (183) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 1<sup>re</sup> édit.
- Soyer R. (1966) – Carte géologique Paris à 1/50 000 (183) et notice explicative. Édition BRGM, Orléans, 2<sup>ème</sup> édit.
- Taibi S. (1994) – Comportement mécanique et hydraulique des sols partiellement saturés. Thèse de doctorat, École Centrale, Paris.
- Taylor R.K., Smith T. J. (1986) – The engineering geology of clay minerals : swelling, shrinking and mudrock breakdown. *Clays Minerals*, n° 21, 235-260.
- Tessier D. (1990) – Organisation des matériaux argileux en relation avec leur comportement hydrique. *In* « Matériaux argileux : structure, propriétés et applications », Édité. A. Decarreau.
- Toulemont M. (1996) – Bilan des dommages dus à la sécheresse comme catastrophe naturelle. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'étude de l'École des Ponts, Paris, 11-12/12/1996.
- Toulemont M., Cojean R., Faccendini J.P. (1994) – Cartographie prévisionnelle des sols sensibles à la sécheresse : un outil d'information préventive. *Mappemonde*, 4, 2-4.
- Triki R., Thiry M., Trauth N., Eberhart J.P. (1973) - Mis en évidence d'interstratifiés du type kaolinite-montmorillonite dans les argiles du Bassin parisien. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 276, série D, 881-884.
- Tran Ngoc Lan (1977) – Un nouvel essai d'identification des sols : l'essai au bleu de méthylène. *Bull. Liaison Labo. P. et Ch.*, 88, 136-137.
- Vandageon P. (1992) – Exemples de sinistres en région parisienne. *Revue Française de Géotech.*, 58, 7-14.
- Vincent M. (2002) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. *Géologues* (Revue officielle de l'Union Française des Géologues), n° 132, mars 2002, pp. 90-92.

- Vincent M., Bouchut J. (2002) – Établissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de la Seine-Saint-Denis. Rapport BRGM/RP-51500-FR, 15 p., 2 fig., 3 ann., 1 CD-Rom.
- Vincent M., Le Nindre Y.-M., Meisina C., Chassignol A.L. (1998) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Deux-Sèvres. Rapport BRGM n° R 39967, 89 p., 14 fig., 13 tab., 6 ann., 2 cartes hors-texte.
- Vincent M. avec la collaboration de Imbault M. et Asfirane F. (2003) – Établissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Essonne. Rapport BRGM/RP-52199-FR, 15 p., 2 fig., 3 ann., 1 CD-Rom.
- Vincent M. avec la collaboration de Imbault M. et Donsimoni M. (2003) – Établissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département du Val-de-Marne. Rapport BRGM/RP-52494-FR, 14 p., 2 fig., 1 ann., 1 CD-Rom.
- Voltz M., Cabidoche Y.-M. (1987) – Sur le retrait macroscopique d'un sol argileux gonflant. Modèle de relation entre le retrait vertical et les variations de teneur en eau. Vérification expérimentale du modèle. *C.R. Acad. Fr.*, t. 305, série II, 511-516.
- Waschkoski (1999) – Expertises géotechniques « sécheresse 1990 » en vue d'une reconnaissance de catastrophe naturelle. *Géo.*, pp. 38-39.
- Wyles R. (1983) – The legal aspects of the influence of vegetation on the swelling and shrinking of clays. *Geotechnique. Vol. XXXIII*, pp. 87-91.

## ***Annexe 1 - Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles***

Le terme argile désigne à la fois une classe granulométrique ( $< 2 \mu\text{m}$ ) et une nature minéralogique correspondant à la famille des phyllosilicates.

Dans le cadre de cette étude, on s'intéressera essentiellement à la composante argileuse qui constitue les formations géologiques argileuses et/ou marneuses, affleurantes à sub-affleurantes. Dans cette approche géologique, on considère que celles-ci constituent les sols argileux. Cette approche est différente de celle consistant à prendre en compte les sols argileux s.s. dérivant de processus pédogénétiques superficiels complexes.

À l'échelle microscopique, les minéraux argileux se caractérisent par une structure minéralogique en feuillets. Ceux-ci sont constitués d'un assemblage de silicates ( $\text{SiO}_3$ ) et d'aluminates ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) entre lesquels viennent s'interposer des molécules d'eau. La majorité des minéraux argileux appartient à la famille des phyllosilicates 2:1 (deux couches tétraédriques encadrant une couche octaédrique). La structure des assemblages cristallins est variable selon le type d'argile. Certains d'entre eux, telle que la montmorillonite, présentent des liaisons faibles entre feuillets, ce qui permet l'acquisition ou le départ de molécules d'eau.

L'hydratation des cations situés à la surface des feuillets provoque leur élargissement, ce qui se traduit par une augmentation du volume du minéral. C'est le phénomène de gonflement intracristallin ou interfoliaire. Le gonflement est lié au phénomène d'adsorption d'eau sur les sites hydrophiles de l'argile.

Ce processus est réversible. Un départ d'eau entraîne une diminution du volume du minéral, mais la liaison entre l'eau et les feuillets est forte. C'est le phénomène de retrait.

Les phénomènes de retrait-gonflement s'expriment préférentiellement dans les minéraux argileux appartenant au groupe des smectites (montmorillonite, beidellite, nontronite, saponite, hectorite, sauconite) et dans une moindre mesure au groupe des interstratifiés (alternance plus ou moins régulière de feuillets de natures différentes ; par exemple illite – montmorillonite).

À l'échelle macroscopique, ces micro-agrégats de feuillets s'organisent en assemblages plus ou moins anisotropes et cohérents, en fonction de la forme des particules élémentaires qui les composent, et en fonction de la force des liaisons entre particules. Ces dernières sont assurées par des molécules d'eau intercalées. Ce mode d'assemblage, qui définit la texture du « sol argileux » dépend de la nature minéralogique des argiles, du mode de sédimentation et de l'état de consolidation du matériau. En particulier, une argile vasarde ne présentera pas la même texture – et donc pas la même cohésion – qu'une argile surconsolidée, par exemple à la suite d'un enfouissement à grande profondeur.

À cette échelle, la variation de teneur en eau dans le sol se traduit également par des variations de volume du matériau. On parle alors de gonflement interparticulaire. Ce phénomène affecte toutes les argiles, mais son amplitude est nettement plus faible que le gonflement interfoliaire (qui n'affecte que certaines argiles).

Les sols argileux se caractérisent donc par une grande influence de la teneur en eau sur leur comportement mécanique. En géotechnique, on identifie d'ailleurs les

différents types de sols argileux sur la base de ce critère. Pour cela on détermine les teneurs en eau (dites limites d'Atterberg) à partir desquelles le comportement du matériau se modifie. Atterberg, puis par la suite Casagrande, ont défini de façon conventionnelle, à partir de la teneur en eau, les limites de divers états de consistance d'un sol donné :

- la **limite de liquidité  $W_L$**  sépare l'état liquide de l'état solide ; elle correspond à la teneur en eau à partir de laquelle l'argile commence à s'écouler sous son poids propre ;
- la **limite de plasticité  $W_P$**  sépare l'état plastique de l'état solide (avec retrait) ; elle correspond à la teneur en eau en deçà de laquelle l'argile ne peut plus se déformer sans microfissuration.

L'étendue du domaine plastique compris en ces deux valeurs est dénommée indice de plasticité :  $I_P = W_L - W_P$ ). Elle représente l'aptitude de l'argile à acquérir de l'eau.

- la **limite de retrait  $W_R$**  : lorsque la teneur en eau diminue en dessous de  $W_P$ , le volume de sol argileux se réduit progressivement, mais le matériau reste saturé en eau jusqu'à une valeur dite limite de retrait qui sépare l'état solide avec retrait de l'état solide sans retrait.

À partir de ce stade, si la dessiccation se poursuit, elle se traduit par une fissuration du matériau. En cas de réhydratation de l'argile, l'eau pourra circuler rapidement dans ces fissures. Au-delà de  $W_R$ , l'arrivée d'eau s'accompagnera d'une augmentation de volume, proportionnelle au volume d'eau supplémentaire incorporé dans la structure.

Les limites d'Atterberg, qui sont des teneurs en eau particulières, s'expriment, comme la teneur en eau  $W$ , en %.

Les phénomènes de retrait (liés à une diminution de volume du matériau qui se traduit, verticalement par un tassement, et horizontalement par une fissuration), et de gonflement (liés à une augmentation de volume), sont donc essentiellement causés par des variations de teneur en eau. En réalité, cependant, le phénomène est aussi régi par des variations de l'état de contrainte, et plus précisément par l'apparition de pressions interstitielles négatives.

Dans le cas d'un sol saturé, la contrainte verticale totale, qui règne dans le sol à une profondeur donnée, est la somme de la pression interstitielle due à l'eau et d'une contrainte dite effective qui régit le comportement de la phase solide du sol (pression intergranulaire). La contrainte totale est constante puisque liée à la charge exercée par les terrains sus-jacents (augmentée éventuellement d'une surcharge due, par exemple, à la présence d'une construction en surface). L'apparition d'une pression interstitielle négative, appelée succion, se traduit donc par une augmentation de la contrainte effective (c'est-à-dire une consolidation du squelette granulaire) et une expulsion d'eau. Un sol argileux situé au-dessus du niveau de la nappe, et qui est saturé, est ainsi soumis à une pression de succion qui lui permet d'aspirer l'eau de la nappe, par capillarité, et de maintenir son état de saturation. Cette pression de succion peut atteindre des valeurs très élevées à la surface du sol, surtout si celle-ci est soumise à une évaporation intense.





**Annexe 2 - Résultats des essais géotechniques  
et minéralogiques effectués au BRGM sur les  
échantillons prélevés dans la carrière de  
Cormeilles-en-Parisis et sur le coteau de  
La Frette-sur-Seine (avril 2004)**

## 1. ÉCHANTILLONNAGE

### **Carrière de gypse de Cormeilles-en-Parisis (95)**

Échantillon 1 : Marnes à lucines (calcaire argileux)

Échantillon 2 : Marnes intercalaires au pied de la Deuxième Masse du gypse (marne)

Échantillon 3 : Marnes d'entre-deux-masses, partie inférieure (calcaire argileux)

Échantillon 4 : Marnes d'entre-deux-masses, partie moyenne (marne, faciès plus calcaire)

Échantillon 5 : Marnes blanches de Pantin (calcaire argileux)

Échantillon 6 : Argile verte de Romainville, partie supérieure (calcaire argileux)

Échantillon 7 : Argile verte de Romainville, partie moyenne (argile calcareuse)

Échantillon 8 : Marnes à huîtres, partie moyenne (argile calcareuse)

Échantillon 9 : Marnes à huîtres, partie supérieure (argile calcareuse)

Échantillon 10 : Calcaire de Brie

Échantillon 11 : Argile verte de Romainville, 1,5 m en dessous du toit (argile calcareuse)

Échantillon 12 : Marnes blanches de Pantin, partie inférieure (calcaire argileux)

Échantillon 13 : Marnes bleues d'Argenteuil, partie moyenne-supérieure, 4 m en dessous du toit (marne)

Échantillon 14 : Marnes bleues d'Argenteuil, partie inférieure, 1,8 m au dessus de la Première masse du gypse (marne)

Échantillon 15 : Limons des plateaux

### **Coteau de La Frette-sur-Seine (95)**

Échantillon 16 : Sables de Beauchamp

Échantillon 17 : Marno-calcaire de Saint-Ouen

Échantillon 18 : colluvions (situés au dessus du marno-calcaire de Saint-Ouen)

Échantillon 19 : Sables de Monceau

Échantillon 20 : Argile à silex (argile calcareuse)

## 2. ESSAIS DE DIFFRACTOMÉTRIE AUX RAYONS X.

### 2.1. Nature de l'essai

La fraction phylliteuse des échantillons est déterminée par diffractométrie des rayons X à partir de lames orientées normales, glycolées pendant 12 heures en tension de vapeur puis chauffées à 490°C pendant 4 heures. Les proportions sont estimées à partir de l'aire des pics. Il faut bien tenir compte que les pourcentages indiqués sont des valeurs relatives des phases phylliteuses présentes dans la fraction dite « < 2 microns » de l'échantillon.

## 2.2. Appareillage et conditions expérimentales

Appareillage : Diffractomètre SIEMENS D5000 automatisé

Conditions expérimentales :

Balayage de 2 à 36°2?

Vitesse de balayage de 0,02°2?/seconde

Temps de comptage : 1 seconde par pas

Échantillon fixe

Traitement des diagrammes : Logiciel DIFFRAC<sup>plus</sup>

## 2.3. Résultats d'analyse

### ***Échantillon 1 : Marnes à lucines (calcaire argileux)***

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

illite/micas ~ 100%

NB : présence de gypse dans cet échantillon

### ***Échantillon 2 : Marnes intercalaires au pied de la Deuxième Masse du gypse (marne)***

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 67%

palygorskite (= attapulgite) ~ 33%

### ***Échantillon 3 : Marnes d'entre-deux-masses, partie inférieure (calcaire argileux)***

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

sépiolite ~ 99%

illite/micas possible ~ 1%

### ***Échantillon 4 : Marnes d'entre-deux-masses, partie moyenne (marne, faciès plus calcaire)***

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 47%  
sépiolite ~ 23%  
palygorskite (= attapulgite) +/- illite/micas ~ 30%

**Échantillon 5 : Marnes blanches de Pantin (calcaire argileux)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

sépiolite ~ 77%  
illite/micas ~ 23%

**Échantillon 6 : Argile verte de Romainville, partie supérieure (calcaire argileux)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

kaolinite ~ 4%  
illite/micas ~ 96%

**Échantillon 7 : Argile verte de Romainville, partie moyenne (argile calcaireuse)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

vermiculite possible ~ 2%  
illite/micas ~ 78%  
kaolinite ~ 20%

**Échantillon 8 : Marnes à huîtres, partie moyenne (argile calcaireuse)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 47%  
palygorskite (= attapulgite) et illite/micas ~ 44%  
kaolinite ~ 9% (dont chlorite probable)

**Échantillon 9 : Marnes à huîtres, partie supérieure (argile calcaireuse)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 39%  
illite/micas ~ 29%  
kaolinite ~ 32%

**Échantillon 10 : Calcaire de Brie**

Pas de phase phylliteuse observée dans cet échantillon.

*NB* : présence de gypse dans cet échantillon.

**Échantillon 11 : Argile verte de Romainville, 1,5 m en dessous du toit (argile calcareuse)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite possible ~ 2%  
illite/micas ~ 85%  
kaolinite ~ 13%

**Échantillon 12 : Marnes blanches de Pantin, partie inférieure (calcaire argileux)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 63%  
illite/micas ~ 35%  
kaolinite ~ 2%

**Échantillon 13 : Marnes bleues d'Argenteuil, partie moyenne-supérieure, 4 m en dessous du toit (marne)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 58%  
illite/micas ~ 36%  
kaolinite ~ 6%

**Échantillon 14 : Marnes bleues d'Argenteuil, partie inférieure, 1,8 m au-dessus de la Première Masse du gypse (marne)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 80%  
illite/micas ~ 17%  
kaolinite ~ 3%

**Échantillon 20 : Argile à silex (argile calcareuse)**

La phase phylliteuse présente dans cet échantillon est représentée par (sur base 100) :

smectite ~ 98%  
illite/micas ~ 2%

**2. DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE BLEU DE MÉTHYLÈNE (VB) D'UN SOL PAR ESSAI À LA TÂCHE**

**2.1. Préparation des échantillons**

Avant l'essai d'absorption, l'échantillon est dispersé dans de l'eau additionnée de 10 % d'eau oxygénée, puis laissée au repos au moins 12 heures.

**2.2. Résultats des déterminations de la valeur de bleu de méthylène**

Référence échantillons	VBS en g de bleu /100g de matériau
01	0,2
02	5,8
03	2,8
04	6,7
05	3,2
06	2,1
07	7,3
08	6,7
09	6,1
10	0,2

Référence échantillons	VBS en g de bleu /100g de matériau
11	7,0
12	4,2
13	4,6
14	7,4
15	1,2
16	0,3
17	0,8
18	1,4
19	1,2
20	5,7

### 3. TENEUR EN CARBONATES TOTAUX (MODE OPÉRATOIRE BRGM MO 089)

Mesures effectuées sur une prise d'essai d'environ 100 g, avec dissolution des carbonates (calcite et dolomite) par attaque ménagée à l'acide chlorhydrique dilué (environ 10 %).

Références échantillon	Teneur en Carbonate total %
01	78,51
02	58,14
03	70,63
04	57,13
05	75,69
06	77,79
07	15,25
08	14,11
09	34,20
10	23,58

Références échantillon	Teneur en Carbonate total %
11	18,80
12	69,54
13	63,50
14	48,81
15	0,00
16	3,46
17	86,17
18	33,04
19	28,45
20	25,98





**Annexe 3 - Liste des 50 communes\* ayant  
bénéficié d'un arrêté interministériel portant  
constatation de l'état de catastrophe naturelle au  
titre de mouvements de terrain différentiels  
consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation  
des sols dans le département du Val- d'Oise,  
entre le 04-12-1990 et le 27-12-2000**

(\*Source : Préfecture du Val-d'Oise ;  
Mise à jour : avril 2003 et juillet 2004 ;  
Transmis au BRGM en avril 2003 et juillet 2004)



N° ordre	Communes	Périodes de constatation	Arrêté du	Journal Officiel du
1	<b>ARGENTEUIL</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Janvier 1997 Février 1997 à Décembre 1997	10.06.1991 03.11.1997 27.12.2000	19.07.1991 16.11.1997 29.12.2000
2	<b>ANDILLY</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
3	<b>BAILLET-EN-FRANCE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Sept. 1998	10.06.1991 23.02.1999	19.07.1991 10.03.1999
4	<b>BEAUMONT-SUR-OISE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 12.03.1998	19.07.1991 28.03.1998
5	<b>BELLOY-EN-FRANCE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
6	<b>BESSANCOURT</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Février 1997	01.04.1992 03.11.1997	03.04.1992 16.11.1997
7	<b>BOUFFEMONT</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
8	<b>CERGY</b>	Janvier 1991 à Sept. 1996 Octobre 1996 à Déc. 1997	08.07.1997 27.12.2000	19.07.1997 29.12.2000
9	<b>COURDIMANCHE</b>	Janvier 1996 à Janvier 1997 Février 1997 à Septembre 1997	03.11.1997 15.07.1998	16.11.1997 29.07.1998
10	<b>CORMEILLES-EN-PARISIS</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 12.03.1998	19.07.1991 28.03.1998
11	<b>DEUIL-LA-BARRE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997 Avril 1997 à Septembre 1998	10.06.1991 08.07.1997 23.02.1999	19.07.1991 19.07.1997 10.03.1999
12	<b>DOMONT</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	01.04.1992	03.04.1992
13	<b>EAUBONNE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 09.04.1998	19.07.1991 23.04.1998
14	<b>ECOUEN</b>	Janvier 1997 à Sept. 1998	23.02.1999	10.03.1999
15	<b>ENGHIEN-LES-BAINS</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Sept. 1998 Octobre à Décembre 1997	01.04.1992 15.07.1998 27.12.2000	03.04.1992 29.07.1998 29.12.2000
16	<b>EPIAIS-RHUS</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 12.03.1998	19.07.1991 28.03.1998
17	<b>EZANVILLE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 09.04.1998	19.07.1991 23.04.1998
18	<b>ERMONT</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 09.04.1998	19.07.1991 23.04.1998
19	<b>FRANCONVILLE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Octobre 1993 Novembre 1993 à Janvier 1997 Février 1997 à Décembre 1997	10.06.1991 08.09.1994 03.11.1997 27.12.2000	19.07.1991 25.09.1994 16.11.1997 29.12.2000
20	<b>FREPILLON</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997 Avril à Décembre 1997	10.06.1991 12.03.1998 27.12.2000	19.07.1991 28.03.1998 29.12.2000

<b>21</b>	<b>FRETTE-SUR-SEINE (LA)</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Sept. 1998	10.06.1991 23.02.1999	19.07.1991 10.03.1999
<b>22</b>	<b>GARGES-LES-GONESSE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Novembre 1996 Décembre 1996 à Déc. 1997	10.06.1991 03.11.1997 27.12.2000	19.07.1991 16.11.1997 29.12.2000
<b>23</b>	<b>GROSLAY</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
<b>24</b>	<b>HARAVILLIERS</b>	Janvier 1996 à Mars 1997	12.03.1998	28.03.1998
<b>25</b>	<b>HEAULME (LE)</b>	Janvier 1996 à Janvier 1997	03.11.1997	16.11.1997
<b>26</b>	<b>HERBLAY</b>	Juin 1989 à Juin 1990 Juillet 1990 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Mars 1997	04.12.1990 10.06.1991 25.01.1993 09.04.1998	15.12.1990 19.07.1991 07.02.1993 23.04.1998
<b>27</b>	<b>MAREIL-EN-FRANCE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
<b>28</b>	<b>MARGENCY</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Février 1997 Mars 1997 à Septembre 1998	10.06.1991 03.11.1997 23.02.1999	19.07.1991 16.11.1997 10.03.1999
<b>29</b>	<b>MARINES</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1996 à Décembre 1997	10.06.1991 27.12.2000	19.07.1991 29.12.2000
<b>30</b>	<b>MARLY-LA-VILLE</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
<b>31</b>	<b>MAUDETOUT</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
<b>32</b>	<b>MENUCOURT</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Octobre 1993 Novembre 1993 à Juin 1995 Juillet 1995 à Novembre 1997	10.06.1991 08.09.1994 12.03.1998 26.05.1998	19.07.1991 25.09.1994 28.03.1998 11.06.1998
<b>33</b>	<b>MONTIGNY-LES-CORMELLES</b>	Juin 1989 à Juin 1990 Juillet 1990 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Mars 1997 Avril à Décembre 1997	04.12.1990 10.06.1991 25.01.1993 09.04.1998 27.12.2000	15.12.1990 19.07.1991 07.02.1993 23.04.1998 29.12.2000
<b>34</b>	<b>MONTLIGNON</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Octobre 1996	10.06.1991 25.01.1993 08.07.1997	19.07.1991 07.02.1993 19.07.1997
<b>35</b>	<b>MONTMAGNY</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Octobre 1993 Novembre 1993 à Sept. 1997	10.06.1991 03.05.1995 15.07.1998	19.07.1991 07.05.1995 29.07.1998
<b>36</b>	<b>MONTMORENCY</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Mars 1997 Avril 1997 à Septembre 1997 Octobre 1997 à Sept. 1998	10.06.1991 25.01.1993 09.04.1998 15.07.1998 23.02.1999	19.07.1991 07.02.1993 23.04.1998 29.07.1998 10.03.1999
<b>37</b>	<b>MOURS</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
<b>38</b>	<b>NOINTEL</b>	Janvier 1996 à Sept. 1997	15.07.1998	29.07.1998
<b>39</b>	<b>PLESSIS-BOUCHARD (LE)</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1996 à Décembre 1997	10.06.1991 27.12.2000	19.07.1991 29.12.2000
<b>40</b>	<b>SAINT-BRICE-SOUS-FORET</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991

<b>41</b>	<b>SAINT-GRATIEN</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Sept. 1997	10.06.1991 15.07.1998	19.07.1991 29.07.1998
<b>42</b>	<b>SAINT-LEU-LA-FORET</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Mars 1997	10.06.1991 25.01.1993 03.11.1997	19.07.1991 07.02.1993 16.11.1997
<b>43</b>	<b>SAINT-PRIX</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Mars 1997	10.06.1991 25.01.1993 09.04.1998	19.07.1991 07.02.1993 23.04.1998
<b>44</b>	<b>SAINT-WITZ</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 08.07.1997	19.07.1991 19.07.1997
<b>45</b>	<b>SANNOIS</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991
<b>46</b>	<b>SARCELLES</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	01.04.1992 12.03.1998	03.04.1992 28.03.1998
<b>47</b>	<b>SOISY-SOUS-MONTMORENCY</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Novembre 1996	10.06.1991 08.07.1997	19.07.1991 19.07.1997
<b>48</b>	<b>TAVERNY</b>	Juin 1989 à Décembre 1991 Janvier 1992 à Janvier 1997	25.01.1993 03.11.1997	07.02.1993 16.11.1997
<b>49</b>	<b>VILLIERS-ADAM</b>	Juin 1989 à Décembre 1990 Janvier 1991 à Mars 1997	10.06.1991 08.07.1997	19.07.1991 19.07.1997
<b>50</b>	<b>VILLIERS-LE-BEL</b>	Juin 1989 à Décembre 1990	10.06.1991	19.07.1991



**Annexe 4 - Liste des 1 328\* « sinistres  
sécheresse » pris en compte dans les  
50 communes du département du Val-d'Oise  
reconnues en état de catastrophe naturelle pour  
les périodes comprises entre juin 1989 et  
septembre 1998**

(\* Le sinistre n° 1127 sur la commune de Saint-Martin-du-Tertre, non reconnue en état de catastrophe naturelle, a été supprimé de cette liste)





Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

Numéro de sinistre	Source des données	Numéro INSEE commune	Commune	X lamb 2 e (m)	Y lamb 2 e (m)	Notation géologique	Code géologique	Date premier désordre	Origine dossier technique
1	MAIRIE	014	ANDILLY	596 976	2 444 529	CE	3		
2	MAIRIE	014	ANDILLY	597 562	2 444 494	CE	3		
3	MAIRIE	014	ANDILLY	597 012	2 444 752	CE	3		
4	MAIRIE	014	ANDILLY	597 120	2 444 997	CE	3		
5	CCR/MAIRIE	014	ANDILLY	597 147	2 445 046	e7G	193		
6	MAIRIE	014	ANDILLY	597 113	2 445 078	e7G	193		
7	MAIRIE	014	ANDILLY	597 084	2 445 080	CE	3		
8	CCR/MAIRIE	014	ANDILLY	597 083	2 445 058	CE	3		
9	MAIRIE	014	ANDILLY	597 109	2 445 057	CE	3		
10	MAIRIE	014	ANDILLY	597 053	2 445 074	CE	3		
11	CCR/MAIRIE	014	ANDILLY	597 553	2 444 415	CE	3		
12	CCR/MAIRIE	014	ANDILLY	597 241	2 445 023	e7G	193		
13	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 261	2 439 521	e7G	193		
14	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 268	2 439 526	e7G	193		
15	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 519	2 439 852	e7MP	194		
16	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 689	2 440 717	e7G	193		
17	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 431	2 440 869	g1AVR	171		
18	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 626	2 439 783	e7MP	194		
19	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 314	2 439 917	e7G	193		
20	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 425	2 440 292	CE	3		
21	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 182	2 440 705	g1AVR	171		
22	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 850	2 439 153	e6SM	117		
23	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 899	2 439 077	e6CSO	134		
24	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 617	2 440 279	e7G	193		
25	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 562	2 440 283	e7G	193		
26	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 284	2 440 271	e7G	193		
27	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 257	2 440 361	e7G	193		
28	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 696	2 439 836	e7MP	194		
29	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 692	2 440 028	CE	3		
30	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 574	2 440 545	CE	3		
31	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 592	2 440 559	CE	3		
32	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 589	2 440 572	CE	3		
33	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 915	2 439 881	e7G	193		
34	MAIF/MAIRIE	018	ARGENTEUIL	591 999	2 440 990	g1CS-CO	144	automne 1995	SOL-CONSEIL SONDRAGE
35	MAIF	018	ARGENTEUIL	592 006	2 440 990	g1CS-CO	144		
36	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	591 977	2 440 991	g1CS-CO	144		
37	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 656	2 440 960	g1CS-CO	144		
38	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	591 866	2 440 763	e7G	193		
39	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 501	2 440 616	CE	3		
40	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 178	2 439 723	e7MP	194		
41	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 187	2 440 272	e7G	193		
42	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 506	2 439 172	e7G	193		
43	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 929	2 439 527	CE	3		
44	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 917	2 439 507	CE	3		
45	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	595 954	2 439 520	CE	3		
46	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	596 216	2 439 297	CE	3		
47	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	591 358	2 438 164	e6SB-SA	174		
48	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 423	2 439 708	e7G	193		
49	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 421	2 439 726	e7G	193		
50	MATMUT	018	ARGENTEUIL	594 800	2 438 858	e7MP	194	1996	SOL CONSEIL SONDRAGE
51	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 048	2 440 222	e7G	193		
52	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	591 931	2 440 929	e7MS	108		
53	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 924	2 439 588	e7G	193		
54	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 276	2 440 528	e7G	193		
55	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 066	2 440 474	e7G	193		
56	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 041	2 440 947	g1SF	129		
57	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 631	2 441 117	g1SF	129		
58	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 306	2 440 632	g1CS-CO	144		
59	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 166	2 440 918	g1SF	129		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

60	SOLEN	018	ARGENTEUIL	594 859	2 439 565	e7G	193		
61	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 815	2 439 590	e7G	193		
62	MAIRIE/MATMUT	018	ARGENTEUIL	594 805	2 439 595	e7G	193		MAX DUCHENE
63	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 784	2 439 614	e7G	193		
64	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	592 310	2 440 606	e7G	193		
65	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 300	2 439 511	e7MP	194		
66	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 295	2 439 534	e7MP	194		
67	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 122	2 440 594	e7MS	108		
68	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 076	2 440 629	e7MS	108		
69	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	594 952	2 439 489	e7G	193		
70	MAIRIE	018	ARGENTEUIL	593 696	2 439 278	e6SM	117		
71	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 385	2 451 796	CE	3		LROP
72	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	597 302	2 451 543	CE	3		LROP
73	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	597 313	2 451 500	CE	3		LROP
74	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 396	2 452 134	CE	3		LROP
75	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 420	2 452 127	CE	3		LROP
76	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 423	2 452 152	CE	3		LROP
77	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 272	2 452 059	CE	3		LROP
78	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 438	2 452 043	CE	3		LROP
79	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 439	2 452 022	CE	3		LROP
80	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 355	2 452 108	CE	3		
81	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 385	2 451 972	CE	3		LROP
82	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 539	2 452 060	CE	3		LROP
83	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 317	2 452 041	CE	3		
84	SOLEN	042	BAILLET EN FRANCE	598 463	2 452 046	CE	3	1997/1998	
85	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	597 530	2 451 700	CE	3		LROP
86	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	597 307	2 451 979	CE	3		LROP
87	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 346	2 451 845	CE	3		LROP
88	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 498	2 452 079	CE	3		
89	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 431	2 451 919	CE	3		
90	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 455	2 451 921	CE	3		
91	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 371	2 452 022	CE	3		LROP
92	MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 373	2 452 030	CE	3		LROP
93	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 371	2 451 994	CE	3		
94	CCR/MAIRIE	042	BAILLET EN FRANCE	598 449	2 452 070	CE	3		
95	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 238	2 459 994	e4SS-FG- AP	107		
96	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 179	2 459 946	e4SS-FG- AP	107		
97	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 343	2 460 107	e4SS-FG- AP	107		
98	CCR/MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 803	2 459 811	e4SS-FG- AP	107		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

99	CCR	052	BEAUMONT SUR OISE	596 829	2 459 873	e4SS-FG-AP	107		
100	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	597 292	2 460 325	e4SS-FG-AP	107		
101	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	597 118	2 460 543	c5B/c4M	167		
102	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	597 138	2 460 485	e4SS-FG-AP	107		
103	CCR	052	BEAUMONT SUR OISE	596 419	2 460 618	c5B/c4M	167		
104	CCR/MAIF/MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	597 075	2 460 405	e4SS-FG-AP	107	1991 puis 1996	SOLEN
105	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	597 079	2 460 388	e4SS-FG-AP	107		
106	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 447	2 460 608	c5B/c4M	167		
107	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 960	2 460 620	c5B/c4M	167		
108	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 975	2 460 635	c5B/c4M	167		
109	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 105	2 460 578	c5B/c4M	167		
110	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 323	2 460 369	c5B/c4M	167		
111	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 346	2 460 049	e4SS-FG-AP	107		
112	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	597 010	2 460 375	e4SS-FG-AP	107		
113	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 980	2 460 337	e4SS-FG-AP	107		
114	CCR/MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 863	2 460 255	e4SS-FG-AP	107		
115	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 478	2 459 990	e4SS-FG-AP	107		
116	MAIRIE	052	BEAUMONT SUR OISE	596 973	2 460 508	e4SS-FG-AP	107		
117	CCR	056	BELLOY EN FRANCE	601 428	2 453 843	e6SB-SA	174		
118	CCR/MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 237	2 449 753	e7G	193		
119	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 396	2 449 569	e7G	193		
120	CCR/MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 346	2 449 610	e7G	193		
121	MAIRIE/SOLEN	060	BESSANCOURT	590 917	2 448 735	e6	140	1976, aggravation en 1996	
122	MAIRIE/SOLEN	060	BESSANCOURT	590 885	2 448 707	e6	140	1976, aggravation en 1997	
123	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 807	2 449 485	e7G	193		
124	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 210	2 449 350	e7MS	108		
125	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 174	2 449 309	e7G	193		
126	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 208	2 449 362	e7MS	108		
127	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 239	2 449 384	e7MS	108		
128	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 143	2 449 763	e7G	193		
129	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 950	2 448 757	e6	140		
130	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 283	2 448 391	e7G	193		
131	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 911	2 449 140	e7MP	194		
132	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 785	2 448 577	e6	140		
133	MAIRIE	060	BESSANCOURT	590 420	2 449 393	e7G	193		
134	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 707	2 448 817	e7MS	108		
135	MAAF/MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 111	2 449 183	e7G	193		GEO SIGMA
136	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 506	2 449 122	e7G	193		
137	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 497	2 448 842	e7G	193		
138	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 517	2 448 851	e7G	193		
139	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 463	2 449 232	e7MS	108		
140	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 604	2 449 251	e7MS	108		
141	MAIRIE	060	BESSANCOURT	591 138	2 449 370	e7G	193		
142	CCR	091	BOUFFEMONT	597 708	2 449 458	e7MS	108		
143	MAIRIE	127	CERGY	577 013	2 450 178	LP	184		
144	MAIRIE	127	CERGY	577 018	2 450 179	LP	184		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

145	MAIRIE	127	CERGY	577 023	2 450 184	LP	184		
146	MAIRIE	127	CERGY	577 014	2 450 178	LP	184		
147	MAIRIE	127	CERGY	577 015	2 450 183	LP	184		
148	MAAF/MAIRIE	127	CERGY	576 461	2 449 686	LP	184		SIMECSOL
149	MAAF/MAIRIE	127	CERGY	576 522	2 449 684	LP	184		SIMECSOL/EX ETA
150	MAIRIE	127	CERGY	576 364	2 449 658	LP	184		EXETA et SOL PROGRES
151	MAIRIE	127	CERGY	576 980	2 450 215	LP	184		
152	MAIRIE	127	CERGY	576 492	2 449 628	LP	184		
153	DDE95	127	CERGY	578 628	2 449 721	e6SB-SA	174		
154	DDE95	127	CERGY	576 561	2 449 665	e6SM	117		
155	MAIRIE	127	CERGY	578 605	2 449 947	e6CSO	134		
156	DDE95	127	CERGY	578 614	2 449 957	e6CSO	134		
157	DDE95	127	CERGY	578 635	2 450 005	e6CSO	134		
158	DDE95	127	CERGY	578 626	2 449 986	e6CSO	134		
159	DDE95	127	CERGY	578 576	2 449 934	e6CSO	134		
160	DDE95	127	CERGY	578 628	2 449 997	e6CSO	134		
161	MAIRIE	127	CERGY	578 626	2 449 960	e6CSO	134		
162	MAIRIE	127	CERGY	578 573	2 449 941	e6CSO	134		
163	MAIRIE	127	CERGY	578 572	2 449 941	e6CSO	134		
164	MAIRIE	127	CERGY	578 631	2 450 006	e6CSO	134		
165	MAIRIE/DDE95	127	CERGY	578 621	2 450 009	e6CSO	134		
166	MAIRIE/DDE95	127	CERGY	578 570	2 449 939	e6CSO	134		
167	DDE95	127	CERGY	578 639	2 449 875	e6SB-SA	174		
168	DDE95	127	CERGY	578 595	2 449 821	e6SB-SA	174		
169	MAIRIE	127	CERGY	580 118	2 448 190	e4SC	104		
170	MAIRIE	127	CERGY	576 568	2 449 672	e6SM	117		EXETA
171	MAAF/MAIRIE	127	CERGY	576 498	2 449 725	e6SM	117		SIMECSOL/EX ETA
172	MAIRIE	127	CERGY	576 514	2 449 747	e6SM	117		
173	MAIRIE	127	CERGY	576 498	2 449 731	e6SM	117		EXETA
174	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 462	2 442 086	e7MS	108		
175	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 032	2 441 900	e7G	193		
176	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 948	2 442 018	e7G	193		
177	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 950	2 442 013	e7G	193		
178	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 956	2 442 007	e7G	193		
179	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 948	2 442 012	e7G	193		SOL PROGRES
180	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	590 812	2 442 457	p-IVAMM	130		
181	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	590 164	2 442 826	p-IVAMM	130		
182	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 321	2 442 303	e7MS	108		
183	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 059	2 440 532	e7G	193		
184	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 063	2 440 531	e7G	193		
185	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 970	2 441 359	e7G	193		
186	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 008	2 442 353	e7MS	108		SOL PROGRES
187	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 913	2 441 696	e7MP	194		
188	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 912	2 441 819	e7G	193		
189	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 899	2 441 831	e7G	193		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

190	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 877	2 441 873	e7G	193		
191	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 854	2 441 887	e7G	193		SOL PROGRES
192	MAIRIE/SOLEN	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 858	2 440 247	e7MP	194		
193	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	590 555	2 442 069	g1SF	129		
194	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 437	2 441 854	e7MS	108		SOL PROGRES
195	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 474	2 441 884	e7MS	108		SOL PROGRES
196	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 478	2 441 887	e7MS	108		
197	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 517	2 441 917	e7MS	108		SOL PROGRES
198	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 569	2 441 955	e7MS	108		SOL PROGRES
199	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 635	2 442 003	g1AVR	171		
200	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 826	2 441 476	e6CSO	134		
201	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 978	2 440 865	e7G	193		
202	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 388	2 442 182	e7G	193		
203	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 616	2 441 930	e7MS	108		
204	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 973	2 440 699	e7MP	194		SOL PROGRES
205	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	590 060	2 441 288	e7G	193		SOL PROGRES
206	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	590 406	2 442 220	g1CS-CO	144		SOL PROGRES
207	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 989	2 442 067	e7G	193		
208	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 405	2 441 887	e7G	193		
209	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	588 886	2 441 991	e7G	193		
210	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 636	2 441 759	e7MS	108		
211	MAIRIE	176	CORMEILLES EN PARISIS	589 619	2 441 772	e7MS	108		
212	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 901	2 449 124	e7G-MP	190		
213	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 883	2 449 161	e7G-MP	190		
214	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 944	2 449 574	e7G-MP	190		
215	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 717	2 449 311	e7G-MP	190		courant 1997
216	DDE95	183	COURDIMANCHE	575 780	2 449 230	e7G-MP	190		SIMECSOL
217	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 614	2 449 496	e7G-MP	190		
218	DDE95	183	COURDIMANCHE	575 766	2 449 961	e6SM	117		
219	DDE95	183	COURDIMANCHE	575 747	2 449 952	e6SM	117		
220	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 752	2 449 977	LP	184	1996	SIMECSOL
221	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 726	2 449 979	LP	184	été 1996	TECHNOSOL
222	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 580	2 450 058	LP	184	juil-96	SIMECSOL
223	CCR/MAIRIE/DDE95	183	COURDIMANCHE	575 471	2 449 975	LP	184	1997	
224	MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 509	2 450 017	LP	184		
225	CCR/MAIRIE	183	COURDIMANCHE	575 482	2 450 049	LP	184	1997	
226	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 164	2 440 608	e6CSO	134		
227	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 415	2 440 430	e7MP	194		
228	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 590	2 441 831	e6CSO	134		
229	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	598 589	2 441 850	e6CSO	134		
230	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 266	2 441 246	e6CSO	134		
231	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 441	2 442 046	e7G	193		
232	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 939	2 442 145	e7MP	194		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

233	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 335	2 441 987	e7MP	194		
234	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 473	2 440 748	e7MP	194		
235	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 891	2 442 229	e7MP	194		
236	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 929	2 442 214	e7MP	194		
237	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 635	2 441 919	e7MP	194		
238	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	598 916	2 441 375	e6CSO	134		
239	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 660	2 441 685	e7MP	194		
240	MATMUT	197	DEUIL LA BARRE	599 846	2 441 908	e7MP	194		ERSOM
241	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 859	2 441 911	e7MP	194		
242	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 635	2 442 225	e7G	193		
243	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 642	2 442 214	e7G	193		
244	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 663	2 442 211	e7G	193		
245	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 561	2 441 387	e7MP	194		
246	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	600 043	2 442 038	e7MP	194		
247	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 481	2 442 266	e7G	193		
248	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 641	2 442 313	e7G	193		
249	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 891	2 442 377	e7G	193		
250	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 904	2 442 375	e7G	193		
251	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 918	2 442 381	e7G	193		
252	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 971	2 442 386	e7G	193		
253	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 994	2 442 390	e7G	193		
254	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	600 168	2 442 143	e7MP	194		
255	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	600 173	2 442 182	e7G	193		
256	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	600 182	2 442 194	e7G	193		
257	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 474	2 441 390	e6CSO	134		
258	SOLEN	197	DEUIL LA BARRE	599 210	2 442 465	e7MS	108		
259	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 536	2 441 598	e7MP	194		
260	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 472	2 442 714	g1AVR	171		
261	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 362	2 442 393	e7G	193		
262	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 892	2 442 161	e7G	193		
263	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 870	2 442 167	e7G	193		
264	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 868	2 442 161	e7G	193		
265	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 756	2 442 132	e7MP	194		
266	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 804	2 442 476	e7G	193		
267	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 820	2 442 128	e7G	193		
268	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 816	2 442 137	e7G	193		
269	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 080	2 442 368	e7G	193		
270	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 060	2 441 492	e6CSO	134		
271	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 322	2 442 121	e7G	193		
272	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 403	2 442 138	e7G	193		
273	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 456	2 442 032	e7G	193		
274	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 470	2 442 061	e7G	193		
275	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 475	2 442 068	e7G	193		
276	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 479	2 442 078	e7G	193		
277	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 488	2 442 156	e7G	193		
278	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	598 943	2 440 805	e6CSO	134		
279	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 464	2 442 081	e7G	193		
280	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 476	2 442 096	e7G	193		
281	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	600 458	2 442 100	e7G	193		
282	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	600 006	2 441 985	e7MP	194		
283	SOLEN	197	DEUIL LA BARRE	599 433	2 441 805	e7MP	194	1997	
284	MAIRIE	197	DEUIL LA BARRE	599 940	2 442 153	e7MP	194		
285	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	599 615	2 442 468	e7G	193		
286	DDE95	197	DEUIL LA BARRE	598 486	2 441 027	e6CSO	134		
287	MAIRIE	199	DOMONT	600 009	2 447 636	e7MS	108		
288	CCR	199	DOMONT	599 984	2 447 709	e7MS	108	sept-90	
289	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 716	2 442 664	e6CSO	134		
290	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 373	2 444 387	e7MP	194		
291	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 410	2 443 455	e6CSO	134		
292	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 527	2 442 685	e6CSO	134		
293	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 141	2 443 274	e6CSO	134		
294	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 156	2 443 246	e6CSO	134		
295	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 538	2 443 635	e7MP	194		
296	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 532	2 442 837	e6CSO	134		
297	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 305	2 443 323	e6CSO	134		
298	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 207	2 443 417	e6CSO	134		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

299	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 190	2 443 439	e6CSO	134		
300	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 943	2 443 813	e6CSO	134		
301	MAIF/MAIRIE	203	EAUBONNE	594 929	2 443 827	e6CSO	134		SOL-ESSAI-ETUDES
302	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 955	2 443 544	e6CSO	134		
303	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 982	2 443 585	e6CSO	134		
304	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 889	2 444 331	e6CSO	134		
305	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 717	2 443 324	e6CSO	134		
306	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 851	2 443 129	e6CSO	134		
307	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 775	2 442 700	e6CSO	134		
308	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 201	2 443 000	e6CSO	134		
309	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 695	2 442 273	e6CSO	134		
310	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 435	2 443 948	e7MP	194		
311	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 887	2 444 524	e7MP	194		
312	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 019	2 443 735	e6CSO	134		
313	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 015	2 443 766	e6CSO	134		
314	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 028	2 443 750	e6CSO	134		
315	MAIF/MAIRIE	203	EAUBONNE	594 881	2 443 759	e6CSO	134	1996	
316	MAIF/MAIRIE	203	EAUBONNE	594 910	2 443 847	e6CSO	134	début 1997	SOL-ESSAI-ETUDES
317	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 889	2 443 774	e6CSO	134		
318	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 088	2 444 589	e7MP	194		
319	MAIRIE/MATMUT	203	EAUBONNE	595 191	2 445 018	CE	3		ERSOM
320	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 177	2 445 022	CE	3		
321	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 409	2 442 206	Fz	101		
322	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 521	2 442 374	e6CSO	134		
323	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 374	2 442 473	e6CSO	134		
324	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 362	2 442 466	e6CSO	134		
325	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 688	2 442 286	e6CSO	134		
326	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 548	2 442 349	e6CSO	134		
327	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 604	2 442 297	e6CSO	134		
328	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 564	2 442 531	e6CSO	134		
329	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 697	2 442 519	e6CSO	134		
330	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 698	2 442 657	e6CSO	134		
331	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 101	2 443 306	e6CSO	134		
332	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 331	2 443 206	e6CSO	134		
333	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 243	2 443 485	e6CSO	134		
334	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 001	2 444 660	e7MP	194		
335	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 932	2 444 728	e7MP	194		
336	MAIF/MAIRIE	203	EAUBONNE	595 082	2 444 588	e7MP	194	juil-96	GEOMEDIA
337	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 979	2 443 360	e6CSO	134		
338	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 420	2 443 377	e6CSO	134		
339	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 064	2 444 238	e6CSO	134		
340	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 782	2 444 385	e6CSO	134		
341	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 913	2 443 506	e6CSO	134		
342	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 373	2 444 520	e7MP	194		
343	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 413	2 442 783	e6CSO	134		
344	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 255	2 443 382	e6CSO	134		
345	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 256	2 443 787	e6CSO	134		
346	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 267	2 443 793	e6CSO	134		
347	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 251	2 443 711	e6CSO	134		
348	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 154	2 443 758	e6CSO	134		
349	MAIRIE	203	EAUBONNE	594 940	2 443 781	e6CSO	134		
350	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 076	2 443 286	e6CSO	134		
351	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 072	2 443 479	e6CSO	134		
352	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 295	2 444 006	e6CSO	134		
353	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 826	2 442 952	e6CSO	134		
354	MAIRIE	203	EAUBONNE	595 755	2 442 875	e6CSO	134		
355	MAIRIE	203	EAUBONNE	596 616	2 442 389	Fz	101		
356	CCR	205	ÉCOUEN	603 465	2 447 196	e7G	193		SOL CONSEIL SONDRAGE
357	MAIRIE	210	ENGHUEN LES BAINS	597 525	2 442 103	e6CSO	134		



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

358	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 581	2 441 960	e6CSO	134		
359	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 575	2 441 938	e6CSO	134		
360	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 712	2 442 262	e7MP	194		
361	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 840	2 440 667	Fz	101		
362	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 920	2 441 033	e6CSO	134		
363	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 919	2 441 029	e6CSO	134		
364	SOLEN	210	ENGHIEN LES BAINS	597 998	2 440 971	e7MP	194		
365	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 271	2 440 717	e6CSO	134		
366	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 390	2 440 600	e6CSO	134		
367	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 344	2 440 921	Fz	101		
368	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 165	2 441 086	Fz	101		
369	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 033	2 441 128	e7MP	194		
370	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 029	2 441 062	e7MP	194		
371	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 148	2 441 076	e7MP	194		
372	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 152	2 441 052	e7MP	194		
373	MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 364	2 440 854	e6CSO	134		
374	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 030	2 441 201	e7MP	194		
375	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 040	2 441 194	e7MP	194		
376	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 406	2 440 796	e6CSO	134		
377	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 421	2 440 813	e6CSO	134		
378	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 818	2 441 168	e6CSO	134		
379	MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 692	2 440 933	Fz	101		BOTTE SONDAGE
380	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 710	2 440 934	Fz	101		
381	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 784	2 440 852	Fz	101		
382	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 063	2 440 695	e6CSO	134		
383	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 920	2 440 792	e6CSO	134		
384	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 479	2 442 007	e6CSO	134		
385	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 151	2 440 772	e6CSO	134		
386	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 232	2 440 888	e6CSO	134		
387	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 657	2 442 096	e7MP	194		
388	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 569	2 442 167	e6CSO	134		
389	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	598 028	2 440 886	e6CSO	134		
390	CCR/MAIRIE	210	ENGHIEN LES BAINS	597 855	2 441 804	e7MP	194		
391	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 661	2 458 071	e7G-MP	190		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

392	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 699	2 458 174	e7G-MP	190		
393	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 827	2 458 155	g1AVR	171		
394	MAIF	213	EPIAIS RHUS	579 759	2 458 158	g1AVR	171	été 1995-1996	MAX DUCHENE, ingénieur E.T.P.
395	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 716	2 458 133	e7G-MP	190	été 1996	ETUDE DE SOLS ET FONDATIONS
396	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 270	2 458 114	e6SM	117		
397	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 448	2 458 071	e7G-MP	190		
398	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	581 127	2 460 561	e5CM-CSN-SG	187		
399	MAIRIE	213	EPIAIS RHUS	579 915	2 458 117	g1AVR	171		
400	MATMUT	219	ERMONT	593 593	2 442 600	CE	3	1990	TECHNOSOL
401	MAIF	229	EZANVILLE	602 368	2 448 190	Fz	101		CEBTP
402	SOLEN	229	EZANVILLE	601 715	2 447 467	e6SB-SA	174	1993	
403	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 287	2 443 626	CE	3		
404	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 297	2 443 894	CE	3		
405	CCR/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 853	2 444 200	e6CSO	134		
406	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	590 914	2 444 626	e6	140		
407	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	590 896	2 444 602	e6	140		
408	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 435	2 444 522	CE	3		
409	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 112	2 443 595	CE	3		
410	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 904	2 443 029	CE	3		
411	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 898	2 443 043	CE	3		
412	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 912	2 443 044	CE	3		
413	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 906	2 443 056	CE	3		
414	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 461	2 443 120	CE	3		
415	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 578	2 443 135	CE	3		
416	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 458	2 443 604	CE	3		
417	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 448	2 443 586	CE	3		
418	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 418	2 443 596	CE	3		
419	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 466	2 443 667	CE	3		
420	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 201	2 442 437	e7MS	108	sept-96	GEOMEDIA
421	SOLEN	252	FRANCONVILLE	591 980	2 443 607	CE	3	1992	
422	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 190	2 443 742	CE	3		
423	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 256	2 443 651	CE	3	août-96	
424	MATMUT	252	FRANCONVILLE	591 581	2 444 530	CE	3		ERSOM
425	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 876	2 443 409	CE	3		
426	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 966	2 444 014	CE	3		
427	CCR/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 283	2 443 220	e7G	193		
428	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 736	2 443 977	CE	3		
429	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 859	2 443 136	CE	3		
430	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 865	2 443 114	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
431	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 476	2 444 227	e7MP	194		
432	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 088	2 444 828	e6	140		
433	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 893	2 443 145	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
434	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 905	2 443 127	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
435	SOLEN/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 857	2 443 081	CE	3		
436	CCR	252	FRANCONVILLE	592 892	2 443 106	CE	3		
437	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 885	2 443 129	CE	3	sept-96	GEOMEDIA
438	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 878	2 443 111	CE	3	août-septembre 1996	GEOMEDIA
439	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 888	2 443 092	CE	3		
440	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 871	2 443 092	CE	3		
441	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 881	2 443 074	CE	3		
442	MATMUT/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 987	2 443 052	CE	3	été 1996	SEFIA INGENIEURS CONSEILS/GEOMEDIA
443	MATMUT/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 992	2 443 049	CE	3	été 1996	SEFIA INGENIEURS CONSEILS/GEOMEDIA

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

444	MATMUT/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 984	2 443 051	CE	3		SEFIA INGENIEURS CONSEILS
445	MATMUT	252	FRANCONVILLE	592 981	2 443 038	CE	3		SEFIA INGENIEURS CONSEILS
446	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 870	2 443 089	CE	3		
447	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 837	2 443 100	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
448	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 791	2 443 500	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
449	SOLEN	252	FRANCONVILLE	591 524	2 444 341	CE	3		
450	CCR/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 501	2 442 940	e7G	193		
451	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 673	2 443 340	CE	3		
452	CCR/MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 961	2 444 392	CE	3		
453	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	591 975	2 444 361	CE	3		
454	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 560	2 443 286	CE	3		
455	MAIRIE	252	FRANCONVILLE	592 567	2 443 418	CE	3		
456	MAIRIE	256	FREPILLON	590 000	2 450 226	e7G	193		
457	MAIRIE	256	FREPILLON	590 079	2 450 089	e7G	193	été 1996	GEOMEDIA
458	MAIF/MAIRIE	256	FREPILLON	590 189	2 450 199	e7G	193	juillet-août 1996	MAX DUCHENE, ingénieur E,T,P./GEOME DIA
459	MAIRIE	256	FREPILLON	590 105	2 450 115	e7G	193	mai-juin 1996	GEOMEDIA
460	MAIRIE	256	FREPILLON	590 029	2 450 014	e7G	193		
461	MAIRIE	256	FREPILLON	589 980	2 449 981	e7G	193	août-96	GEOMEDIA
462	MAIRIE	256	FREPILLON	589 973	2 449 989	e7G	193		
463	MAIRIE	256	FREPILLON	589 968	2 449 966	e7G	193		
464	MAIRIE	256	FREPILLON	589 948	2 449 945	e7G	193		
465	MAIRIE	256	FREPILLON	589 932	2 449 931	e7G	193		
466	MAIRIE	256	FREPILLON	589 915	2 449 916	e7G	193	été 1996	GEOMEDIA
467	MAIRIE	256	FREPILLON	590 777	2 450 326	e7MS	108		
468	MAIRIE	256	FREPILLON	590 935	2 450 553	e7MP	194		
469	MAIRIE	256	FREPILLON	590 956	2 450 535	e7MP	194		
470	MAIRIE	256	FREPILLON	590 963	2 450 624	e7MP	194		
471	MAIRIE	256	FREPILLON	590 622	2 450 599	e6	140		
472	MAIRIE	256	FREPILLON	590 655	2 450 744	e6	140		
473	MAIRIE	256	FREPILLON	590 462	2 450 358	e7G	193	septembre -octobre 1996	GEOMEDIA
474	MAIRIE	256	FREPILLON	590 481	2 450 377	e7G	193		
475	MAIRIE	256	FREPILLON	590 504	2 450 444	e7G	193	août-96	GEOMEDIA
476	MAIRIE	256	FREPILLON	590 483	2 450 469	e7G	193		
477	MAIRIE	256	FREPILLON	590 521	2 450 448	e7G	193	sept-96	GEOMEDIA
478	MAIRIE	256	FREPILLON	590 582	2 450 482	e7MP	194	août-96	GEOMEDIA
479	MAIRIE	256	FREPILLON	590 303	2 450 213	e7G	193		
480	MAIRIE	256	FREPILLON	590 456	2 450 631	e7G	193		
481	MAIRIE	256	FREPILLON	590 515	2 450 797	e6	140	été 1995	GEOMEDIA
482	MAIRIE	256	FREPILLON	590 217	2 450 545	e7G	193		
483	MAIRIE	256	FREPILLON	590 620	2 450 215	g1AVR	171		
484	MAIRIE	256	FREPILLON	590 650	2 450 723	e6	140	1994/1995 aggravatio n 1996	GEOMEDIA
485	MATMUT	257	FRETTE SUR SEINE (LA)	588 301	2 442 448	e6SB-SA	174	1995	GEOTEC
486	MATMUT	268	GARGES LES GONESSE	605 271	2 441 640	e7MP	194		GEOTEC
487	SOLEN	268	GARGES LES GONESSE	604 117	2 441 116	e7G	193	août 1996	
488	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	605 886	2 441 398	e6CSO	134		
489	SOLEN	268	GARGES LES GONESSE	604 360	2 441 383	e7G	193		
490	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 192	2 441 217	e7G	193		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

491	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 905	2 441 400	e7G	193		
492	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 235	2 441 185	e7G	193		
493	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 525	2 441 458	e7G	193		
494	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 917	2 440 944	e7G	193		
495	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 972	2 441 531	e7G	193		
496	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 801	2 441 673	e7G	193		
497	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 708	2 441 700	e7G	193		
498	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 191	2 441 562	e7G	193		
499	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 204	2 441 586	e7G	193		
500	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 967	2 441 321	e7G	193		
501	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 012	2 441 282	e7G	193		
502	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 510	2 441 500	e7G	193		
503	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 790	2 441 155	e7G	193		
504	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 803	2 441 435	e7G	193		
505	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 650	2 441 255	e7G	193		
506	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 063	2 441 494	e7G	193		
507	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	604 021	2 441 437	e7G	193		
508	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 769	2 441 245	e7G	193		
509	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 768	2 441 259	e7G	193		
510	SOLEN	268	GARGES LES GONESSE	604 007	2 441 270	e7G	193	1995	
511	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 820	2 441 589	e7G	193		
512	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 811	2 441 580	e7G	193		
513	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 785	2 441 527	e7G	193		
514	MAIRIE	268	GARGES LES GONESSE	603 703	2 441 432	e7G	193		
515	MAIRIE	288	GROSLAY	601 408	2 443 023	e7G	193		
516	MAIRIE	288	GROSLAY	601 437	2 443 010	e7G	193		
517	MAIRIE	288	GROSLAY	600 931	2 443 279	e7G	193		
518	MAIRIE	288	GROSLAY	600 017	2 443 153	e7MS	108		
519	MAIRIE	288	GROSLAY	600 813	2 443 452	e7G	193		
520	MAIRIE	288	GROSLAY	601 277	2 443 300	e7G	193		
521	MAIRIE	288	GROSLAY	601 422	2 443 385	e7G	193		
522	MAIRIE	288	GROSLAY	601 491	2 443 448	e7G	193		
523	MAIRIE	288	GROSLAY	601 527	2 443 482	e7G	193		
524	MAIRIE	288	GROSLAY	600 663	2 442 671	e7G	193		
525	MAIRIE	288	GROSLAY	600 368	2 443 553	e7G	193		
526	MAIRIE	288	GROSLAY	600 009	2 443 161	e7MS	108		
527	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	578 320	2 463 461	e7MS	108		
528	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	577 354	2 464 508	g1MH	136		
529	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	577 326	2 464 511	g1SF	129		
530	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	577 311	2 464 484	g1MH	136		
531	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	576 845	2 463 992	e7G-MP	190		
532	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	578 410	2 464 076	LP	184		
533	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	578 320	2 464 146	g1AVR	171		SOBESOL

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

534	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	578 278	2 463 561	e7MS	108		
535	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	578 215	2 463 420	e7G-MP	190		
536	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	577 359	2 463 648	CE	3		
537	MAIRIE	298	HARAVILLIERS	577 023	2 463 932	e6SM	117		
538	SOLEN	303	HEAULME (LE)	575 425	2 463 188	g1MH	136	fin 1996	
539	MAIRIE	303	HEAULME (LE)	575 499	2 463 286	e7MS	108	été 1996	GEOMEDIA
540	MAIRIE	303	HEAULME (LE)	575 240	2 462 916	g1SF	129		GEOMEDIA
541	SOLEN	306	HERBLAY	587 526	2 443 678	e6CSO	134	1996	
542	SOLEN	306	HERBLAY	587 527	2 443 664	e6CSO	134		
543	SOLEN	306	HERBLAY	587 929	2 443 960	e7G	193	1989, évolution en 1991	
544	CCR	306	HERBLAY	587 267	2 443 897	e7G	193	été 1990	GEO SIGMA
545	DDE95	306	HERBLAY	589 238	2 444 511	e7MP	194		
546	SOLEN	306	HERBLAY	587 268	2 444 169	e7G	193		
547	SOLEN	306	HERBLAY	587 076	2 443 317	e6SB-SA	174	1996/1997	
548	SOLEN	306	HERBLAY	587 081	2 443 282	e6SB-SA	174	1998	
549	CCR/MAIRIE	365	MAREIL EN FRANCE	606 493	2 452 588	g1SF	129		
550	MAIRIE	369	MARGENCY	596 857	2 444 660	CE	3	1993	GEOMEDIA
551	MAIF/MAIRIE	369	MARGENCY	596 824	2 444 660	CE	3	sept-96	SOL PROGRES/GE OMEDIA
552	MAIRIE	369	MARGENCY	596 409	2 444 445	e7MP	194		
553	MAIRIE	369	MARGENCY	596 528	2 445 204	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
554	MAIRIE	369	MARGENCY	596 493	2 445 200	CE	3		
555	MAIRIE	369	MARGENCY	596 264	2 444 451	e7MP	194	après été 1996	GEOMEDIA
556	MAIRIE	369	MARGENCY	596 933	2 445 288	g1CS-CO	144	été 1996	GEOMEDIA
557	SOLEN	369	MARGENCY	596 523	2 445 088	CE	3		
558	MAIRIE	369	MARGENCY	596 958	2 444 914	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
559	MAIRIE	369	MARGENCY	596 980	2 444 895	CE	3	sept-96	GEOMEDIA
560	MAIRIE	369	MARGENCY	596 607	2 445 078	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
561	MAIRIE	369	MARGENCY	596 869	2 444 793	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
562	MAIRIE	369	MARGENCY	596 779	2 444 801	CE	3	sept-96	GEOMEDIA
563	MAIRIE	369	MARGENCY	596 902	2 444 769	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
564	MAIRIE	369	MARGENCY	596 740	2 444 576	CE	3	été 1996	GEOMEDIA
565	MAIRIE	369	MARGENCY	596 491	2 445 139	CE	3		
566	MAIRIE	369	MARGENCY	596 470	2 445 134	CE	3	sept-96	GEOMEDIA
567	MAIRIE	370	MARINES	574 025	2 461 180	e7G-MP	190		
568	MAIRIE	370	MARINES	573 943	2 461 338	e7G-MP	190		
569	MAIRIE	370	MARINES	574 489	2 461 039	e7MS	108		
570	MAIRIE	370	MARINES	573 989	2 461 345	e7G-MP	190		
571	MAIRIE	370	MARINES	574 014	2 461 272	e7G-MP	190		
572	MAIRIE	370	MARINES	574 639	2 460 946	e7MS	108		
573	CCR/MAIRIE	371	MARLY LA VILLE	612 708	2 455 125	e5	153		GEOMEDIA
574	CCR	371	MARLY LA VILLE	612 870	2 455 203	e5	153		
575	CCR	379	MAUDETOUT EN VEXIN	558 773	2 455 836	g1AVR	171	été 1989-1990	SOL-ESSAIS-ETUDES
576	CCR	379	MAUDETOUT EN VEXIN	558 928	2 455 937	g1SF	129	été 1989-1990	SOL-ESSAIS-ETUDES
577	CCR	379	MAUDETOUT EN VEXIN	558 882	2 455 949	g1SF	129	été 1989-1990	SOL-ESSAIS-ETUDES
578	CCR	379	MAUDETOUT EN VEXIN	558 879	2 455 916	g1SF	129	été 1989-1990	SOL-ESSAIS-ETUDES
579	CCR	379	MAUDETOUT EN VEXIN	558 850	2 455 993	g1AVR	171	été 1989-1990	SOL-ESSAIS-ETUDES
580	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 097	2 447 562	e7G-MP	190		GEOMEDIA
581	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 045	2 447 464	g1AVR	171		GEOMEDIA
582	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 546	2 447 828	e6SM	117		GEOMEDIA
583	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 591	2 447 831	e7G-MP	190		GEOMEDIA
584	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 139	2 448 017	e6CSO	134		GEOMEDIA
585	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 422	2 448 162	LP	184		GEOMEDIA
586	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 424	2 448 168	LP	184		GEOMEDIA
587	MAIF/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 432	2 448 177	LP	184	95-97	GEOMEDIA
588	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 444	2 448 190	LP	184		GEOMEDIA
589	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 393	2 448 164	LP	184		GEOMEDIA

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

590	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 403	2 448 185	LP	184		GEOMEDIA
591	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 414	2 448 198	LP	184		GEOMEDIA
592	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 419	2 448 207	LP	184	1995-1996	GEOMEDIA
593	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 382	2 448 086	LP	184	été 1991	GEOMEDIA
594	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 412	2 448 062	LP	184		GEOMEDIA
595	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 443	2 448 034	LP	184		GEOMEDIA
596	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 494	2 447 997	LP	184		GEOMEDIA
597	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 676	2 447 734	e7G-MP	190		GEOMEDIA
598	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 676	2 447 694	e7G-MP	190		GEOMEDIA
599	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 582	2 447 754	e7G-MP	190		GEOMEDIA
600	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 598	2 447 717	e7G-MP	190		GEOMEDIA
601	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 549	2 447 738	e7G-MP	190		GEOMEDIA
602	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 614	2 448 037	e6CSO	134		GEOMEDIA
603	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 751	2 447 830	e7G-MP	190		GEOMEDIA
604	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 064	2 447 710	e7G-MP	190	été 1997	GEOMEDIA
605	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 087	2 447 722	e7G-MP	190	été 1997	GEOMEDIA
606	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 157	2 447 770	LP	184		GEOMEDIA
607	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 129	2 447 724	LP	184		GEOMEDIA
608	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 296	2 447 993	LP	184	été 1997	GEOMEDIA
609	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 228	2 447 871	LP	184		GEOMEDIA
610	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 523	2 447 571	g1AVR	171		GEOMEDIA
611	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 498	2 447 567	g1AVR	171		GEOMEDIA
612	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 414	2 447 729	e7G-MP	190		GEOMEDIA
613	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 372	2 448 196	LP	184		GEOMEDIA
614	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 364	2 448 219	LP	184		GEOMEDIA
615	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 388	2 448 241	LP	184		GEOMEDIA
616	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 423	2 448 243	LP	184		GEOMEDIA
617	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 485	2 447 734	e7G-MP	190		GEOMEDIA
618	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 480	2 448 152	LP	184	été 1996	GEOMEDIA
619	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 500	2 448 136	LP	184		GEOMEDIA
620	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 520	2 448 116	LP	184		GEOMEDIA
621	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 411	2 447 708	LP	184		GEOMEDIA
622	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 077	2 447 938	e6CSO	134		GEOMEDIA
623	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 106	2 447 925	e6CSO	134		GEOMEDIA
624	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 116	2 447 952	e6CSO	134		GEOMEDIA
625	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 149	2 447 939	e6CSO	134	juin à septembre 1996	GEOMEDIA
626	MAIRIE	388	MENUCOURT	574 174	2 447 924	e6SM	117		GEOMEDIA
627	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 310	2 448 159	LP	184		GEOMEDIA
628	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 457	2 448 126	LP	184		GEOMEDIA
629	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 460	2 448 063	LP	184		GEOMEDIA
630	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 395	2 448 328	e6CSO	134		GEOMEDIA
631	SOLEN	388	MENUCOURT	574 423	2 448 312	e6CSO	134	1995	
632	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 438	2 447 771	e7G-MP	190		GEOMEDIA
633	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 444	2 447 694	e7G-MP	190		GEOMEDIA
634	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 417	2 447 700	e7G-MP	190		GEOMEDIA
635	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 395	2 447 740	e7G-MP	190		GEOMEDIA
636	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 376	2 447 759	e7G-MP	190		GEOMEDIA
637	CCR/MAIRIE/DDE95/MATMUT	388	MENUCOURT	573 368	2 447 779	e7G-MP	190	été 1996	GEOMEDIA/C EBTP
638	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	573 353	2 447 796	e6SM	117		GEOMEDIA
639	CCR	388	MENUCOURT	573 645	2 447 660	e7G-MP	190		GEOMEDIA
640	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 587	2 447 723	g1AVR	171		GEOMEDIA
641	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 571	2 447 810	LP	184	été 1996	GEOMEDIA
642	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 557	2 447 751	LP	184		GEOMEDIA
643	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 018	2 447 819	e6SM	117		GEOMEDIA
644	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 041	2 447 791	e7G-MP	190	1996	GEOMEDIA

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

645	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 090	2 447 829	e6SM	117		GEOMEDIA
646	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 180	2 448 056	e6SM	117		GEOMEDIA
647	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 221	2 447 996	e6SM	117		GEOMEDIA
648	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 397	2 447 750	LP	184		GEOMEDIA
649	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 421	2 447 764	LP	184		GEOMEDIA
650	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 367	2 447 430	g1SF	129		GEOMEDIA
651	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 390	2 447 464	g1SF	129		GEOMEDIA
652	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 381	2 447 635	g1AVR	171		GEOMEDIA
653	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 467	2 447 857	LP	184		GEOMEDIA
654	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 452	2 447 883	LP	184		GEOMEDIA
655	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 428	2 447 894	LP	184		GEOMEDIA
656	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 393	2 447 935	LP	184		GEOMEDIA
657	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 395	2 447 894	LP	184		GEOMEDIA
658	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 360	2 447 602	g1AVR	171		GEOMEDIA
659	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 370	2 447 687	LP	184		GEOMEDIA
660	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 359	2 447 712	LP	184		GEOMEDIA
661	CCR/MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 336	2 447 695	LP	184	juil-96	GEOMEDIA
662	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 334	2 447 771	LP	184		GEOMEDIA
663	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 324	2 447 791	LP	184		GEOMEDIA
664	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 299	2 447 775	LP	184		GEOMEDIA
665	CCR/MAIRIE/DDE	388	MENUCOURT	574 302	2 447 813	LP	184	1991	GEOMEDIA
666	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 289	2 447 818	LP	184		GEOMEDIA
667	MAIRIE/DDE95	388	MENUCOURT	574 265	2 447 841	LP	184		GEOMEDIA
668	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 361	2 444 384	e7MP	194		SOBESOL
669	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 336	2 444 236	e7MP	194		SOBESOL
670	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 320	2 444 249	e7MP	194		SOBESOL
671	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 529	2 444 290	e7MP	194		SOBESOL
672	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 519	2 444 267	e7MP	194		SOBESOL
673	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 498	2 444 210	e7MP	194		SOBESOL
674	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 497	2 444 111	e7MP	194		SOBESOL
675	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 499	2 444 115	e7MP	194		SOBESOL
676	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 501	2 444 112	e7MP	194		SOBESOL
677	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 507	2 444 115	e7MP	194		SOBESOL
678	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 563	2 444 113	e7MP	194		SOBESOL
679	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 611	2 444 294	e7MP	194		SOBESOL
680	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 600	2 444 273	e7MP	194		SOBESOL
681	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 615	2 444 280	e7MP	194		SOBESOL
682	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 610	2 444 278	e7MP	194		SOBESOL
683	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 607	2 444 258	e7MP	194		SOBESOL
684	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 603	2 444 247	e7MP	194		SOBESOL
685	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 395	2 444 314	e7MP	194		SOBESOL
686	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 451	2 444 304	e7MP	194		SOBESOL
687	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 504	2 444 304	e7MP	194		SOBESOL

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

688	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 490	2 444 299	e7MP	194		SOBESOL
689	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 347	2 444 373	e7MP	194		SOBESOL
690	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 372	2 444 432	e7MP	194		SOBESOL
691	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 366	2 444 427	e7MP	194		SOBESOL
692	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 378	2 444 416	e7MP	194		SOBESOL
693	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 394	2 444 365	e7MP	194		SOBESOL
694	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 523	2 444 315	e7MP	194		SOBESOL
695	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 424	2 444 363	e7MP	194		SOBESOL
696	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 460	2 444 348	e7MP	194		SOBESOL
697	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 499	2 444 335	e7MP	194		SOBESOL
698	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 505	2 444 334	e7MP	194		SOBESOL
699	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 527	2 444 319	e7MP	194		SOBESOL
700	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 568	2 444 328	e7MP	194		SOBESOL
701	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 559	2 444 313	e7MP	194		SOBESOL
702	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 579	2 444 314	e7MP	194		SOBESOL
703	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 574	2 444 307	e7MP	194		SOBESOL
704	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 592	2 444 307	e7MP	194		SOBESOL
705	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 595	2 444 303	e7MP	194		SOBESOL
706	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 631	2 444 300	e7MP	194		SOBESOL
707	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 645	2 444 286	e7MP	194		SOBESOL
708	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 378	2 444 228	e7MP	194		SOBESOL
709	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 413	2 444 267	e7MP	194		SOBESOL
710	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 188	2 444 629	e7MP	194		SOBESOL
711	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 660	2 442 941	e7G	193		SOBESOL
712	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 658	2 442 968	e7MP	194		SOBESOL
713	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 664	2 443 029	e7G	193		SOBESOL
714	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 591	2 444 256	e7MP	194		SOBESOL
715	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 334	2 444 418	e7MP	194		SOBESOL
716	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 424	2 444 321	e7MP	194		SOBESOL
717	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 450	2 444 638	e7MP	194		SOBESOL
718	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 364	2 444 383	e7MP	194		SOBESOL
719	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 314	2 444 363	e7MP	194		SOBESOL
720	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 323	2 444 372	e7MP	194		SOBESOL



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

721	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 320	2 444 385	e7MP	194		SOBESOL
722	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 261	2 444 300	e7MP	194		SOBESOL
723	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 269	2 444 294	e7MP	194		SOBESOL
724	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 269	2 444 282	e7MP	194		SOBESOL
725	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 290	2 444 278	e7MP	194		SOBESOL
726	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 069	2 443 350	g1AVR	171		SOBESOL
727	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 912	2 443 404	e7G	193		SOBESOL
728	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 889	2 443 439	e7G	193		SOBESOL
729	SOLEN	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 864	2 443 447	e7G	193	1996/1997	
730	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 020	2 444 561	e7MP	194		SOBESOL
731	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 202	2 444 448	e7MP	194		SOBESOL
732	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 250	2 444 427	e7MP	194		SOBESOL
733	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 523	2 444 248	e7MP	194		SOBESOL
734	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 554	2 444 305	e7MP	194		SOBESOL
735	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 298	2 443 441	g1AVR	171		SOBESOL
736	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 278	2 443 121	e7G	193		SOBESOL
737	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 282	2 443 128	e7G	193		SOBESOL
738	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 280	2 443 119	e7G	193		SOBESOL
739	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 557	2 443 011	e7MP	194		SOBESOL
740	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 703	2 443 212	e7G	193		SOBESOL
741	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 085	2 442 943	g1SF	129		SOBESOL
742	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 558	2 444 547	e7MP	194		SOBESOL
743	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 944	2 444 801	e6	140		SOBESOL
744	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 924	2 442 526	e7MS	108		SOBESOL
745	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 955	2 442 492	e7MS	108		SOBESOL
746	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 975	2 442 435	e7MS	108		SOBESOL
747	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 975	2 442 435	e7MS	108		SOBESOL
748	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 998	2 442 415	e7MS	108		SOBESOL
749	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 971	2 442 566	g1AVR	171		SOBESOL
750	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 992	2 442 516	g1AVR	171		SOBESOL
751	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 000	2 442 512	g1AVR	171		SOBESOL
752	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 020	2 442 494	e7MS	108		SOBESOL
753	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 088	2 442 443	e7MS	108		SOBESOL
754	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 713	2 442 933	e7G	193		SOBESOL

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

755	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 029	2 442 374	e7MS	108		SOBESOL
756	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 866	2 442 614	e7MS	108		SOBESOL
757	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 825	2 442 709	e7MS	108		SOBESOL
758	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 834	2 442 705	e7MS	108		SOBESOL
759	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 812	2 442 724	e7MS	108		SOBESOL
760	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 808	2 442 737	e7MS	108		SOBESOL
761	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 816	2 442 801	e7MS	108		SOBESOL
762	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 807	2 442 857	e7MS	108		SOBESOL
763	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 822	2 442 893	e7MS	108		SOBESOL
764	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 735	2 442 698	e7G	193		SOBESOL
765	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 298	2 443 454	g1AVR	171		SOBESOL
766	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 337	2 443 526	e7MS	108		SOBESOL
767	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 760	2 445 362	e6	140		SOBESOL
768	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 750	2 445 359	e6	140		SOBESOL
769	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 370	2 443 579	e7MS	108		SOBESOL
770	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 446	2 444 406	e7MP	194		SOBESOL
771	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 899	2 442 768	g1CS-CO	144		SOBESOL
772	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 900	2 442 856	g1CS-CO	144		SOBESOL
773	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 924	2 442 883	g1CS-CO	144		SOBESOL
774	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 923	2 442 900	g1CS-CO	144		SOBESOL
775	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 437	2 444 536	e7MP	194		SOBESOL
776	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 460	2 444 571	e7MP	194		SOBESOL
777	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 870	2 443 284	e7G	193		SOBESOL
778	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 851	2 443 279	e7G	193		SOBESOL
779	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 879	2 443 251	e7G	193		SOBESOL
780	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 878	2 443 261	e7G	193		SOBESOL
781	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 914	2 443 542	e7G	193		SOBESOL
782	DDE95	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 301	2 444 489	e7MP	194		
783	DDE95	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 274	2 444 485	e7MP	194		
784	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 403	2 444 180	e7MP	194		SOBESOL
785	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 605	2 443 492	e7MS	108		SOBESOL
786	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 632	2 443 532	e7MS	108		SOBESOL
787	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 323	2 444 472	e7MP	194		SOBESOL
788	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 325	2 444 475	e7MP	194		SOBESOL

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

789	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 328	2 444 475	e7MP	194		SOBESOL
790	DDE95	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 327	2 444 474	e7MP	194		
791	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 350	2 444 523	e7MP	194		SOBESOL
792	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 176	2 444 531	e7MP	194		SOBESOL
793	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	590 285	2 444 459	e7MP	194		SOBESOL
794	DDE95	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 206	2 444 401	e7MP	194		
795	DDE95	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 231	2 444 438	e7MP	194		
796	CCR	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 239	2 444 457	e7MP	194	été 1989	GEOMEDIA
797	CCR	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 248	2 444 476	e7MP	194	été 1989	GEOMEDIA
798	CCR	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 254	2 444 490	e7MP	194	été 1989	GEOMEDIA
799	CCR	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 263	2 444 511	e7MP	194	été 1989	GEOMEDIA
800	CCR	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 268	2 444 519	e7MP	194	été 1989	GEOMEDIA
801	DDE95	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 282	2 444 542	e7MP	194		
802	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 371	2 444 212	e7MP	194		SOBESOL
803	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 443	2 444 344	e7MP	194		SOBESOL
804	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 473	2 444 399	e7MP	194		SOBESOL
805	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 431	2 444 366	e7MP	194		SOBESOL
806	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 454	2 444 387	e7MP	194		SOBESOL
807	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 504	2 444 471	e7MP	194		SOBESOL
808	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 469	2 444 422	e7MP	194		SOBESOL
809	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 536	2 444 517	e7MP	194		SOBESOL
810	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	589 625	2 444 141	e7MP	194		SOBESOL
811	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 353	2 443 158	e7G	193		SOBESOL
812	MAIRIE	424	MONTIGNY LES CORMEILLES	588 378	2 443 186	X	1		SOBESOL
813	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 323	2 446 466	CE	3		
814	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 587	2 445 642	g1CS-CO	144		
815	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 388	2 445 167	CE	3		
816	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 344	2 445 396	CE	3		
817	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 317	2 445 416	CE	3		
818	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 376	2 445 308	CE	3		
819	MAAF/MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 354	2 445 326	CE	3		ETUDESOL
820	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 459	2 445 243	CE	3		
821	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 453	2 445 310	CE	3		
822	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 224	2 445 624	CE	3		
823	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 222	2 445 649	CE	3		
824	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 576	2 446 607	CE	3		
825	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 305	2 446 290	CE	3		
826	MAIRIE	426	MONTLIGNON	595 959	2 445 694	CE	3		
827	MAIRIE	426	MONTLIGNON	595 985	2 445 909	e7MS	108		
828	MAIRIE	426	MONTLIGNON	596 550	2 446 121	e7MS	108		
829	SOLEN	427	MONTMAGNY	600 830	2 441 385	e7G	193	1995	
830	SOLEN	427	MONTMAGNY	601 059	2 441 715	e7G	193		
831	MAIF	427	MONTMAGNY	601 441	2 441 342	g1MH	136	fin 1993	ETUDESOL

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

832	CCR	427	MONTMAGNY	601 238	2 441 946	e7G	193		GEOMEDIA
833	CCR	427	MONTMAGNY	601 297	2 441 550	e7G	193		GEOMEDIA
834	SOLEN	427	MONTMAGNY	600 843	2 441 544	e7G	193	1991	
835	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 642	2 442 820	e7MS	108		
836	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 392	2 444 008	e7MS	108		
837	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 581	2 445 133	p-IVAMM	130		
838	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 376	2 441 797	e7MP	194		
839	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 390	2 441 798	e7MP	194		
840	SOLEN	428	MONTMORENCY	598 986	2 442 692	g1MH	136	1990	
841	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 127	2 441 760	e7MP	194		
842	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 780	2 444 765	p-IVAMM	130		
843	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 753	2 444 783	p-IVAMM	130		
844	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 803	2 444 726	p-IVAMM	130		
845	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 547	2 445 256	p-IVAMM	130		
846	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 759	2 443 987	g1MH	136		
847	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 517	2 445 021	p-IVAMM	130		
848	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 420	2 441 407	e6CSO	134		ESF (ETUDE DE SOLS ET FONDATIONS)
849	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 466	2 444 437	p-IVAMM	130		
850	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 917	2 444 110	g1SF	129		
851	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 824	2 444 433	g1SF	129		
852	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 822	2 444 443	g1SF	129		
853	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 685	2 442 786	e7MS	108		
854	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 628	2 442 773	e7MS	108		
855	CCR	428	MONTMORENCY	598 564	2 442 779	e7MS	108		
856	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 524	2 442 754	e7MS	108		
857	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 530	2 441 510	e6CSO	134		
858	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 522	2 441 526	e6CSO	134		
859	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 529	2 441 645	e6CSO	134		
860	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 521	2 441 663	e6CSO	134		
861	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 526	2 441 666	e6CSO	134		
862	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 526	2 441 660	e6CSO	134		
863	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 525	2 441 658	e6CSO	134		
864	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 561	2 441 867	e7MP	194		
865	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 776	2 444 497	g1SF	129		
866	MAIRIE/SOLEN	428	MONTMORENCY	598 719	2 444 721	g1SF	129	1992/1993	
867	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 863	2 444 438	p-IVAMM	130		
868	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 116	2 444 374	g1SF	129		
869	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 266	2 444 327	p-IVAMM	130		
870	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 209	2 444 333	p-IVAMM	130		
871	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 213	2 444 335	p-IVAMM	130		
872	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 239	2 444 326	p-IVAMM	130		
873	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 193	2 444 275	g1SF	129		
874	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 743	2 444 291	g1SF	129		
875	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 257	2 441 768	e7MP	194		
876	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 705	2 443 131	g1MH	136		
877	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 489	2 441 511	e6CSO	134		
878	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 442	2 441 536	e6CSO	134		
879	MAIRIE/SOLEN	428	MONTMORENCY	598 246	2 442 989	e7G	193	1997/1998	
880	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 441	2 441 558	e6CSO	134		
881	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 246	2 443 629	g1SF	129		
882	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 641	2 443 905	g1SF	129		
883	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 448	2 441 623	e6CSO	134		
884	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 264	2 441 443	e6CSO	134		
885	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 335	2 441 580	e6CSO	134		
886	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 345	2 441 615	e6CSO	134		
887	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 415	2 441 732	e7MP	194		
888	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 467	2 441 829	e7MP	194		
889	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 813	2 445 054	p-IVAMM	130		
890	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 427	2 443 598	g1MH	136		
891	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 070	2 443 556	g1SF	129		
892	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 228	2 443 673	g1SF	129		
893	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 797	2 443 049	g1AVR	171		
894	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 066	2 442 556	e7MP	194		
895	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 061	2 442 542	e7MP	194		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

896	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 086	2 442 579	e7MP	194		
897	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 163	2 442 665	e7G	193		
898	CCR/MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 164	2 443 679	g1SF	129		
899	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 232	2 443 011	g1SF	129		
900	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 747	2 443 281	g1SF	129		
901	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 432	2 442 761	e7G	193		
902	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 143	2 442 476	e7G	193		
903	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 081	2 442 410	e7MP	194		
904	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 056	2 442 407	e7MP	194		
905	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 568	2 443 825	g1MH	136		
906	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 451	2 443 818	g1AVR	171		
907	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 396	2 443 199	e7MS	108		
908	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 396	2 443 181	e7MS	108		
909	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 452	2 444 341	p-IVAMM	130		
910	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 551	2 444 303	p-IVAMM	130		
911	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 566	2 444 304	p-IVAMM	130		
912	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 183	2 441 644	e7MP	194		
913	MAIRIE/SOLEN	428	MONTMORENCY	598 211	2 441 648	e7MP	194	1990	
914	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 233	2 441 645	e7MP	194		
915	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 487	2 443 193	g1AVR	171		
916	CCR/MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 519	2 443 148	e7MS	108	été 1989	AMVM/CM
917	CCR/MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 522	2 443 126	e7MS	108	été 1989	AMVM/CM
918	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 524	2 443 107	e7MS	108		
919	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 531	2 443 057	e7MS	108		
920	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 536	2 443 047	e7MS	108		
921	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 540	2 443 004	e7MS	108		
922	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 533	2 442 987	e7MS	108		
923	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 510	2 442 887	e7G	193		
924	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 510	2 442 824	e7G	193		
925	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 315	2 443 062	e7MS	108		
926	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 212	2 443 081	CE	3		HYDRO-GEO
927	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 214	2 443 082	CE	3		
928	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 207	2 443 087	CE	3		
929	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 037	2 443 160	CE	3		
930	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 452	2 443 007	e7G	193		
931	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 336	2 442 492	e7G	193		
932	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 327	2 442 459	e7G	193		
933	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 306	2 442 412	e7G	193		
934	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 238	2 442 297	e7G	193		
935	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 127	2 442 093	e7G	193		
936	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 456	2 443 924	e7MS	108	1989/1991	GEOMEDIA
937	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 423	2 443 923	e7MS	108		
938	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 374	2 443 923	e7MS	108		
939	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 387	2 443 984	e7MS	108		
940	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 958	2 442 967	g1CS-CO	144		
941	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 144	2 442 991	e7G	193		
942	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 146	2 442 924	e7G	193		
943	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 145	2 442 985	e7G	193		
944	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 116	2 442 885	e7MP	194		
945	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 617	2 442 710	g1AVR	171		
946	MAIRIE/SOLEN	428	MONTMORENCY	598 611	2 443 014	g1AVR	171	1991	
947	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 714	2 443 161	g1MH	136		
948	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 700	2 443 173	g1MH	136		
949	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 120	2 443 266	g1SF	129		
950	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 667	2 442 934	g1AVR	171		
951	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 287	2 441 619	e7MP	194		
952	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 303	2 441 611	e6CSO	134		
953	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 318	2 441 691	e7MP	194		
954	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 327	2 441 667	e7MP	194		
955	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 330	2 441 687	e7MP	194		
956	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 201	2 442 526	e7G	193		
957	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 184	2 442 542	e7G	193	été 1996	INVESTIGATION GEOTECHNIQUE
958	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 152	2 442 541	e7G	193		
959	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 329	2 441 698	e7MP	194		
960	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 471	2 441 690	e6CSO	134		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

961	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 719	2 445 242	p-IVAMM	130		
962	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 371	2 443 083	g1SF	129		
963	MAIRIE	428	MONTMORENCY	597 978	2 442 430	e7MP	194		
964	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 322	2 441 975	e7G	193		
965	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 315	2 441 965	e7G	193		
966	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 371	2 441 947	e7MP	194		
967	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 423	2 441 935	e7MP	194		
968	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 499	2 441 936	e7MP	194		
969	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 787	2 442 946	g1CS-CO	144		
970	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 355	2 442 377	e7G	193		
971	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 556	2 442 862	g1CS-CO	144		
972	MAIRIE	428	MONTMORENCY	599 621	2 442 876	g1AVR	171		
973	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 429	2 442 891	e7G	193		
974	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 016	2 442 156	e7MP	194		
975	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 009	2 442 164	e7MP	194		
976	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 009	2 442 142	e7MP	194		
977	MAIRIE	428	MONTMORENCY	597 998	2 442 159	e7MP	194		
978	MAIRIE	428	MONTMORENCY	597 982	2 442 155	e7MP	194		
979	MAIRIE	428	MONTMORENCY	597 985	2 442 133	e7MP	194		
980	MAIRIE	428	MONTMORENCY	597 977	2 442 145	e7MP	194		
981	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 476	2 443 249	g1AVR	171		
982	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 475	2 443 258	g1AVR	171		
983	MAIRIE	428	MONTMORENCY	598 107	2 441 791	e7MP	194		
984	MAIRIE	436	MOURS	595 056	2 459 004	e4SS-FG-AP	107		
985	MAIRIE	436	MOURS	594 837	2 459 090	e4SS-FG-AP	107		
986	MAIRIE	436	MOURS	594 878	2 459 075	e4SS-FG-AP	107		
987	MAIRIE	436	MOURS	594 895	2 459 075	e4SS-FG-AP	107		
988	MAIRIE	436	MOURS	594 901	2 459 012	e4SS-FG-AP	107		
989	MAIRIE	436	MOURS	595 085	2 459 065	e4SS-FG-AP	107		
990	MAIRIE	436	MOURS	594 795	2 459 196	e4SS-FG-AP	107		
991	MAIRIE	436	MOURS	595 080	2 459 141	e4SS-FG-AP	107		
992	MAIRIE	436	MOURS	594 744	2 459 136	e4SS-FG-AP	107		
993	MAIRIE	436	MOURS	594 716	2 459 136	e4SS-FG-AP	107		
994	MAIRIE	436	MOURS	594 757	2 458 962	e4SS-FG-AP	107		
995	MAIRIE	436	MOURS	594 862	2 459 259	e4SS-FG-AP	107		
996	CCR	436	MOURS	595 072	2 459 337	e4SS-FG-AP	107		GEO SIGMA
997	MAIRIE	436	MOURS	595 034	2 459 120	e4SS-FG-AP	107		
998	MAIRIE	436	MOURS	594 767	2 459 058	e4SS-FG-AP	107		
999	CCR	452	NOINTEL	596 390	2 458 704	e4SS-FG-AP	107		GEOMEDIA
1000	CCR/SOLEN	452	NOINTEL	596 552	2 458 971	e4SS-FG-AP	107	sept-96	GEOMEDIA
1001	CCR	452	NOINTEL	596 538	2 459 002	e4SS-FG-AP	107		GEOMEDIA
1002	CCR/SOLEN	452	NOINTEL	596 516	2 459 002	e4SS-FG-AP	107	1990	GEOMEDIA
1003	CCR	452	NOINTEL	596 454	2 458 980	e4SS-FG-AP	107	1996-1997	GEOMEDIA
1004	CCR	452	NOINTEL	595 904	2 459 365	c5B/c4M	167	été 1996	GEOMEDIA

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1005	CCR	452	NOINTEL	596 403	2 459 105	e4SS-FG-AP	107	1990-1991	GEOMEDIA
1006	CCR	452	NOINTEL	596 467	2 459 033	e4SS-FG-AP	107	été 1996	GEOMEDIA
1007	CCR	452	NOINTEL	596 453	2 459 024	e4SS-FG-AP	107	été 1996	GEOMEDIA
1008	CCR	452	NOINTEL	596 444	2 459 042	e4SS-FG-AP	107		GEOMEDIA
1009	CCR	452	NOINTEL	596 446	2 459 021	e4SS-FG-AP	107		GEOMEDIA
1010	CCR	452	NOINTEL	596 438	2 459 021	e4SS-FG-AP	107		GEOMEDIA
1011	CCR	452	NOINTEL	596 418	2 459 011	e4SS-FG-AP	107	été 1996	GEOMEDIA
1012	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	593 280	2 444 692	e6CSO	134		
1013	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 203	2 444 944	CE	3		
1014	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	593 215	2 445 218	e7MP	194		
1015	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 087	2 444 783	CE	3		
1016	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 590	2 444 619	e7MP	194		
1017	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 805	2 445 006	CE	3		
1018	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 777	2 444 899	e7MP	194		
1019	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 212	2 445 042	CE	3		
1020	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	593 346	2 444 279	e6CSO	134		
1021	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 147	2 444 967	CE	3		
1022	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 140	2 444 962	CE	3		
1023	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 137	2 444 959	CE	3		
1024	MAIRIE	491	PLESSIS BOUCHARD (LE)	592 076	2 444 856	CE	3		
1025	SOLEN	539	SAINT BRICE SOUS FORET	601 607	2 443 836	e7G	193		
1026	MATMUT	555	SAINT GRATIEN	596 669	2 440 576	e6CSO	134	fin 1998	SEFIA INGENIEUR CONSEILS
1027	SOLEN	555	SAINT GRATIEN	596 855	2 441 006	e6CSO	134	1990, aggravation 1991	
1028	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 701	2 446 721	CE	3		
1029	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 260	2 446 299	CE	3		
1030	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 840	2 445 500	e7MP	194		
1031	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 717	2 446 982	CE	3		GEOEXPERTS
1032	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 858	2 446 091	CE	3		GEOEXPERTS
1033	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 849	2 445 706	CE	3		
1034	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 867	2 446 959	e7MS	108		
1035	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 862	2 446 951	e7MS	108		
1036	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 773	2 445 784	CE	3		
1037	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 863	2 446 514	CE	3		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1038	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 849	2 446 495	CE	3		
1039	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 804	2 446 412	CE	3		
1040	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 893	2 446 473	CE	3		
1041	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 332	2 445 627	CE	3		
1042	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 798	2 446 881	CE	3		
1043	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 160	2 445 963	CE	3		
1044	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 196	2 447 458	g1AVR	171		GEOEXPERTS
1045	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 154	2 447 481	g1AVR	171		
1046	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 718	2 446 771	CE	3		
1047	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 834	2 445 774	CE	3		
1048	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 836	2 445 799	CE	3		
1049	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 920	2 445 560	e7MP	194		
1050	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 096	2 447 496	g1CS-CO	144		
1051	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 135	2 447 499	g1CS-CO	144		
1052	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 850	2 447 106	e7MS	108		
1053	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 286	2 445 736	CE	3		
1054	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 203	2 447 064	CE	3		
1055	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 344	2 446 129	CE	3		
1056	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	594 141	2 446 687	e7MS	108		
1057	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 567	2 446 926	CE	3		
1058	MAIRIE/SOLEN	563	SAINT LEU LA FORET	593 493	2 446 952	CE	3	1994/1995	GEOEXPERTS
1059	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 386	2 446 976	CE	3		
1060	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 865	2 446 807	CE	3		GEOEXPERTS
1061	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 371	2 446 965	CE	3		GEOEXPERTS
1062	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 247	2 446 781	CE	3		
1063	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	594 238	2 446 579	e7MS	108		
1064	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	594 241	2 446 624	e7MS	108		
1065	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 913	2 446 328	CE	3		
1066	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 723	2 446 239	CE	3		GEOEXPERTS
1067	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 575	2 446 711	CE	3		GEOEXPERTS
1068	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 657	2 446 674	CE	3		GEOEXPERTS
1069	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 759	2 446 630	CE	3		
1070	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 943	2 446 103	CE	3		
1071	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 712	2 445 653	CE	3		



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1072	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 749	2 446 113	CE	3		
1073	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 239	2 445 502	CE	3		
1074	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 600	2 445 860	CE	3		
1075	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 455	2 445 753	CE	3		
1076	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 237	2 447 002	CE	3		
1077	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 218	2 447 004	CE	3		
1078	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 213	2 446 999	CE	3		
1079	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 526	2 445 816	CE	3		
1080	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 272	2 446 922	CE	3		
1081	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 643	2 447 044	CE	3		
1082	MAAF/MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 629	2 447 049	CE	3		ETUDE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE COMPLEMENTAIRE
1083	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 614	2 447 050	CE	3		
1084	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 545	2 447 050	CE	3		
1085	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 893	2 445 348	e7MP	194		
1086	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 414	2 446 624	CE	3		
1087	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 467	2 446 734	CE	3		
1088	MAIRIE/SOLEN	563	SAINT LEU LA FORET	593 499	2 446 785	CE	3		GEOEXPERTS
1089	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 510	2 446 816	CE	3		
1090	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 719	2 447 077	e7MS	108		
1091	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 758	2 447 136	e7MS	108		
1092	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 705	2 447 062	CE	3		
1093	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 286	2 446 402	CE	3		
1094	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 636	2 446 710	CE	3		GEOEXPERTS
1095	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 618	2 446 713	CE	3		
1096	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 055	2 446 844	CE	3		GEOEXPERTS
1097	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 948	2 446 918	CE	3		
1098	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 097	2 447 067	CE	3		
1099	MAIRIE/SOLEN	563	SAINT LEU LA FORET	594 035	2 446 657	CE	3	1993	
1100	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 097	2 446 622	CE	3		GEOEXPERTS
1101	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 262	2 446 812	CE	3		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1102	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 910	2 446 536	CE	3		GEOEXPERTS
1103	MAIF	563	SAINT LEU LA FORET	593 511	2 445 453	e7MP	194	fin août 1993	
1104	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 621	2 446 121	CE	3		
1105	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 558	2 445 998	CE	3		GEOEXPERTS
1106	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 634	2 446 204	CE	3		
1107	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 621	2 446 204	CE	3		
1108	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 454	2 447 177	g1AVR	171		
1109	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 940	2 446 861	CE	3		
1110	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 934	2 446 830	CE	3		GEOEXPERTS
1111	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 498	2 447 100	e7MS	108		GEOEXPERTS
1112	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 568	2 446 228	CE	3		
1113	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 565	2 446 236	CE	3		GEOEXPERTS
1114	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 538	2 446 157	CE	3		
1115	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 682	2 445 977	CE	3		
1116	MAIF	563	SAINT LEU LA FORET	593 771	2 447 039	e7MS	108	1995	
1117	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 805	2 447 013	e7MS	108		GEOEXPERTS
1118	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 805	2 447 011	e7MS	108		
1119	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 629	2 446 648	CE	3		GEOEXPERTS
1120	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 753	2 446 458	CE	3		
1121	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	593 600	2 446 311	CE	3		
1122	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 638	2 446 429	CE	3		
1123	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 649	2 446 473	CE	3		
1124	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 671	2 446 500	CE	3		
1125	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 676	2 446 508	CE	3		
1126	MAIRIE	563	SAINT LEU LA FORET	592 906	2 445 958	CE	3		
1128	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 022	2 444 960	e7MP	194		
1129	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 145	2 444 972	e7MP	194		
1130	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 126	2 444 982	e7MP	194		
1131	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 380	2 444 849	e7MP	194		
1132	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 549	2 444 609	e6CSO	134		
1133	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 311	2 446 062	e7MS	108		
1134	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 160	2 446 353	CE	3		
1135	MAAF	574	SAINT PRIX	594 813	2 444 877	e7MP	194		ETUDESOL
1136	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 190	2 444 702	e6CSO	134		
1137	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 203	2 445 671	e7MP	194		
1138	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 230	2 445 653	e7MP	194		
1139	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 176	2 444 960	e7MP	194		
1140	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 972	2 445 055	e7MP	194		
1141	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 975	2 445 085	e7MP	194		
1142	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 159	2 446 293	e7MS	108		
1143	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 909	2 446 421	g1AVR	171		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1144	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 876	2 446 417	g1AVR	171		
1145	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 983	2 446 411	g1CS-CO	144		
1146	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 758	2 446 449	g1AVR	171		
1147	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 878	2 446 458	g1AVR	171		
1148	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 423	2 445 437	e7MP	194		
1149	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 672	2 444 614	e6CSO	134		
1150	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 664	2 446 426	g1AVR	171		
1151	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 412	2 446 038	CE	3		
1152	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 381	2 446 061	CE	3		
1153	MAAF	574	SAINT PRIX	594 322	2 446 109	CE	3		ETUDESOL
1154	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 176	2 446 168	CE	3		
1155	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 746	2 446 008	e7MS	108		
1156	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 101	2 446 167	e7MS	108		
1157	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 762	2 446 356	e7MS	108		
1158	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 747	2 446 240	e7MS	108		
1159	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 606	2 445 620	e7MP	194		
1160	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 361	2 444 693	e7MP	194		
1161	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 383	2 445 437	e7MP	194		
1162	MAIRIE	574	SAINT PRIX	593 865	2 444 900	e7MP	194		
1163	MAIRIE	574	SAINT PRIX	593 906	2 444 946	e7MP	194		
1164	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 753	2 444 770	e6CSO	134		
1165	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 047	2 444 744	e6CSO	134		
1166	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 070	2 445 944	CE	3		
1167	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 696	2 445 705	e7MS	108		
1168	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 729	2 445 649	CE	3		
1169	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 240	2 444 798	e7MP	194		
1170	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 595	2 445 827	CE	3		
1171	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 264	2 445 954	CE	3		
1172	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 792	2 446 461	g1AVR	171		
1173	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 774	2 446 467	g1AVR	171		
1174	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 662	2 446 513	g1CS-CO	144		
1175	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 802	2 445 112	e7MP	194		
1176	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 714	2 445 470	e7MP	194		
1177	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 681	2 445 604	e7MP	194		
1178	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 679	2 445 623	e7MP	194		
1179	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 716	2 445 625	e7MP	194		
1180	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 846	2 445 050	e7MP	194		
1181	MAIRIE	574	SAINT PRIX	595 041	2 446 366	g1AVR	171		
1182	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 008	2 445 312	e7MP	194		
1183	MAIRIE	574	SAINT PRIX	593 997	2 445 255	e7MP	194		
1184	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 690	2 446 162	e7MS	108		
1185	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 666	2 446 125	e7MS	108		
1186	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 469	2 446 177	e7MS	108		
1187	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 482	2 446 078	CE	3		
1188	MAIRIE	574	SAINT PRIX	594 426	2 444 794	e7MP	194		
1189	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 530	2 454 621	CE	3		
1190	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 972	2 455 007	g1SF	129		
1191	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 169	2 454 381	CE	3		
1192	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 118	2 454 313	CE	3		
1193	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 147	2 454 298	CE	3		
1194	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 531	2 454 841	g1MH	136		
1195	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 496	2 454 776	g1AVR	171		GRUPE DE RECHERCHE D'INGENIERIE FORMATION (GRIF)
1196	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 479	2 454 778	g1AVR	171		GRUPE DE RECHERCHE D'INGENIERIE FORMATION (GRIF)
1197	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 020	2 455 139	g1SF	129		
1198	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 422	2 454 608	CE	3		
1199	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 990	2 454 551	CE	3		
1200	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 850	2 454 682	g1SF	129		
1201	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 809	2 454 713	g1SF	129		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1202	MAIRIE	580	SAINT WITZ	616 968	2 454 872	g1SF	129		
1203	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 057	2 454 865	g1SF	129		
1204	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 070	2 454 824	g1SF	129		
1205	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 278	2 454 208	CE	3		
1206	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 239	2 454 099	CE	3		
1207	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 175	2 453 937	LP	184		GRUPE DE RECHERCHE D'INGENIERIE FORMATION (GRIF)
1208	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 099	2 455 080	g1SF	129		
1209	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 147	2 454 592	CE	3		GRUPE DE RECHERCHE D'INGENIERIE FORMATION (GRIF)
1210	MAIF	580	SAINT WITZ	617 184	2 454 719	CE	3		
1211	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 284	2 454 717	CE	3		
1212	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 117	2 454 987	g1SF	129		
1213	MAIRIE	580	SAINT WITZ	617 225	2 455 050	g1SF	129		
1214	MAIRIE	585	SARCELLES	602 828	2 442 019	e7G	193		
1215	MAIRIE	585	SARCELLES	602 860	2 442 011	e7G	193		
1216	MAIRIE	585	SARCELLES	602 877	2 442 044	e7MP	194		
1217	MAIRIE	585	SARCELLES	602 452	2 441 962	e7G	193		
1218	MAIRIE	585	SARCELLES	602 457	2 441 977	e7G	193		
1219	MAIRIE	585	SARCELLES	602 573	2 441 853	e7G	193		
1220	MAIRIE	585	SARCELLES	602 529	2 441 861	e7G	193		
1221	MAIRIE	585	SARCELLES	602 484	2 441 875	e7G	193		
1222	MAIRIE	585	SARCELLES	602 519	2 441 920	e7G	193		
1223	MAIRIE	585	SARCELLES	602 479	2 441 930	e7G	193		
1224	MAIRIE	585	SARCELLES	602 620	2 441 975	e7G	193		
1225	MAIRIE	585	SARCELLES	602 599	2 441 978	e7G	193		
1226	MAIRIE	585	SARCELLES	602 579	2 441 981	e7G	193		
1227	MAIRIE	585	SARCELLES	602 547	2 441 989	e7G	193		
1228	MAIRIE	585	SARCELLES	602 534	2 441 984	e7G	193		
1229	MAIRIE	585	SARCELLES	602 511	2 441 998	e7G	193		
1230	MAIRIE	585	SARCELLES	602 485	2 442 011	e7G	193		
1231	MAIRIE	585	SARCELLES	602 481	2 441 997	e7G	193		
1232	MAIRIE	585	SARCELLES	602 438	2 442 011	e7G	193		
1233	MAIRIE	585	SARCELLES	602 543	2 442 990	e7G	193		
1234	SOLEN	585	SARCELLES	602 562	2 442 169	e7G	193	avant 1991	
1235	SOLEN	585	SARCELLES	602 533	2 442 171	e7G	193		
1236	SOLEN	585	SARCELLES	602 317	2 442 225	e7G	193		
1237	SOLEN	585	SARCELLES	602 341	2 442 215	e7G	193		
1238	SOLEN	585	SARCELLES	602 366	2 442 205	e7G	193		
1239	SOLEN	585	SARCELLES	602 403	2 442 204	e7G	193		
1240	SOLEN	585	SARCELLES	602 431	2 442 203	e7G	193		
1241	SOLEN	585	SARCELLES	602 463	2 442 191	e7G	193		
1242	SOLEN	585	SARCELLES	602 490	2 442 184	e7G	193		
1243	SOLEN	585	SARCELLES	602 516	2 442 174	e7G	193		
1244	CCR	585	SARCELLES	603 598	2 441 818	e7G	193		
1245	CCR	585	SARCELLES	603 241	2 444 705	e7MP	194		
1246	CCR	585	SARCELLES	603 258	2 444 819	e7MP	194		
1247	CCR	585	SARCELLES	603 282	2 444 917	e7MP	194		
1248	MAIRIE	585	SARCELLES	602 919	2 441 964	e7G	193		
1249	MAIRIE	585	SARCELLES	602 874	2 442 132	e7MP	194		
1250	MAIRIE	585	SARCELLES	602 888	2 442 184	e7MP	194		
1251	MAIRIE	585	SARCELLES	602 893	2 442 210	e7MP	194		
1252	MAIRIE	585	SARCELLES	602 902	2 442 239	e7MP	194		
1253	MAIRIE	585	SARCELLES	602 910	2 442 263	e7MP	194		
1254	MAIRIE	585	SARCELLES	602 921	2 442 303	e7MP	194		
1255	MAIRIE	585	SARCELLES	602 919	2 442 340	e7MP	194		
1256	MAIRIE	585	SARCELLES	602 936	2 442 361	e7MP	194		
1257	MAIRIE	585	SARCELLES	602 941	2 442 396	e7MP	194		
1258	MAIRIE	585	SARCELLES	602 599	2 441 862	e7G	193		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1259	MAIRIE	585	SARCELLES	602 609	2 441 896	e7G	193		
1260	MAIRIE	585	SARCELLES	602 605	2 441 935	e7G	193		
1261	MAIRIE	585	SARCELLES	602 620	2 441 970	e7G	193		
1262	MAIRIE	585	SARCELLES	603 144	2 445 346	e6	140		
1263	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 961	2 443 238	CE	3		
1264	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 953	2 444 624	e7MS	108		
1265	CCR/MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 939	2 444 609	e7G	193		
1266	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 538	2 442 490	e6CSO	134		
1267	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 530	2 442 493	e6CSO	134		
1268	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	596 651	2 443 227	e6CSO	134		
1269	SOLEN	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 313	2 442 272	e6CSO	134		
1270	SOLEN	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 203	2 441 985	Fz	101	1991	
1271	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 348	2 444 647	g1AVR	171		
1272	SOLEN	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 328	2 444 634	g1AVR	171		
1273	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 039	2 444 360	e7G	193		
1274	CCR	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 829	2 442 633	e7MP	194		
1275	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 105	2 443 284	e6CSO	134		
1276	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 100	2 443 292	e6CSO	134		
1277	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 099	2 443 285	e6CSO	134		
1278	SOLEN	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 613	2 443 137	e7MP	194	1994	
1279	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 122	2 443 299	e6CSO	134		
1280	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 108	2 443 292	e6CSO	134		
1281	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 164	2 442 845	e7G	193		
1282	MAIRIE/SOLEN	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 073	2 443 653	e7G	193	1993	
1283	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 107	2 443 664	e7G	193		
1284	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 100	2 443 666	e7G	193		
1285	CCR	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	598 030	2 443 614	e7G	193		
1286	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 794	2 442 450	e7MP	194		
1287	MAIRIE	598	SOISY SOUS MONTMORENCY	597 657	2 442 455	e6CSO	134		
1288	PREF95	607	TAVERNY	590 650	2 446 780	e6	140		
1289	PREF95	607	TAVERNY	591 787	2 446 636	e7MP	194		
1290	PREF95	607	TAVERNY	592 437	2 447 758	g1MH	136		
1291	CCR	607	TAVERNY	592 191	2 447 888	g1CS-CO	144		SAGEO
1292	PREF95	607	TAVERNY	591 360	2 447 773	e7MP	194		
1293	PREF95	607	TAVERNY	592 838	2 447 382	CE	3		
1294	PREF95	607	TAVERNY	591 944	2 446 859	e7MP	194		
1295	PREF95	607	TAVERNY	591 631	2 447 316	e7MP	194		
1296	PREF95	607	TAVERNY	591 707	2 447 259	e7MP	194		
1297	PREF95	607	TAVERNY	592 080	2 447 743	e7MS	108		
1298	CCR	607	TAVERNY	591 491	2 447 456	e7MP	194		INV GE (INVESTIGATION Geotechnique)
1299	PREF95	607	TAVERNY	592 356	2 447 032	CE	3		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Val-d'Oise

1300	PREF95	607	TAVERNY	591 264	2 447 642	e7MP	194		
1301	MATMUT/PREF95	607	TAVERNY	590 726	2 447 165	e6	140		ERSOM
1302	PREF95	607	TAVERNY	591 706	2 447 495	e7G	193		
1303	PREF95	607	TAVERNY	591 439	2 447 175	e7MP	194		
1304	CCR	607	TAVERNY	592 188	2 447 706	e7MS	108		SAGEO
1305	CCR	607	TAVERNY	592 304	2 447 682	e7MS	108		SAGEO
1306	CCR	607	TAVERNY	592 104	2 447 687	CE	3		SAGEO
1307	CCR	607	TAVERNY	592 234	2 447 816	g1CS-CO	144		SAGEO
1308	CCR/PREF95	607	TAVERNY	592 234	2 447 834	g1CS-CO	144		SAGEO
1309	PREF95	607	TAVERNY	591 186	2 447 489	e6	140		
1310	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 849	2 452 152	e7G	193		
1311	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 967	2 452 238	e7G	193		
1312	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 028	2 451 598	g1CS-CO	144		
1313	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 610	2 452 441	e6	140		
1314	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 279	2 452 288	e7G	193		
1315	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 141	2 452 332	e7G	193		
1316	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 013	2 452 288	e7G	193		
1317	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 943	2 452 290	e7G	193		
1318	CCR/MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 919	2 452 295	e7G	193		GEOMEDIA
1319	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 866	2 452 274	e7G	193		
1320	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 099	2 452 203	e7G	193		
1321	MAIF/MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 112	2 452 130	e7G	193	sept-96	SOLENE ETUDES
1322	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 885	2 451 982	e7G	193		
1323	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 664	2 451 724	g1AVR	171		
1324	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	591 905	2 452 285	e7G	193		
1325	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 495	2 452 044	e7MS	108		
1326	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 549	2 451 941	g1AVR	171		
1327	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 522	2 452 054	e7MS	108		
1328	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 259	2 452 168	e7MS	108		
1329	MAIRIE	678	VILLIERS ADAM	592 311	2 452 129	e7MS	108		









**BRGM**  
**SERVICE DES ACTIONS RÉGIONALES**  
**Service géologique régional Île-de-France**  
7, rue du Théâtre – 91884 Massy – Tél. 01.69.75.10.25

# Les constructions sur terrain argileux en Île-de-France

Juillet 2014



**Comment faire face au risque de retrait-gonflement du sol ?**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

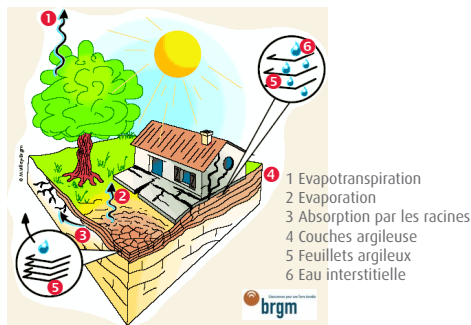
PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE

Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie  
d'Île-de-France

[www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr](http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr)

## Le risque de retrait-gonflement des sols argileux

### → Le phénomène



Un sol argileux change de volume selon son humidité comme le fait une éponge ; il gonfle avec l'humidité et se resserre avec la sécheresse, entraînant des tassements verticaux et horizontalement, des fissurations du sol.

L'assise d'un bâtiment installé sur ce sol est donc instable.

En effet, sous la construction, le sol est protégé de l'évaporation et sa teneur en eau varie peu au cours de l'année ce qui n'est pas le cas en périphérie.

Les différences de teneur en eau du terrain, importantes à l'aplomb des façades, vont donc provoquer des mouvements différentiels du sol notamment à proximité des murs porteurs et aux angles du bâtiment.

### → Des désordres aux constructions

#### Comment se manifestent les désordres ?

- Fissuration des structures
- Distorsion des portes et fenêtres
- Décollement des bâtiments annexes
- Dislocation des dallages et des cloisons
- Rupture des canalisations enterrées

#### Quelles sont les constructions les plus vulnérables ?

Les désordres touchent principalement les constructions légères de plain-pied et celles aux fondations peu profondes ou non homogènes.

Un terrain en pente ou hétérogène, l'existence de sous-sols partiels, des arbres à proximité, une circulation d'eau souterraine (rupture de canalisations...) peuvent aggraver la situation.



### → Des dommages nombreux et coûteux pour la collectivité

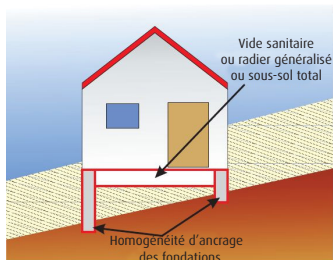
En région Ile-de-France :

- plus de **500 communes** exposées à ce risque
- **1,3 milliard d'euros** dépensés pour l'indemnisation des sinistres sur la période 1999 - 2003
- **deuxième** cause d'indemnisation au titre des catastrophes naturelles (CATNAT) à la charge de la collectivité publique, derrière les inondations
- 96% des sinistres concernent les particuliers
- coût moyen d'un sinistre (franchise incluse) : **15 300€<sup>1</sup>**

1- source CGEDD, mai 2010

## Que faire si vous voulez...

### construire



#### ➔ Précisez la nature du sol

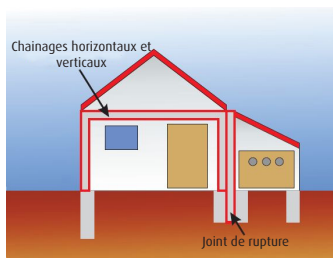
Avant de construire, il est recommandé de procéder à une reconnaissance de sol dans la zone d'aléa figurant sur la carte de retrait-gonflement des sols argileux (consultable sur le site [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr)), qui traduit un niveau de risque plus ou moins élevé selon l'aléa.

Une telle analyse, réalisée par un bureau d'études spécialisé, doit vérifier la nature, la géométrie et les caractéristiques géotechniques des formations géologiques présentes dans le proche sous-sol afin d'adapter au mieux le système de fondation de la construction.

Si la présence d'argile est confirmée, des essais en laboratoire permettront d'identifier la sensibilité du sol au retrait-gonflement.

#### ➔ Réalisez des fondations appropriées

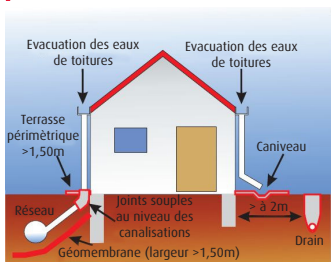
- Prévoir des fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille, d'une profondeur d'ancrage de 0,80 m à 1,20 m en fonction de la sensibilité du sol ;
- Assurer l'homogénéité d'ancrage des fondations sur terrain en pente (l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ;
- Éviter les sous-sols partiels, préférer les radiers ou les planchers porteurs sur vide sanitaire aux dallages sur terre plein.



#### ➔ Consolider les murs porteurs et désolidariser les bâtiments accolés

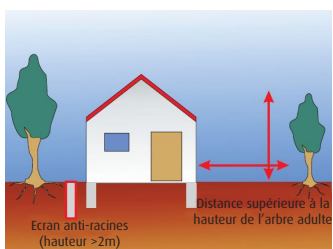
- Prévoir des chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs ;
- Prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre les bâtiments accolés fondés différemment ou exerçant des charges variables.

### aménagement, rénover



#### ➔ Eviter les variations localisées d'humidité

- Éviter les infiltrations d'eaux pluviales (y compris celles provenant des toitures, des terrasses, des descentes de garage...) à proximité des fondations ;
- Assurer l'étanchéité des canalisations enterrées (joints souples au niveau des raccords) ;
- Éviter les pompages à usage domestique ;
- Envisager la mise en place d'un dispositif assurant l'étanchéité autour des fondations (trottoir périphérique anti-évaporation, géomembrane...) ;
- En cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, préférer le positionnement de cette dernière le long des murs intérieurs.

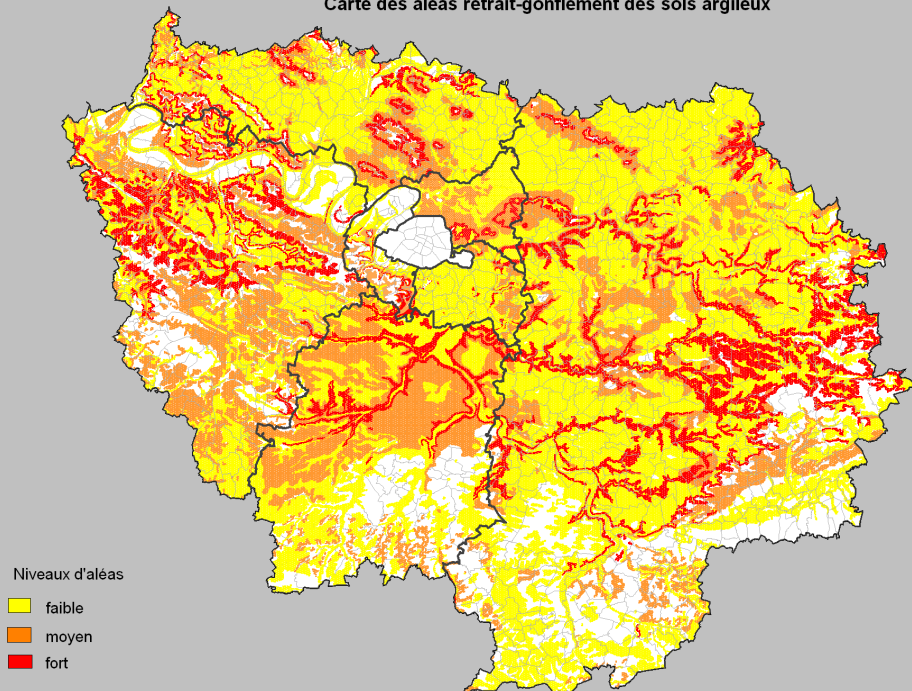


#### ➔ Réalisez des fondations appropriées

- Éviter de planter des arbres avides d'eau (saules pleureurs, peupliers ou chênes par exemple) à proximité ou prévoir la mise en place d'écrans anti-racines ;
- Procéder à un élagage régulier des plantations existantes ;
- Attendre le retour à l'équilibre hydrique du sol avant de construire sur un terrain récemment défriché.

# L'aléa retrait-gonflement des sols argileux en Ile-de-France

Carte des aléas retrait-gonflement des sols argileux



Niveaux d'aléas

- faible
- moyen
- fort

Vous pouvez vous renseigner auprès de votre mairie, de la préfecture ou des services de la direction départementale des territoires et la direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie.

Vous trouverez aussi des informations utiles sur Internet aux adresses suivantes :

Portail de la prévention des risques majeurs du ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables : <http://www.developpement-durable.gouv.fr> - <http://www.prim.net>

Bureau de Recherches Géologiques et Minières : <http://www.brgm.fr> - <http://www.argiles.fr>

Agence qualité construction : <http://www.qualiteconstruction.com>

Caisse centrale de réassurance : <http://www.ccr.fr>

Direction régionale et interdépartementale  
de l'environnement et de l'énergie  
d'Ile-de-France

Service Prévention des risques et des nuisances

10 rue Crillon - 75194 Paris cedex 04

Tél : 01 71 28 46 52

[www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr](http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr)



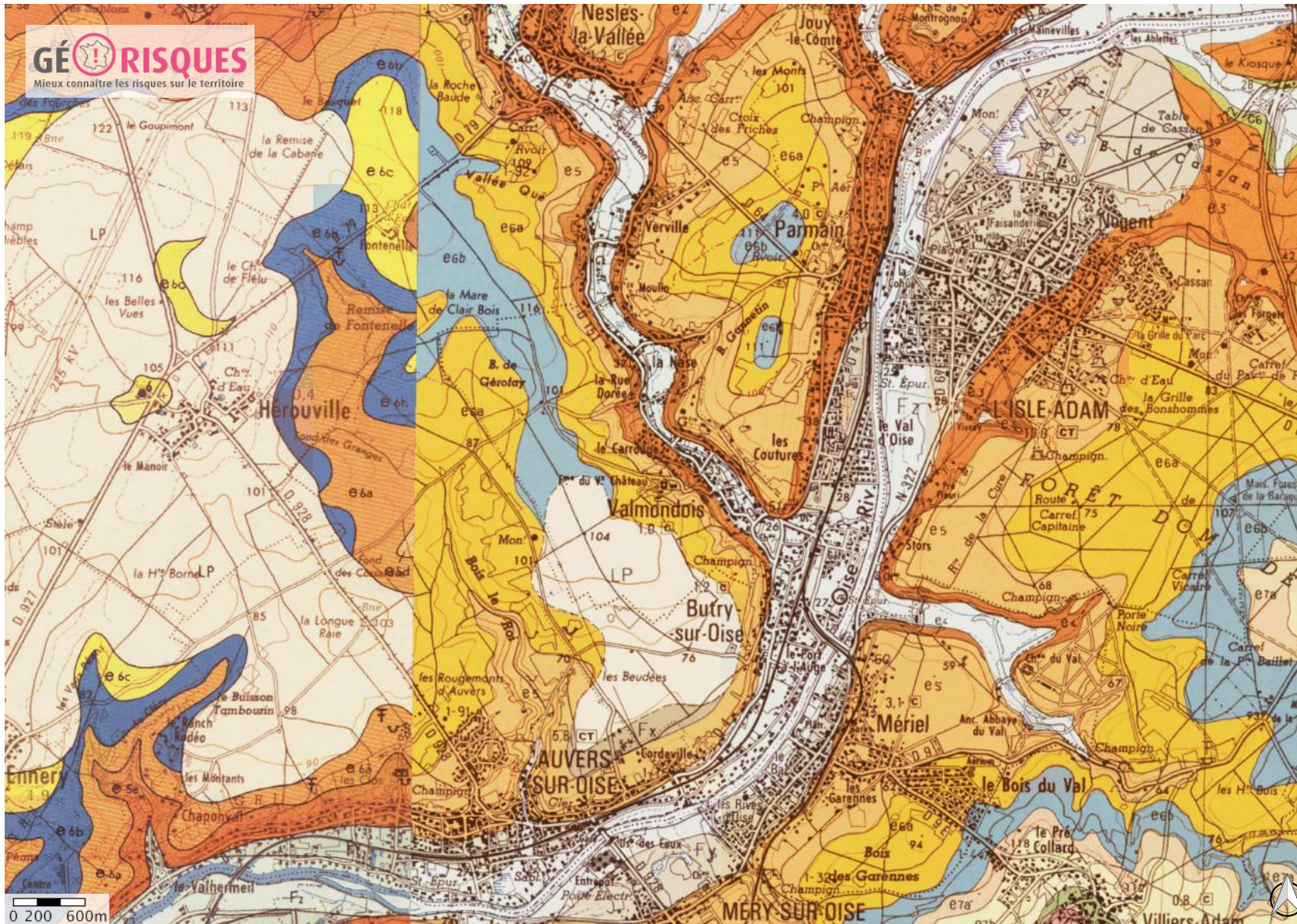
PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ILE-DE-FRANCE



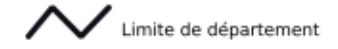


# GÉORISQUES Carte géologique

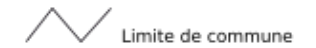
Mieux connaître les risques sur le territoire



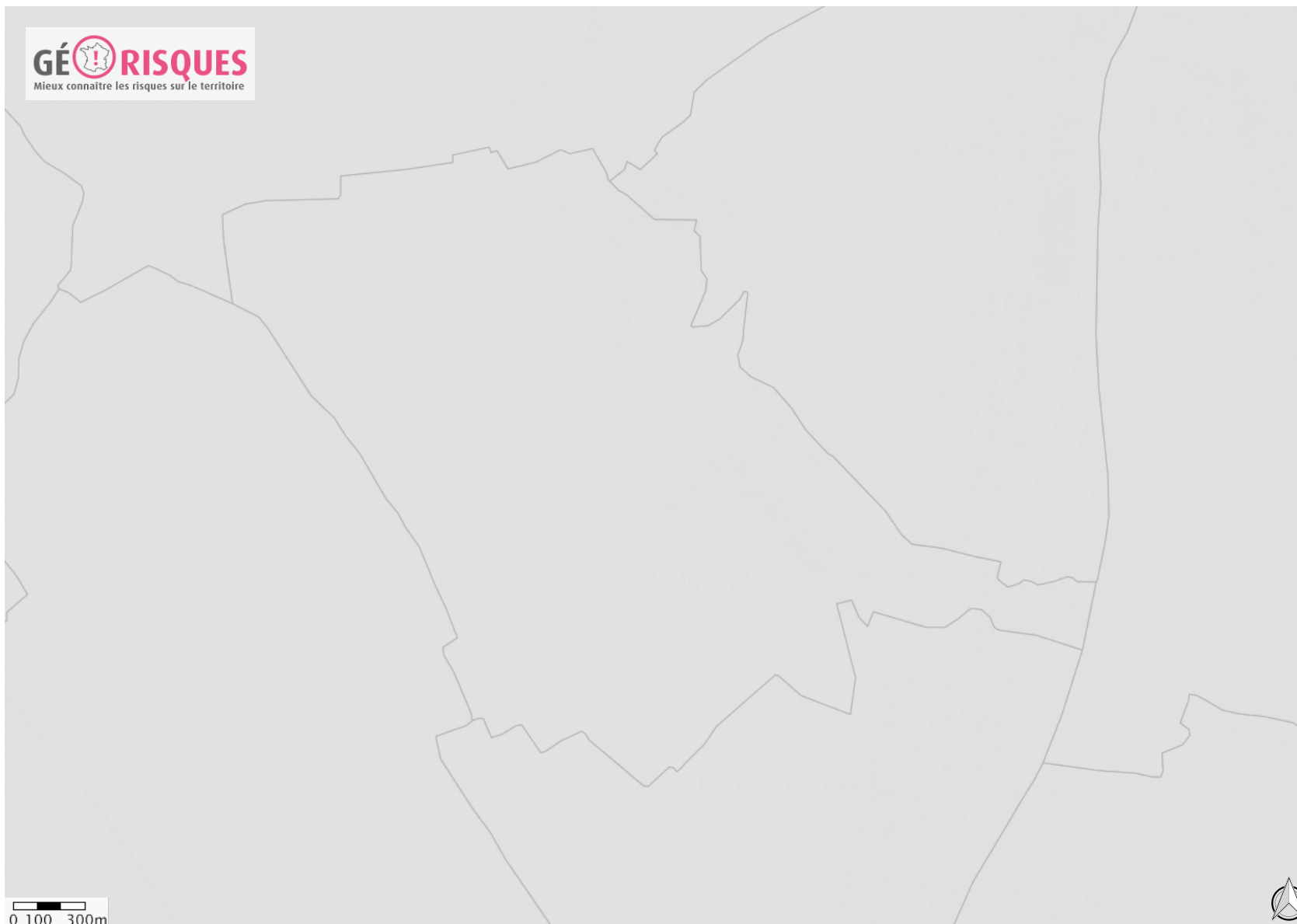
Limites des départements



Limites des communes








GÉORISQUES  
Mieux connaître les risques sur le territoire



### Limites des départements

 Limite de département

### Limites des communes

 Limite de commune

### Zonage sismique

-  1 (très faible)
-  2 (faible)
-  3 (modérée)
-  4 (moyenne)
-  5 (forte)

0 100 300m

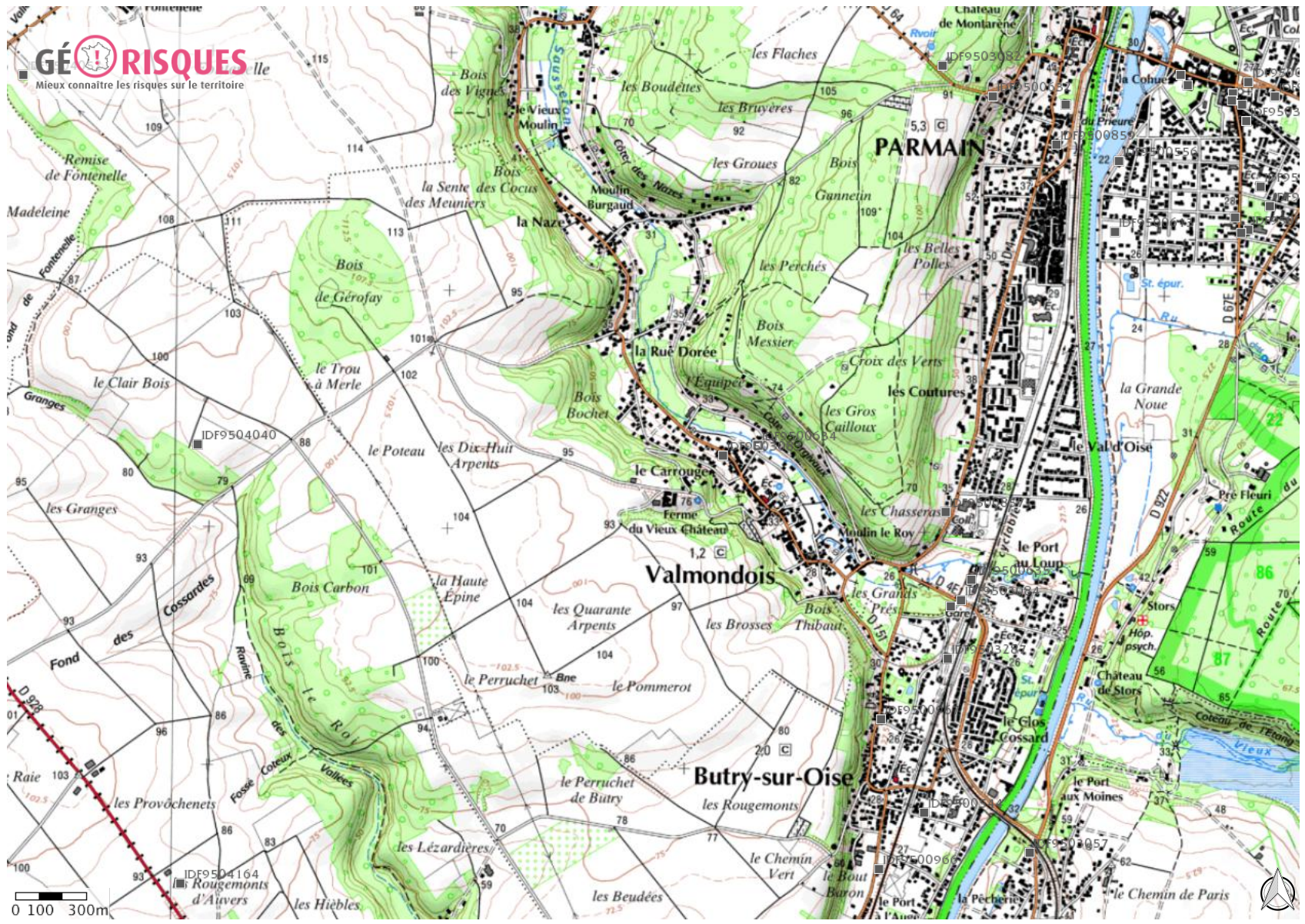
1 : 50 000





# GÉORISQUES Sites BASIAS

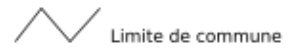
Mieux connaître les risques sur le territoire



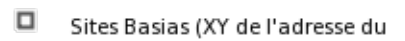
**Limites des départements**



**Limites des communes**



**Anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) - Adresse des sites**



**Anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) - Centre des sites**

