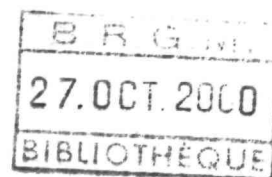


DOCUMENT PUBLIC



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Essonne

Étude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 99-H-190

J.-P. Prian, M. Donsimoni, M. Vincent
avec la collaboration de
L. Denis, J.-C. Gallas, F. Marty, M. Motteau

septembre 2000
BRGM/RP-50376-FR

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

© BRGM, 2000. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

L'objectif de la présente étude est d'établir, pour le département de l'Essonne (région Île-de-France), **une cartographie départementale de l'aléa lié au phénomène de retrait-gonflement des formations argileuses affleurantes à sub-affleurantes**. Ce département fait partie de ceux qui ont été touchés par de nombreux désordres du bâti, suite à des **mouvements différentiels de sol consécutifs à des périodes de sécheresse exceptionnelles**. Entre 1989 et 1998, **200 arrêtés ministériels** ont ainsi été pris dans le cadre de la loi sur les catastrophes naturelles, touchant au total **93 communes** sur les 196 que compte le département, pour ce seul aléa.

Cette étude, basée sur une **approche méthodologique élaborée par le BRGM** et déjà testée dans deux autres départements, a été réalisée par le Service géologique régional Île-de-France du BRGM, dans le cadre de sa mission de Service public sur les risques naturels. Elle a été cofinancée par la **Caisse Centrale de Réassurance (CCR)**, le **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)** et par la dotation de Service public du **BRGM**.

Les **formations argileuses et marneuses** du département ont été identifiées et **cartographiées** à partir d'une **synthèse des cartes géologiques**, à l'échelle **1/50 000**, et d'une compilation des notices géologiques correspondantes. Les cartes pédologiques et certaines expertises géotechniques ponctuelles disponibles ont été également prises en compte pour actualiser l'information géologique.

Les formations géologiques ainsi identifiées sont **au nombre de 61** en tenant compte des distinctions réalisées dans les limons et colluvions en fonction de la nature des produits d'alimentation et de l'identification du substrat sous faible recouvrement. Ces formations font partie de la **série sédimentaire tertiaire du bassin de Paris** et s'échelonnent stratigraphiquement de la base du Tertiaire (Montien, Argiles de Meudon), pour les plus anciennes, au Quaternaire (alluvions et colluvions), pour les plus récentes. Des regroupements et interprétations ont été opérés, ce qui a permis d'élaborer une **carte synthétique présentant, en définitive, 20 formations argileuses ou marneuses** susceptibles d'être affectées par des phénomènes de retrait-gonflement. Les **cartes brute et synthétique des formations** sont présentées à l'échelle **1/100 000** et sont disponibles sous forme numérique.

Le **degré de susceptibilité des formations** ainsi identifiées a été évalué sur la base de **critères minéralogique** (nature des minéraux prédominants dans la phase argileuse du matériau) et **géotechnique** (indice de plasticité et pression de gonflement à l'oedomètre). Les données utilisées pour cette approche sont essentiellement issues d'un travail de **synthèse bibliographique**. Certaines données géotechniques ont pu être obtenues par dépouillement de rapports d'expertises confiés par certains bureaux d'étude ou par les mutuelles d'assurance.

Les **critères topographique** (niveau de pente et exposition des versants), **hydrogéologique** (influence des nappes phréatiques comme frein à la dessiccation des sols) et **climatologique** (répartition spatiale des déficits pluviométriques) ont été

analysés mais n'ont pas été pris en compte dans la cartographie des zones de susceptibilité au retrait-gonflement, car jugés non discriminants dans le cadre de cette étude. De même, certains **critères d'amplitude locale** tels que la répartition de la **végétation** ou le type de **fondation** du bâti, bien que jouant un rôle primordial dans le déclenchement de nombreux sinistres, n'ont pas été pris en compte car impossibles à représenter à une échelle départementale.

La carte de l'aléa (qui correspond à la probabilité d'occurrence du phénomène) a été élaborée par **croisement de la susceptibilité des formations lithologiques avec la localisation des sinistres enregistrés**. Ces données, concernant la localisation des sinistres, ont été recueillies auprès des communes ayant été reconnues en état de catastrophe naturelle et auprès de certaines mutuelles d'assurance. Après élimination des doublons, c'est un total de **1935 sites de sinistres, répartis dans 83 communes** (sur les 93 qui ont été déclarées sinistrées durant la période 1989-1998) qui a servi de base pour l'analyse.

Tous ces sinistres ont été localisés sur cartes topographiques à l'échelle 1/25 000 et une **base de données géoréférencées** a ainsi été établie. Pour quelques sinistres, il a, de surcroît, été possible d'accéder à tout ou partie du dossier d'expertise qui fournit des données précises sur les caractéristiques géologiques et géotechniques du site. La **superposition de cette couche de points avec la carte des formations argileuses** a permis d'établir, pour chacune des formations identifiées, le nombre de sinistres correspondant et la **densité de sinistres pour 100 km² de formation affleurante**.

Les **zones urbanisées du département** ont été repérées et **digitalisées à partir des cartes topographiques à l'échelle 1/50 000**. 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 km² de formation affleurante effectivement urbanisée**, ce qui aboutit à une hiérarchisation plus précise des formations en fonction du nombre de sinistres enregistrés.

L'ensemble de ces données a permis de tracer, à l'échelle 1/100 000 et avec superposition des limites communales, une **carte départementale de l'aléa** distinguant les formations non argileuses et les formations argileuses ou marneuses pour lesquelles **trois classes de sensibilité à l'aléa retrait-gonflement** ont été distinguées. Ont ainsi été considérées comme **très sensibles** au phénomène, **quatre formations géologiques**, à savoir l'*Argile verte de Romainville*, les *Argiles à meulière de Montmorency*, les *Marnes supragypseuses* et l'*Argile plastique du Sparnacien*. Ces formations représentent à l'affleurement une surface totale estimée à environ **15 % de la superficie du département** (alors que chaque année depuis 10 ans, plus de 30 % de la surface du département est déclarée sinistrée à ce titre).

Cette carte d'aléa permet donc d'affiner de manière significative la connaissance des zones sensibles au retrait-gonflement dans le département de l'Essonne. Elle constitue un document utile pour diffuser une information préventive à l'usage des municipalités, des assureurs, des maîtres d'ouvrage et des constructeurs. Si le phénomène de retrait-gonflement n'est pas de nature à rendre une zone inconstructible, il implique néanmoins de prendre certaines dispositions constructives pour prévenir les désordres. Par ailleurs, une telle carte constitue un outil à l'usage des experts pour le diagnostic des futurs sinistres sécheresse et la détermination des solutions de confortement à proposer.

Sommaire

Introduction	15
1. Méthodologie.....	19
1.1. Facteurs intervenant dans le de retrait-gonflement.....	19
1.1.1. Nature du sol.....	19
1.1.2. Contexte hydrogéologique.....	20
1.1.3. Contexte géomorphologique	21
1.1.4. Végétation.....	22
1.1.5. Climatologie	22
1.1.6. Facteurs anthropiques.....	23
1.1.7. Défauts de construction	23
1.2. Approche méthodologique	24
1.2.1. Cartographie des formations argileuses et marneuses.....	24
1.2.2. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations.....	24
1.2.3. Examen des autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement	25
1.2.4. Recensement et localisation géographique des sinistres	26
1.2.5. Croisement des données	26
2. Identification et cartographie des formations géologiques argileuses et marneuses	29
2.1. Objectifs, documents utilisés et procédure de réalisation.....	29
2.2. Cadre géologique départemental	35
2.3. Problématique et méthodologie	37
2.4. Lithologie et stratigraphie des formations argileuses et marneuses	37
2.4.1. Argile à silex (AS) de la limite Crétacé–Tertiaire, et craie du Sénonien (K)	37
2.4.2. Marnes de Meudon (e1, base du Tertiaire, Montien)	38
2.4.3. Argile plastique (e3a1), Argile sableuse (e3a2), Sables de Breuillet (e3b) de l'Éocène inférieur, Yprésien	38
2.4.4. Marnes associées au Calcaire de Champigny (e7 indifférencié, Éocène supérieur, Ludien)	42

2.4.5. Marnes infragypseuses, masses de gypse et marnes ou Calcaire de Champigny (e7a-b, Éocène supérieur, Ludien)	42
2.4.6. Marnes supragypseuses (e7c, Éocène supérieur, Ludien)	44
2.4.7. Marnes supragypseuses et Argile verte de Romainville, indifférenciées (e7c-g1, Éocène supérieur à Oligocène inférieur, Ludien supérieur à Sannoisien)	44
2.4.8. Glaises à Cyrènes et Argile verte de Romainville (g1a, Sannoisien inférieur)	45
2.4.9. Termes marneux et argileux de la Caillasse d'Orgemont et du Calcaire de Brie (g1b) ; Argile à meulière de Brie (AMB)	46
2.4.10. Marnes à huîtres (g2a)	47
2.4.11. Termes argileux des Sables de Fontainebleau, Falun de Jeurre (g2b).....	49
2.4.12. Marnes de la Molasse du Gâtinais (m1a1)	51
2.4.13. Argile à meulière de Montmorency (AMM), calcaire, meulières et marnes (g3a)	53
2.4.14. Termes argileux des Sables de Lozère (p3).....	55
2.4.15. Termes argileux associés aux alluvions (F).....	56
2.4.16. Phase argileuse liée aux limons des plateaux (LP).....	58
2.4.17. Phase argileuse liée aux colluvions (C).....	59
2.4.18. Remblais (X).....	61
2.5. Synthèse des formations renfermant des argiles sensibles au retrait-gonflement	61
3. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations argileuses et marneuses	65
3.1. Minéralogie des formations argileuses et marneuses	65
3.2. Caractéristiques géotechniques des formations argileuses et marneuses	69
3.2.1. Source des données.....	69
3.2.2. Teneur en eau	70
3.2.3. Indice de plasticité.....	70
3.2.4. Essais au bleu de méthylène.....	71
3.2.5. Synthèse des données	71
4. Autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement	75
4.1. Contexte hydrogéologique.....	75
4.1.1. Nappe de l'Éocène inférieur et moyen.....	75

4.1.2. Nappe de l'Éocène supérieur	75
4.1.3. Nappe de l'Oligocène.....	75
4.1.4. Nappe phréatique des plateaux.....	76
4.2. Configuration géomorphologique.....	78
4.2.1. Les plateaux.....	80
4.2.2. Les bordures de plateaux	80
4.2.3. Les versants	80
4.2.4. Les vallées	81
4.3. Analyse climatologique	82
5. Inventaire des sinistres sécheresse	91
5.1. Critères de classement d'une commune en zone sinistrée	91
5.2. Identification des communes sinistrées	92
5.2.1. Localisation des communes sinistrées.....	92
5.2.2. Analyse des périodes déclarées sinistrées	96
5.2.3. Analyse des surfaces des communes sinistrées	96
5.3. Origine des données collectées et procédure de localisation des sinistres	98
5.4. Répartition géographique des sinistres	100
5.5. Corrélations et répartition des sinistres par formation géologique.....	100
5.5.1. Répartition sur l'Argile à silex et sur la craie	105
5.5.2. Répartition sur les Marnes de Meudon.....	105
5.5.3. Répartition sur l'Argile plastique et les Sables argileux de Breuillet.....	105
5.5.4. Répartition sur les marnes associées au gypse et Calcaire de Champigny...108	
5.5.5. Répartition sur les Marnes supragypseuses.....	108
5.5.6. Répartition sur les Glaises à Cyrènes et Argile verte de Romainville	110
5.5.7. Répartition sur les Marnes à huîtres	110
5.5.8. Répartition sur les Sables de Fontainebleau.....	114
5.5.9. Répartition sur les Marnes de la Molasse du Gâtinais	116
5.5.10. Répartition sur les termes argileux associés aux sables de Lozère	116
5.5.11. Répartition sur les argiles à meulière de Brie et de Montmorency	116
5.5.12. Répartition sur les marnes associées aux limons.....	119

5.5.13. Répartition sur les alluvions anciennes de haute et très haute terrasse	119
5.5.14. Répartition sur les alluvions anciennes de moyenne terrasse.....	121
5.5.15. Répartition sur les alluvions anciennes de basse terrasse.....	121
5.5.16. Répartition sur les alluvions modernes.....	121
5.5.17. Répartition sur la tourbe	122
5.5.18. Répartition sur les remblais	122
5.5.19. Répartition sur les formations non argileuses	122
5.6. Fréquence d'occurrence des sinistres par formation	122
5.7. Fréquence d'occurrence rapportée à la surface urbanisée.....	124
6. Élaboration de la carte d'aléa.....	127
6.1. Critères retenus	127
6.2. Critères de classification.....	127
6.3. Carte d'aléa	132
Conclusions	135
Références bibliographiques.....	137

Liste des illustrations

Fig. 1 - Carte géographique du département de l'Essonne.....	16
Fig. 2 - Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département de l'Essonne	32
Fig. 3 - Carte géologique simplifiée du département de l'Essonne.....	33
Fig. 4 - Coupe géologique schématique NNE-SSW à travers le département de l'Essonne	34
Fig. 5 - Stratigraphie des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne	36
Fig. 6 - Carte géologique brute des formations argileuses et marneuses et des formations superficielles du département de l'Essonne	39
Fig. 7 - Position lithostratigraphique des faciès argilo-sableux du Falun de Jeurre	48

Fig. 8 - Structure en « tôle ondulée » du toit de la Formation des Sables de Fontainebleau, et situation des Argiles à meulière de Montmorency.....	50
Fig. 9 - Situation lithostratigraphique des Sables argileux de Lozère dans la commune de Palaiseau	52
Fig. 10 - Carte géologique d'interprétation des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne	63
Fig. 11 - Nature et répartition paléogéographique des minéraux argileux dans la stratigraphie du bassin de Paris.....	66
Fig. 12 - Exemple de spectre de diffraction aux rayons X de l'Argile verte de Romainville (d'après étude ERM, suite à un sinistre survenu en 1989 à Arpajon)	67
Fig. 13 - Modelé topographique du département de l'Essonne (tracé à partir du modèle numérique de terrain). Superposition avec la carte de localisation des sinistres de la période 1989-1998	77
Fig. 14 - Carte des zones de pentes (calculées à partir du modèle numérique de terrain). Superposition avec la carte de localisation des sinistres.....	79
Fig. 15 - Exemple de courbes de déficit pluviométrique mensuel cumulé, tracées à partir des valeurs de pluies efficaces en cumul absolu et en cumul avec remise à zéro à chaque passage d'une période déficitaire à une période excédentaire. Station météorologique d'Épinay-sur-Orge.....	85
Fig. 16 - Exemple de courbe de déficit pluviométrique mensuel cumulé, tracée à partir des valeurs de pluies brutes avec remise à zéro à chaque fin d'hiver. Station météorologique d'Épinay-sur-Orge.....	88
Fig. 17 - Carte montrant la répartition des zones de sensibilité équivalente au déficit pluviométrique. Juxtaposition avec la carte de localisation des sinistres	89
Fig. 18 - Localisation des communes sinistrées de l'Essonne, en fonction de la période de déclaration de catastrophe naturelle.....	95
Fig. 19 - Répartition annuelle des 200 périodes de sinistre sécheresse déclarées entre 1989 et 1998, dans le département de l'Essonne	97
Fig. 20 - Localisation des communes de l'Essonne prises en compte pour le recensement des sinistres	99
Fig. 21 - Répartition géographique des 1935 sinistres sécheresse pris en compte	101
Fig. 22 - Localisation des communes sinistrées concernées par l'Argile à silex (AS) et la craie.....	106
Fig. 23 - Localisation des communes sinistrées concernées par l'argile plastique du Sparnacien (e3a1) et les Sables argileux de Breuillet (e3b).....	107
Fig. 24 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Marnes infragypseuses et les marnes intercalées dans le gypse et le Calcaire de Champigny (e7a-b).....	109

Fig. 25 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Marnes supragypseuses (e7c)	111
Fig. 26 - Localisation des communes sinistrées concernées par l'Argile verte de Romainville (g1a)	112
Fig. 27 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Marnes à huîtres (g2a)	113
Fig. 28 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Sables de Fontainebleau (g2b)	115
Fig. 29 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Sables argileux de Lozère (P3)	117
Fig. 30 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Argiles à meulière de Brie (AMB) et les Argiles à meulière de Montmorency (AMM)	118
Fig. 31 - Localisation des communes sinistrées concernées par les alluvions	120
Fig. 32 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne	133

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Inventaire et codage des formations géologiques du département de l'Essonne présentant une composante argileuse ou marneuse	30-31
Tabl. 2 - Distinctions réalisées dans les colluvions	60
Tabl. 3 - Légende réduite de la carte géologique d'interprétation. Regroupement des formations géologiques de l'Essonne présentant une composante argileuse ou marneuse	62
Tabl. 4 - Synthèse des données caractérisant le comportement géotechnique des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne	72
Tabl. 5 - Données météorologiques disponibles pour le département de l'Essonne	84
Tabl. 6 - Liste des 93 communes du département de l'Essonne bénéficiant de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. Date des arrêtés interministériels et nombre de sinistres pris en compte par commune	93-94
Tabl. 7 - Superficie cumulée des communes déclarées sinistrées par année	98
Tabl. 8 - Répartition des sinistres par formations géologiques	102-104
Tabl. 9 - Détermination des densités de sinistres par formation géologique	123
Tabl. 10 - Détermination du degré de sensibilité de chacune des formations argileuse ou marneuse du département de l'Essonne	129

Tabl. 11 - Évaluation des surfaces sensibles au retrait-gonflement dans le département de l'Essonne	131
---	-----

Liste des annexes

Ann. 1 - Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles.....	145
Ann. 2 - Références des rapports d'expertise consultés dans le cadre de l'étude. Classement par commune.....	149
Ann. 3 - Corrélation des formations argileuses et marneuses décrites sur les différentes cartes géologiques couvrant le département de l'Essonne	155
Ann. 4 - Analyse des facteurs météorologiques intervenant dans le déclenchement de l'aléa retrait-gonflement des argiles, dans le département de l'Essonne....	161
Ann. 5 - Liste des 93 communes du département de l'Essonne, déclarées sinistrées pour cause de retrait-gonflement des argiles pendant la période 1989-1998. Dates des 200 périodes sinistrées et des publications au Journal Officiel	187
Ann. 6 - Fichier des 1 935 sinistres sécheresse pris en compte dans 83 communes du département de l'Essonne pour la période 1988-1999	193

Liste des cartes hors-texte

Carte n° 1 - Carte géologique brute des formations argileuses et marneuses et des formations superficielles du département de l'Essonne (à l'échelle 1/100 000)	
Carte n° 2 - Carte géologique d'interprétation des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne (à l'échelle 1/100 000)	
Carte n° 3 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne (à l'échelle 1/100 000)	

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 1989-1991 et 1995-1997.

Au plan mécanique, 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 le climat métropolitain, et notamment en région parisienne, 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 et peuvent se rétracter si leur teneur en eau diminue de façon notable. Par contre, en profondeur, ces mêmes argiles sont souvent « surconsolidées » et donc susceptibles de gonflement si elles sont déchargées ou si elles voient leur teneur en eau augmenter. Des sinistres peuvent donc survenir tant par retrait que par gonflement.

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 différentiels de sols argileux soumis à des phénomènes de retrait-gonflement), un grand nombre de communes françaises a été déclaré sinistré à ce titre (4 893 communes, réparties sur 75 départements, à la date du 18 septembre 1998). À ce jour, le coût des sinistres sécheresse indemnisés en France, en application de la loi de 1982, serait de l'ordre de 15 milliards de francs.

La région Île-de-France n'a pas été épargnée par ce phénomène puisque qu'elle renferme sept des quinze départements présentant le plus fort taux de sinistralité à l'échelle nationale. Ces sept départements sont : l'Essonne, les Yvelines, le Val-de-Marne, la Seine-et-Marne, la Seine-Saint-Denis, le Val-d'Oise et les Hauts-de-Seine.

Le département de l'Essonne a été particulièrement touché puisque la Caisse centrale de réassurance y a recensé plus de 3 000 déclarations de sinistres liées à la sécheresse, localisés principalement dans sa partie nord, très urbanisée. Ce département, de 1819,51 km² de superficie (donnée site Internet de la Préfecture de l'Essonne), renferme une population de 1 085 100 habitants surtout concentrée dans les villes

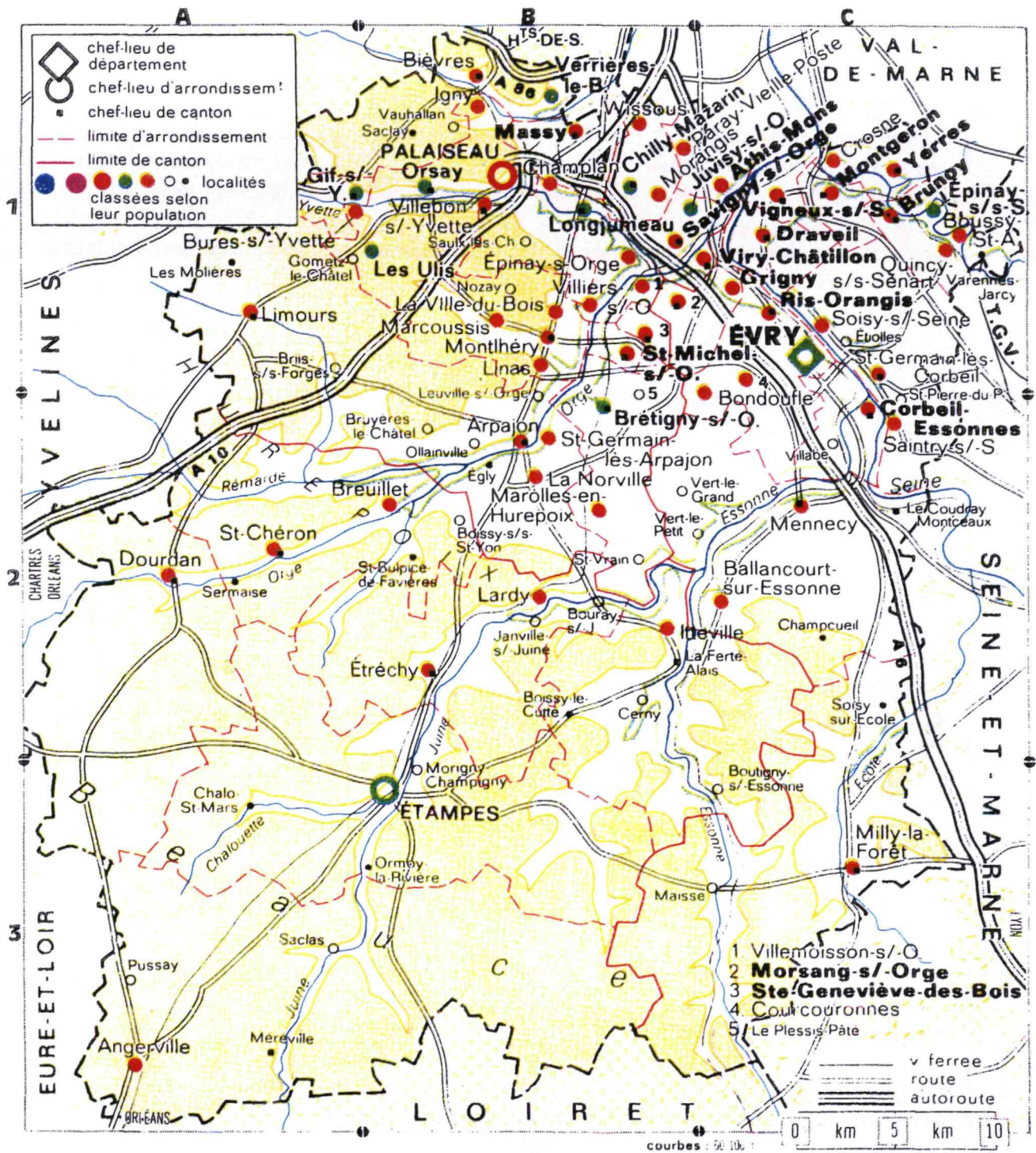


Fig. 1 - Carte géographique du département de l'Essonne.

situées dans les vallées de la Seine, de l'Orge, de l'Yvette, de l'Essonne et de la Bièvre (fig. 1). Au total, **93 communes sur 196** y ont été déclarées sinistrées de **1989 à 1998**, et la reconnaissance des différentes périodes de sinistres a fait l'objet de **200 arrêtés** au Journal Officiel.

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 proposé de réaliser une **cartographie de l'aléa** afin de définir les zones de plus grande susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Cette étude a été confiée au **BRGM** qui, dans le cadre de sa **mission de Service public sur les risques naturels**, 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 géologique et statistique de la répartition des sinistres à l'échelle départementale puis régionale quand les départements limitrophes seront étudiés ;
- élaboration d'un document de prévention, en matière d'aménagement du territoire, destiné à la fois aux municipalités (pour l'établissement du POS communal, voire de PPR prenant en compte l'aléa retrait-gonflement), aux assureurs (pour bien discriminer les zones sensibles) ou aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre désireux de construire en zone sensible afin qu'ils prennent, en connaissance de cause, 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 futurs sinistres.

La présente étude a été réalisée par le **Service géologique régional Île-de-France du BRGM**. Le financement en a été assuré en partie par la **dotation de Service public du BRGM** (à hauteur de 50 %) et en partie par le **ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** (25 %) et la **Caisse centrale de réassurance** (25 %).

1. Méthodologie

1.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT

Les phénomènes de **retrait-gonflement** des formations argileuses sont dus, pour l'essentiel, à des **variations de volume** de ce type de formation, sous l'effet de **l'évolution des teneurs en eau**, comme rappelé en annexe 1. Ces variations de volumes 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 dont la seule présence ne suffit pas 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).

1.1.1. Nature du sol

La **nature lithologique du sol** constitue un **facteur de prédisposition prédominant** dans le mécanisme de retrait-gonflement. Dans le cas du département de l'Essonne, ce facteur lithologique est particulièrement important car la série lithostratigraphique, subhorizontale, est constituée par l'alternance de **nombreuses couches argileuses ou marneuses, épaisses et de grande extension**, qui arrivent très souvent à l'affleurement ou qui sont présentes sous un faible recouvrement de limons.

La procédure d'étude de la nature lithologique du sol comporte un **inventaire des formations affleurantes à sub-affleurantes, puis leur cartographie**.

Notons à ce sujet 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 limons des plateaux, les éboulis et colluvions. Il est fait abstraction des éventuels remblais qui peuvent exister comme

soubassement des bâtis sinistrés. Seuls quelques remblais importants figurés sur les cartes géologiques sont indiqués.

La majorité des dossiers consultés montre que la cause géologique des sinistres est toujours une formation géologique argileuse ou marneuse bien définie, ce qui conforte le concept adopté. Cependant, il faut rester conscient qu'une carte géologique en tant que telle ne suffit pas à déterminer la répartition des sols argileux sensibles au retrait-gonflement car elle ne prend pas en compte les éventuelles transformations locales du sol (pédogenèse), et qu'elle est parfois imprécise pour ce qui concerne la tranche la plus superficielle du sol.

Concernant la nature des formations géologiques, les éléments qui influent sur la susceptibilité au retrait-gonflement sont, bien entendu, la **lithologie** de la formation (c'est-à-dire principalement la proportion de matériau argileux dans sa composition, autrement dit d'éléments fins inférieurs à 2 μm), mais aussi sa **géométrie**. Une formation argileuse sera d'autant plus sujette au retrait-gonflement qu'elle sera en position superficielle et qu'elle sera épaisse et continue.

Mais le facteur prédominant, qui détermine la plus ou moins grande susceptibilité d'une formation argileuse, 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 gonflants**. En effet, certains de ces minéraux 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**. On peut donc l'approcher par une reconstitution des conditions paléogéographiques ayant présidé à la mise en place des différentes formations. On peut aussi la mesurer directement par des **essais 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, par nature **hétérogène**.

1.1.2. Contexte hydrogéologique

Parmi les **facteurs de prédisposition**, l'hydrogéologie constitue un facteur d'environnement qui règle la présence d'eau. La présence d'une nappe aquifère rend plus complexe le phénomène de retrait-gonflement. En effet, les conditions hydrauliques *in situ* (teneur en eau, 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 habituellement saturée (cas des argiles à meulière sus-jacentes aux Sables de Fontainebleau), le dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

1.1.3. Géomorphologie

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 de l'Essonne, ce qui peut occasionner, localement, un **fluage lent du versant** et la formation de loupes argileuses. Ce phénomène vient s'additionner 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 davantage soumis à l'évaporation (et par ailleurs, souvent plus altéré et donc sensible aux variations de teneur en eau).

Inversement, **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 (d'Étampes et de Brie) et remplies d'argiles à meulière (argiles d'altération d'âge quaternaire ancien) sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

1.1.4. 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 l'eau du sol, par succion, grâce au mécanisme d'osmose. Une différence de concentration en sels minéraux entre l'eau interstitielle du sol et le fluide circulant dans les cellules végétales provoque une migration de l'eau vers le milieu le plus concentré. Cette succion crée une dépression locale autour du système racinaire, ce qui se traduit par un gradient de teneur en eau dans le sol. Celui-ci est en général faiblement perméable du fait de sa nature argileuse, le rééquilibrage des teneurs en eau étant très lent.

Ce phénomène de succion provoque 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 de 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 m, 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**. 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 buisson ou d'arbustes situés près des façades peuvent aussi causer des dégâts.

1.1.5. Climatologie

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. L'évapotranspiration 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. On raisonne en général sur les **hauteurs de pluies efficaces** qui correspondent aux précipitations diminuées de l'évapotranspiration.

Malheureusement, 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.

1.1.6. Facteurs anthropiques

Il s'agit d'un **autre facteur de déclenchement**, qui n'est pas lié 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 peuvent dans certains cas aggraver voire déclencher la dessiccation du sol à proximité.

1.1.7. Défauts de construction

Il ne s'agit pas à proprement parler d'un facteur de déclenchement mais plutôt d'un facteur de prédisposition dont l'existence peut être révélée à l'occasion d'une sécheresse exceptionnelle et qui se traduit par une **aggravation des désordres** occasionnés à la construction. 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 de l'Essonne confirme qu'une forte proportion des maisons déclarées sinistrées présente en réalité 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 éviter l'apparition de ces désordres.

1.2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

1.2.1. Cartographie des formations argileuses et marneuses

La cartographie des formations argileuses et marneuses du département a été réalisée à partir des **cartes géologiques du BRGM** et de la **Banque de Données du Sous-sol (BSS)** complétées et actualisées par quelques données ponctuelles des rapports d'expertise de sinistres (dont la liste est fournie en annexe 2). Cette cartographie a été réalisée à l'échelle **1/50 000** (qui correspond donc à l'échelle de validité de la donnée brute), digitalisée, puis représentée à l'échelle **1/100 000**.

Dans une première étape, nous avons **cartographié toutes les formations argileuses et marneuses** du département, y compris les formations superficielles d'extension locale, pour en dresser un inventaire et synthétiser les différentes cartes géologiques prises en compte. En raison de l'abondance de ces formations, nous avons réalisé, dans une seconde étape, des **regroupements** afin de ne prendre en compte que les principales formations argileuses et marneuses. La **carte d'interprétation** réalisée permet d'obtenir une vue plus synthétique du sujet. En particulier, pour simplifier les distinctions faites initialement pour les limons (exemple : limon sur argile à meulière) et les colluvions (exemple : colluvions d'argile à meulière), nous n'avons considéré que la formation argileuse susceptible d'être à l'origine du phénomène de retrait-gonflement.

1.2.2. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations

La **synthèse des notices** des cartes géologiques a permis de définir les caractéristiques 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 mutuelles d'assurance (MAIF, MAAF, Groupama) ou de bureaux d'études (LROP, SOLEN Géotechnique). Là encore, le nombre de résultats disponibles a été jugé significatif pour ne pas justifier la mise en œuvre d'une campagne spécifique d'échantillonnage et d'essais de laboratoire.

1.2.3. 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 ne peut être cartographié à une échelle départementale.

L'**analyse des conditions climatologiques** en revanche a fait l'objet d'un examen spécifique dans le cadre de la présente étude dans la mesure où il s'agit du **principal facteur de déclenchement** du phénomène. La **répartition spatiale des déficits pluviométriques** enregistrés par les stations météorologiques existantes a été évaluée par différentes approches, dans le but de mettre en évidence les zones du département les plus touchées. Il est 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 tout point du département, et la réalisation de bilans hydriques. Faute de disposer de telles données, la répartition spatiale des déficits pluviométriques n'est pas apparue comme un élément discriminant à l'échelle d'un département comme l'Essonne, dont la superficie est relativement réduite. Ce critère n'a donc finalement pas été pris en compte dans l'élaboration de la carte départementale de l'aléa.

Le **contexte hydrogéologique** a aussi fait l'objet d'une analyse spécifique sur la base d'éléments issus des notices de cartes géologiques et de la bibliographie. Le rôle joué par ce facteur dans le **déclenchement ou l'aggravation de certains sinistres** apparaît en effet clairement 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 a été clairement mis en évidence dans le cadre de la présente étude à partir de la **superposition des sinistres avec les cartes des altitudes et des pentes** (élaborées à l'aide d'un Modèle Numérique de Terrain ou MNT). Il apparaît en particulier une **concentration des sinistres sur les versants des vallées**. Mais cette concentration s'explique largement par la nature lithologique des formations qui affleurent dans ces secteurs. Par ailleurs, l'examen des

rapports d'expertise montre que nombre de ces sinistres survenus en zone de pente s'expliquent en réalité 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 ces différentes raisons, 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.

1.2.4. Recensement et localisation géographique des sinistres

Le recensement des sinistres sécheresse de l'Essonne a été réalisé auprès des communes qui ont bénéficié de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements de terrains différentiels liés au retrait-gonflement, ce qui concerne au total 93 communes pour la période 1989 à 1998. Ces données ont été complétées par celles recueillies directement auprès de certaines mutuelles d'assurance et bureau d'études. Après élimination des doublons (sinistres récurrents sur un même site ou donnée identique issue de sources différentes), les sites de sinistres qui ont pu être localisés (sur carte topographique de l'IGN à l'échelle 1/25 000) sont finalement au nombre de 1935 sur l'ensemble du département. Ces sites se répartissent dans 83 communes (soit près de 90 % des communes sinistrées) et l'échantillon peut donc être considéré comme représentatif des occurrences de l'aléa retrait-gonflement dans le département de l'Essonne.

1.2.5. Croisement des données

En définitive, la **carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement** est 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 minéralogique** et à l'**analyse du comportement géotechnique** de ces formations.

Afin d'approcher la **cartographie de l'aléa retrait-gonflement** (qui correspond, rappelons-le, à la probabilité d'occurrence du phénomène), ces éléments d'appréciation de la susceptibilité des formations lithologiques ont été croisés avec les **localisations de sinistres**. Le recensement effectué, sur une période de **dix ans** (1989 à 1998) et dans **90 % des communes sinistrées** du département, peut en effet être considéré comme **représentatif de l'occurrence spatiale du phénomène**.

Pour établir ce croisement, il a été nécessaire de déterminer, pour chacun des sinistres recensés, la nature de la formation géologique affectée (par superposition avec la carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département). Ceci a permis de déterminer le **nombre de sinistres recensés pour chacune des formations géologiques** 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 en eux).

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**. Ce taux a été calculé après digitalisation des zones urbanisées du département (à partir des cartes topographiques de l'IGN à l'échelle 1/50 000, ce qui ne représente qu'une approximation de la réalité).

2. Identification et cartographie des formations géologiques argileuses et marneuses

2.1. OBJECTIFS, DOCUMENTS UTILISÉS ET PROCÉDURE DE RÉALISATION

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

Dans un premier temps, nous avons réalisé une **première carte, « brute »**, afin de synthétiser et raccorder les sept cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 couvrant le département de l'Essonne. Cette carte, réalisée à l'échelle 1/50 000, et présentée à 1/100 000, prend en compte les formations argileuses et marneuses, et toutes autres formations pouvant renfermer des intercalations argileuses et marneuses (par exemple les Sables de Fontainebleau ou les Sables argileux de Lozère). En outre, sur cette carte ont été distinguées et différenciées les formations superficielles (limons des plateaux et colluvions). **Le nombre de formations prises en compte pour cette carte est de 61** (tabl. 1). Sur cette carte, les formations lithologiques à composante argileuse ou marneuse sont indiquées par un code numérique (renvoyant au symbole de la formation, dans la légende). Dans un souci de lisibilité de la carte, nous avons préféré privilégier cette représentation numérique à celle consistant à mettre un figuré en surcharge.

Dans un deuxième temps, à partir de cette première carte brute, nous avons réalisé une **deuxième carte, d'interprétation**, plus simple, sur laquelle 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 systématiquement **regroupées avec leur formation d'origine**. Par ailleurs, la **couverture superficielle de limon a été retirée lorsque son épaisseur est inférieure à 2 m d'épaisseur**, pour pouvoir caractériser la nature et l'extension des formations argileuses et marneuses sous recouvrement. En effet, la nature lithologique de ces limons les rend a priori non sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement, mais leur épaisseur peut s'avérer localement insuffisante pour empêcher ces phénomènes de s'exprimer dans des couches argileuses sous-jacentes. Dans les secteurs où ces limons sont de nature marneuse, ils ont été conservés sur la carte synthétique quelle que soit leur épaisseur.

Le nombre de formations qui apparaît en définitive sur cette **carte d'interprétation est de 20**. C'est cette deuxième carte qui servira de support à l'élaboration de la carte de l'aléa.

Les documents de base qui ont servi à réaliser la synthèse cartographique et le texte de ce chapitre sont les cartes géologiques à l'échelle 1/50 000, accompagnées de leur notice, réalisées par le BRGM (fig. 2) : Rambouillet, Corbeil-Essonnes, Brie-Comte-Robert, Dourdan, Étampes, Melun, Méréville, Malesherbes et Fontainebleau. Pour la

N°	Symbole géologique, code	Nature lithologique	Stratigraphie
1	X	Remblais	Actuel
2	C	Colluvions indifférenciées	Quaternaire
3	C/g2b	Colluvions sur Sables de Fontainebleau (g2b)	Quaternaire
4	C/g2a	Colluvions sur argile verte sableuse	Quaternaire
5	CLP/AMM	Colluvions de limons des plateaux sur substrat d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
6	CLP/g2b	Colluvions de limons des plateaux sur substrat de sables de Fontainebleau (g2b)	Quaternaire
7	CAMM	Colluvions d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
8	CP3/ AMM	Colluvions de Sables de Lozère (P3) sur Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
9	CAMB	Colluvions d'Argile à meulière de Beauce	Quaternaire
10	CAMBg1a	Colluvions d'Argile à meulière de Beauce et d'Argile verte de Romainville	Quaternaire
11	Cm1a1	Colluvions de Molasse du Gâtinais et de Marnes blanches, sableuses (m1a1)	Quaternaire
12	CP3/g2b	Colluvions de Sables argileux de Lozère (P3) sur Sables de Fontainebleau (g2b)	Quaternaire
13	Ce3g1a	Colluvions d'argile du Sparnacien et d'Argile verte de Romainville	Quaternaire
14	Cg1a	Colluvions d'Argile verte de Romainville	Quaternaire
15	Ce7c	Colluvions de Marnes supragypseuses	Quaternaire
16	Ce7a-b	Colluvions de marnes et gypses	Quaternaire
17	Ce3AMM	Colluvions d'argile du Sparnacien et d'Argile à meulière de Montmorency	Quaternaire
18	Ce3e7	Colluvions d'argile du Sparnacien et de marnes	Quaternaire
19	Ce3a-b	Colluvions d'argile du Sparnacien	Quaternaire
20	Ce1e3	Colluvions de Marnes de Meudon et d'argile du Sparnacien	Quaternaire
21	LP	Limons des plateaux, indifférenciés	Quaternaire
22	LPM	Limons marneux	Quaternaire
23	LP/AMM	Limons des plateaux (1 m d'épaisseur maximale) sur substrat d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
24	LP/AMB	Limons des plateaux (1 m d'épaisseur maximale) sur substrat d'Argile à meulière de Brie (AMB)	Quaternaire
25	LP/g2b	Limons des plateaux sur substrat de Sables de Fontainebleau	Quaternaire
26	LP/g2a	Limons des plateaux sur substrat de Marnes à huîtres	Quaternaire
27	Fz	Alluvions modernes	Quaternaire
28	T	Tourbes	Quaternaire
29	Fz/e7a-b	Alluvions modernes sur marnes et gypse	Quaternaire
30	Fy	Alluvions anciennes de basse terrasse	Quaternaire
31	Fy/e7a-b	Alluvions anciennes sur marnes et gypse	Quaternaire
32	Fx/e7c	Alluvions anciennes sur marnes supragypseuses	Quaternaire
33	Fx	Alluvions de moyenne terrasse	Quaternaire
34	Fw	Alluvions de haute terrasse	Quaternaire
35	Fv	Alluvions de très haute terrasse	Quaternaire
36	AMM	Altérites, Argile à meulière de Montmorency	Quaternaire ancien
37	AMB	Altérites, Argile à meulière de Brie	Quaternaire ancien
38	P3A	Argile rouge et Sables de Lozère	Pliocène supérieur
39	P3	Sables argileux de Lozère	Pliocène supérieur
40	m1a1	Marnes et Molasses du Gâtinais	Aquitaniens inférieurs
41	g3a	Calcaires d'Étampes et de Beauce, localement marneux	Stampien supérieur
42	g2b	Sables de Fontainebleau, très argileux à la base	Stampien supérieur

Tabl. 1 - Inventaire et codage des formations géologiques du département de l'Essonne présentant une composante argileuse ou marneuse.

N°	Symbole géologique, code	Nature lithologique	Stratigraphie
43	g2b/g2a	Faible épaisseur de Sables de Fontainebleau, argileux à la base, sur Marnes à huîtres	Stampien supérieur-inférieur
44	g2a	Marnes à huîtres	Stampien inférieur
45	g1b	Caillasses d'Orgemont et Calcaire de Brie localement marneux	Stampien inférieur (Sannoisien supérieur)
46	e7c-g1a	Marnes supragypseuses et Argile verte de Romainville	Ludien-Sannoisien indifférencié
47	g1a	Glaises à Cyrènes, Argile verte de Romainville	Stampien inférieur (Sannoisien inférieur)
48	e7	Marnes, gypse, calcaire, indifférenciés	Ludien
49	e7c	Marnes supragypseuses (Marnes bleues d'Argenteuil et marnes blanches de Pantin)	Priabonien (Ludien supérieur)
50	e7a-b	Marnes infragypseuses, Marnes à pholadomies, masses de gypse et marnes ou Calcaire de Champigny	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
51	e7a-bG	Masses du gypse et marnes (au NW)	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
52	e7a-bM	Alternances marnes, gypse, calcaire (au centre)	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
53	e7a-bC	Calcaire de Champigny et marnes (au SE)	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
54	e3	Argile et sable, indifférenciés	Yprésien (Sparnacien)
55	e3b	Sables argileux de Breuillet	Yprésien (Sparnacien)
56	e3a	Argile plastique et argile sableuse, indifférenciées	Yprésien (Sparnacien)
57	e3a2	Argile sableuse	Yprésien (Sparnacien)
58	e3a1	Argile plastique	Yprésien (Sparnacien)
59	e1	Marnes de Meudon	Montien
60	AS	Argile à silex	Limite Crétacé-Tertiaire
61	K	Craie blanche à silex	Crétacé, Sénonien
0		Formation sans terme argileux ou marneux	

Tabl. 1 (suite) - Inventaire et codage des formations géologiques du département de l'Essonne présentant une composante argileuse ou marneuse.

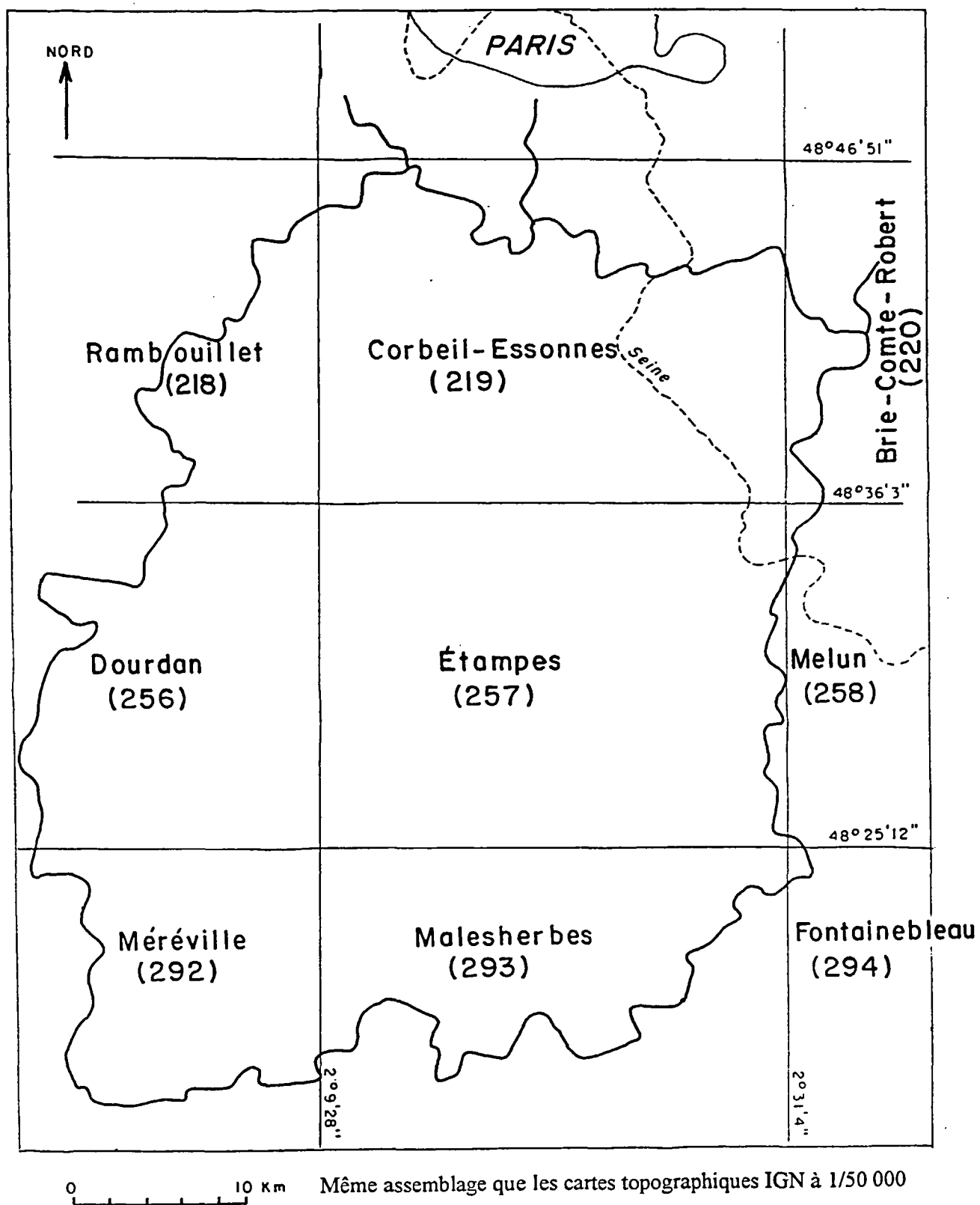


Fig. 2 - Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département de l'Essonne.

D'après la carte géologique de Paris
à 1/320 000 (BRGM, 1966)

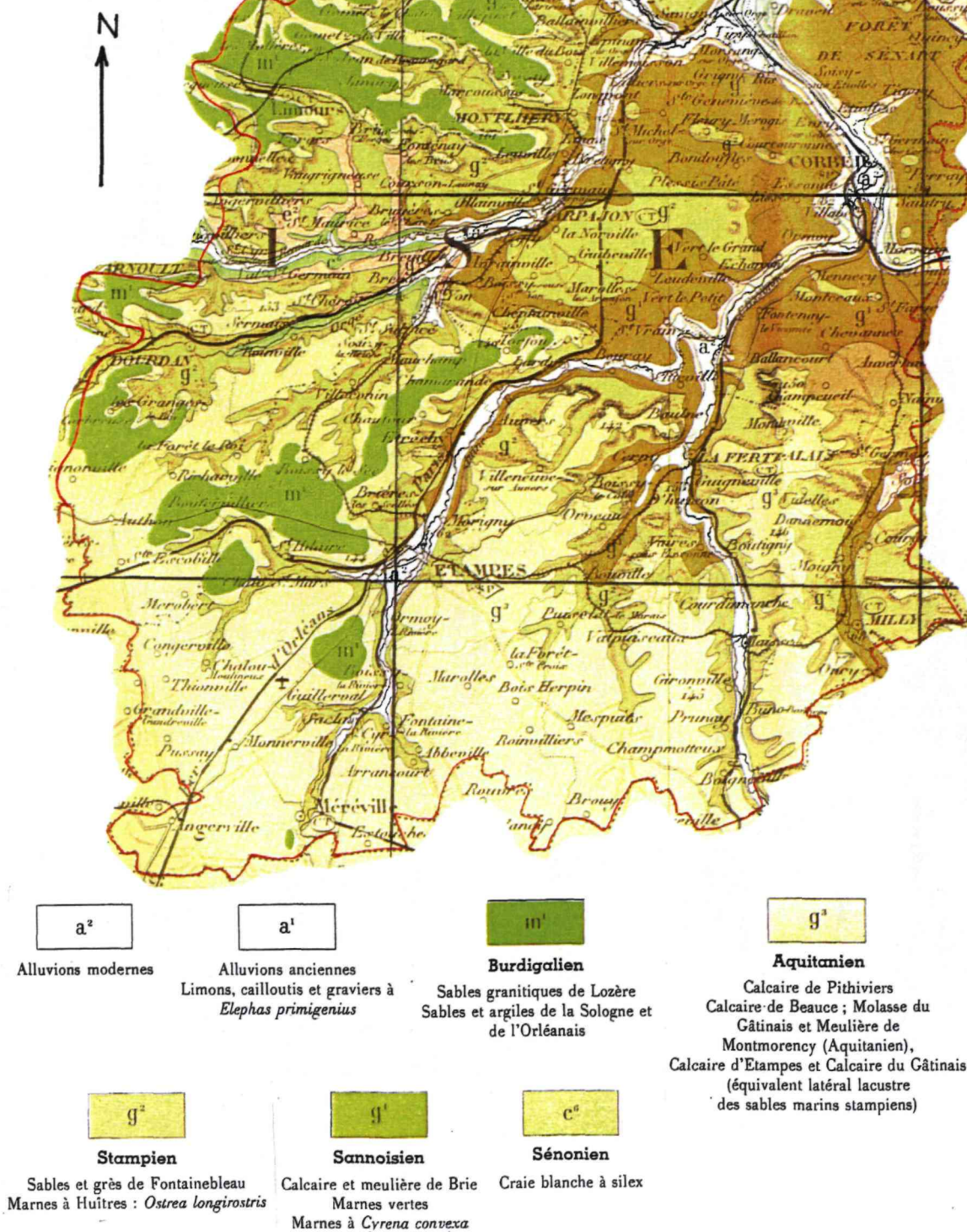


Fig. 3 - Carte géologique simplifiée du département de l'Essonne.

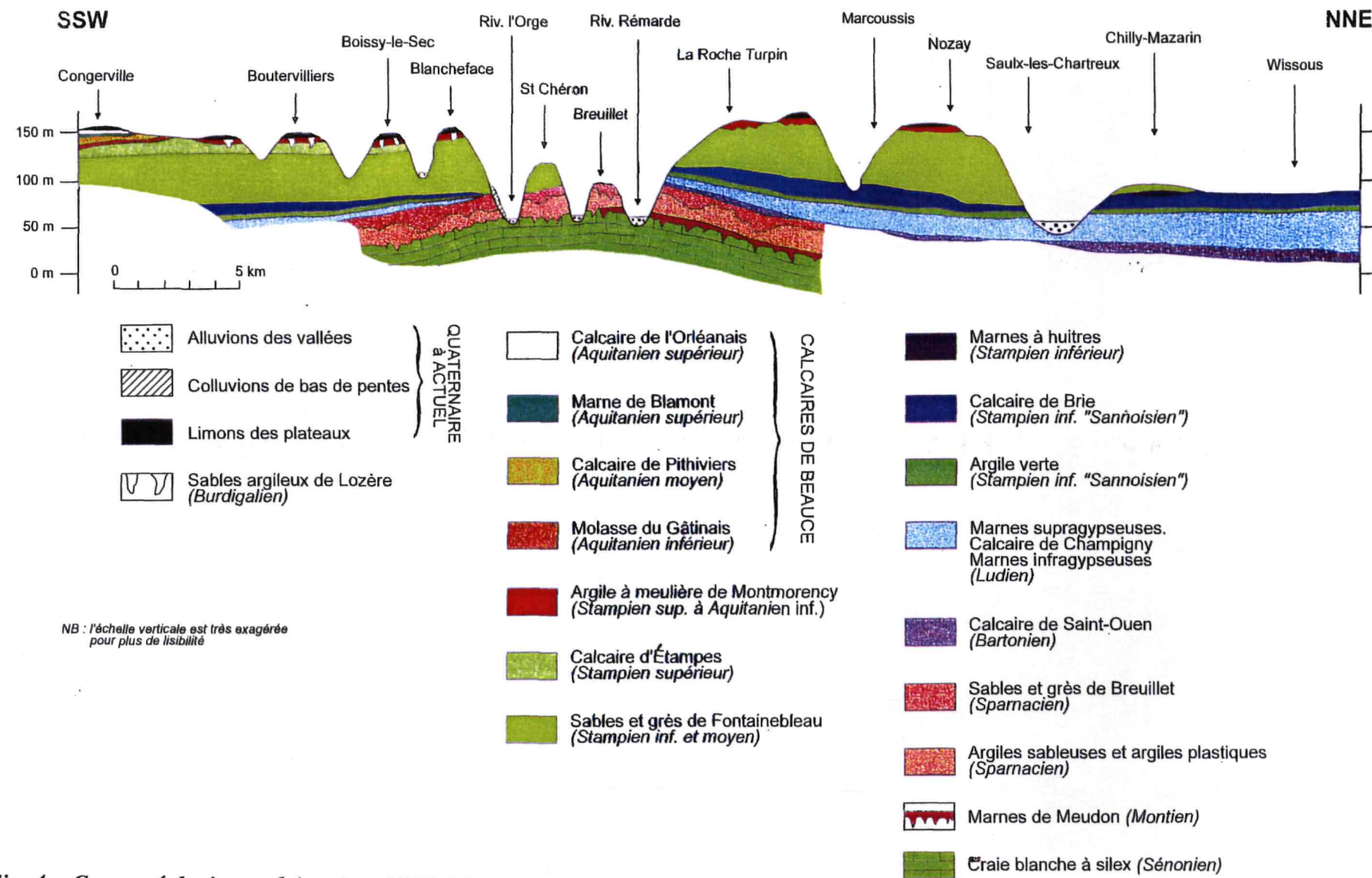


Fig. 4 - Coupe géologique schématique NNE-SSW à travers le département de l'Essonne (d'après rapport BRGM R 39718, 1997).

carte Corbeil-Essonnes, nous avons pris en compte les deux versions de la carte (F. Mégnien, 1987 et R. Soyer, 1967) qui présentent des informations complémentaires.

En outre, les contours géologiques des formations argileuses ont été actualisés localement en prenant en compte les données de la Banque du Sous-Sol (BSS) et des rapports géologiques ponctuels réalisés pour les déclarations des sinistres par différents organismes. La liste des rapports consultés est indiquée en annexe 2. D'autre part, ont été consultées les cartes pédologiques disponibles et les publications traitant des formations argileuses du bassin de Paris (cf. références bibliographiques).

Concernant l'élaboration de la première carte géologique de synthèse, nous avons dû procéder à certaines **interprétations pour les raccords des contours géologiques entre les différentes cartes**, ainsi que pour les correspondances lithostratigraphiques. En effet, les cartes géologiques, réalisées à des époques différentes, ne se raccordent pas et ont été réalisées avec une nomenclature lithostratigraphique distincte d'une carte à l'autre.

Nous avons donc établi une légende lithologique axée sur les formations argileuses et argilo-marneuses en adoptant une **nomenclature lithostratigraphique** qui se rapproche le plus possible de celle communément adoptée pour la série tertiaire du bassin de Paris. À titre de comparaison, l'annexe 3 indique la lithostratigraphie comparative de chacune des cartes géologiques, et met en évidence les problèmes d'équivalence et de nomenclature stratigraphique existant entre les différentes cartes.

2.2. CADRE GÉOLOGIQUE DÉPARTEMENTAL

Les formations géologiques qui affleurent sur le territoire du département de l'Essonne appartiennent à la série sédimentaire du bassin de Paris (fig. 3). Elles comprennent une succession d'assises lithologiques empilées allant de la craie du Crétacé supérieur (Sénonien), pour la plus ancienne, aux formations superficielles du Quaternaire, pour les plus récentes. La craie n'affleure que dans l'ouest du département, à la faveur de l'anticlinal de la Rémarde, bombement d'orientation WSW-ENE (fig. 4).

Tout le reste de la succession lithologique est constitué par la série tertiaire qui s'étage depuis les Marnes de Meudon (Montien) affleurant à la partie inférieure versants dans le secteur de l'anticlinal de la Rémarde, jusqu'aux Sables de Lozère du Pliocène supérieur qui affleurent sur le sommet des plateaux. La partie moyenne de la série comprend les formations marneuses et gypseuses de l'Éocène, encadrées par les termes argilo-marneux infra- et supragypseux. Constituant les flancs des vallées, ces formations sont souvent recouvertes de colluvions de pente.

Les interfluviaux des plateaux sont occupés par des formations d'altération (altérites) d'âge quaternaire ancien, comprenant les argiles à meulière de Brie et de Montmorency. Une couverture de limon sablo-argileux recouvre le sommet des plateaux.

Quaternaire

-  X : remblais
-  C : colluvions et éboulis de pente
-  LP : limons des plateaux
-  Fz : alluvions récentes
-  T : tourbes
-  Fy : alluvions anciennes de basse terrasse
-  Fx : alluvions anciennes de moyenne terrasse
-  Fw : alluvions anciennes de haute terrasse
-  Fv : alluvions anciennes de très haute terrasse

Quaternaire ancien (Pléistocène)

-  AMM : Argile à meulière de Montmorency
-  AMB : Argile à meulière de Brie

Pliocène supérieur

-  P3A : argile rouge et Sables de Lozère
-  P3 : Sables argileux de Lozère

Miocène : Aquitanien inférieur

-  m1a1 : Marnes et Molasses du Gâtinais

Oligocène : Stampien supérieur

-  g3a : Calcaires d'Étampes et de Beauce
-  g2b : Sables et Grès de Fontainebleau

Stampien inférieur

-  g2a : Marnes à huîtres

Stampien inférieur : Sannoisien supérieur

-  g1b : Caillasses d'Orgemont et Calcaire de Brie

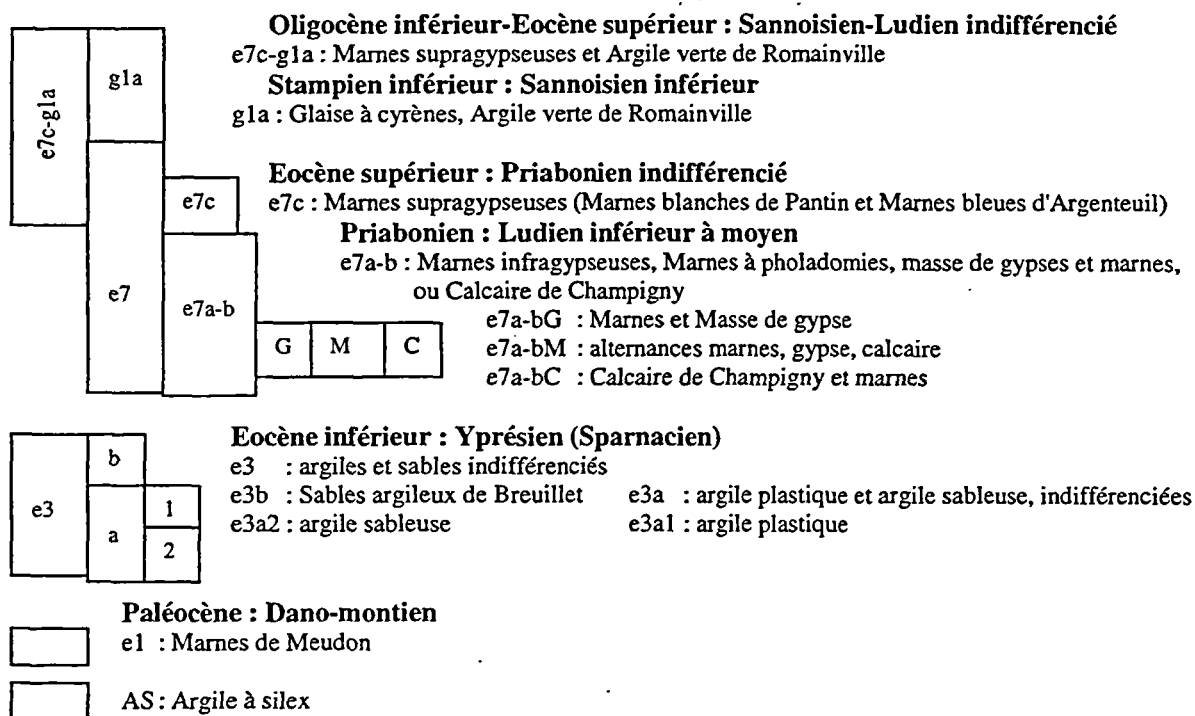


Fig. 5 - Stratigraphie des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne.

2.3. PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

La succession lithologique étant constituée par **un millefeuille de formations diverses**, la synthèse cartographique a consisté à bien **individualiser les différentes couches argileuses, marneuses, argilo-marneuses ou sablo-argileuses affleurantes ou sub-affleurantes**.

En outre, en raison de l'abondance des colluvions et éboulis de pente, à l'aplomb de ces formations, nous avons réalisé, en fonction de l'information disponible, des distinctions dans les colluvions afin de définir l'origine d'alimentation principale (par exemple, colluvions alimentées par l'*Argile verte de Romainville*) et la nature du substrat (par exemple, colluvion d'*Argile verte de Romainville* sur substrat d'argile plastique du Sparnacien). Ces mêmes critères de distinction ont été adoptés pour les limons des plateaux. Cette méthodologie a été mise en œuvre pour bien discriminer les différentes formations lithologiques étant susceptibles de réagir au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Au total, en incluant les différenciations réalisées dans les colluvions, limons et alluvions, **61 formations lithologiques à composition argileuse et marneuse** ont été définies cartographiquement (tabl. 1). Les distinctions réalisées dans les classes des colluvions, limons des plateaux et alluvions sont respectivement de 18, 5 et 8.

2.4. LITHOLOGIE ET STRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES

Ce chapitre dresse un inventaire des formations géologiques argileuses et marneuses du département de l'Essonne, et caractérise la nature des minéraux argileux qui les constituent, quand cette information est disponible.

Les formations argileuses et marneuses sont décrites depuis les plus anciennes jusqu'aux plus récentes (fig. 5). Une carte géologique synthétique de ces formations est présentée sur la figure 6 et présentée en carte hors-texte (carte n° 1) à l'échelle 1/100 000.

2.4.1. Argile à silex (AS) de la limite Crétacé-Tertiaire et craie du Sénonien (K)

La *Formation de l'Argile à silex* n'affleure localement que sur la carte géologique Dourdan, sur le flanc sud de la vallée de l'Orge, au sud de la ville de Saint-Cyr-sur-Dourdan. Elle consiste en une couverture peu épaisse intercalée entre la craie du Crétacé (Sénonien) et les *Marnes de Meudon* (Montien), ce qui la situe stratigraphiquement à la limite Crétacé-Tertiaire. En d'autres endroits où cette relation n'est pas visible, l'*Argile à silex* pourrait avoir un âge post-sparnacien et anté-stampien.

La craie du Sénonien constitue le fond des vallées de la Rémarde et de l'Orge, en limite des cartes géologiques Dourdan et Étampes.

Signalons que l'altération de la craie à silex dans le bassin de Paris aboutit toujours, dans un premier temps, à la formation d'une **smectite de type beidellite mixte alumineuse** (Thiry et *al.*, 1978) qui appartient à la famille des argiles gonflantes. Ce n'est que par la suite que ce matériel évolue vers les interstratifiés kaolinite-smectite ou les kaolinites (Lucas et *al.*, 1974).

Étudiant l'*Argile à silex* du bassin de Paris, située dans des poches de la craie, P. Douillet et *al.* (1967) indique que l'on y trouve deux minéraux argileux caractéristiques : une smectite (montmorillonite), qui correspond à une beidellite ferrique et de la kaolinite.

2.4.2. Marnes de Meudon (e1, base du Tertiaire, Montien)

Cette formation constitue la base de la série sédimentaire tertiaire, au-dessus de la craie du Crétacé. Elle appartient à l'époque Paléocène et à l'étage Montien.

Dans l'emprise du département de l'Essonne, elle n'affleure ponctuellement que dans la limite nord des cartes géologiques Dourdan et Étampes à 1/50 000, à la faveur de l'anticlinal de la Rémarde. On la trouve à la base des deux versants de la vallée de la Rémarde (secteurs des villages d'Angervilliers, Saint-Maurice-Montcouronne, Arpenty, Guisseray).

Stratigraphiquement, la formation est située entre la craie blanche du Crétacé supérieur (Sénonien, C6), à la base, et les argiles de l'Yprésien (e3a), au sommet.

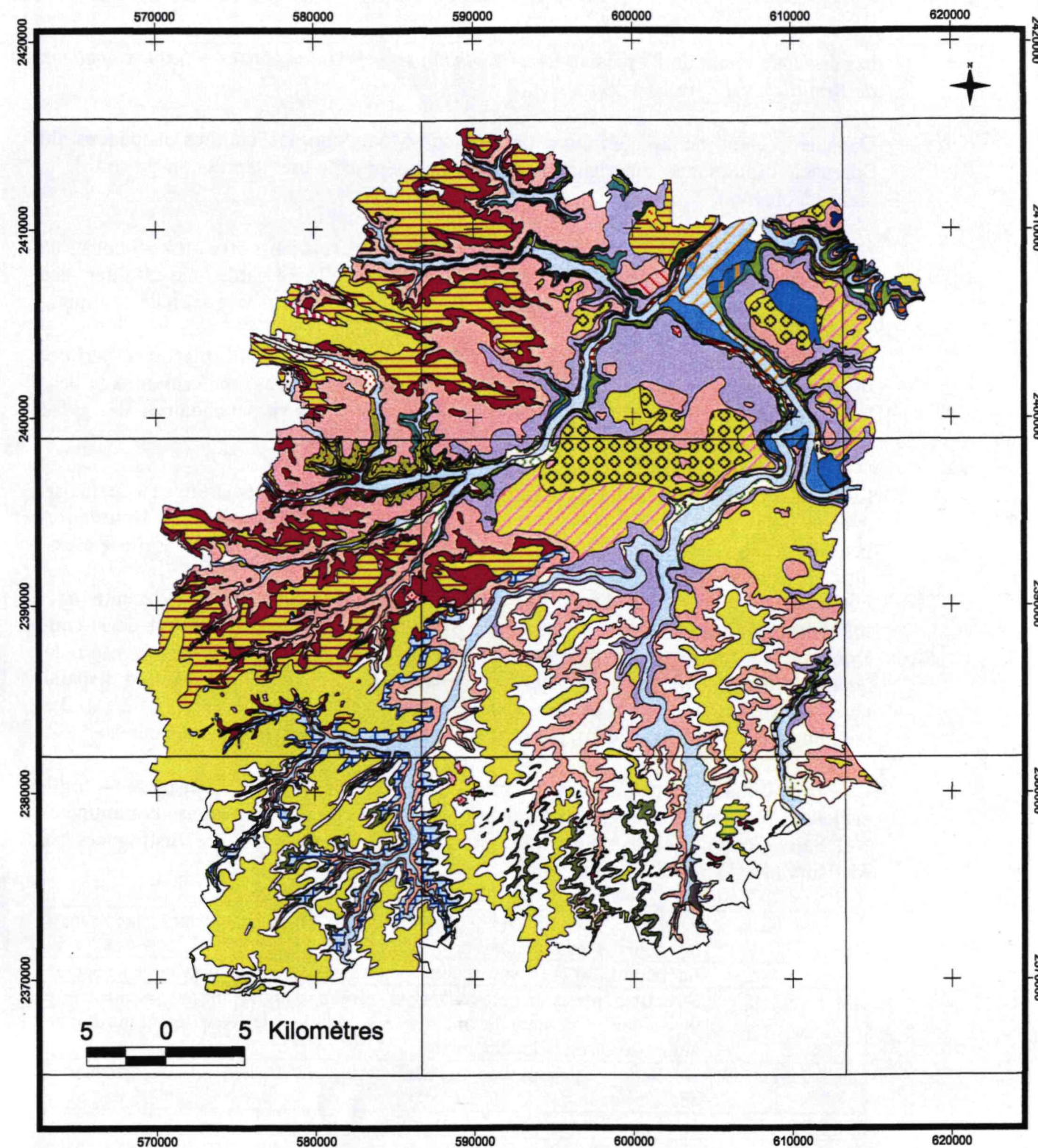
Elle est représentée sous son faciès classique de marnes blanchâtres ou verdâtres à nodules de calcaire cristallin et rognons de gypse saccharoïde. L'altération lui donne une teinte mastic et un toucher farineux. Sa puissance maximale est de 7 m au château d'Army (commune de Bruyères-le-Châtel, carte géologique Étampes à 1/50 000) mais ne dépasse pas 1 m à Arpenty.

2.4.3. Argile plastique (e3a1), Argile sableuse (e3a2), Sables argileux de Breuillet (e3b), de l'Éocène inférieur, Yprésien

Sur les cartes géologiques Rambouillet, Dourdan et Corbeil-Essonnes, ces trois formations sont regroupées sous la notation géologique e3 indifférencié (Éocène inférieur, étage Yprésien).

Sur la carte Étampes, l'*Argile plastique* et l'*Argile sableuse* sont regroupées sous la notation géologique e3a. Quand elles sont différenciées, comme sur la carte Dourdan, elles portent respectivement les notations e3a1 et e3a2.

L'épaisseur totale de l'Yprésien est de 15 à 30 m sur la carte géologique Étampes, sauf à l'extrémité nord-est, vers la fosse de Corbeil où elle atteint 60 m. Cette forte épaisseur est également atteinte dans le secteur de la vallée de la Rémarde, à l'ouest d'Arpajon, où



1	X	Remblais	Actuel
2	C	Colluvions indifférenciées	Quaternaire
3	C/g2b	Colluvions sur Sables de Fontainebleau	Quaternaire
4	C/g2a	Colluvions sur argile verte sableuse	Quaternaire
5	CLP/AMM	Colluvions de limons des plateaux sur substrat d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
6	CLP/g2b	Colluvions de limons des plateaux sur substrat de Sables de Fontainebleau (g2b)	Quaternaire
7	CAMM	Colluvions d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
8	CP3/AMM	Colluvions de Sables de Lozère (P3) sur Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
9	CAMB	Colluvions d'argile à meulière de Beauce	Quaternaire
10	CAMBg1a	Colluvions d'Argile à meulière de Beauce et d'Argile verte de Romainville	Quaternaire
11	Cm1a1	Colluvions de Molasses du Gâtinais et de marnes blanches, sableuses (m1a1)	Quaternaire
13	Ce3g1a	Colluvions d'argile du Sparnacien et d'Argile verte de Romainville	Quaternaire
14	Cg1a	Colluvions d'Argile verte de Romainville	Quaternaire
15	Ce7c	Colluvions de Marnes supragypseuses	Quaternaire
16	Ce7a-b	Colluvions de marnes et gypses	Quaternaire
18	Ce3e7	Colluvions d'argile du Sparnacien et de marnes	Quaternaire
19	Ce3a-b	Colluvions d'argile du Sparnacien	Quaternaire
20	Ce1e3	Colluvions de Marnes de Meudon et d'argile du Sparnacien	Quaternaire
21	LP	Lims des plateaux, indifférenciés	Quaternaire
22	LPM	Lims marnaux	Quaternaire
23	LP/AMM	Lims des plateaux sur substrat d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)	Quaternaire
24	LP/AMB	Lims des plateaux sur substrat d'Argile à meulière de Brie (AMB)	Quaternaire
25	LP/g2b	Lims des plateaux sur substrat de Sables de Fontainebleau	Quaternaire
26	LP/g2a	Lims des plateaux sur substrat de Marnes à huîtres	Quaternaire
27	Fz	Alluvions modernes	Quaternaire
28	T	Tourbes	Quaternaire
29	Fz/e7a-b	Alluvions modernes sur marnes et gypse	Quaternaire
30	Fy	Alluvions anciennes de basse terrasse	Quaternaire
31	Fy/e7a-b	Alluvions anciennes sur marnes et gypse	Quaternaire
32	Fx/e7c	Alluvions anciennes sur Marnes supragypseuses	Quaternaire
33	Fx	Alluvions de moyenne terrasse	Quaternaire
34	Fw	Alluvions de haute terrasse	Quaternaire
35	Fv	Alluvions de très haute terrasse	Quaternaire
36	AMM	Altérites, Argile à meulière de Montmorency	Quaternaire ancien
37	AMB	Altérites, Argile à meulière de Brie	Quaternaire ancien
38	P3A	Argile rouge et Sables de Lozère	Pliocène supérieur
39	P3	Sables argileux de Lozère	Pliocène supérieur
40	m1a1	Marnes et Molasses du Gâtinais	Aquitainien supérieur
41	g3a	Calcaire d'Etampes et de Beauce	Stampien supérieur
42	g2b	Sables de Fontainebleau	Stampien supérieur
43	g2b/g2a	Faible épaisseur de Sables de Fontainebleau sur Marnes à huîtres	Stampien supérieur-inférieur
44	g2a	Marnes à huîtres	Stampien inférieur
45	g1b	Callasses d'Orgemont et Calcaire de Brie	
46	e7c-g1a	Marnes supragypseuses et Argile verte de Romainville	Ludien-Sannoisien indifférencié
47	g1a	Glaissés à Cyrènes, Argile verte de Romainville	Stampien inférieur (Sannoisien inférieur)
48	e7	Marnes, gypse, calcaire, indifférenciés	Ludien
49	e7c	Marnes supragypseuses (Marnes bleues d'Argenteuil et Marnes blanches de Pantin)	Priabonien (Ludien supérieur)
50	e7a-b	Marnes infragypseuses, Marnes à pholadomies, masses de gypse et marnes ou Calcaire de Champigny	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
51	e7a-bG	Masses du gypse et marnes	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
52	e7a-bM	Alternances marnes, gypse, calcaire	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
53	e7-abC	Calcaire de Champigny et marnes	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
54	e3	Argile et sable, indifférenciés	Yprésien (Sparnacien)
55	e3b	Sables argileux de Breuille	Yprésien (Sparnacien)
56	e3a	Argile plastique et argile sableuse, indifférenciés	Yprésien (Sparnacien)
57	e3a2	Argile sableuse	Yprésien (Sparnacien)
58	e3a1	Argile plastique	Yprésien (Sparnacien)
59	e1	Marnes de Meudon	Montien
60	AS	Argile à silex	Limite Crétacé-Tertiaire
61	K	Craie blanche à silex	Crétacé, Sénonien
		Formations sans terme argileux ou marneux	

Fig. 6 - Carte géologique brute des formations argileuses et marneuses et des formations superficielles du département de l'Essonne.

la puissance totale de l'Yprésien (*Argile plastique* + *Fausses glaises* + *Sables argileux de Breuillet*) varie de 10 à 60 m.

Dans le secteur de la commune de Courson-Monteloup les courbes isopaques du Sparnacien (puissance supérieure à 20 m) coïncident avec une dépression du toit de la craie sénonienne.

L'*Argile plastique* (e3a1), de l'Yprésien (sous-étage Sparnacien *sensu stricto*) constitue la base de la série. Sur la carte Dourdan, dans la vallée de la Rémarde, elle est intercalée entre les *Marnes de Meudon* (e1), à la base, et les *Argiles sableuses* (e3a2), au sommet.

La partie inférieure (10 m d'épaisseur) est constituée par l'Argile plastique bariolée (grise, bleue, jaune, rouge ou violacée), à dominante kaolinique, renfermant à la base (carrière de la Touche) des lentilles ligniteuses à cristaux secondaires de gypse trapézoïdal et ambre fossile.

L'*Argile plastique* disparaît à Longvilliers, dans la vallée de la Rémarde, et à Sermaise, dans la vallée de l'Orge (lacune ou érosion). Elle réapparaît à Roinville et à Dourdan. À l'ouest du Val Saint-Germain, l'*Argile plastique* est très réduite et mêlée d'argile à silex.

L'*Argile sableuse* (e3a2) est sus-jacente à l'*Argile plastique* et sous-jacente à la formation des *Sables argileux et Grès de Breuillet*. Dans la partie nord-est de la carte Dourdan, elle constitue un horizon de 5 à 7 m d'épaisseur d'argile grise renfermant quelques lits de sable pur et de lignite peu épais (5 à 15 cm). Cette formation disparaît vers Saint-Chéron et semble remplacée, au nord d'Angervilliers (carrière Muller, commune de Forges-les-Bains), par une argile grise et violacée, finement sableuse.

Les **variations minéralogiques** à l'intérieur de la série « argile plastique – argile sableuse » peuvent être appréciées sur la coupe de la carrière du Marais (commune du Val Saint-Germain, carte géologique Dourdan). Cinq unités ont été distinguées par M. Thiry (1981) :

De la base à 0,5 m	Kaolinite accompagnée d'interstratifiés (7–14 Sm), dans les sables inférieurs et les premières argiles
De 0,5 à 4 m	Interstratifiés (7–14 Sm) accompagnés d'un peu de kaolinite et de smectite
De 4 à 5,3 m	Smectites presque pures dans le niveau d'argile turquoise. L'analyse thermique différentielle montre une courbe de type montmorillonite alumineuses ou beidellite mixte
De 5,3 à 7,05 m	Kaolinite, accompagnée d'interstratifiés (7–14 Sm) et des smectites accessoires
De 7,05 à 9,8 m	Kaolinite avec un peu d'interstratifiés (7–14 Sm)

Ces cinq unités ont pu être reconnues en d'autres exploitations de la vallée de la Rémarde, en particulier plus à l'est dans la carrière Richard à Arpenty, et à l'ouest dans la carrière Millot près d'Angervilliers.

Signalons que pour l'ensemble du bassin de Paris, les interstratifiés à kaolinite et smectite constituent environ 75 % des argiles plastiques du Sparnacien (*in* Bindley et al., 1983).

Dans le bassin de la Rémarde, il existe d'importantes variations d'épaisseur et de faciès à l'intérieur des argiles du Sparnacien, notamment à l'extrémité nord-ouest du bassin (carrières d'Angervilliers) et dans la partie orientale (carrière d'Arpenty). En particulier, dans la carrière Muller, à Angervilliers, la série présente une épaisseur de 22,7 m d'argiles et d'argiles sableuses, avec un niveau de lignite de quelques mètres avant la craie.

Le tableau ci-dessous donne les épaisseurs de l'argile plastique de plusieurs localités de la vallée de la Rémarde, d'après le Schéma départemental des carrières de l'Essonne (BRGM R39718, 1997).

Localité	Épaisseurs
Nord d'Angervilliers, au Bajolet	13 à 27,5 m
Est et Sud-Est d'Angervilliers	10 à 18,7 m
Nord et Sud de Vaugrigneuse et région de Forges-les-Bains	12,3 à 13,2 m
Nord, Ouest et Est de Saint-Maurice Montcouronne	15 à 25 m
Sud de Bruyères-le-Châtel	14 à 24,45 m
Est du Val-Saint-Germain, flanc sud de la vallée de la Rémarde	25 m
Nord et Sud de Breuillet	24,5 à 30 m
Est et Ouest de Saint-Chéron	Respectivement 25 et 11 m

Signalons que dans la vallée de la Rémarde, le Schéma départemental des carrières de l'Essonne (BRGM, 1997) indique qu'il existe trois carrières d'argile autorisées à l'exploitation, dont deux sont exploitées pour la fabrication de produits de terre cuite (communes de Angervilliers et Val-Saint-Germain) et une pour la fabrication de produits réfractaires (commune de Forges-les-Bains).

Les *Sables argileux de Breuillet* (e3b) sont sus-jacents à l'*Argile sableuse* (e3a2) et sous-jacents aux *Grès et Sables de Fontainebleau* (g2b) du Stampien inférieur et moyen. Leur épaisseur moyenne est de 5 m.

Ce sont des sables grossiers (médiane 0,8 mm), hétérométriques dans lesquels s'intercalent des argiles sableuses. Ces argiles sont formées de kaolinite assez bien ordonnée, accompagnée d'un peu d'illite-mica, voire d'interstratifiés illite-smectite (Thiry, 1981, p. 55). Divers niveaux grésifiés s'intercalent dans les sables.

En limite des cartes géologiques Dourdan et Étampes, l'épaisseur des *Sables argileux* semble maximale vers Breuillet et la fosse d'Arpajon (20 m), ainsi qu'à Saint-Maurice-Montcouronne (route du Marais), mais la moyenne est de 8 à 10 m. Dans la vallée de la

Rémarde, ils ne dépassent pas, vers l'Ouest, le Val Saint-Germain et s'effacent dans la vallée de l'Orge entre Saint-Chéron et Saint-Évrault. On ne les retrouve pas près de la ville de Dourdan.

Le Schéma départemental des carrières de l'Essonne indique qu'il y a quelques années encore, les Sables de Breuillet, assez argileux et kaoliniques, étaient parfois utilisés pour la fabrication de pisé.

2.4.4. Marnes associées au Calcaire de Champigny (e7 indifférencié, Éocène supérieur, Ludien)

Cet ensemble lithologique de l'étage Priabonien (sous-étage Ludien) est indifférencié sur la carte géologique Étampes où les différentes formations qui le composent n'ont pas été individualisées.

Par contre, ces formations sont individualisées sur les cartes géologiques Corbeil-Essonnes et Brie-Comte-Robert. Nous les décrirons plus loin.

Sur la carte géologique Étampes, le *Calcaire de Champigny* affleure au nord de la feuille, dans les vallées de la Seine et de l'Essonne, ainsi qu'au voisinage du dôme de la Rémarde, entre Ollainville et Bruyères-le-Châtel, et à l'ouest d'Egry. Son épaisseur est de 15 à 30 m.

Essentiellement calcaire au sud de la feuille, la formation passe au nord à des faciès de **marnes blanches ou verdâtres** avec seulement quelques bancs de calcaires et parfois de minces niveaux gypseux. Les *Marnes blanches de Pantin*, sus-jacentes, sont épaisses de 2 à 3 m, et sont associées à des marno-calcaires et calcaires blanchâtres. Les *Marnes bleues d'Argenteuil*, sus-jacentes, sont plus épaisses (9 à 12 m) et présentent parfois des intercalations sableuses (Saint-Sulpice-de-Favières).

2.4.5. Marnes infragypseuses, masses de gypse et marnes ou Calcaire de Champigny (e7a-b, Éocène supérieur, Ludien)

Pour simplifier la description de la succession lithologique, nous regroupons cet ensemble sédimentaire sous la notation e7a-b qui inclut les *Marnes à pholadomies* (e7a = marnes infragypseuses) surmontées par l'ensemble e7b de *Marnes et Masses du gypse* ou *Calcaire de Champigny*. Ces deux divisions ont été distinguées sur la troisième édition de la carte géologique Corbeil-Essonnes (F. Mégnien, 1987).

Nous incluons les *Marnes à pholadomies* (marnes infragypseuses) dans l'ensemble intragypso-marneux, d'une part en raison de sa faible épaisseur (1 à 4 m) et, d'autre part, car elles n'ont été mises que ponctuellement en évidence en sondages, sous les alluvions récentes entre Villeneuve-Saint-Georges et Vigneux-sur-Seine (carte géologique Corbeil-Essonnes).

Les *Marnes à Pholadomya ludensis* (e7a) appartiennent à l'Éocène supérieur (étage Priabonien, sous-étage Ludien inférieur). Ce mince niveau repère est présent en sondages sur l'ensemble de la carte Corbeil-Essonne, sauf dans l'extrême angle sud-ouest où il y a lacune du Ludien. Ce sont des marnes beiges, souvent marbrées de gris ou de bleu, pouvant renfermer des passées gypseuses dans le nord de la feuille. Cet horizon, à plasticité généralement élevée, est à prendre en compte dans le diagnostic des sinistres car il est présent directement sous le recouvrement alluvionnaire dans un triangle compris entre Villeneuve-Saint-Georges, Draveil et Vigneux-sur-Seine.

L'ensemble sus-jacent de « *marnes – masses de gypse – Calcaire de Champigny* » (e7b) appartient au Ludien moyen. Il présente d'importantes variations latérales de faciès, du sud-est ou nord-ouest, sur les cartes géologiques Brie-Comte-Robert et Corbeil-Essonne. D'après les données fournies par F. Mégnien (1987, notice géologique de la carte Corbeil-Essonne, p. 11) nous avons distingué :

- un e7a-bC correspondant, au sud-est, au *Calcaire de Champigny*, avec intercalations marneuses ;
- un e7a-bM correspondant, dans la partie centrale de la carte Corbeil-Essonne, à des faciès de transition (marnes et passées gypseuses, marnes et calcaire, marnes, calcaire et niveaux gypseux) ;
- un e7a-bG où dominent, au nord-ouest, les *masses du gypse et les marnes*.

La Formation du *Calcaire de Champigny* (e7a-bC), représentée au sud-est de la carte géologique Corbeil-Essonne et au nord-ouest de la carte Brie-Comte-Robert, est formée par une vingtaine de mètres de calcaire compact, résistant, affleurant en particulier dans le fond de la vallée de l'Yerre (limite des cartes Corbeil-Essonne et Brie-Comte-Robert). Ce calcaire est souvent caverneux et fissuré, et coupé par des **marnes blanchâtres, grisâtres et jaunâtres, argileuses**, surtout vers la base de l'assise.

Sur la bordure occidentale du plateau de la Brie, incluant la partie orientale du département de l'Essonne, trois termes superposés constituent la Formation du *Calcaire de Champigny* (in Filliat, 1981, p. 1240) :

- au sommet, un horizon marno-calcaire (< 20 m) ;
- dans la partie moyenne, un horizon marno-argileux riche en argile magnésienne brun-noir (< 5 m) ;
- à la base, un horizon calcaro-dolomitique (< 15 m).

Les niveaux marno-argileux ne sont donc pas à sous-estimer dans la Formation du *Calcaire de Champigny*.

La formation e7a-bM comprend des **faciès de passage latéral** qui s'étalent sur une diagonale NE-SW. Les faciès marneux y dominent avec des intercalations soit gypseuses, soit calcaires. Ainsi, à Montgeron, les marnes sont entrecoupées de bancs de calcaire siliceux de 0,50 m d'épaisseur. Les marnes intercalaires des masses de gypse (ou Marnes d'entre deux masses) comprennent, de haut en bas : les *Marnes à fer de lance*, les *Marnes à Lucines* et les *Marnes à pholadomies*.

Cette formation géologique est développée à l'affleurement dans l'emprise des communes sinistrées de Montgeron, Draveil, Longjumeau.

La formation e7a-bG, correspondant aux masses du gypse et aux marnes, affleurent dans l'emprise de la commune sinistrée de Verrières-Le-Buisson.

Rappelons que la présence de gypse peut induire des cavités de dissolution dans ces terrains qui peuvent être à l'origine de désordre du bâti. En particulier, des karstifications peuvent se développer à la base de chaque masse de gypse, au contact des marnes sous-jacentes.

2.4.6. Marnes supragypseuses (e7c, Éocène supérieur, Ludien)

Bien développée sur l'ensemble de la carte géologique Corbeil-Essonne, cette formation comprend deux termes : les *Marnes bleues d'Argenteuil*, à la base, et les *Marnes blanches de Pantin*, au sommet. Son épaisseur totale varie de 11 à 19 m maximum. En contexte morphologique de versant, elle est souvent remaniée dans des colluvions, voir glissée.

Les *Marnes d'Argenteuil* sont les plus épaisses, 9 à 12 m. Ce sont des marnes argileuses compactes, gris bleuté, renfermant souvent des débris ligniteux. Elles sont plus argileuses que les *Marnes de Pantin*. Dans la moitié nord de la carte Corbeil-Essonne, s'intercalent fréquemment de petits niveaux de gypse microcristallin, appelés « bancs de chien ».

En étudiant la palynologie et la minéralogie des *Marnes bleues d'Argenteuil*, J.-J. Châteauneuf et N. Trauth (1972) indiquent que la base de l'assise, peu épaisse, comprend des argiles fibreuses (attapulгите, sépiolite) associées à l'illite et à la montmorillonite.

Les *Marnes de Pantin* ont une épaisseur de 2 à 8 m. Ce sont des marnes blanches, parfois vert clair, « calcareuses », plus riches en argiles à leur sommet. Au nord de la carte Corbeil-Essonne, elles peuvent être recouvertes par un banc de gypse saccharoïde (0,80 m d'épaisseur) appelé couramment « marabet ».

2.4.7. Marnes supragypseuses et Argile verte de Romainville, indifférenciées (e7c-g1, Éocène supérieur à Oligocène inférieur, Ludien supérieur à Sannoisien)

Ces deux formations du Priabonien supérieur (Ludien supérieur) – Stampien inférieur (Sannoisien) indifférenciées sont regroupées sur les cartes géologiques Dourdan et Rambouillet où elles ne sont pas individualisables.

Dans la partie orientale de la carte géologique Rambouillet (limite avec la carte Corbeil-Essonne), les *Marnes supragypseuses*, blanches ou verdâtres, de faible épaisseur, sont surmontées par l'*Argile de Romainville* (2 à 6 m). C'est une argile plastique, compacte, à

dominante illitique, renfermant des rognons calcaireux. La commune sinistrée de Gif-sur-Yvette se trouve dans l'emprise de ces formations lithologiques.

Sur la carte géologique Dourdan, ces deux formations lithologiques ne sont représentées que dans le coin nord-est de la feuille. L'*Argile verte de Romainville* est visible à Monteloup et La Gloriette.

2.4.8. Glaises à Cyrènes et Argile verte de Romainville (g1a, Sannoisien inférieur)

Ces deux horizons de la base du Stampien inférieur (Sannoisien inférieur) sont bien individualisés au-dessus des *Marnes supragypseuses* (e7c), et sous la formation des *calcaires* et *argiles à meulière* (g2b), sur les cartes géologiques Corbeil-Essonnes et Brie-Comte-Robert. Sur les cartes Étampes et Melun, n'affleure que l'*Argile verte de Romainville*.

Sur les cartes Corbeil-Essonnes et Brie-Comte-Robert, le Sannoisien débute par les *Glaises à Cyrènes*, épaisses de 0,50 à 3,20 m au maximum. Ce sont des argiles ou des marnes brunâtres à vertes, souvent varvées, feuilletées, parfois sableuses, pouvant renfermer de fins niveaux de gypse.

L'*Argile verte de Romainville*, sus-jacente, est compacte et peut renfermer des nodules calcaires. Son épaisseur varie de 4 à 7,70 m sur la carte géologique Corbeil-Essonnes, et de 3 à 5 m sur la carte Étampes, dans les vallées de l'Orge, de la Juine, de l'Essonne et de l'École. Bien représentée de part et d'autre du dôme de la Rémarde, l'*Argile verte de Romainville* s'interrompt brutalement dans l'axe de celui-ci à la confluence de l'Orge et de la Rémarde, ainsi, d'ailleurs que les *Marnes de Pantin*.

Sur la carte géologique Melun, les *Marnes vertes*, équivalent latéral des *Glaises à Cyrènes* et des *Argiles vertes de Romainville*, présentent une fraction argileuse composée d'**illite** et de **montmorillonite** en proportion variable, avec toujours un peu de **kaolinite** et parfois de **sépiolite**.

Dans l'ancienne glaisière Gilardoni (bord oriental du plateau d'Évry, sud-est de la carte géologique Corbeil-Essonnes), l'*Argile verte de Romainville* comprend principalement de l'**illite**, avec des quantités variables de **kaolinite** et **smectites** (Ménillet, 1993, p. 221). Dans l'*Argile à meulière*, sus-jacente, l'illite n'est représentée qu'en faible quantité, tandis que la teneur en **kaolinite** augmente de haut en bas (de 40 %, environ, à 60 %) et que la quantité de **smectites** décroît (de 50 % à 30 %).

En bordure de versant, l'effet de fauchage des couches, ainsi que les **phénomènes de fluage et de décompression**, peuvent provoquer des surépaisseurs localisées, pouvant atteindre 12 m dans le secteur de Draveil.

2.4.9. Termes marneux et argileux de la Caillasse d'Orgemont et du Calcaire de Brie (g1b) ; Argile à meulière de Brie (AMB)

Les deux premières formations, marno-calcaires et argileuses, appartiennent à l'étage Stampien supérieur (sous-étage Sannoisien supérieur). Leur épaisseur est croissante d'ouest en est sur la carte géologique Corbeil-Essonne.

Absentes à l'approche du dôme de la Rémarde et très réduites dans le nord-ouest de la feuille, ces formations s'épaississent vers l'est pour atteindre plus de 12 m à Villeneuve-le-Roi et 11 m à Soisy-Sur-Seine.

Dans le secteur nord-ouest de la feuille, à Jouy-en-Josas, Igny, Sceaux et Palaiseau, il est possible de reconnaître, à la base de la série, la *Caillasse d'Orgemont*. À Sceaux, leur épaisseur est inférieure au mètre ; à Jouy, Igny et Palaiseau, elle atteint environ 2 m. Ce niveau est formé d'alternances de marnes indurées blanches avec nodules calcaires, de calcaires blancs et d'argiles feuilletées vert à ocre avec, à Palaiseau, un niveau de gypse.

Le *Calcaire de Brie* (g1b), dont l'épaisseur peut atteindre 10 à 15 m, est composé de **marnes calcareuses** blanches, tendres, farineuses, et de calcaires plus ou moins marneux, blancs, passant à des calcaires souvent siliceux, meuliérisés en surface. Ces blocs de meulière caverneuse et très dure, souvent de grande taille, sont enrobés dans une argile grisâtre au voisinage de la surface topographique. C'est l'*Argile à meulière de Brie* (AMB), parfois épaisse de plusieurs mètres, qui s'étend sur les plateaux d'Orly et d'Évry.

Elle est constituée principalement de **kaolinite et smectite**. Sur la butte témoin de *Sables de Fontainebleau* de Courcouronnes (sud de la carte géologique Corbeil-Essonne), de nombreux sondages ont montré qu'il n'existait pas d'argiles entre les *Sables de Fontainebleau* et les *Calcaires de Brie* sous-jacents, alors que ces *argiles à meulière* sont très développées en surface.

Cette observation permet d'indiquer que l'*argile à meulière* n'est pas un niveau stratigraphique du Stampien, mais un horizon d'altération plus récent. Cette remarque est importante car les cartes géologiques à 1/50 000 de Corbeil-Essonne, Étampes, Melun, Brie-Comte-Robert, interprètent l'*Argile à meulière de Brie* comme un niveau stratigraphique continu, subhorizontal, alors qu'il s'agit d'altérites récentes de répartition aléatoire.

Concernant l'âge de l'*argile à meulière*, antérieurement inclus dans le Stampien inférieur (Sannoisien) avec le *Calcaire de Brie*, signalons que F. Ménillet (1993) conclut qu'il s'agit d'une **formation superficielle d'altération** née à partir du matériel de remplissage et de couverture d'un **karst sur formation calcaire d'accueil** (*Calcaire de Brie*).

Le matériel soumis à l'altération est constitué, en particulier, d'accidents siliceux extraits par décalcification des calcaires d'accueil avec les produits argileux de décalcification.

Les *Sables de Fontainebleau* ont été largement piégés dans le karst formé aux dépens du *Calcaire de Brie*. Ces argiles peuvent être considérées comme des **altérites**. Leur âge se situe vers le **Pliocène supérieur et le Quaternaire ancien**. L'*Argile à meulière de Brie* est plus récente que les *Cailloutis d'Yerres* d'âge quaternaire ancien probable (Ménillet, 1993, p. 279).

Sur la carte géologique Étampes, le *Calcaire de Brie* et l'*Argile à meulière de Brie* forment l'entablement du plateau de Brie, recouvert de limon, bien représenté au nord et au nord-est de la feuille.

Sur la carte géologique Brie-Comte-Robert (bord de l'Yerres), l'*Argile à meulière* est parfois difficile à distinguer des limons des plateaux.

2.4.10. Marnes à huîtres (g2a)

Cette formation du Stampien s.s. est intercalée entre le *Calcaire de Brie* (g1b), à la base, et les *Sables et Grès de Fontainebleau* (g2b) au sommet. Elle constitue un intercalaire laguno-marin peu épais (1 à 7 m) et discontinu affleurant parfois en fond de vallon sur les cartes géologiques Corbeil-Essonnes et Brie-Comte-Robert. Quand le *Calcaire de Brie* est absent, les *Marnes à huîtres* ont pu être confondues par les auteurs avec l'*Argile verte de Romainville* (g1a).

Ce sont des marnes blanc grisâtre mais, le plus souvent, vertes, avec intercalations de calcaires grossiers lumachelliques et niveaux sableux.

Les forages ont permis de mettre en évidence de notables variations d'épaisseur d'ouest en est sur la feuille Corbeil-Essonnes. Peu épaisses à l'ouest (0,80 à 3,30 m), elles s'épaississent vers le centre (7 m) pour s'amenuiser et disparaître en rive droite de la Seine. Les épaisseurs relevées en sondages sont : 1,95 m à Marcoussy, 2,25 m à Nozay, 7 m à Villejust. À Massy, Villebon et Palaiseau leur épaisseur est de 3 à 4 m (*in* Cojean, 1975, p. 22).

Dans la région de Palaiseau–Longjumeau, le niveau des *Marnes à huîtres* (3,40 m) est séparé en deux par 0,35 à 1,10 m d'argile calcaire blanche dénommée « *Marne de Longjumeau* ».

En limite des cartes géologiques Étampes et Malesherbes, un équivalent latéral de ces *Marnes à huîtres* est constitué par un horizon de 1 à 2 m d'épaisseur en moyenne d'argiles vertes, marneuses et sableuses, équivalent latéral de la *Molasse d'Étréchy* de la partie ouest de la carte géologique Malesherbes.

Ces marnes sont subaffleurantes dans les bas de pente de la vallée de l'Essonne, au nord de la commune de Maisse et aux alentours de Milly-la-Forêt (nord-est carte géologique Malesherbes). Leur épaisseur peut atteindre 4 à 5 m dans la vallée de l'École, entre Milly-la-Forêt et Noisy-sur-École où elles sont recouvertes par une épaisseur importante

Commune de SACLAY. Sondage B.R.G.M. 218-4-1 X: 586.11 (interprété par Cavelier et Diffre) Y: 114.25. Z: 157.10.					
PROF.	LOG.	DESCRIPTION DES TERRAINS.	COTE	FORMATION	ETAGE.
0.		Terre végétale et limon.		Limon des plateaux	
2.20		Argile grise et sables grossiers.	154.90	Sable de LOZÈRE.	BURDI - GALIEN.
3.90		Argile grise à rouge, avec passages de sables quartzeux grossiers et mouture celluleuse devenant compacte à la base.	153.20	Argile à Meulière	AQUITANIE.
13.20		Argile sableuse brune et sable brun ocre.	143.90	Sables de FONTAINEBLEAU.	S.S.S.
13.40		Sable fin blanchâtre.			
14.58		Grès quartzite gris.			
15.98		Sable fin blanc.			
30.		Sable fin verdâtre à rouille avec passage argileux entre 41,40 et 42,30 m.		Falun de Jeurre	S.T.A.M.P.I.E.N.
62.40		Sable argileux gris vert, très fin, micacé.			
70.30		Argile sableuse gris vert, micacée, avec coquilles de Lamellibranches en voie de décalcification.	84.10		
73.		Sable coquilles, argileux, gris vert, <i>Cytherea splendida</i> , <i>Glycimeris angulicostatus</i> , <i>Corbula</i> sp., <i>Pirenella plicata</i> , <i>Potamides trochlearis</i> , etc.			
74.80		Grès cassant tendre avec coquilles indéterminables.	82.10	Argile à Corbules (?)	
75.		Argile sableuse gris sombre avec coquilles en voie de décalcification (Lucinidés très abondants et <i>Micula</i> sp.)			
79.		Marne calcareo-sableuse compacte dure gris verdâtre fossilifère	78.10	Marnes à Huîtres.	
		<i>Ostrea cyathula</i> avec serpules fixées et empreintes de <i>Corbula subpisum</i> et lucinidés, mytilidés, tellinidés, <i>Nucula</i> sp.			
80.50		Marne gris verdâtre sableuse à <i>Ostrea cyathula</i> et mytilidés très abondants <i>Corbula subpisum</i> .			
81.25		Marne argileuse à <i>Ostrea</i> sp. et <i>Pirenella plicata</i> .			
81.50		Marne argileuse à <i>Crassostrea longirostris</i> , <i>Corbula subpisum</i> .			
81.60		Marne argileuse verdâtre avec sable gris. Empreintes de mollusques peu déterminables.			
82.		Marne calcaire compacte gris clair, passages de marnes tendres blanches avec la nodosité de 1 cm à 82,40 (prof.)			SANNONSIEN
82.85		Calcaire grossier ou graveleux, localement sableux, à <i>Ostrea cyathula</i> . A la partie inférieure nombreuses empreintes de <i>Pirenella plicata</i> . Huîtres absentes.	73.60		
83.70		Gypse saccharoïde finement cristallisé.			
83.90		Gypse saccharoïde finement cristallisé.			

Fig. 7 - Position lithostratigraphique des faciès argilo-sableux du Falun de Jeurre.

de colluvions sableuses. Dans ce secteur, la composition minéralogique de la phase argileuse des marnes est : **smectite (50 %), illite (30 %) et kaolinite (20 %)**.

Signalons que dans le secteur de la commune sinistrée de Bure-sur-Yvette, dans la partie ouest de la carte Corbeil-Essonnes, il existe une incertitude quant à l'âge de la formation argileuse, attribuée aux *Marnes à huîtres* du g2a sur la carte géologique de Corbeil-Essonnes, et à l'*Argile verte de Romainville* du gla, sur la carte géologique Rambouillet.

2.4.11. Termes argileux des Sables de Fontainebleau, Falun de Jeurre (g2b)

La formation des *Sables et grès de Fontainebleau*, d'âge stampien supérieur, présente une extension régionale dans le département de l'Essonne. Son épaisseur est de 65 à 70 m.

Cette formation ne rentre pas dans la catégorie des formations argileuses et n'est pas identifiée comme telle sur les cartes géologiques. Cependant, des études de détail dans la région de Saclay (sondage BRGM 218-4-1, limite des cartes géologiques Rambouillet et Corbeil-Essonnes ; Cavelier et Diffre, *in* Cojean, 1975, p. 22) montrent la présence, à la base des sables, d'une séquence comprenant des **argiles sableuses** à coquilles de Corbules (épaisseur 4 m) surmontées par le *Falun de Jeurre* (sables coquilliers argileux, de 2 m d'épaisseur), puis par des **argiles sableuses** (3 m). Cette séquence n'est pas distinguée sur les cartes géologiques à 1/50 000 du BRGM.

La colonne lithologique de sondage de la figure 7 présente la position de ces niveaux argileux intercalés entre les *Marnes à huîtres* et les *Sables de Fontainebleau s.s.*

Dans les intercalaires argileux ont été identifiées la montmorillonite, l'illite et la kaolinite (*in* Cojean, 1975, p. 23). Nous verrons plus loin que de nombreux sinistres, superposés aux *Sables de Fontainebleau*, sont probablement liés à cette séquence.

En outre, localement, les *Sables de Fontainebleau* sont remaniés et largement inclus dans l'*Argile à meulière de Brie* (AMB) développée sur une surface d'âge quaternaire ancien.

C'est le cas sur le plateau d'Évry (Évry centre, fouille de l'Hôtel des Postes, Lisses, La Petite Montagne et Couronnes) où des masses de meulières sont enrobées dans des sables argileux dont le faciès est celui des *Sables de Fontainebleau*. La fraction argileuse est constituée de kaolinite, **smectites** et de minéraux argileux interstratifiés irréguliers (Ménillet, 1993, p. 216).

Cette configuration se retrouve un peu plus au nord, à Ris-Orangis (fouille Sofinco-La Hénin) où les sables sont localement très argileux (**smectites prédominantes**, plus ou moins mêlées de minéraux argileux interstratifiés irréguliers, avec 20 à 40 % de kaolinite et un peu d'illite). Les argiles d'illuviation brun-rouge, présentes dans les

50

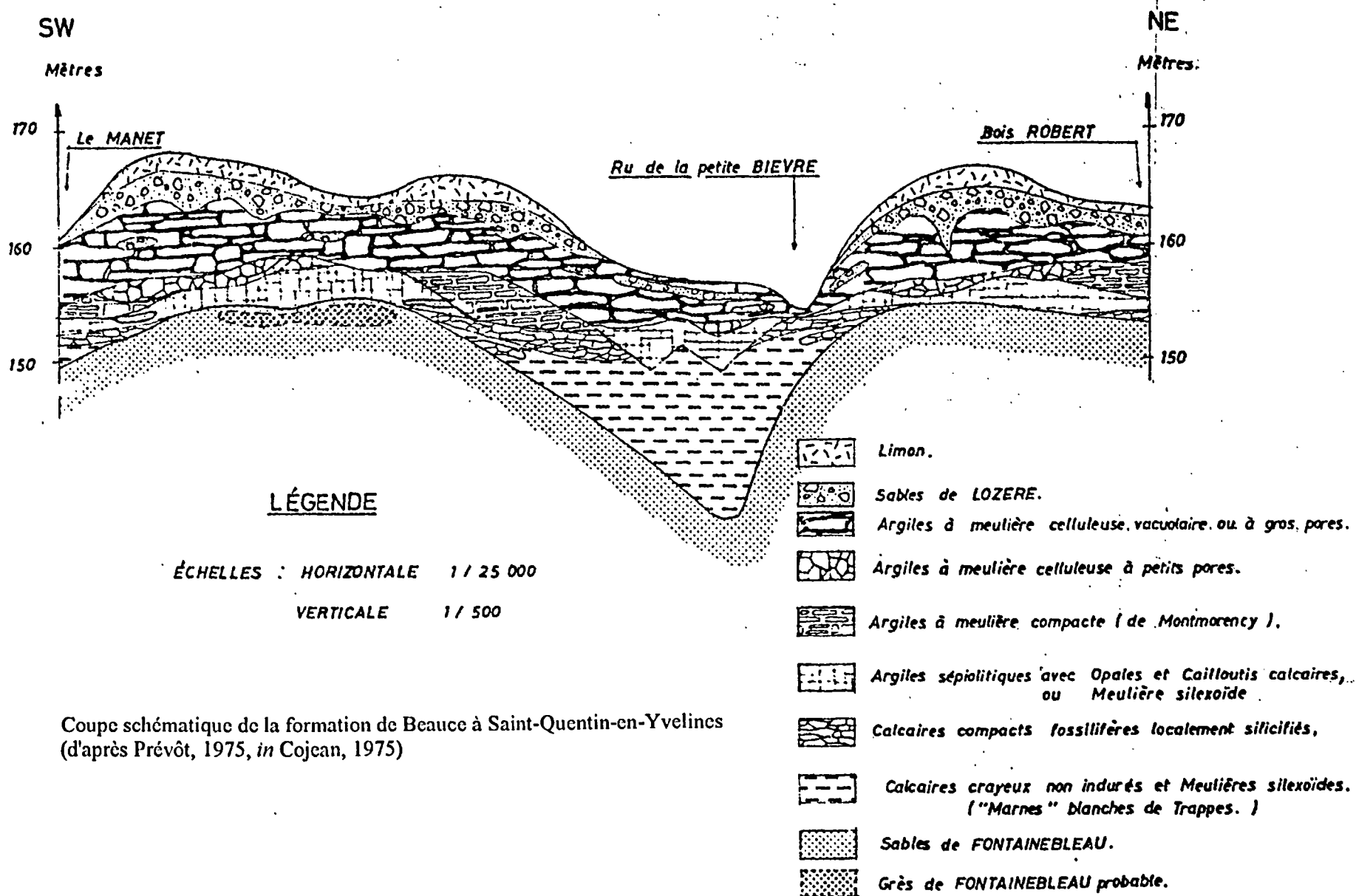


Fig. 8 - Structure en « tôle ondulée » du toit de la Formation des Sables de Fontainebleau, et situation des Argiles à meulière de Montmorency.

cavités des meulières, ont une composition minéralogique semblable (Ménillet, 1993, p. 217).

D'un point de vue structural, le toit de la formation des *Sables de Fontainebleau* se présente sous l'aspect d'une « **tôle ondulée** », succession d'alignement de points hauts et de points bas orientés suivant la direction WNW-ESE au sud-ouest de Paris (fig. 8). Les alignements de points hauts sont espacés de 1 500 à 3 000 m, et la dénivellation entre le sommet de l'alignement et le chenal adjacent est de 15 à 30 m. Au sommet des points hauts, les sables sont souvent partiellement grésifiés.

Cette **paléomorphologie** induit une grande variabilité dans la nature et l'épaisseur des dépôts sus-jacents.

Au droit des alignements de **points bas** des *Sables de Fontainebleau*, se développent des argiles à meulière celluleuse, peu épaisses, reposant sur des argiles brunes et des calcaires crayeux (« *Marnes de Trappes* »), parfois de plus de 12 m d'épaisseur, dans le département des Yvelines, immédiatement au nord-ouest du département de l'Essonne (fig. 9).

Au droit des **points hauts** des *Sables de Fontainebleau*, se développent des argiles à meulière celluleuse, assez épaisses (jusqu'à 7 ou 8 m). Localement, la partie supérieure des sables est grésifiée.

Sur les flancs des ondulations de la Formation des *Sables de Fontainebleau*, la succession des terrains est plus variable : argiles à meulière celluleuse devenant de plus en plus compacte en profondeur, reposant sur des argiles à meulière compacte, fossilifères (*Meulière de Montmorency*), elles-mêmes reposant sur les *Sables de Fontainebleau*, soit directement, soit par l'intermédiaire de calcaire compact ou crayeux.

2.4.12. Marnes de la Molasse du Gâtinais (m1a1)

Cet horizon du Miocène inférieur (étage Aquitanien inférieur), de 0 à 20 m d'épaisseur, n'est défini que dans la partie sud du département de l'Essonne, sur les cartes géologiques Méréville et Malesherbes.

Il consiste en **marnes blanc à blanc-vert**, faiblement sableuses, associées à des calcaires marneux et des marnes qui constituent un excellent marqueur lithologique entre le *Calcaire d'Étampes* (Stampien supérieur) et le *Calcaire de Pithiviers* (Aquitanien supérieur). Le terme de molasse, consacré par l'usage, est inexact.

Morphologiquement, cet horizon constitue l'ossature de la cuesta qui domine la plaine du Gâtinais, en particulier sur la feuille Malesherbes. Les affleurements sont nombreux le long des pentes où cette masse gris blanchâtre tapisse les champs après les labours.

Au plan minéralogique, les analyses réalisées sur la carte Malesherbes montre de la base vers le sommet de la formation une légère augmentation de la **smectite (50 à 70 %)**, en

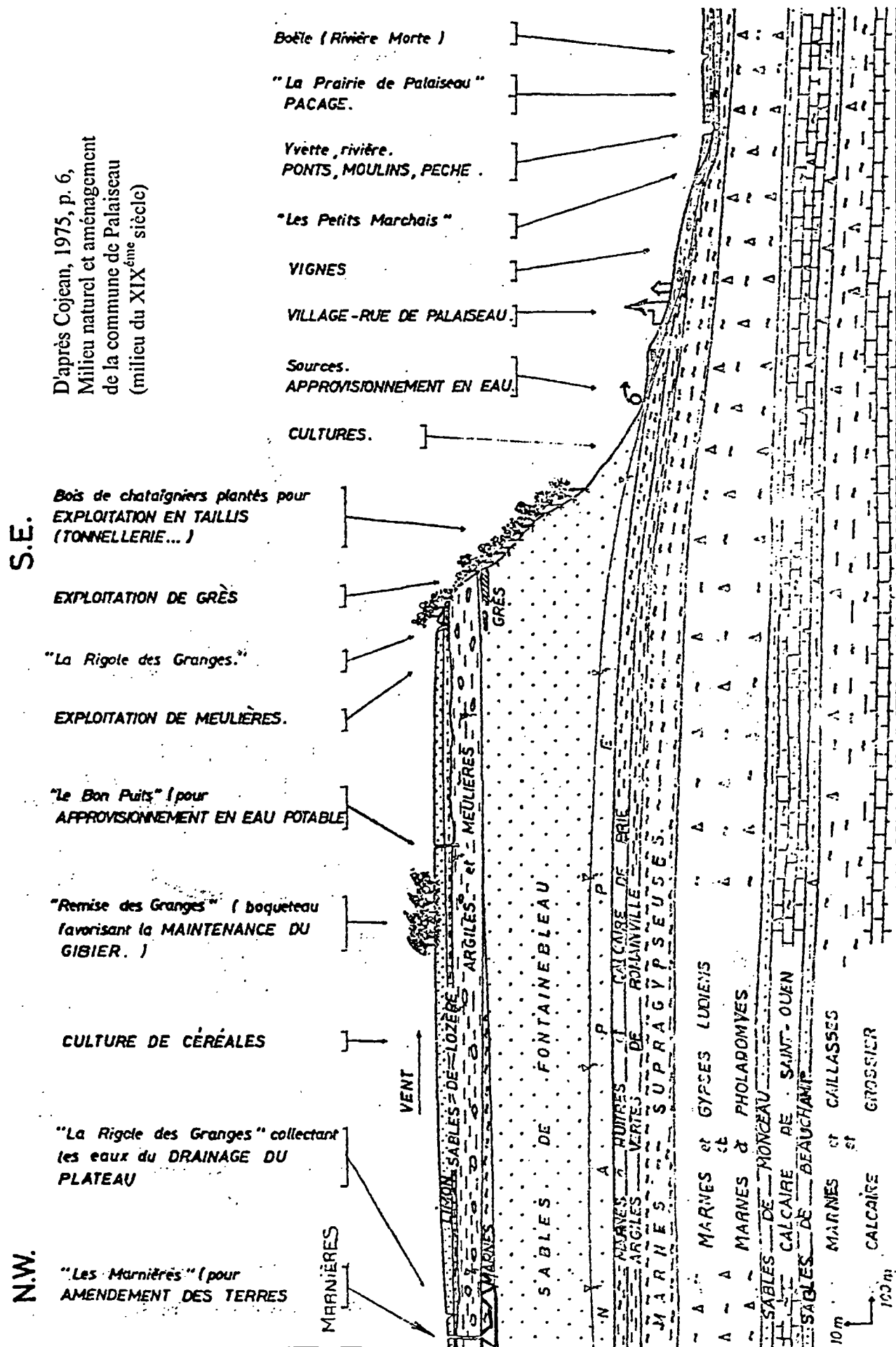


Fig. 9 - Situation lithostratigraphique des Sables argileux de Lozère dans la commune de Palaiseau.

même temps qu'une disparition de l'illite (20 % à 0 %). La kaolinite est voisine de 30 %.

Kaolinite et illite disparaissent complètement au nord-ouest d'une ligne Rouvres–Gironville, au bénéfice de la smectite (100 %), dans la partie supérieure de la molasse. On note, dans les dépôts de base, 80 % de smectite, 10 % de kaolinite et 10 % d'illite.

2.4.13. Argiles à meulière de Montmorency (AMM), calcaire, meulières et marnes (g3a)

Nous regroupons dans ce paragraphe les *Argiles à meulière de Montmorency et de Beauce*. Ces argiles, antérieurement considérées comme appartenant au Stampien supérieur, sont interprétées actuellement comme des **altérites formées au Quaternaire ancien par altération du substrat calcaire d'Étampes** (Ménillet, 1993, p. 152).

Couvrant les *Sables de Fontainebleau* (g2b) et les protégeant de l'érosion, les *Argiles à meulière de Montmorency* ont une grande extension dans la partie ouest du département de l'Essonne où elles occupent le sommet des plateaux de l'Hurepoix. Elles y sont généralement recouvertes par la couverture de limons des plateaux.

Les *Argiles à meulière de Beauce* sont développées à l'Ouest des *Argiles à meulière de Montmorency*, sur substrat de *Calcaire de Beauce* ou de *Calcaire d'Étampes* (Stampien supérieur).

Quand ces argiles ne sont pas différenciées, comme sur les cartes Malesherbes et Méréville, elles sont incluses dans un ensemble comprenant le *Calcaire d'Étampes*, des meulières et des marnes que nous désignons par la notation g3a. Cet ensemble constitue la formation des *argiles et calcaires du nord de la Beauce* (Grisoni, 1979).

C'est, d'une manière générale, une formation d'altérites très hétérogènes, à meulières mélangées à des argiles, développées sur un substrat calcaire. Le caractère irrégulier de l'altération induit une répartition très aléatoire des zones argileuses.

Dans la partie occidentale de la **carte géologique Corbeil-Essonnes**, au contact des *Sables de Fontainebleau*, on rencontre tout d'abord un niveau d'environ 2 m d'argile brun rougeâtre, compacte (**kaolinite**, essentiellement), renfermant au sommet des blocs de calcaires silicifiés. L'ensemble est recouvert par 2 m de meulière compacte, puis par 1 m de meulière caverneuse démantelée et mêlée à des argiles bariolées. Des poches peuvent renfermer des *Sables de Lozère* du Pliocène. Sur le plateau de Palaiseau, des marnières dérivant de l'altération des calcaires de Beauce ont été jadis exploitées sous l'argile à meulière (fig. 9).

Sur tous les plateaux des cartes géologiques Corbeil-Essonnes, Rambouillet, et Étampes, les blocs de meulière sont très abondants à l'intérieur de l'*Argile à meulière de Montmorency*. De nombreuses excavations sur les plateaux témoignent d'une intense activité d'extraction, aujourd'hui éteinte.

Sur la carte géologique Étampes, les *argiles à meulière* sont développées dans la partie ouest de la feuille. Signalons que nous n'avons individualisé que l'extension de ces argiles à meulière à l'intérieur de l'ensemble qu'elles constituent avec le *Calcaire de Beauce* et le *Calcaire d'Étampes*.

Sur les cartes géologiques Rambouillet (partie orientale) et Dourdan (Nord), l'horizon d'argiles à meulière est bien délimité entre les *Sables de Fontainebleau*, à la base, et les *limons des plateaux*, au sommet. Dans la moitié sud de la carte Dourdan, est cartographié le *Calcaire d'Étampes*, sous les argiles à meulières. Par contre, sur les cartes géologiques Méréville et Malesherbes, les argiles à meulière sont intégrés à un ensemble indifférencié incluant *Calcaire d'Étampes*, meulières et marnes (g3a). Sur la carte Malesherbes, la fraction argileuse du *Calcaire d'Étampes* est composée de 70 % de smectite, 20 % d'illite et 10 % de kaolinite.

Sur la carte géologique Rambouillet, la commune des Molières est célèbre pour l'exploitation de sa pierre à meule. Les *Argiles à meulière de Montmorency* affleurent au bois de Montabé et au bois du Parc Perrier où existe une carrière montrant une coupe géologique de référence. À cet endroit, au-dessus de la Formation des *Sables de Fontainebleau*, l'*Argile à meulière* renferme des **chicots calcaires résiduels** (semblables à ceux de la figure 8), témoin de l'évolution d'un paléokarst (Ménillet, 1993, p. 152).

La partie supérieure de la carrière montre des blocs de meulière celluleuse emballés dans une argile panachée rouge et grise, kaolinitique. Sous cet horizon, existe de l'argile brun-rouge, massive, renfermant de la kaolinite et des smectites (Ménillet, 1993, p. 159). Au nord-est du village des Molières, le fond du vallon, dénommé « les marnières », est le témoin de l'extraction ancienne de calcaire crayeux dans le paléochenal situé entre les deux paléoreliefs de *Sables de Fontainebleau* (configuration semblable à celle de la figure 8). Ces calcaires sont désignés par « calcaires crayeux du nord de la Beauce, ou marnes blanches de Trappes ». Les anciennes marnières peuvent induire la formation de fontis à la surface du sol.

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 gris et rouge, gris 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 0,5 à 1,50 m, renferme 69 % de montmorillonite et 20 % de kaolinite (Grisoni, 1979, p. 18).

Dans le secteur du Parc Berrier, entre Les Molières et la vallée de Chevreuse (carte géologique Rambouillet), les argiles sont **kaolinitiques au sommet**, kaolinitiques et **smectitiques à la base** (Ménillet, 1993, p. 161).

Au plan pédologique, l'*Argile à meulière*, lorsqu'elle n'est pas recouverte de limons, donne des sols acides et mal drainés, généralement couverts de forêts.

Signalons que dans le nord de la Beauce, la partie supérieure du substratum calcaire des argiles à meulières présente localement des faciès carbonatés d'aspect « farineux », marneux, à minéraux argileux divers. Ces calcaires meubles sont localement appelés « *Marnes blanches de Trappes* » (Grisoni, 1979, p. 15). Au-dessus de ces calcaires (du nord de la Beauce), on rencontre des argiles qui ont la même composition minéralogique que les argiles à meulière (secteur de Gif-sur-Yvette) :

- argiles brunes à montmorillonite prédominante, kaolinite en proportions variables, et illite subordonnée, provenant en partie de la décarbonatation des calcaires (Grisoni, 1979, p. 15) ;
- sépiolites (argiles très magnésiennes) et attapulgites. Ces argiles sont surtout présentes immédiatement au nord-ouest du département de l'Essonne, dans la région de Trappes, à la partie supérieure du faciès calcaire. Les sépiolites sont souvent associées aux argiles brunes et forment une couche de 0,50 et 1,50 m d'épaisseur située entre 4 et 10 m de profondeur. Elles constituent un niveau repère à la partie supérieure des faciès calcaires du nord de la Beauce (Grisoni, 1979, p. 27). Quand elles sont représentées, sépiolites et attapulgites sont prédominantes (72 % en moyenne) sur les montmorillonites (24 %) et la kaolinite (4 %).

2.4.14. Termes argileux des Sables de Lozère (p3)

Les *Sables de Lozère* ont été définis dans les carrières situées au-dessus du hameau de Lozère, commune de Palaiseau (Dollfus, 1885, in Ménillet, 1993) où ils occupent une série de poches et de chenaux pénétrant l'*Argile à meulière de Montmorency* (fig. 9).

Ce sont des sables argileux grisâtres, ferrugineux. La fraction argileuse est importante (30 % en moyenne), surtout formée de kaolinite, avec un peu de smectites et minéraux argileux interstratifiés irréguliers. Le plus souvent, les *Sables de Lozère* apparaissent non stratifiés et empâtés par une **argile de teinte ocre, rouge, grise ou bariolée de ces trois couleurs**.

Cette formation sablo-argileuse, attribuée antérieurement au Miocène inférieur (étage Burdigalien) sur toutes les cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département, est rapportée au Pliocène sur la troisième édition de la carte géologique Corbeil-Essonnes (F. Mégrien, 1987). Sur la base de critères lithostratigraphiques, les auteurs lui attribuent un âge Pliocène inférieur (Kuntz et Lautridou, 1974) ou Pliocène supérieur (Cavelier *et al.*, 1980).

Elle constitue une formation discontinue sur l'ensemble du territoire du département de l'Essonne. Sur la carte géologique Corbeil-Essonne, on la rencontre en poches et en chenaux (jusqu'à 5 m d'épaisseur maximum) soit dans les *Sables de Fontainebleau*, soit dans l'*Argile à meulière*, mais le plus souvent en placages peu épais sur les plateaux de Palaiseau et des Ulis. Localement, cette formation est appelée « *Sables et graviers d'Arpajon ou d'Orsay* ».

Sur la carte géologique Rambouillet (communes de Boullay-Les-Troux et Les Molières), les sables alimentent des colluvions situées sur substrat d'*Argiles à meulière de Montmorency*. Sur la carte géologique Dourdan, les placages de *Sables de Lozère* sont un peu plus fréquents, toujours sur substrat d'*Argiles à meulière de Montmorency*.

Quand ils sont en contact avec les *limons des plateaux*, les *Sables de Lozère* sont disséminés dans des argiles sableuses grises et beiges épaisses de 1 à 2 m. Les **montmorillonites y sont prédominantes (61 % en moyenne)** par rapport à la kaolinite (34 % en moyenne).

2.4.15. Termes argileux associés aux alluvions (F)

Cette entité a été prise en compte car, bien que généralement détritique grossière, elle peut renfermer une certaine proportion d'argile et être concernée par le phénomène de retrait-gonflement. En outre, ces alluvions sont souvent sus-jacentes à une formation argileuse ou marneuse que nous avons représentée par la notation suivante : Fy/e7c (alluvions modernes Fy sur *Marnes supragypseuses e7c*).

Plusieurs niveaux d'alluvions ont été distingués, en particulier pour la vallée de la Seine, du plus ancien au plus récent :

Fv : alluvions anciennes de très haute terrasse. Elles sont représentées en limite des cartes géologiques Corbeil-Essonne et Brie-Comte-Robert, sur la rive droite de la Seine. La plus haute est la terrasse d'Yerres (*Cailloutis d'Yerres*), dont le sommet est de 115 m dans le quartier du Bout-du-Monde de la commune d'Yerres. Elle affleure au niveau du château d'eau. Elle comporte des graviers de silex et de quartz associés à de l'**argile rouge à ocre**, très abondante. Cette terrasse domine la Seine de 85 m.

Fw : alluvions anciennes de haute terrasse. Second niveau d'alluvions de la Seine, situé en contrebas des Cailloutis d'Yerres, on le rencontre en forêt de Sénart et au nord de l'Yerres, dans le bois de la Grange, dans la partie orientale de la carte géologique Corbeil-Essonne. Ces alluvions se situent à 90 m d'altitude et dominent la Seine de 60 m.

Le *Cailloutis de Sénart* qui les compose comprend de petits graviers de silex et de grès mêlés à une **argile sableuse rougeâtre**. Leur épaisseur peut atteindre 6 à 10 m. Sur la carte géologique Étampes, ces alluvions n'affleurent que dans l'angle nord-est de la feuille au-dessus de la vallée actuelle de la Seine. Elles apparaissent à l'Hermitage, près de Corbeil-Essonne, vers 75 m d'altitude, et descendent jusqu'à 60 m, c'est-à-dire

jusqu'à la limite supérieure du *Calcaire de Champigny*, sans doute par suite d'un remaniement quaternaire sur le versant de la Seine.

Fx : alluvions anciennes de moyenne terrasse. Sur la carte géologique Corbeil-Essonnes, elles affleurent au Mont-Mesly et à Draveil où elles dominent la Seine de 30 à 35 m. Ce sont des sables grossiers à éléments provenant de la craie et des différentes formations du Tertiaire.

Fy : alluvions anciennes de basse terrasse. Leur composition est semblable à celle des alluvions de moyenne terrasse. Elles dominent la Seine de 20 m au maximum dans la vallée de la Bièvre et dans celle de l'Yvette (carte géologique Corbeil-Essonnes). En sondage, l'épaisseur cumulée de la moyenne et de la basse terrasse peut atteindre 10 m. Sur la carte géologique Étampes, les alluvions anciennes existent le long des cours de l'Essonne (au nord de Villabé), de la Seine (rive convexe du méandre de Morsang-sur-Seine) et de l'Orge (Ollainville).

Fz ; FzT : alluvions modernes ; tourbes. Les alluvions modernes sont généralement des dépôts limoneux argilo-sableux, à graviers fins, pouvant présenter des niveaux tourbeux.

Dans la vallée de la Seine, sur la carte géologique Corbeil-Essonnes, elles ont été activement exploitées, ainsi que les alluvions anciennes sous-jacentes. Leur épaisseur atteint jusqu'à 9 m dans la vallée de la Seine, 2,50 m dans celle de l'Yvette et de l'Orge. Sur la carte géologique Étampes, les alluvions modernes reposent soit sur la *Molasse d'Etréchy*, soit sur le *Calcaire de Brie* reconnu en sondage, directement ou par l'intermédiaire d'alluvions anciennes.

Ces dépôts peuvent passer progressivement à des **tourbes** épaisses de 3 à 4 m (maximum 8 m) qui ont fait l'objet d'exploitations anciennes. Ces tourbes sont elles-mêmes recouvertes par des vases, des limons ou des remblais. Sur la carte géologique Malesherbes, ces **tourbes** (FzT) sont cartographiées dans la vallée de l'Essonne. Près de Courdimanche-sur-Essonne, au lieu-dit les Sangles, un sondage de reconnaissance a recoupé 3 m d'épaisseur de tourbe intercalée dans des sables, graviers et sables marneux.

L'indication de la nature du substrat argileux des alluvions concerne les communes suivantes :

- sur la carte géologique Corbeil-Essonnes : Soissy-sur-Seine (Fz sur marnes, masses de gypse ou *Calcaire de Champigny*, noté e7a-bC), Vigneux-sur-Seine (Fy, Fz sur *Marnes à pholadomies* incluses dans la notation e7a-b), Athis-Mons (Fz sur *Argile verte de Romainville* et *Marnes et Masses de gypse* du gla et du e7a-b), Vity-Châtillon (Fz sur *Marnes et Masses de gypse* du e7a-b), Longjumeau (Fz sur *Marnes supragypseuses* du e7c) ;
- sur la carte géologique Rambouillet : Gif-sur-Yvette (Fz sur ensemble *Marnes supragypseuses – Argile verte de Romainville* noté e7-gl). Signalons qu'à Gif-sur-Yvette, le creusement d'un puits de recherche d'eau, face à l'Abbaye, dans les

alluvions récentes, a révélé la présence d'argile verte tourbeuse, entre 2 et 4 m de profondeur (Soyer, 1956). Ces mêmes alluvions récentes à argile limoneuse gris-noir, localement nettement tourbeuses, sont connues dans la commune de Val-Saint-Germain où elles ont une épaisseur de 5 m au-dessus de la craie.

2.4.16. Phase argileuse liée aux limons des plateaux (LP)

Nous avons pris en compte la couverture de limon lœssique car elle peut localement renfermer une phase argileuse.

Les limons ont une grande extension à la surface des plateaux de l'Hurepoix, dans la partie ouest du département de l'Essonne, au-dessus de l'altitude 150 m.

LP désigne les limons indifférenciés recouvrant les grandes étendues de plateaux.

LPM désigne des limons marneux affleurant localement sur la carte géologique Malesherbes, entre les vallées de l'Essonne et de l'École.

Les autres distinctions concernent la nature du substrat des limons :

- LP/AMM (limons des plateaux sur *Argile à meulière de Montmorency*) ;
- LP/AMB (limons sur *Argile à meulière de Beauce*) ;
- LP/g2b (limons sur *Sables de Fontainebleau*) ;
- LP/g2a (limons sur *Marnes à huîtres*).

L'épaisseur des limons n'est pas toujours indiquée sur les cartes géologiques, aussi est-il difficile de savoir si un sinistre est lié au substratum argileux (par exemple l'*argile à meulière*) ou bien à la phase argileuse du limon lui-même. Des données concernant l'épaisseur des limons ont été consultées dans la Banque du Sous-Sol (BSS) du BRGM.

Signalons qu'en Brie, principalement en Seine-et-Marne, la base de la couverture de limon comprend des « limons anciens » fortement enrichis en argile au passage de l'*Argile à meulière de Brie* sous-jacente. La composition minéralogique de ces limons anciens, des limons supérieurs et de la matrice de l'*argile à meulière*, est sensiblement la même : 20 % de kaolinite, 40 % d'illite, 40 % de smectite (Cavelier, *in* Ménillet, 1993, p. 209).

R. Cojean (1975) décrit une grande variété de limons dans la partie ouest du département de l'Essonne, en particulier sur les plateaux de Vauhallan et de Palaiseau. Il s'agit généralement de limons éoliens, ou lœss calcaires, présentant une altération pédogénétique en limon brun, décarbonaté, ou lehm, à leur partie supérieure. Ces lœss reposent très souvent sur un cailloutis de base résultant d'une altération et d'un remaniement des *Sables de Lozère* et de la Formation des *Argiles à meulière de Beauce*. On observe également des limons remaniés, limons de ruissellement ou solifluxion, provenant des précédents.

L'auteur poursuit en présentant une carte d'épaisseur des limons sur le plateau de Palaiseau ; elle montre que l'épaisseur des limons sur la partie orientale du plateau est inférieure à 3 m, généralement de 0,5 à 2 m, alors qu'elle est supérieure à 3 m en allant vers l'Ouest. Ces données ont pu être recueillies à l'occasion des sondages réalisés pour l'aménagement de l'École polytechnique, le tracé de l'autoroute A 87 et quelques ensembles immobiliers.

Sur les plateaux, au sud de la rivière Yvette, l'épaisseur des limons dépasse rarement 2 m, alors que ceux situés au nord ont très souvent des épaisseurs atteignant 3 m. Ceci est à rapprocher du fait bien connu des agriculteurs que les terres du plateau de Saclay sont bien meilleures que celles du plateau de Limours.

Les zones où l'épaisseur de limon est inférieure à 1 m concernent des bandes étroites en bordure des plateaux, se développant avant la convexité du sommet de versant, ou bien des interfluves étroits (lieu-dit la Tête Ronde, commune de Villiers-le-Bâcle). Nous verrons que de nombreux sinistres sécheresse sont situés dans ces deux contextes morphologiques, sur substrat d'argile à meulière.

2.4.17. Phase argileuse liée aux colluvions (C)

Sont regroupés sous l'appellation « colluvions » tous les dépôts de versant et de pente dont la mise en place correspond soit à une gravité dominante (éboulis), soit à un ruissellement dominant. Les colluvions remaniant du matériel argilo-marneux sont abondantes dans les vallées de l'Orge, de la Seine et de l'Essonne.

R. Cojean (1975, p. 75) indique que dans la partie ouest du département de l'Essonne, les facteurs ayant une influence sur la nature des formations superficielles de versant et de fond de vallée sont d'ordre géologique, hydrogéologique, topographique et climatique. Ces facteurs sont constitués principalement par la nature des formations géologiques affleurantes (généralement les *argiles à silex* et l'*Argile verte de Romainville*), le niveau d'émergence de la nappe des *Sables de Fontainebleau*, la pente et la forme du versant, et son exposition. L'auteur poursuit que les observations de sondages et de terrain ont montré que l'on pouvait associer des ensembles de formations superficielles à des types de versants (8), les facteurs énoncés ci-dessus commandant tout autant la morphologie des versants que les formations qui les recouvrent.

Par exemple, dans les têtes de vallon de la plupart des cours d'eau partant des plateaux, on observe des colluvions alimentées par le complexe de limon des plateaux, les *Sables de Lozère*, et les *Argiles à meulière de Beauce*. Les colluvions sont souvent enrobées dans une matrice argileuse ou argilo-limoneuse comme, par exemple, au lieu-dit la Glaiserie, sur la commune de Vauhallan. Ces colluvions sont assez peu épaisses (souvent moins de 2 m) et reposent soit sur la Formation des *Argiles à meulière de Beauce*, dont la partie supérieure est probablement solifluée ou glissée, soit sur les *Sables de Fontainebleau*, eux-mêmes en partie glissés.

Sur les versants à forte pente (parfois 30 %) les colluvions sont moins épaisses (souvent moins de 1 m). Elles ont probablement fait l'objet de phénomène de cryoturbation au cours des glaciations quaternaires, et ont subi des déformations en masse.

Dans les bas de pente, les formations superficielles sont encore des colluvions, caillouteuses, argilo-sableuses, plus épaisses que sur les versants (2 à 5 m). Dans la vallée de la Bièvre, elles proviennent du remaniement des *Marnes à huîtres*, du *Calcaire de Brie*, des *Argiles vertes* et des *Marnes supragypseuses*. Dans ce secteur, leur épaisseur peut être très variable (1 à 10 m). Ces colluvions de bas de pente passent latéralement aux alluvions de fond de vallée.

Cette importance et cette diversité des colluvions sur tout le territoire du département de l'Essonne nous ont incités à réaliser des différenciations à l'intérieur des colluvions (tabl. 2).

Symbole géologique, code	Nature lithologique
C	Colluvions indifférenciées
C/g2b	Colluvions sur Sables de Fontainebleau (g2b)
C/g2a	Colluvions sur Argile verte sableuse (g2a)
CLP/AMM	Colluvions de limons des plateaux sur Argile à meulière de Montmorency (AMM)
CLP/g2b	Colluvions de limons des plateaux sur Sables de Fontainebleau (g2b)
CAMM	Colluvions d'Argile à meulière de Montmorency (AMM)
CP3/AMM	Colluvions de Sables de Lozère (P3) sur Argile à meulière de Montmorency (AMM)
CAMB	Colluvions d'Argile à meulière de Beauce
CAMBgl1a	Colluvions d'Argile à meulière de Beauce et d'Argile de Romainville
Cm1a1	Colluvions de Molasse du Gâtinais et de Marnes blanches, sableuses
CP3/g2b	Colluvions de Sables argileux de Lozère (P3) sur Sables de Fontainebleau
Ce3gl1a	Colluvions d'argile du Sparnacien et d'Argile verte de Romainville
Cgl1a	Colluvions d'Argile verte de Romainville
Ce7c	Colluvions de Marnes supragypseuses
Ce7a-b	Colluvions de marnes et gypse
Ce3AMB	Colluvions d'argile du Sparnacien et d'Argile à meulière de Brie
Ce3e7	Colluvions d'argile du Sparnacien et de marnes
Ce3a-b	Colluvions d'argile du Sparnacien
Ce1e3	Colluvions de Marnes de Meudon et d'argile du Sparnacien

Tabl. 2 - Distinctions réalisées dans les colluvions.

Les colluvions indifférenciées sont indiquées par la notation C. En outre, dans les zones à formations argileuses, nous avons complété l'information en indiquant la nature de la formation dominante alimentant la colluvion (par exemple, C-e7c = colluvions de Marnes supragypseuses), et la nature du substrat (par exemple, CP3/AMM = colluvions de Sables de Lozère sur Argile à meulière de Montmorency).

2.4.18. Remblais (X)

Cette catégorie de dépôts anthropiques a été prise en compte car elle peut contenir une certaine proportion de fraction argileuse.

N'ont été figurés que les quelques remblais anthropiques indiqués sur les cartes géologiques.

Comme l'indique F. Mégrien (1987) pour la carte géologique Corbeil-Essonnes, les remblais n'ont pas tous été figurés car ils seraient trop abondants étant donné l'importance des travaux exécutés sur le territoire de la feuille.

Ce sont essentiellement des remblais de surélévation pour routes, autoroutes et voies ferrées. Ils peuvent atteindre 20 m de hauteur et plus. Il existe aussi des remblais de comblement, surtout dans la vallée de la Seine où d'anciennes ballastières ont été rebouchées.

2.5. SYNTHÈSE DES FORMATIONS RENFERMANT DES ARGILES SENSIBLES AU PHÉNOMÈNE DE RETRAIT-GONFLEMENT

Pour permettre la hiérarchisation des formations argileuses et marneuses ainsi identifiées, il est apparu indispensable de réaliser une **simplification préalable de la liste des formations** en procédant à certains **regroupements**. Ceci concerne notamment les **colluvions** qui ont été rapportées à la formation argileuse dont elles sont issues, dans la mesure où leur composition minéralogique respective et donc leur sensibilité au retrait-gonflement est a priori identique.

Le cas des **limons** est particulier. À l'exception des limons marneux rencontrés sur la carte géologique Malesherbes, entre les vallées de l'Essonne et de l'École, et qui ont été identifiés comme tels sur la carte synthétique, **les autres limons des plateaux ne présentent pas une phase argileuse significative et ne peuvent être considérés comme sensibles au retrait-gonflement**. Ainsi, le LROP, dans ses rapports techniques, considère qu'un recouvrement de limon supérieur à 1,50 m d'épaisseur isole le sol des influences atmosphériques et que, dans ce cas, il ne peut plus être considéré de retrait par dessiccation (cf. dossier de la commune d'Igny, n° 34 405, sinistres de l'année 1996). Néanmoins, lorsque le recouvrement en limon est peu épais, il ne suffit pas à protéger les formations sous-jacentes d'une éventuelle dessiccation qui peut se traduire par des désordres au niveau du bâti.

De fait, si tous les dépôts de limon devaient être considérés comme zones sensibles au retrait-gonflement, il faudrait ranger toute l'étendue des plateaux de l'Hurepoix dans cette catégorie, alors que l'on verra plus loin que c'est généralement la bordure des plateaux, où l'argile à meulière se trouve à moins de 2 m de profondeur sous les limons, qui constitue une zone sensible (il n'y a pas de sinistres superposés aux parties centrales des plateaux où les limons ont plusieurs mètres d'épaisseur). Par exemple, dans la commune des Molières, le rapport du LROP pour les sinistres de 1989-1992 indique

N°	Symbole géologique code	Nature lithologique	Stratigraphie
1	X	Remblais	Actuel
27	Fz	Alluvions modernes	Quaternaire
28	T	Tourbes	Quaternaire
30	Fy	Alluvions anciennes de basse terrasse	Quaternaire
33	Fx	Alluvions anciennes de moyenne terrasse	Quaternaire
34	Fw	Alluvions anciennes de haute et très haute terrasse (34 et 35)	Quaternaire
22	LPM	Limons marneux, marnes brun jaunâtre	Quaternaire
36	AMM	Altérites, Argile à meulière de Montmorency	Quaternaire ancien
37	AMB	Altérites, Argile à meulière de Brie	Quaternaire ancien
39	p3	Sables argileux de Lozère (38 et 39)	Pliocène supérieur
40	m1a1	Marnes et Molasses du Gâtinais	Aquitaniens inférieurs
42	g2b	Sables de Fontainebleau, très argileux à la base (42 et 43)	Stampien supérieur
44	g2a	Marnes à huîtres	Stampien inférieur
47	g1a	Glaises à Cyrènes, Argile verte de Romainville (46 et 47)	Stampien inférieur (Sannoisien inférieur)
49	e7c	Marnes supragypseuses (Marnes bleues d'Argenteuil et Marnes blanches de Pantin) (48 et 49)	Priabonien (Ludien supérieur)
50	e7a-b	Marnes infragypseuses, Marnes à pholadomies, masses de gypse et marnes ou Calcaire de Champigny (51 + 52 + 53)	Priabonien (Ludien inférieur à moyen)
55	e3b	Sables argileux de Breuillet	Yprésien (Sparnacien)
58	e3a1	Argile plastique et argile sableuse (54 + 58 + 57 + 56)	Yprésien (Sparnacien)
59	e1	Marnes de Meudon	Montien
60	AS	Argile à silex (60 + 61)	Limite Crétacé-Tertiaire
0	En blanc	Formations non argilo-marneuses	

Tabl. 3 - Légende réduite de la carte géologique d'interprétation. Regroupement des formations géologiques de l'Essonne présentant une composante argileuse ou marneuse.

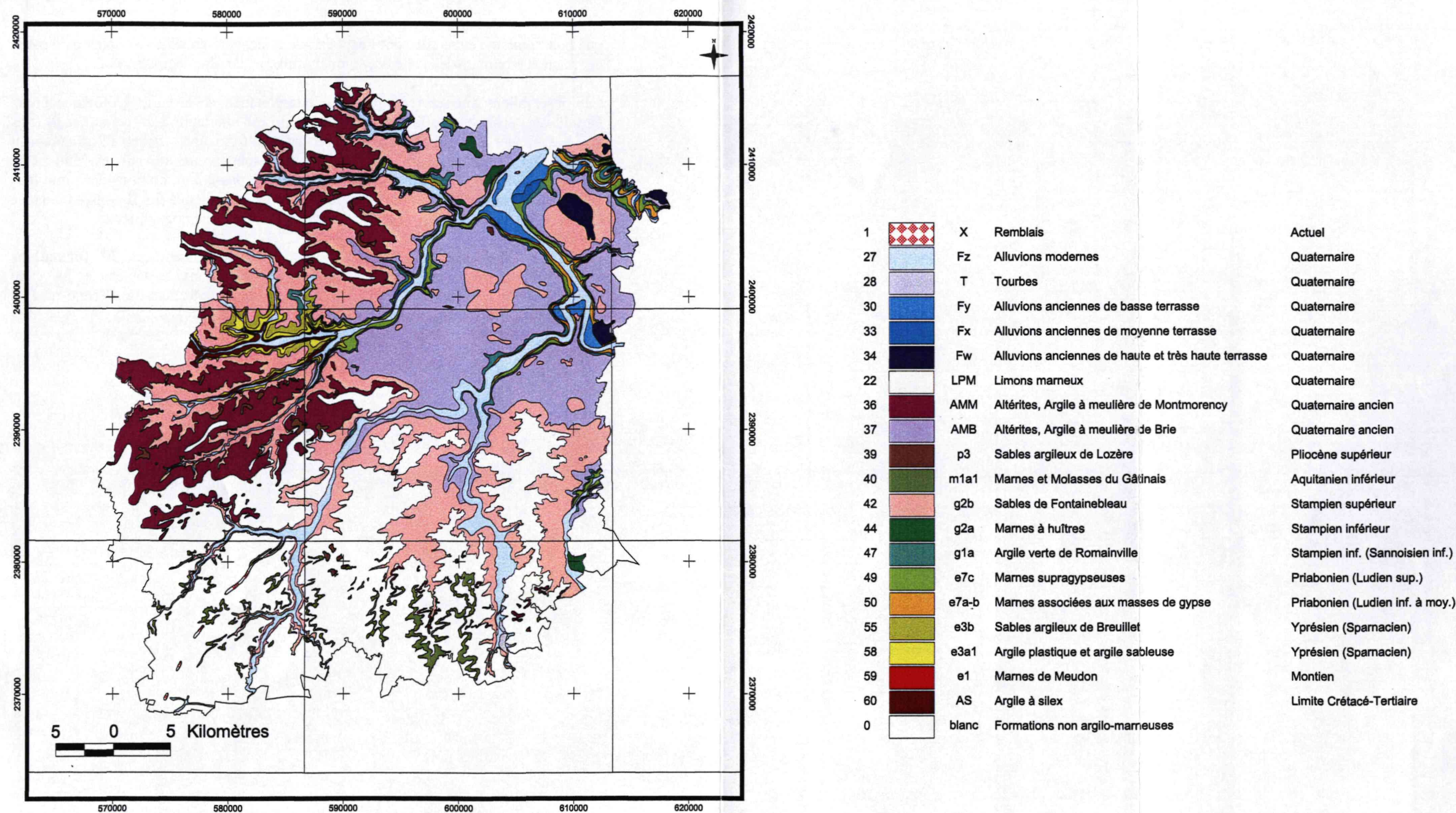


Fig. 10 - Carte géologique d'interprétation des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne.

que bon nombre d'entre eux sont liés à l'argile à meulière située sous moins d'un mètre de limon, à proximité de la tête du vallon du ruisseau de Moullecrotte.

Ces observations ont servi de guide à l'interprétation de la carte géologique brute. Partout où l'épaisseur de limons (non marneux) est inférieure à un certain seuil (pris égal à 2 m, pour aller dans le sens de la sécurité), la formation affichée à l'affleurement sur la carte synthétique est donc la formation sous-jacente (si elle est elle-même argileuse ou marneuse). **Lorsque cette épaisseur dépasse 2 m, on considère que tout risque de retrait-gonflement est écarté du fait de la présence des limons en surface et le secteur est considéré sur la carte d'interprétation comme non argileux.**

La **carte d'interprétation** ainsi élaborée comprend finalement **20 formations argileuses ou marneuses** dont la liste est fournie dans le tableau 3. La carte d'interprétation est présentée sur la figure 10 et sur la carte hors-texte (carte n° 2) à l'échelle du 1/100 000.

3. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations argileuses et marneuses

3.1. MINÉRALOGIE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES

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).

Les dossiers de demande de classement des communes en zone sinistrée ne présentent aucune caractérisation qualitative et quantitative des minéraux argileux composant les formations géologiques identifiées comme sensibles. En revanche, certains rapports d'expertise de bâti sinistré, réalisés à la demande des compagnies d'assurance, indiquent parfois la nature minéralogique des argiles, mais généralement sans la quantifier. Ces études sont réalisées sur échantillons d'argile prélevés à la tarière à proximité du bâti sinistré. En définitive, les données les plus précises sur la composition minéralogique des formations argileuses du département ont été obtenues à partir d'une revue bibliographique plus générale portant sur les formations géologiques du bassin de Paris.

Les éléments recueillis dans la bibliographie donnent notamment des indications sur la **nature et la répartition paléogéographique des minéraux argileux** dans la stratigraphie du bassin de Paris, comme indiqué sur la figure 11 (d'après Sittler, Trauth et Ménillet, 1978). Cette figure montre que les argiles gonflantes sont omniprésentes dans la série tertiaire du bassin.

Les principales formations géologiques identifiées comme susceptibles de contenir des argiles gonflantes du groupe des smectites (montmorillonite) sont les suivantes, de haut en bas de l'échelle stratigraphique :

- Argiles à meulière de Montmorency (AMM) et de Brie (AMB), du Quaternaire ancien (Pléistocène), riches en kaolinite et smectites ;
- Marnes et Molasses du Gâtinais (m1a1, Miocène, Aquitanien inférieur), formation exprimée essentiellement dans les zones agricoles du sud du département de l'Essonne et qui contient des smectites, de la kaolinite et de l'illite ;
- intercalations argileuses de la base des Sables de Fontainebleau (g2b, Falun de Jeurre) de l'Oligocène (Stampien supérieur), à smectites prédominantes et kaolinite ;
- Marnes à huîtres (g2a) de l'Oligocène (Stampien inférieur), contenant des smectites, de l'illite et de la kaolinite ;
- Argile verte de Romainville (g1a), du Stampien inférieur (Sannoisien inférieur), riche en illite, montmorillonite et kaolinite. La figure 12 présente un exemple de diffractogramme de rayons X de l'Argile verte de Romainville, obtenu à partir d'un échantillon prélevé à Arpajon dans le cadre d'une expertise menée par ERM (suite à

	Faciès marin	Faciès lagunaire	Faciès continentaux lacustres	Faciès d'altération et faciès continentaux détritiques
Quaternaire				<u>Kaolinite</u> (Smectite)
Pliocène				Illite
Miocène Burdigalien				Intergrades et Interstratifiés (10-14M) Smectite, Kaolinite, Illite
Aquitainien	Smectite Illite Kaolinite		Smectite, Attapulгите, Sépiolite Smectite, Attapulгите, Sépiolite	
Stampien				
Bartonien	Ludien Marinésien Auversien supérieur	Illite, Smectite (Kaolinite)	Attapulгите Attapulгите, Sépiolite	<u>Attapulгите, Sépiolite, Illite, Smectite</u>
Lutétien	inf.+moyen	Illite, Smectite, Kaolinite		(Attapulгите) <u>Kaolinite</u>
Yprésien	Cuisien Sparnacien	Illite Smectite	Kaolinite, Smectite Interstratifiés (Illite)	<u>Smectite alumineuse</u> Smectite alumino-magnésienne <u>Interstr. Kaolinite-Smectite</u>
Thanétien		Glauconite		Kaolinite Kaolinite (Illite)
Dano-Montien		Smectite(Illite)		

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

Fig. 11 - Nature et répartition paléogéographique des minéraux argileux dans la stratigraphie du bassin de Paris.

D'après rapport ERM (Etudes-Recherches-Matériaux), au 31 rue de Mondouville à Arpajon (91290), suite aux désordres apparus en août 1989

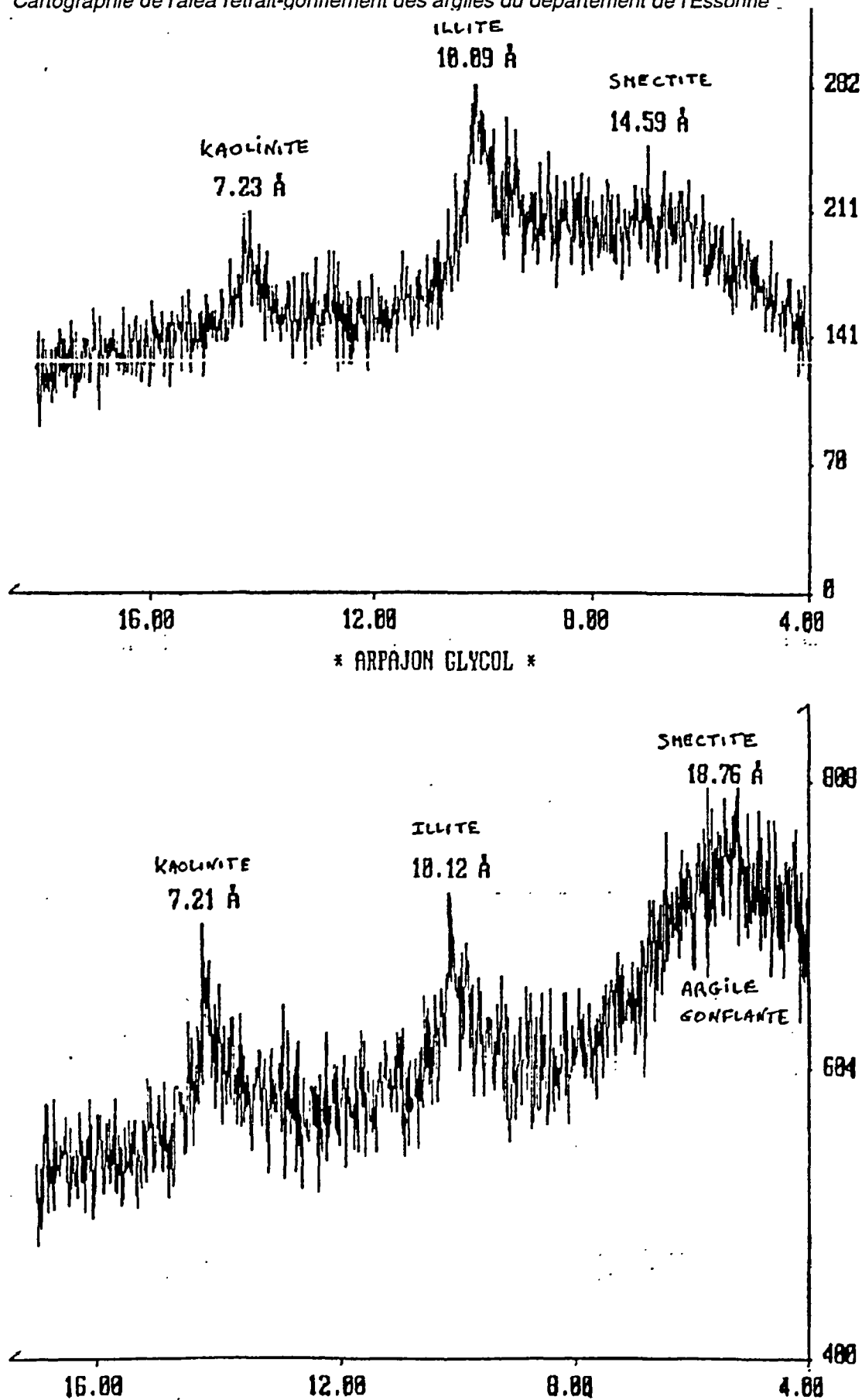


Fig. 12 - Exemple de spectre de diffraction aux rayons X de l'Argile verte de Romainville (d'après étude ERM, suite à un sinistre survenu en 1989 à Arpajon).

des désordres datant d'août 1989). Le diffractogramme met nettement en évidence la présence de smectite ;

- Marnes supragypseuses (e7c) du Priabonien (Ludien supérieur) également à base d'illite, montmorillonite et kaolinite ;
- niveaux argileux associés aux Sables de Breuillet (e3b) de l'Éocène inférieur (Yprésien, Sparnacien) constitués d'illite et d'interstratifiés illite-mica et illite-smectite ;
- argile plastique et argile sableuse (e3a1) du Sparnacien, contenant pour l'essentiel de la kaolinite, des interstratifiés et des smectites ;
- argile à silex de la limite Crétacé-Tertiaire et craie du Sénonien, sachant que la partie supérieure de la craie s'altère souvent en faciès marneux à argile gonflante (**smectite de type beidellite mixte alumineuse**, in Thiry et *al.*, 1978). La phase argileuse de l'argile à silex est constituée de smectites, d'interstratifiés kaolinite-smectite et de kaolinite.

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, basée sur le pourcentage de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) contenus dans la phase argileuse du matériau, sont respectivement 25, 50 et 80 %. Ces données demanderaient naturellement à être affinées par une **campagne systématique d'échantillonnage et d'analyse** (par diffractométrie aux rayons X). Dans le cadre de la présente étude, il n'a pas été jugé nécessaire de procéder à de nouvelles analyses dont le nombre aurait été de toute façon trop limité pour pallier l'inévitable hétérogénéité des formations étudiées.

Sur la base des connaissances issues de l'analyse bibliographique, la classification proposée est donc la suivante :

Formations contenant de 50 à 80 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse :

- Argile verte de Romainville (g1a) ;
- Marnes supragypseuses de Pantin et d'Argenteuil (e7c) ;
- Argile à meulière de Brie (AMB) ;
- Argile à meulière de Montmorency (AMM) ;
- Marnes à huîtres (g2a) ;
- Argile plastique et Argile sableuse (e3a1) du Sparnacien.

Formations contenant de 25 à 50 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse :

- Marnes et Molasses du Gâtinais (m1a1) ;
- Marnes de Meudon ;
- Marnes infragypseuses et marnes associées aux masses de gypse et/ou au Calcaire de Champigny (e7a-b) ;

- intercalations argileuses à la base des Sables de Fontainebleau (g2b) ;
- Argile à silex (AS) issue de la décalcification de la craie ;
- Sables argileux de Breuillet (e3b) ;
- Sables de Lozère (p3).

Formations contenant moins de 25 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse :

- marnes associées aux limons des plateaux (LPM) ;
- alluvions anciennes de haute et très haute terrasse (Fw) ;
- alluvions anciennes de moyenne terrasse (Fx) ;
- alluvions anciennes de basse terrasse (Fy) ;
- alluvions modernes (Fz) ;
- tourbes (T) ;
- remblais (X).

3.2. CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES DES PRINCIPALES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES

3.2.1. 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 communiquées par G. Filliat (1981) ;
- des rapports d'expertise de 57 bâtis sinistrés, aimablement communiqués par la société SOLEN Géotechnique ;
- des rapports d'expertise de sinistres aimablement mis à disposition par plusieurs mutuelles d'assurance dont la MAIF (91 dossiers), la MAAF (23 dossiers) et Groupama (2 dossiers) ;
- des rapports de différents organismes, et en particulier du LROP, destinés aux procédures de classement des communes en catastrophe naturelle. Les données prises en compte correspondent généralement à des valeurs standards, utilisées en géotechnique routière, connues pour les principales formations argileuses du bassin de Paris. À ce stade des études, il n'est généralement pas procédé à des prélèvements spécifiques pour analyse en laboratoire.

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, souvent complétée par un ou plusieurs essais pressiométriques (ou parfois au pénétromètre dynamique).

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 retrait linéaire**. Les **essais au bleu** de méthylène permettant de déterminer la susceptibilité d'une argile ou d'une marne au phénomène de retrait-gonflement (à partir de sa capacité d'adsorption) sont relativement peu fréquents.

3.2.2. Teneur en eau (W_n)

Les profils de teneur en eau en fonction de la profondeur de prélèvement (constitués généralement d'une dizaine de mesures réalisées à différentes profondeurs, jusqu'à 4 à 5 m) donnent des indications intéressantes sur **l'état de désaturation des couches superficielles au moment de la mesure**.

D'une manière générale les courbes de profil hydrique sont assez hétérogènes, en « dents de scie », en raison de l'hétérogénéité des matériaux de surface. Les teneurs en eau sont généralement plus faibles en surface, jusqu'à 3 m de profondeur, ce qui traduit bien un assèchement (réversible) des couches superficielles. Pour de nombreux sinistres cependant, la teneur en eau est supérieure en surface, sur 1 à 2 m de profondeur, ce qui indique qu'il y a eu ré-humidification des couches superficielles.

Les profils de teneur en eau exigent d'être interprétés avec précaution. En tout état de cause, la signification de ces profils hydriques ne peut être que locale, à la fois dans l'espace (des sondages effectués à quelques mètres de distance indiquent souvent des variations importantes) et dans le temps (ils indiquent seulement le degré d'humidification du sol au moment de la mesure et sont donc susceptibles d'évolution). Ce type de mesure présente un grand intérêt lors de l'expertise d'un sinistre, mais n'apporte en définitive que peu d'information dans le cadre d'une étude à l'échelle départementale.

3.2.3. 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 :

Indice de plasticité	Sensibilité
$I_p < 12$	Faible
$12 \leq I_p < 25$	Moyenne
$25 \leq I_p < 40$	Forte
$I_p \geq 40$	Très forte

3.2.4. Essais au bleu de méthylène

Ils permettent 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.

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 en fonction de la valeur de bleu (VB) :

Valeur au bleu (VB)	Sensibilité
< 2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

Les valeurs au bleu disponibles pour les formations argileuses et marneuses de l'Essonne se sont révélées cependant peu nombreuses. Le nombre de données qui a pu être recueilli à l'occasion de la présente étude est en tout cas insuffisant pour permettre une classification des formations sur la base de ce seul critère.

3.2.5. Synthèse des données

Les principales données géotechniques recueillies lors de l'étude ont été synthétisées dans le tableau 4.

Les données concernant les **indices de plasticité** sont issues, pour l'essentiel, de la bibliographie (G. Filliat, 1981) et du dépouillement des différents rapports d'expertise auxquels nous avons eu accès. Les fourchettes de valeurs communiquées par le LROP sont des estimations communiquées oralement par cet organisme sur la base de sa longue expérience des terrains de la région parisienne. Elles demanderaient à être

Formation géologique		Indice de Plasticité							Essai de gonflement			Vb	Sensibilité
Nature	Symbole	Filliat			Expertises			LROP	Pg (kPa)				
		Fourchette	Nbre	Moy.	Fourchette	Nbre	Moy.		Fourchette	Nbre	Moy.		
Remblais	X	3 à 18	23	14	25	1	25		10 à 38	2	24	7,6	moyenne
Alluvions modernes	Fz	10 à 40	nuage	20	46,2	1	46,2	15 à 25					moyenne
Tourbes	T	10 à 40	nuage	25									moyenne
Alluvions anciennes de basse terrasse	Fy		5	9	6	1	6	<10	50	1	50	2,3	faible
Alluvions anciennes de moyenne terrasse	Fx							<10					faible
Alluvions anciennes de haute et très haute terrasse	Fw							<10					faible
Limon des plateaux	LPM	7 à 39	12	18,6	11 à 45	7	27,8	10 à 20	1 à 50	4	21	5,4	faible
Argile à meulière de Montmorency (Beauce)	AMM	20 à 80	45	50	37 à 65	13	47,7	20 à 40	3 à 170	8	65	4,1	très forte
Argile à meulière de Brie	AMB	19 à 26	3	22,7	14 à 40	9	25,5	16 à 30	0 à 800	8	147		forte
Sables argileux de Lozère	p3				44 à 48	2	45,9	45 à 55	30	1	30	6,8	forte
Marnes et Molasses du Gâtinais	mlal												inconnue
Sables de Fontainebleau	g2b							<10					faible
Marnes à huîtres	g2a	13 à 51	9	33,2				20 à 35					moyenne
Argile verte de Romainville	g1a	28 à 69	142	43,6	22 à 65	25	47,3	25 à 60	5 à 360	22	119	13	très forte
Marnes supragypscuses (Argenteuil et Pantin)	e7c	14 à 72	59	36,3	32 à 51	5	39,5	25 à 50	6 à 120	5	64		forte
Marno-calcaire de Champigny	e7a-b	30 à 45	29	46,7				20 à 30					forte
Sables argileux de Breuillet	e3b							40 à 60					très forte
Argile plastique du Sparnacien	e3a1	21 à 90	49	43,1				40 à 80	29	1	29		très forte
Marnes de Meudon	e1	6 à 70	51	25,5				15 à 30					moyenne
Argiles à silex	AS							10 à 30					moyenne

Tabl. 4 - Synthèse des données caractérisant le comportement géotechnique des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne.

précisées par une étude statistique des nombreux résultats d'essais dont dispose le LROP mais ceci dépasse le cadre de la présente étude.

Les **pressions de gonflement** indiquées dans le tableau 4 proviennent pour l'essentiel des données communiquées par le bureau d'études SOLEN Géotechnique (selon un mode opératoire inspiré de la norme AFNOR NSP 94-091), complétées par quelques valeurs issues d'autres rapports d'expertise.

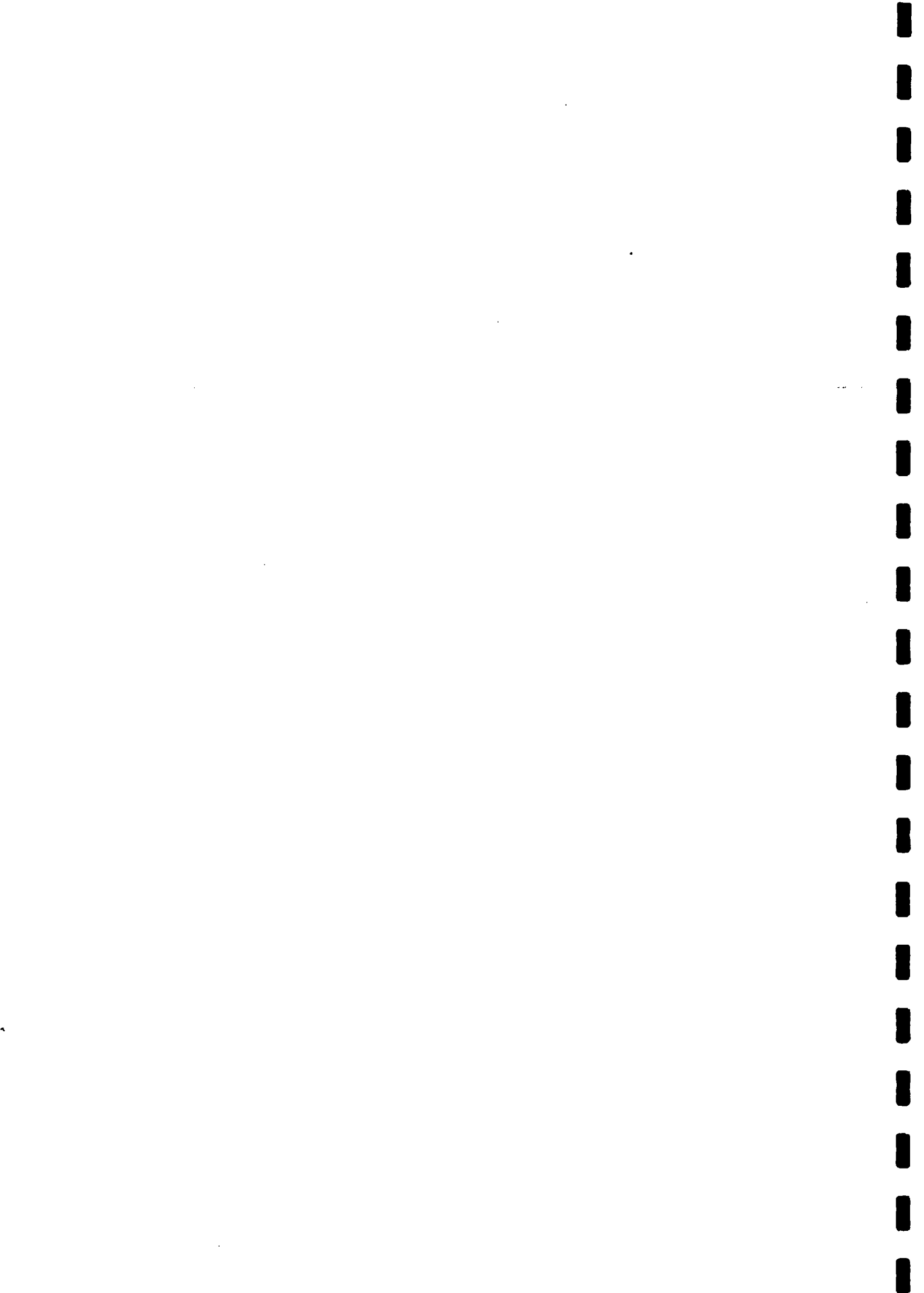
Pour les indices de plasticité comme les pressions de gonflement ont été systématiquement précisées le **nombre d'essais** pris en compte, les **valeurs minimales et maximales** mesurées, ainsi que la **valeur moyenne** calculées, ce qui permet de se rendre compte de la fiabilité des données exploitées. Pour les valeurs de bleu, seules des moyennes ont été indiquées, dans la mesure où le nombre de valeurs disponible est généralement très faible (de 1 à 4 selon les formations) et en aucun cas significatif à lui seul.

En définitive, les données disponibles permettent de caractériser la totalité des formations argileuses ou marneuses du département, à l'exception des Marnes et Molasses du Gâtinais. **Quatre classes de sensibilité** ont été distinguées (faible, moyenne, forte et très forte) pour rendre compte d'une **hiérarchisation du comportement géotechnique** des formations. La détermination du degré de sensibilité s'est fait essentiellement sur la base des valeurs de l'indice de plasticité, en tenant compte de l'ensemble des résultats d'essais disponibles, sachant que certaines formations présentent de fortes hétérogénéités spatiales et qu'il est difficile de les caractériser de manière globale.

La classification retenue fait apparaître quatre formations dont la sensibilité au retrait-gonflement a été considérée comme très forte au vu du comportement géotechnique. Il s'agit de l'Argile à meulière de Montmorency (dont l'indice de plasticité peut atteindre jusqu'à 80 % avec des valeurs moyennes de l'ordre de 50 %), de l'Argile verte de Romainville (avec des I_p atteignant au maximum 65 à 70 % et des pressions de gonflement susceptibles d'atteindre jusqu'à 360 kPa), des Sables argileux de Breuillet et de l'Argile plastique du Sparnacien (I_p mesuré jusqu'à 90 %).

Quatre formations ont été considérées comme présentant une sensibilité forte au retrait-gonflement, du fait de leurs caractéristiques géotechniques. Il s'agit des Argiles à meulières de Brie (pour lesquelles il a été mesuré ponctuellement une pression de gonflement exceptionnelle de 800 kPa, mais dont l'indice de plasticité est en moyenne de l'ordre de 25 %, en tout cas inférieur à celui des Argiles à meulières de Montmorency), des Sables argileux de Lozère, des Marnes supra-gypseuses (dont la valeur moyenne de l'indice de plasticité varie entre 35 et 40 %) et des marnes associées aux masses de gypse et au Calcaire de Champigny.

Toutes les autres formations ont été considérées, au vu de leur caractérisation géotechnique, comme présentant une sensibilité faible à moyenne au phénomène de retrait-gonflement.



4. Autres facteurs de prédisposition ou de déclenchement

4.1. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

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

Quatre principales nappes aquifères peuvent jouer un rôle dans les phénomènes de retrait-gonflement qui ont affecté le département de l'Essonne.

4.1.1. Nappe de l'Éocène inférieur et moyen

Elle est située dans les calcaires du Lutétien et les sables de l'Yprésien comprenant les Sables argileux de Breuillet. Aucun niveau imperméable continu ne sépare ces formations. Le mur de la nappe est formé par les argiles plastiques du Sparnacien définies dans la partie ouest du département (communes d'Angervilliers et Breuillet). Les deux gouttières synclinales de la Bièvre et de l'Yvette la drainent fortement.

Les débits obtenus dans divers pompages ne dépassent guère 50 m³/h, pour des rabattements assez importants en général (10 à 30 m). La nappe est assez peu productive (Cojean, 1975).

4.1.2. Nappe de l'Éocène supérieur

Elle est peu importante. Elle baigne en particulier les formations des *Masses et Marnes du Gypse* ou du *Calcaire de Champigny* dans lesquelles il existe des variations importantes de perméabilité et un schéma d'écoulement de cette nappe « multiple » très complexe (Cojean, 1975). Cette nappe présente des débits très faibles.

Dans la commune de Boussy-Saint-Antoine, un abaissement du niveau de la nappe de coteau a entraîné une dessiccation de la formation de l'*Argile verte de Romainville*, sus-jacente, ainsi qu'une baisse de la teneur en eau des éboulis argileux.

4.1.3. Nappe de l'Oligocène

Elle a comme réservoir principal la Formation des *Sables de Fontainebleau* du Stampien. Les *Marnes à Huîtres*, écran semi-perméable, et le *Calcaire de Brie* sous-jacent, sont baignés également par cette nappe. Le véritable mur de celle-ci est formé

par l'*Argile verte de Romainville*, formation située sous les précédentes. Il faut signaler cependant que les niveaux piézométriques de l'eau dans les *Sables de Fontainebleau* et dans le *Calcaire de Brie* peuvent avoir des variations distinctes en raison des perméabilités différentes de ces deux formations et à cause de l'intercalation des *Marnes à Huîtres* entre celles-ci. En toute rigueur, il existe deux nappes, mais on considère habituellement qu'elles se réduisent à une seule. L'essentiel de la nappe est donc contenue dans les *Sables de Fontainebleau* qui sont mouillés sur une épaisseur pouvant atteindre 40 m (Cojean, 1975).

Dans la partie ouest du département de l'Essonne, les *Marnes à Huîtres* et l'*Argile verte de Romainville* disparaissent, si bien que les *Sables de Fontainebleau* reposent directement sur les sables et argiles du Sparnacien. Il en résulte que la nappe de l'Oligocène communique avec celle de l'Éocène inférieur. Le réservoir principal de cette nouvelle nappe est constitué par les *Sables de Fontainebleau* car ceux-ci sont séparés des argiles plastiques imperméables du Sparnacien par seulement quelques mètres de formation argilo-sableuse (*Sables argileux de Breuillet*). Les différences de cotes entre les dômes piézométriques et les lignes d'émergence de la nappe montrent que celle-ci est fortement drainée par les vallées de la Bièvre et de l'Yvette qui correspondent à deux gouttières synclinales de l'*Argile verte*. Sur la carte géologique Malesherbes, le fond des vallées est souvent occupé par des marais et des tourbières.

La nappe des *Sables de Fontainebleau* est une nappe libre, dont le toit ne mouille pas la formation de Beauce (argile à meulière) située au-dessus des *Sables de Fontainebleau*. Toute l'alimentation de la nappe provient de l'infiltration des eaux météoriques à travers les limons et la Formation des *Argiles à meulières de Beauce*. Les eaux qui s'infiltreront sur les versants sableux, de même que les eaux de ruissellement qui se rassemblent dans les parties amont des cours d'eau, ne rejoignent la nappe que très provisoirement pour être ensuite drainées par les cours d'eau. Du fait de l'urbanisation des plateaux et de l'imperméabilisation des sols qui en résulte, les eaux d'infiltration diminueront au profit des eaux de ruissellement qui sont rassemblées dans divers étangs régulateurs (Saclay) et, de là, restituées aux cours d'eau.

Des exemples de communes sinistrées où l'abaissement du niveau de la nappe des *Sables de Fontainebleau* (nappe de coteau) a engendré une baisse de la teneur en eau des éboulis argileux qui constituent le sous-sol superficiel sont : Villabé, Boussy-Saint-Antoine (terrains glissés en aval de la cote 80 m), Champlan, Massy (résurgence de la nappe vers 90 m d'altitude), Saint-Yon (résurgence de la nappe vers 82 m d'altitude), Saint-Cyr-sous-Dourdan.

4.1.4. Nappe phréatique des plateaux

Elle a un réservoir constitué par les *limons des plateaux* et les *Sables et argiles de Lozère* quand ils sont présents. Le mur est constitué par l'*Argile à meulière*. L'eau contenue dans les limons est faible et dépend directement de la pluviométrie. Durant les périodes sèches, les piézomètres n'indiquent aucun niveau d'eau dans les limons. À l'inverse, durant les périodes pluvieuses, le niveau d'eau remonte jusqu'à la surface du

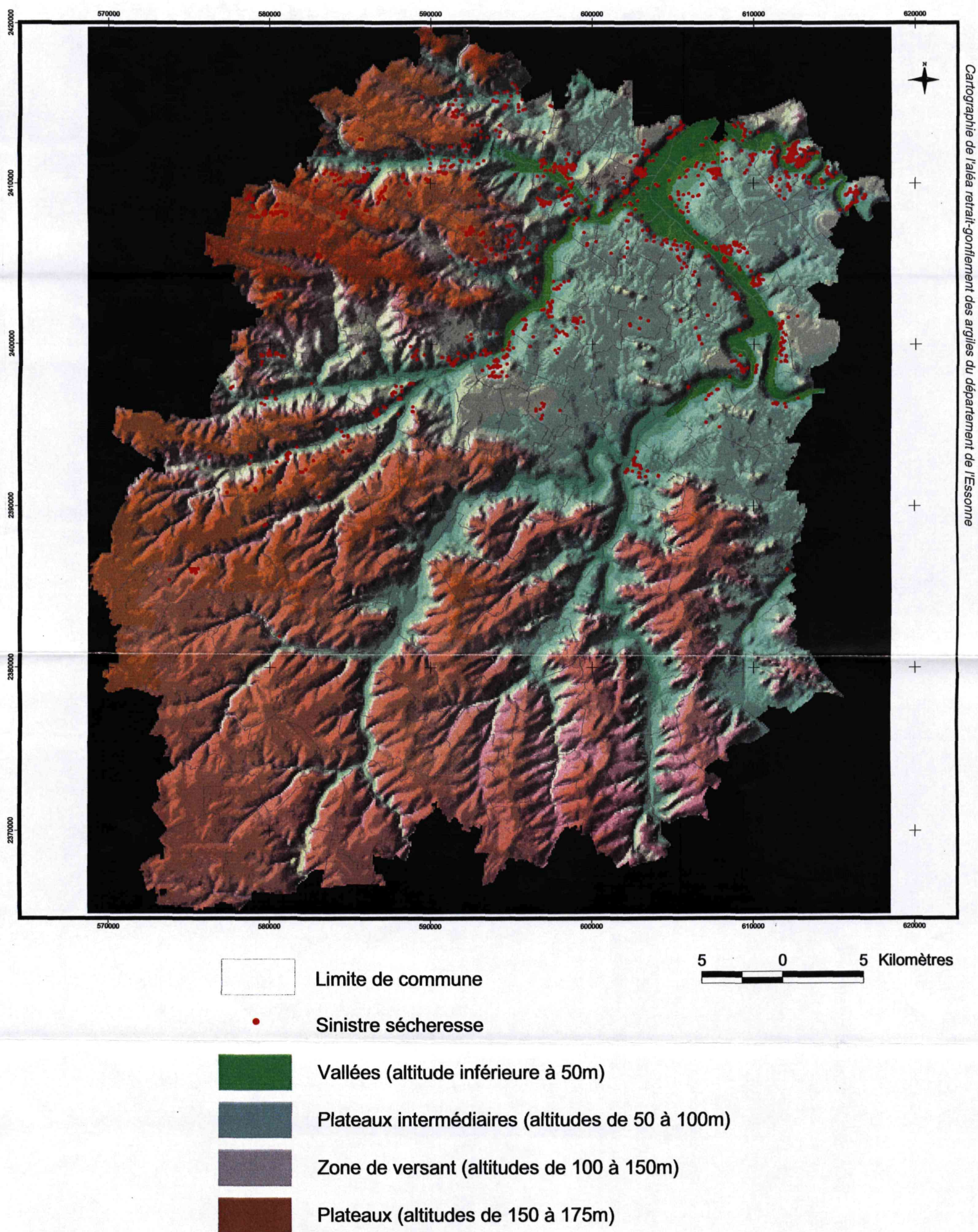


Fig. 13 - Modelé topographique du département de l'Essonne (tracé à partir du modèle numérique de terrain). Superposition avec la carte de localisation des sinistres de la période 1989-1998.

sol dans les zones déprimées et mal drainées. Les chenaux et poches de *Sables argileux de Lozère*, généralement perméables et poreux, constituent des zones privilégiées où l'eau s'accumule.

Par ailleurs, l'*Argile à meulière de Beauce*, très imperméable et souvent saturée, contient aussi des zones favorables à l'accumulation de l'eau entre les blocs de meulière. Signalons aussi qu'au droit des alignements de points bas du toit des *Sables de Fontainebleau*, les « *Marnes de Trappes* » sont souvent saturées (cf. configuration géologique sur la fig. 8). Ces « marnières » ont été jadis exploitées dans un fond de vallon au nord-est de la commune sinistrée des Molières. Elles dérivent de l'altération du *Calcaire de Beauce* crayeux.

À Boussy-Saint-Antoine, l'abaissement du niveau de la nappe des plateaux (ou son tarissement) a pu entraîner une dessiccation des formations argileuses et marneuses situées en aval.

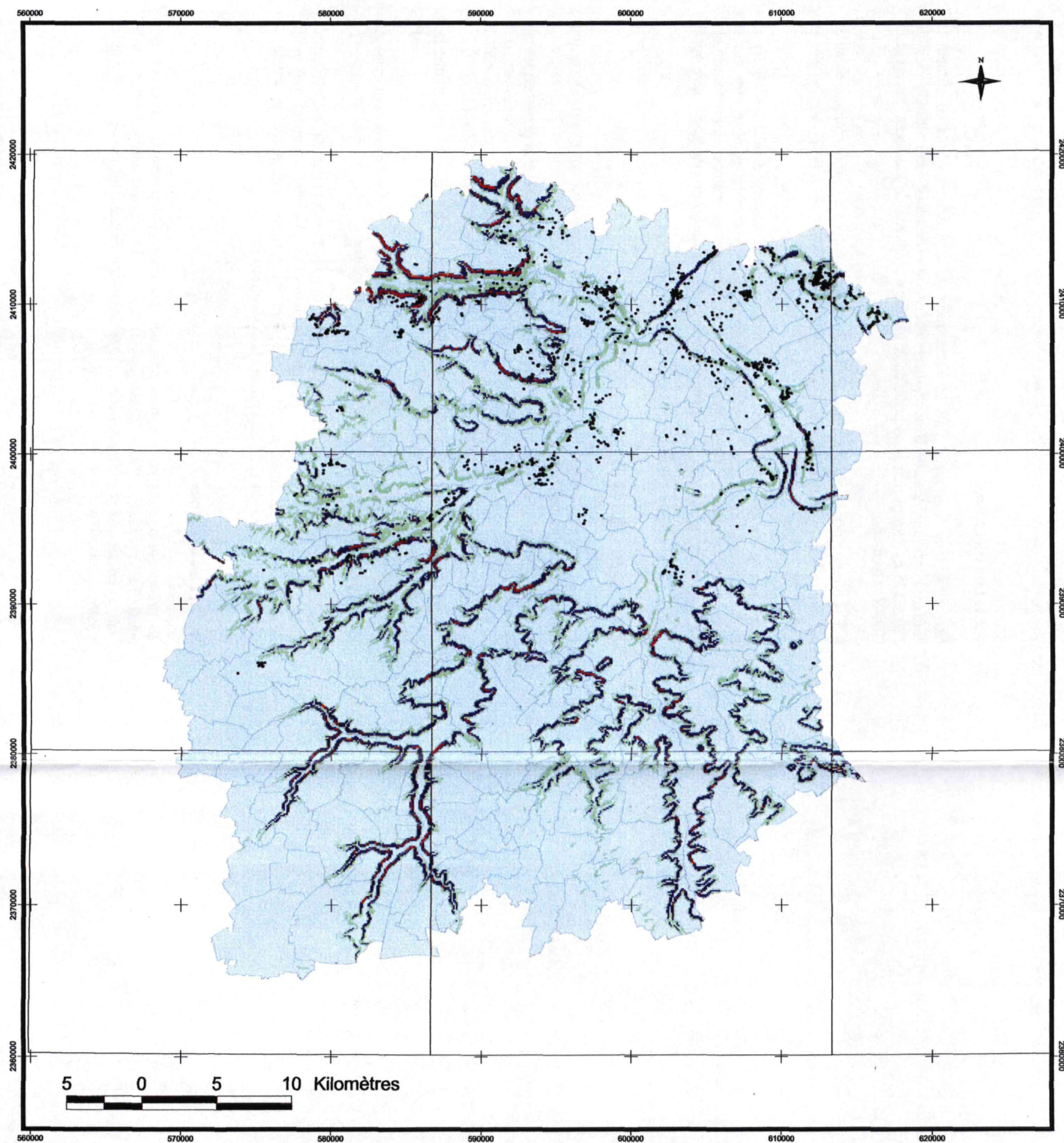
4.2. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Quatre unités géomorphologiques principales peuvent être distinguées dans le département de l'Essonne :

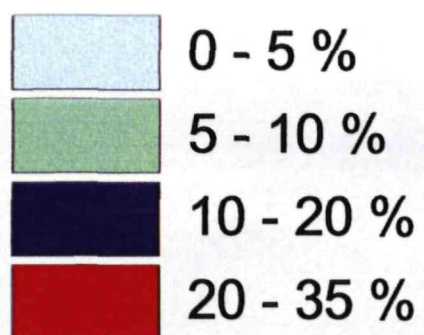
- les plateaux ;
- les bordures de plateaux (sommet des versants) ;
- les versants ;
- les vallées.

La répartition spatiale de ces différentes unités géomorphologiques est illustrée sur la carte de la figure 13 qui a été établie à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Les quatre unités géomorphologiques correspondent sur cette carte à quatre classes d'altitude topographique. À titre indicatif, les sinistres recensés dans le département de l'Essonne (voir chapitre 5) ont été superposés à cette carte des altitudes, ce qui permet de constater visuellement une nette **concentration des sinistres dans les zones de versant**.

À titre indicatif, également, la figure 14 présente la **carte des pentes du département**, obtenue par traitement informatique à partir du MNT. Cette carte illustre bien la prédominance des zones planes (pentes inférieures à 5 %) dans le département de l'Essonne. Les fortes pentes (qui néanmoins ne dépassent pas 35 %) sont concentrées dans les versants de certaines vallées. Là encore, il a paru intéressant de superposer à cette carte des pentes la répartition géographique des sinistres, même si aucun traitement statistique n'a été entrepris pour établir une corrélation entre ces éléments. Il faudrait pour cela prendre en compte d'autres facteurs et notamment l'**exposition du versant** (qui influe sur la plus ou moins grande sensibilité à la dessiccation par évaporation).



Pente



- Sinistre sécheresse

Fig. 14 - Carte des zones de pentes (calculées à partir du modèle numérique de terrain). Superposition avec la carte de localisation des sinistres.

4.2.1. Les plateaux

Ils sont surtout développés dans la partie ouest du département où ils constituent la bordure nord du plateau de Beauce, dans la région du Hurepoix. Leur altitude varie de 150 à 175 m en moyenne. Les principaux plateaux sont ceux de Palaiseau, Saclay, Les Ulis-Nozay, etc.

Sur la bordure orientale du plateau de Beauce, les plateaux sont profondément entaillés par la vallée de la Bièvre et de l'Yvette qui affouillent largement les *Sables de Fontainebleau*.

Les lignes de crêtes topographiques correspondent aux dômes et aux rides *des Sables de Fontainebleau*, tandis que les légères dépressions topographiques observées sur le plateau (vallées sèches, cuvettes) correspondent aux cuvettes et aux chenaux formés par les *Sables de Fontainebleau* dans lesquels les calcaires crayeux sont développés (Grisoni, 1979).

4.2.2. Les bordures de plateaux

Elles sont situées à l'approche des ruptures de pente et sont souvent marquées par une corniche structurale. Les bordures de versants peuvent présenter :

- une forme concave, avec une pente de 2 à 5 %, qui correspond à la partie amont des rus. Cette pente peut atteindre 20 % sur le versant exposé au sud et à l'ouest, et 10 % sur le versant exposé au nord et à l'est, lorsque cette forme concave correspond à la partie amont des cours d'eau encaissés dans des vallées profondes (Grisoni, 1979) ;
- une forme convexe, avec une pente de 2 à 10 %, qui correspond au sommet des versants encadrés par deux ravines.

Du point de vue lithologique, sur les bordures de versants les limons sont rares ou absents, et les argiles à meulières sont bien développées.

Des sinistres situés dans ce contexte géomorphologique ont notamment été enregistrés dans la commune des Molières : nombreux sinistres liés à l'argile à meulière sous moins de 1 m de limon, situés sur le rebord nord du plateau (versant de la vallée de Chevreuse), en tête du vallon du ruisseau de Moullecrotte.

4.2.3. Les versants

Ils présentent une dissymétrie bien marquée, les versants exposés au sud et à l'ouest étant plus abrupts que ceux exposés au nord et à l'est. Ils surplombent généralement des vallées encaissées et profondes lorsque les *Sables de Fontainebleau* ont été largement entamés, suivant une direction NW-SE.

Cette dissymétrie des versants est due en grande partie à une différenciation des processus d'érosion, avec deux régimes bien distincts (Grisoni, 1979) :

- le ruissellement intensif, et une alternance du gel et du dégel plus fréquents sur les versants ensoleillés exposés au sud et à l'ouest ;
- un dégel plus lent sur les versants exposés au nord et à l'est, avec une action moins brutale des eaux de fonte et une prédominance des processus de solifluxion sur le ruissellement.

Les types de versants varient suivant la profondeur de l'encaissement des vallées. On peut en retenir deux :

- les versants à pente forte, toujours supérieure à 10 %, pouvant dépasser 30 % et atteindre 50 %. Du point de vue lithologique, ils marquent la rupture de pente entre un horizon rocheux (calcaires silicifiés de la base des calcaires du nord de la Beauce, et *Grès de Fontainebleau*, sur lesquels se développent les altérites argileuses à meulière), et un horizon meuble (*Sables de Fontainebleau*) ;
- les versants à pente faible, toujours inférieure à 10 %, sont bien développés lorsqu'ils sont exposés au nord et à l'est. Du point de vue lithologique, les colluvions sablo-argileuses d'*Argile à silex* et d'*Argile verte de Romainville* sont souvent glissées en masse.

L'examen des rapports du LROP montre que toutes les communes présentant un domaine morphologique de pente ont des formations de versant qui ont glissé. En fonction des formations affleurant en limite de plateau et sur les versants, les éboulis et colluvions sont généralement constitués d'*Argile à meulière*, de *Sables de Fontainebleau*, d'*Argile verte de Romainville*, de *marnes supragypseuses* et parfois d'*argile du Sparnacien* (Saint-Cyr-sous-Dourdan).

Citons quelques exemples de communes sinistrées présentant des sinistres situés en zone de pente : Igny, Boussy-Saint-Antoine (terrains argileux glissés en aval de la cote 80 m), Massy, Saint-Cyr-sous-Dourdan, Vauhallan, Sermaise (pied des versants de l'Orge), Montgeron, Corbeil-Essonnes, Val-Saint-Germain.

Dans la majorité des cas, l'aquifère situé à la base des *Sables de Fontainebleau* forme une nappe de coteau dont les résurgences alimentent les éboulis de versant. Les périodes de sécheresse ont entraîné une diminution progressive, voire un tarissement local, du débit de la nappe, et donc un assèchement des sols qu'elle baigne.

4.2.4. Les vallées

Les principales vallées traversant le département de l'Essonne sont celles de la Seine, l'Essonne, l'Orge, l'Yvette, la Rémarde et la Bièvre. Les altitudes du cours des rivières sont inférieures à 50 m.

4.3. ANALYSE CLIMATOLOGIQUE

Pour étudier ce **facteur de déclenchement** du phénomène de retrait-gonflement dans le département de l'Essonne, nous nous appuyons, d'une part, sur la synthèse des données climatiques issues des dossiers de demande de classement des communes en zone sinistrée et, d'autre part, sur les résultats des travaux réalisés par C. Meissina dans le cadre de la présente étude (annexe 4).

Chaque dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe d'une commune, lié au phénomène de retrait-gonflement, fait l'objet d'une **analyse des données climatologiques** destinée à montrer que la manifestation des désordres coïncide bien avec une période de déficit pluviométrique avéré. Les rapports consultés sont indiqués en annexe 2.

Le critère d'appréciation de la sécheresse est basé sur le **bilan hydrique**. Ce bilan est établi à partir non pas de la pluviométrie brute mais de la **pluviométrie dite efficace** qui est égale à la différence entre la pluviométrie (P) et l'évapotranspiration (ETP, quantité d'eau que l'air et la végétation peuvent faire évaporer du sol). Cette pluviométrie efficace correspond, en effet, au volume d'eau utile qui sert en partie au ruissellement de surface et en partie à l'imbibition des sols (et à la recharge des nappes souterraines).

En période normale, le bilan hydrique est positif d'octobre à mars, période pendant laquelle les précipitations sont élevées et l'évapotranspiration faible (en raison des températures basses et du développement végétatif réduit). C'est la période durant laquelle l'eau s'infiltre et ré-alimente les nappes souterraines après avoir saturé les terrains superficiels. À partir d'avril, l'évapotranspiration augmente sensiblement, tandis que les niveaux de précipitation diminuent. Le bilan hydrique devient généralement négatif, ce qui se traduit par un abaissement progressif du niveau des nappes et par une **dessiccation de la tranche de sol superficielle**.

Au-delà de cette évolution climatique normale, des périodes de **déficit pluviométrique exceptionnel** ont été enregistrées à différentes reprises au cours des dernières années. Trois d'entre elles ont eu des répercussions notables en terme de mouvements différentiels de sols consécutifs au retrait-gonflement des argiles. La première s'est manifesté durant le printemps et l'été **1976** (mais n'a pas donné lieu à indemnisation, car antérieure à la mise en application de la loi sur les catastrophes naturelles). La seconde s'est produite de **1989 à 1992**, et a été à l'origine de nombreux sinistres dans le département. La troisième a été enregistrée en **1996-1997** et a aussi occasionné un grand nombre de sinistres.

Ces périodes de sécheresse relative ont été mises en évidence dans la plupart des dossiers de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, mais généralement à partir de l'examen des chroniques pluviométriques d'un petit nombre de stations météorologiques (Brétigny-sur-Orge, Trappes et Paris-Montsouris). Il a donc paru nécessaire de procéder à une étude plus approfondie des **déficits pluviométriques** à l'échelle de l'ensemble du département.

Les données disponibles sont indiquées sur le tableau 5. Le département compte 22 stations météorologiques en activité dont les coordonnées géographiques et l'altitude sont précisées sur le tableau 5 (et indiquées sur une carte en annexe 4). Les périodes d'enregistrement des températures et précipitations sont également indiquées pour chacune de ces stations.

Les données de base utilisées pour l'analyse des conditions climatologiques sont les **précipitations au pas de temps mensuel**. L'évapotranspiration potentielle pour la période 1961-1990 est celle qui est fournie par Météo-France et qui a été calculée par la méthode de Pennman à partir de la station météorologique de Trappes, située à l'extérieur du département mais jugée représentative du secteur. Pour la période 1991-1998, les valeurs d'ETP ne sont plus fournies par Météo-France et ont donc dû être calculées à partir des données de température et de précipitations par la méthode de Thornthwaite. Pour chacune des stations, a été ainsi calculé, mois par mois, le volume des **précipitations efficaces**.

Les **précipitations moyennes mensuelles** utilisées comme référence pour chacune des stations ont été calculées sur les trente dernières années (une durée de 30 ans étant considérée habituellement comme la période minimale représentative) ou, à défaut, sur la totalité de la période d'enregistrement disponible, sachant que la moitié des stations du département possède une durée totale d'enregistrement supérieure à 30 ans (50 ans au maximum). Cette pluviométrie moyenne mensuelle a servi de référence pour calculer et tracer, pour chaque station, **l'évolution des écarts pluviométriques mensuels à la moyenne**.

L'échelle d'observation mensuelle est bien adaptée pour une analyse des périodes de sécheresse qui, au pas de temps annuel, pourraient être masquées par des intercalations d'épisodes pluvieux particulièrement humides. Néanmoins, afin de permettre une meilleure lisibilité des courbes ainsi obtenues (voir annexe 4), il est apparu nécessaire de procéder à un lissage des courbes en représentant, non pas les écarts pluviométriques mensuels, mais leur **moyenne mobile calculée sur cinq mois**.

Les écarts pluviométriques mensuels ainsi lissés ont été représentés, pour chacune des stations du département, sous forme **cumulée**. Un exemple des courbes ainsi obtenues est donnée pour la station d'Épinay-sur-Orge (fig. 15). Sur ces courbes ont été superposées (en vert) les valeurs seuils qui représentent les moyennes des écarts pluviométriques mensuels cumulés de la station, diminuées respectivement de une et deux fois l'écart-type. Lorsque la courbe des écarts cumulés passe en dessous de ces valeurs seuils, cela signifie qu'on se trouve dans une période de forte à très forte sécheresse.

Ces courbes de déficits pluviométriques cumulés mettent bien en évidence les **effets de sommation** dus à plusieurs périodes successives de sécheresse. Elles introduisent cependant des **artefacts**, car elles dépendent de la position du point de départ utilisé pour le calcul. Ainsi, une période de déficit survenant après un épisode de pluviométrie excédentaire n'apparaîtra pas comme correspondant à une sécheresse exceptionnelle ou

Station	Latitude Nord	Longitude Est	Z (m)	T	P
Boigneville	48° 19' 5	02° 22' 9	115	1980-1998	1970-1998
Boissy Le Sec	48° 28' 0	02° 05' 0	115	-	1970-71/1982-88/1993-98
Bouville	48° 27' 1	02° 16' 3	150	-	1964-1998
Bretigny sur Orge	48° 36' 0	02° 19' 6	80	1947-1998	1949-1998
Chatignonville	48° 28' 0	01° 56' 0	157	-	1964-1998
Congerville-Thionville	48° 23' 2	01° 59' 3	148	1985-1998	1982-1998
Courdimanche	48° 25' 0	02° 22' 0	71	1990-1997	1990-1997
Dourdan	48° 31' 0	01° 58' 0	149	1989-1997	1989-1997
Epinay-sur-Orge	48° 39' 8	02° 18' 9	51	1979-1998	1966-1998
Fontenay-les-Briis	48° 36' 7	02° 10' 2	109	1964-1998	1964-1998
Gometz-le-Châtel	48° 40' 6	02° 08' 2	160	1964-1998	1950-1998
Méréville	48° 18' 7	02° 04' 4	127	1980-1998	1964-1998
Mespuits	48° 21' 5	02° 16' 5	132	-	1984-1998
Milly-la-Forêt	48° 22' 9	02° 26' 0	116	-	1987-1998
Nainville-les-Roches	48° 30' 4	02° 29' 6	79	1980-1998	1964-1998
Orly	48° 43' 0	02° 23' 0	90	1949-1998	1949-1998
Ormoy-la-Rivière	48° 24' 0	02° 10' 6	140	-	1964-1998
Saclay	48° 43' 2	02° 09' 1	155	1980-1998	1958-1998
St Chéron	48° 32' 0	02° 08' 0	150	-	1970-88/1993-98
Torfou	48° 31' 9	02° 14' 0	145	-	1987-1998
Videlles	48° 28' 4	02° 25' 7	135	-	1984-1998
Villabé	48° 36' 0	02° 26' 0	80	-	1972-88/1993-98

Tabl. 5 - Données météorologiques disponibles pour le département de l'Essonne.

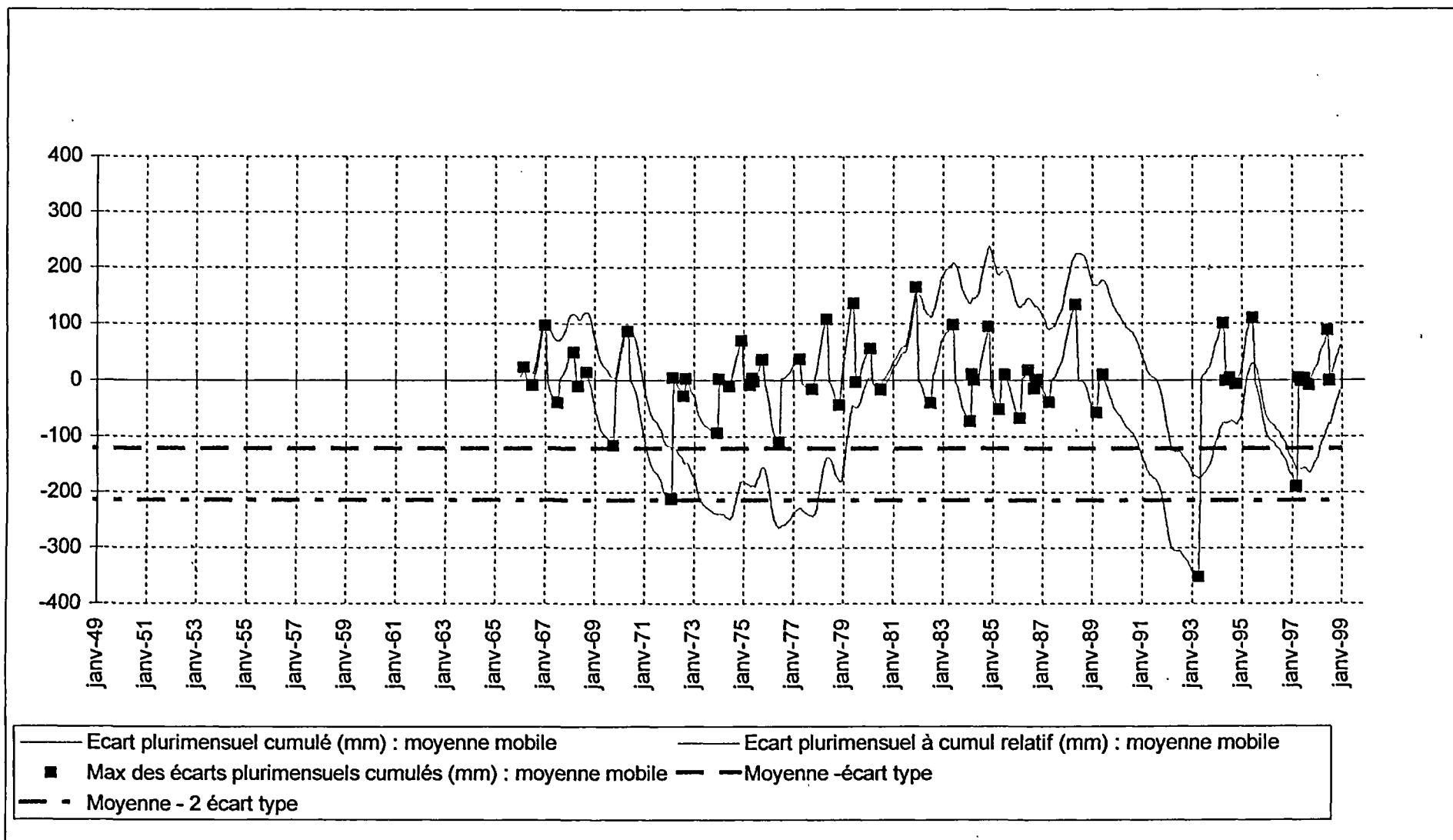


Fig. 15 - Exemple de courbes de déficit pluviométrique mensuel cumulé, tracées à partir des valeurs de pluies efficaces en cumul absolu et en cumul avec remise à zéro à chaque passage d'une période déficitaire à une période excédentaire. Station météorologique d'Épinay-sur-Orge.

apparaîtra comme tel avec beaucoup de retard, une fois qu'aura été entièrement annulé l'excédent enregistré.

Or, dans la réalité, l'inertie du système est moindre. En cas d'excédent de précipitations, il arrive un moment, lorsque les terrains sont totalement saturés, où tout nouvel apport pluviométrique se traduit par un ruissellement intégral qui permet d'évacuer ce volume d'eau supplémentaire qui ne doit donc pas être ajouté au stock cumulé. De même, en cas de pluie survenant après une période de sécheresse prolongée, le volume de précipitation nécessaire pour retrouver un état normal de saturation des sols est lié aux caractéristiques physiques du sol mais pas au déficit pluviométrique cumulé enregistré durant la période de sécheresse.

Pour tenter de prendre en compte ce phénomène, une première approche a été proposée et étudiée. Elle consiste en un **cumul discret des écarts pluviométriques**, qui revient à remettre à zéro le cumul chaque fois que l'on passe d'une période excédentaire à une période déficitaire et réciproquement. Ceci revient à supposer qu'une **période de sécheresse s'arrête dès que la pluviométrie devient de nouveau excédentaire à la normale mensuelle**. Une telle méthode permet a priori de mieux individualiser la **durée des périodes de déficit pluviométrique**. Ce type de courbe a été tracé pour chacune des stations météorologiques du département et comparée aux valeurs seuils correspondant aux moyennes des écarts pluviométriques mensuels de la station, diminuées respectivement de une et deux fois l'écart-type.

Sur la figure 15 (station d'Épinay-sur-Orge), il s'agit de la courbe représentée en bleu (la courbe rouge étant celle des déficits cumulés sans remise à zéro). Il est à noter que ces courbes de déficit cumulé et de déficit à cumul discret ont été calculées, pour chacune des stations, d'une part avec les précipitations brutes et d'autre part avec les précipitations efficaces (c'est-à-dire après déduction de l'évapotranspiration potentielle et après calcul de la pluie efficace moyenne mensuelle de chaque station). La courbe représentée en figure 15 est celle des pluies efficaces mais il s'avère que **les courbes obtenues pour les pluies brutes et les pluies efficaces sont en définitive très comparables entre elles**.

En tout état de cause, la courbe présentée en figure 15 permet de mettre en évidence, pour la station d'Épinay-sur-Orge, trois périodes distinctes de sécheresse exceptionnelle durant la période considérée. La première est maximale à l'été 1976 mais présente aussi des pics secondaires en 1974 et 1977. La seconde débute en 1989 et se poursuit jusqu'en début 1993. La troisième concerne les années 1996 et 1997.

L'examen des différentes courbes ainsi obtenues montre que cette première méthode permet de relativement bien **individualiser les périodes de déficit pluviométriques**, mais a tendance à en **surestimer la durée**. Or, il est probable qu'en région parisienne, un hiver, même légèrement déficitaire par rapport à la moyenne, suffit généralement à re-saturer la tranche de sols superficielle. C'est pourquoi, une **seconde approche** a été testée, qui consiste à remettre à zéro le cumul des déficits en **fin d'hiver** (à la fin du mois de mars), ce qui revient à supposer qu'à cette époque **les terrains superficiels soient systématiquement saturés**, quels que soient les déficits pluviométriques

antérieurs. Les courbes calculées suivant cette hypothèse ont été tracées pour toutes les stations du département (uniquement pour les précipitations brutes). L'exemple présenté pour la station d'Épinay-sur-Orge (fig. 16) montre qu'on **retrouve les mêmes pics de sécheresse exceptionnelle** (celui de 1976 étant le plus marqué) mais avec des périodes de déficit plus resserrées. Il est très probable que la réalité se situe à un niveau intermédiaire entre ces deux approches.

À partir de ces cartes de déficit pluviométrique cumulé, deux paramètres ont été définis pour tenter de caractériser les épisodes de sécheresse mis en évidence. L'**intensité de la sécheresse** correspond à la valeur des pics de déficit déterminée à partir des courbes de cumul discret avec remise à zéro lorsqu'on passe d'un épisode déficitaire à une période excédentaire (courbe bleue, fig. 15). La **durée de la sécheresse**, comptée en nombre de mois, a été calculée à partir des courbes de déficit cumulé continu (courbe rouge, fig. 15) et se trouve donc a priori surestimée. Chacune des périodes de sécheresse exceptionnelle peut ainsi être caractérisée par le produit de ces deux paramètres, et ceci en chaque point d'observation météorologique. Des **cartes de répartition de ce produit (Intensité x Durée)** ont ainsi été dessinées pour chacun des principaux épisodes de sécheresse observés (annexe 4).

L'observation de ces cartes (établies aussi bien à partir des précipitations brutes que des précipitations efficaces) montre que la répartition géographique des valeurs ainsi obtenues est très variable d'une période de sécheresse à une autre et ne permet pas de mettre en évidence des zones de plus ou moins grande sensibilité à la sécheresse. Ce paramètre **n'apparaît pas comme discriminant à l'échelle du département**, ce qui n'est d'ailleurs guère étonnant vu sa faible extension géographique.

Une autre tentative de **représentation spatiale de la susceptibilité à la sécheresse** a été réalisée à partir des **seuils de sécheresse forte** (définie comme la moyenne des déficits pluviométriques cumulés diminuée de l'écart-type) et très forte (moyenne moins deux fois l'écart-type). Il est à noter que les valeurs seuils utilisées ont été calculées à partir des déficits pluviométriques cumulés avec remise à zéro périodique (ce qui paraît logique dans la mesure où c'est ce paramètre qui sert à déterminer l'amplitude de la sécheresse). Des cartes de répartition spatiale de ces valeurs seuils (calculées pour chaque station météorologique) ont ainsi été dressées (annexe 4). La figure 17 montre une de ces cartes, correspondant à la **distribution des valeurs seuils de sécheresse forte**, établie à partir des courbes de déficits pluviométriques cumulés avec remise à zéro systématique en fin d'hiver.

La juxtaposition de cette carte avec la **distribution des sinistres sécheresse**, recensés dans le département, paraît satisfaisante ; mais on obtient un **résultat très différent** si on fait la même opération à partir des courbes de déficits pluviométriques cumulés avec remise à zéro lorsqu'on passe d'une période déficitaire à une période excédentaire, ce qui oblige à considérer ce type de représentation avec une **grande circonspection**.

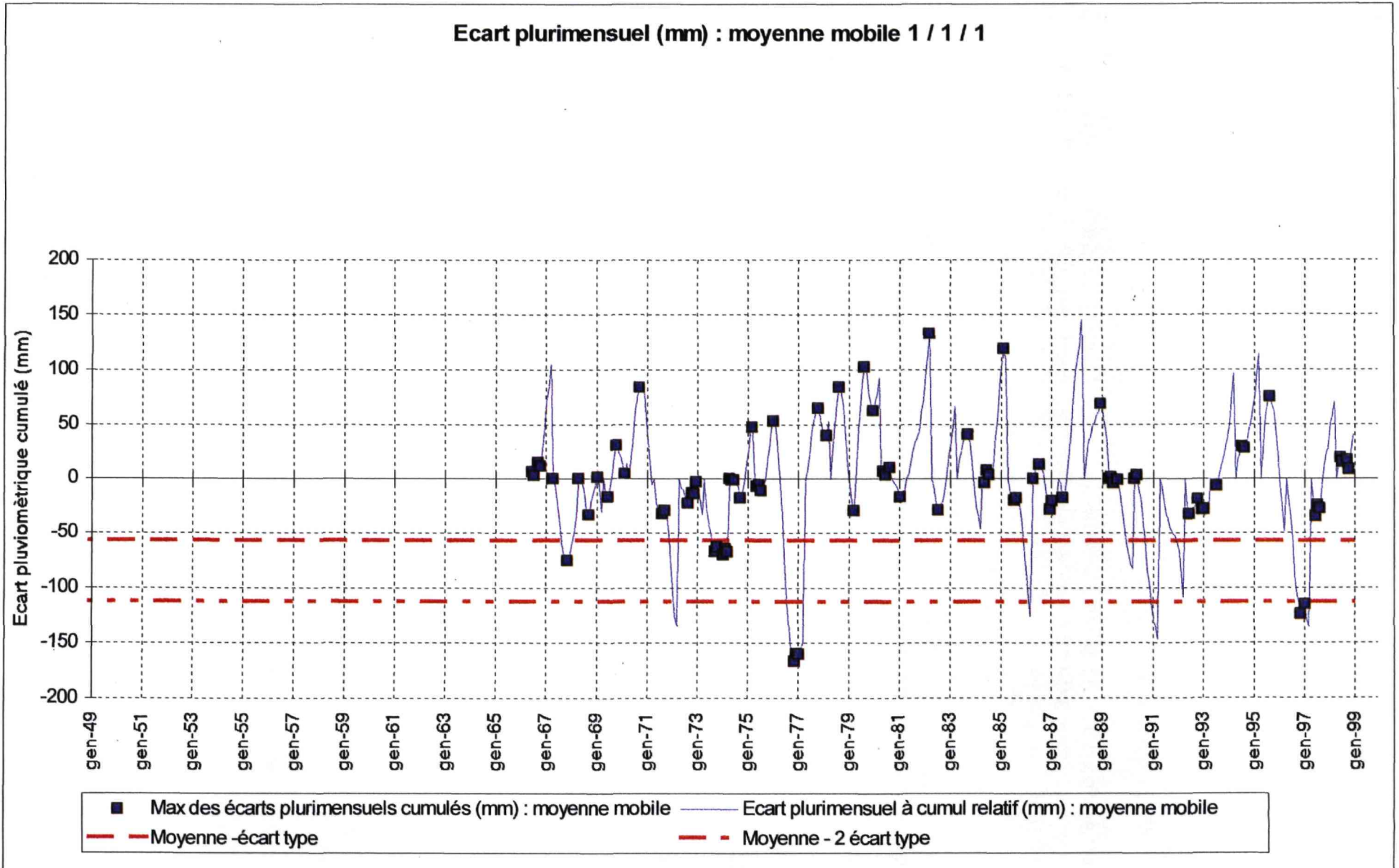


Fig. 16 - Exemple de courbe de déficit pluviométrique mensuel cumulé, tracée à partir des valeurs de pluies brutes avec remise à zéro à chaque fin d'hiver. Station météorologique d'Épinay-sur-Orge.

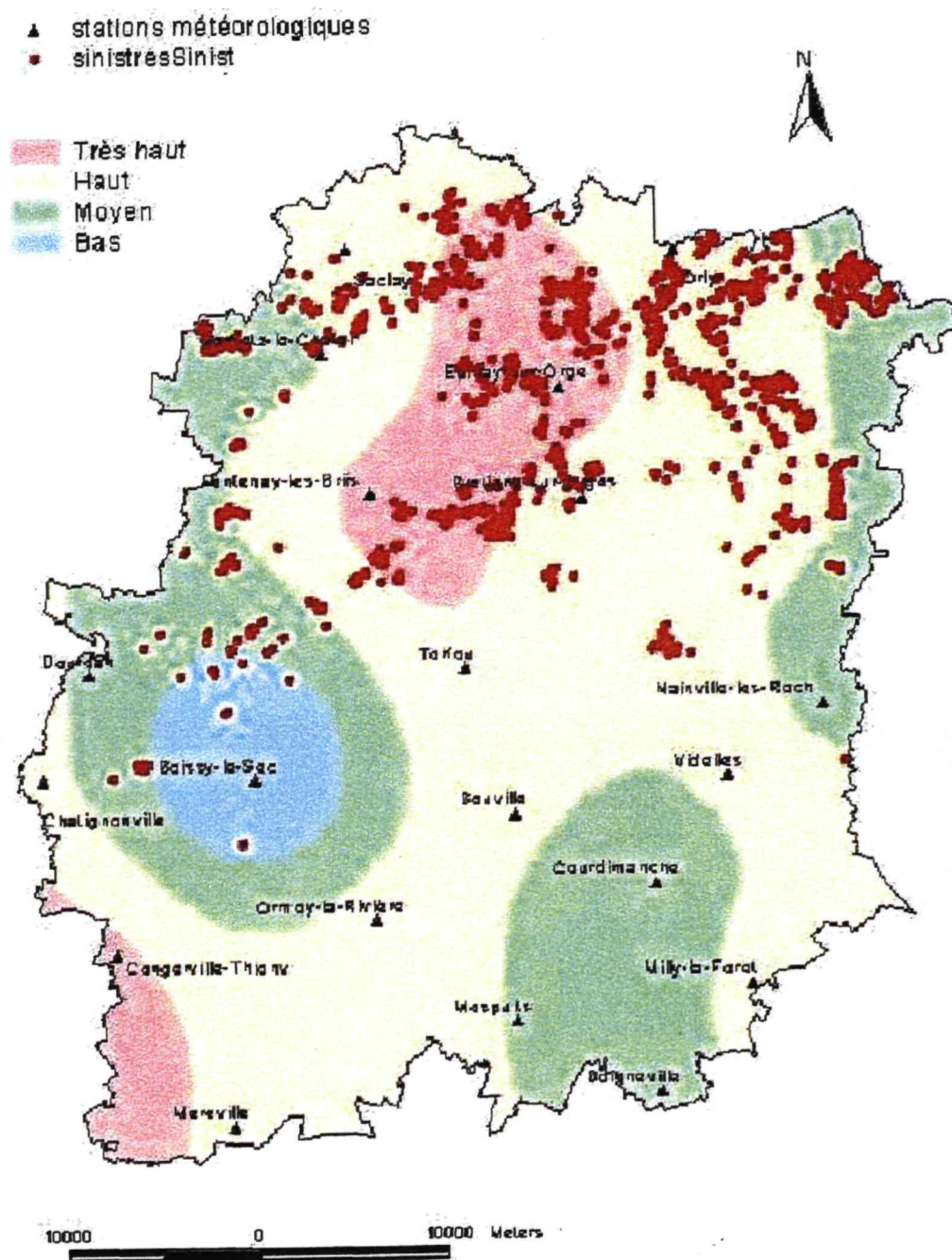


Fig. 17 - Carte montrant la répartition des zones de sensibilité équivalente au déficit pluviométrique. Juxtaposition avec la carte de localisation des sinistres.

5. Inventaire des sinistres sécheresse

5.1. CRITÈRES DE CLASSEMENT D'UNE COMMUNE EN ZONE SINISTRÉE

À la demande des mairies concernées, des dossiers techniques sont établis par certains organismes techniques pour la prise en compte de la commune comme **zone sinistrée au titre des mouvements de terrain différentiels liés à des périodes de sécheresse exceptionnelle**, dans le cadre de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 sur les **catastrophes naturelles**. 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 ».

Dans le cas du département de l'Essonne, les organismes ayant constitué les dossiers techniques sont principalement le LROP, ANTEA, le BRGM et, pour une moindre part, différents bureaux d'études dont TECHNOSOL, GEOMEDIA, GEO-SIGMA, GEOCENTRE (on trouvera les références des dossiers techniques consultés en annexe 2).

Pour que les dossiers qui lui sont soumis (par l'intermédiaire de la Préfecture) 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 ;
- 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. Parfois (cas de la commune de Saint-Hilaire), un seul sinistre permet 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. Ainsi, pour la commune des Molières, le dossier technique indique que tous les sinistres sont rattachés à l'Argile à meulière ; mais l'examen de la carte géologique et des études ponctuelles réalisées dans ce secteur (Cojean, 1975) montre que le contexte géologique est plus complexe en raison de la présence de différents types de formations superficielles (limons des plateaux sur Argile à meulière ou colluvions de Sables de Lozère sur substrat d'Argile à meulière).

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 rapide du problème. Après déclaration de la commune en état de catastrophe naturelle, des études plus approfondies sont généralement réalisées pour la plupart des bâtiments sinistrés, à la demande des compagnies d'assurance, afin de déterminer le niveau de remboursement des dégâts et proposer des solutions de confortement. Les experts en charge de ces diagnostics font souvent 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.

5.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTRÉES

5.2.1. Localisation des communes sinistrées

Entre 1989 et 1998, **93 communes** du département de l'Essonne ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements de terrain différentiels liés à des périodes de sécheresse exceptionnelle, en application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982. Ces 93 communes représentent **près de la moitié (47,4 %)** des 196 communes que compte le département de l'Essonne.

La liste des communes sinistrées est présentée dans le tableau 6. Les communes sont numérotées de **1 à 93**. Pour une localisation rapide, ces numéros sont ceux qui figurent sur la carte de localisation des communes (fig. 18) et sur les différentes cartes d'interprétation. Sur le tableau 6 sont également reportés la superficie des communes, les périodes déclarées sinistrées, ainsi que le nombre de sinistres pris en compte par commune, dans le cadre de la présente étude.

La localisation des 93 communes de l'Essonne 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. 18). Toutes les communes sinistrées sont localisées strictement dans **la moitié nord du département**, et correspondent à des zones très urbanisées situées le long des vallées de

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

N°	Nom de la commune	Surface de la commune (km ²)	Périodes considérées sinistrées												Nombre de sinistres pris en compte
1	ANGERVILLIERS	9,01	89	90	91	92	93	94	95	96	97				22
2	ARPAJON	2,4	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			20
3	ATHIS-MONS	8,57	89	90	91	92	93	94	95	96	97				44
4	BALLAINVILLIERS	4,01				92	93	94	95	96	97	98			74
5	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	11,3	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			36
6	BONDOUFLE	6,76									97				7
7	BOULLAY-LES-TROUS	4,8			91	92	93	94	95	96	97				17
8	BOUSSY-ST-ANTOINE	2,9	89	90	91	92	93	94	95	96					23
9	BRETIGNY-SUR-ORGE	14,56	89	90	91	92	93	94	95	96					51
10	BREUILLET	6,69	89	90	91	92	93	94	95	96	97				20
11	BREUX-JOUY	4,68		90	91	92	93	94	95	96	97				17
12	BRUNOY	6,62	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			186
13	BRUYERES-LE-CHATEL	12,9	89	90	91	92	93	94	95	96	97				10
14	BURES-S-YVETTE	4,07	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			36
15	CHAMPLAN	3,68	89	90											0
16	CHILLY-MAZARIN	5,57	89	90	91	92	93	94	95	96					79
17	CORBEIL-ESSONNES	11,01	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			12
18	CORBREUSE	15,79			91	92	93	94	95	96	97	98			0
19	COURSON-MONTELOUP	3,74	89	90	91	92	93	94	95	96	97				1
20	CROSNE	2,48	89	90	91	92	93	94	95	96	97				16
21	DOURDAN	30,64							95	96	97				3
22	DRAVEIL	15,75	89	90	91	92	93	94	95	96	97				31
23	ECHARCON	6,81	89	90	91	92	93	94	95	96	97				5
24	EGLY	3,95		90	91	92	93	94	95	96	97	98			0
25	EPINAY-SUR-ORGE	4,44	89	90	91	92	93	94	95	96					15
26	EPINAY-SOUS-SENART	3,58			91	92	93	94	95	96	97				9
27	ETIOLLES	11,65	89	90	91	92	93	94	95	96					39
28	EVRY	8,33		90	91	92	93	94	95	96	97	98			41
29	FORGES-LES-BAINS	14,58							95	96	97	98			10
30	GIF-SUR-YVETTE	11,6	89	90	91	92	93	94	95	96	97				22
31	GOMETZ-LA-VILLE	9,86	89	90	91	92	93	94	95	96					30
32	GOMETZ-LE-CHÂTEL	5,05	89	90	91	92	93	94	95	96	97				11
33	GRIGNY	4,87	89	90	91	92	93	94	95	96	97				9
34	IGNY	3,82								96	97				15
35	JUVISY-SUR-ORGE	2,23	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			36
36	LA NORVILLE	4,52	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			62
37	LA VILLE-DU-BOIS	3,62	89	90	91	92	93	94	95	96	97				22
38	LE COUDRAY-MONTCEAUX	11,44		90	91	92	93	94	95	96	97				10
39	LE PLESSIS-PATE	7,58	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			12
40	LES MOLIERES	7,02		90	91	92	93	94	95	96	97				48
41	LEUVILLE-SUR-ORGE	2,49			91	92	93	94	95	96	97				0
42	LIMOURS-EN-HUREPOIX	14,25	89	90	91	92	93	94	95	96	97				18
43	LISSES	10,4							95	96					9
44	LONGJUMEAU	4,84	89	90	91	92	93	94	95	96					55
45	LONGPONT-SUR-ORGE	5,05	89	90	91	92	93	94	95	96					22
46	MARCOUSSIS	16,8					93	94	95	96					12
47	MAROLLES-EN-HUREPOIX	6,47					93	94	95	96	97				10
48	MASSY	9,43	89	90	91	92	93	94	95	96					38
49	MENNECY	11,09	89	90	91										9
50	MONTGERON	11,22	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			19

Tabl. 6 - Liste des 93 communes du département de l'Essonne bénéficiant de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. Date des arrêtés interministériels et nombre de sinistres pris en compte par commune.

N°	Nom de la commune	Surface de la commune (km ²)	Périodes considérées sinistrées												Nombre de sinistres pris en compte
51	MONTLHERY	3,28	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			1
52	MORANGIS	4,8		90	91	92	93	94	95	96	97	98			0
53	MORSANG-SUR-ORGE	4,39	89	90	91	92	93	94	95	96	97				2
54	NOZAY	7,34	89	90	91	92	93	94	95	96	97				41
55	OLLAINVILLE	11,33	89	90	91	92	93	94	95	96					45
56	ORMOY	1,88	89	90	91										0
57	ORSAY	7,99	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			21
58	PALaiseau	11,51	89	90	91	92	93	94	95	96					31
59	QUINCY-SOUS-SENART	5,2	89	90	91	92	93	94	95	96	97				2
60	RICHARVILLE	10,35		90	91	92	93	94	95	96	97	98			17
61	RIS-ORANGIS	8,71		90	91	92	93	94	95	96	97				25
62	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	13,4								96	97	98			14
63	SAINT-AUBIN	3,57	89	90	91	92	93	94	95	96	97				6
64	SAINT-CHERON	11,44		90											7
65	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	9,89	89	90	91										3
66	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	6,31	89	90	91	92	93	94	95	96					12
67	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	4,93								96					7
68	SAINT-HILAIRE	6,79					93	94	95	96	97	98			1
69	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE	5,29	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			10
70	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY	11,59	89	90	91	92	93	94	95	96	97				9
71	SAINT-YON	4,66				92									4
72	SAINTE-GENEVIEVE-DES-BOIS	40,74	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			0
73	SAINTRY-SUR-SEINE	3,29	89	90	91	92	93	94	95	96	97				29
74	SAULX-LES-CHARTREUX	7,65				92	93	94	95	96	97	98			1
75	SAVIGNY-SUR-ORGE	6,97	89	90	91	92	93	94	95	96	97				23
76	SERMAISE	13,6	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			44
77	SOISY-SUR-ECOLE	11,52	89	90	91	92	93	94	95	96	97				3
78	SOISY-SUR-SEINE	8,56	89	90	91	92	93	94	95	96	97				58
79	VAL-SAINT-GERMAIN	12,57		90	91	92									11
80	VARENNES-JARCY	5,48	89	90	91	92	93	94	95	96	97				55
81	VAUHALLAN	3,34							95	96	97				6
82	VERRIERES-LE-BUISSON	9,91	89	90	91	92	93	94	95	96	97				7
83	VERT-LE-PETIT	6,83				92	93								0
84	VIGNEUX-SUR-SEINE	8,77	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			61
85	VILLABE	4,56	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			21
86	VILLEBON-SUR-YVETTE	7,41	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			20
87	VILLEJUST	5,36							95	96					6
88	VILLEMOISSON-SUR-ORGE	2,31	89	90	91	92	93	94	95	96	97				8
89	VILLIERS-LE-BACLE	6,03		90	91	92	93	94	95	96	97				0
90	VILLIERS-SUR-ORGE	1,78	89	90	91	92	93	94	95	96					3
91	VIRY-CHÂTILLON	6,07	89	90	91	92	93	94	95	96	97				18
92	WISSOUS	9,11	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			0
93	YERRES	9,84	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98			10

Total des surfaces (en km ²)	751,27	Total des sinistres	1935
--	--------	---------------------	------

En italiques, pas de données disponibles pour la commune

Tabl. 6 (suite) - Liste des 93 communes du département de l'Essonne bénéficiant de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. Date des arrêtés interministériels et nombre de sinistres pris en compte par commune.

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

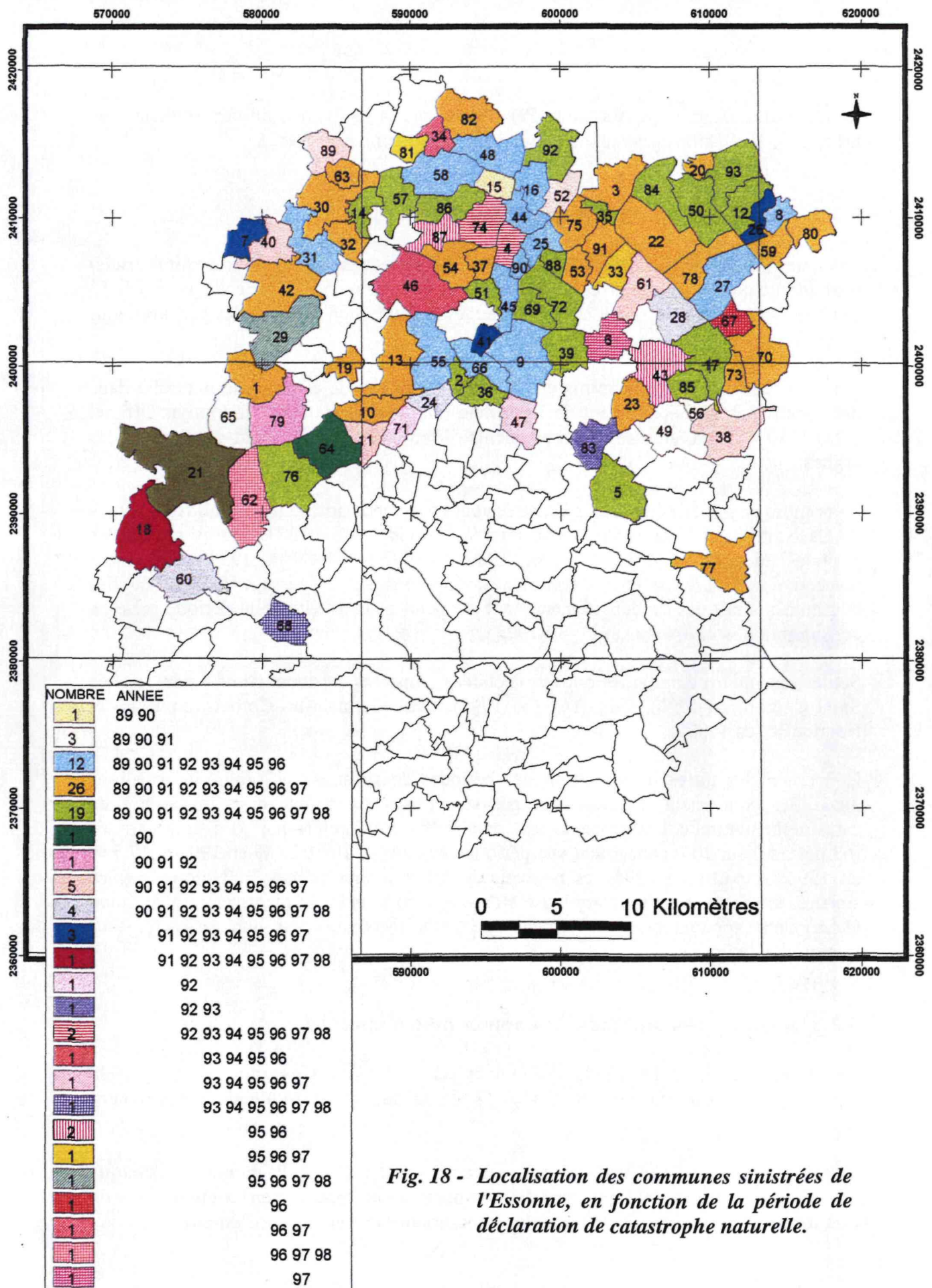


Fig. 18 - Localisation des communes sinistrées de l'Essonne, en fonction de la période de déclaration de catastrophe naturelle.

la Seine, de l'Orge et de l'Essonne. Par opposition, la moitié sud du département, peu urbanisée, à vocation agricole, ne renferme pas de communes sinistrées.

5.2.2. Analyse des périodes déclarées sinistrées

Les dates des différentes périodes sinistrées (définies dans les arrêtés interministériels) sont indiquées en annexe 5 et résumées dans le tableau 6. La carte de la figure 18 indique également la répartition des communes sinistrées, en fonction des périodes pour lesquelles elles ont été déclarées sinistrées.

Au total, **200 arrêtés interministériels** constatant l'état de catastrophe naturelle dans des communes du département de l'Essonne ont ainsi été publiés au Journal Officiel entre 1989 et 1998, au titre de mouvements différentiels liés au retrait-gonflement des argiles.

Le nombre de périodes déclarées sinistrées par commune varie de **un à cinq** (communes de La Norville et Villiers-sur-Orge) pour la période 1989-1998. Les trois principales périodes identifiées (1989 à 1996, 1989 à 1997 et 1989 à 1998) concernent respectivement 12, 26 et 19 communes. On constate au passage que 20 % des communes sinistrées du département l'ont été pendant la totalité de la période prise en considération, soit dix années (1989-1998).

Seulement quatre communes ont été déclarées sinistrées au cours d'une seule année : Saint-Chéron (en 1990), Saint-Yon (en 1992), Saint-Germain-les-Corbeil (en 1996) et Bondoufle (en 1997).

Concernant les **dates d'apparition** des périodes de sinistres, les seules informations recueillies concernent les dates des périodes prises en compte dans les arrêtés de catastrophe naturelle. L'examen de ces données (fig. 19) indique que 31,5 % des arrêtés (63 périodes sur 200) concernent une période débutant en 1989, 23 % en 1991 et 17,5 % en 1993. À partir de 1994, les pourcentages sont inférieurs à 5 %. Notons que les sinistres situés sur formation argileuse affleurante ou sous faible recouvrement de limon (1 m) sont apparus plus rapidement que ceux recouverts par une épaisseur plus importante de limon.

5.2.3. Analyse des surfaces des communes sinistrées

La surface cumulée de ces 93 communes déclarées sinistrées entre 1986 et 1998 représente au total 751 km², soit **41,3 % de la superficie totale de département** (tabl. 6).

La prise en compte de la surface des communes sinistrées (tabl. 7) montre que **chaque année, entre 1989 et 1998, un tiers de la superficie du département a été déclaré en état de catastrophe naturelle pour des phénomènes de retrait-gonflement.**

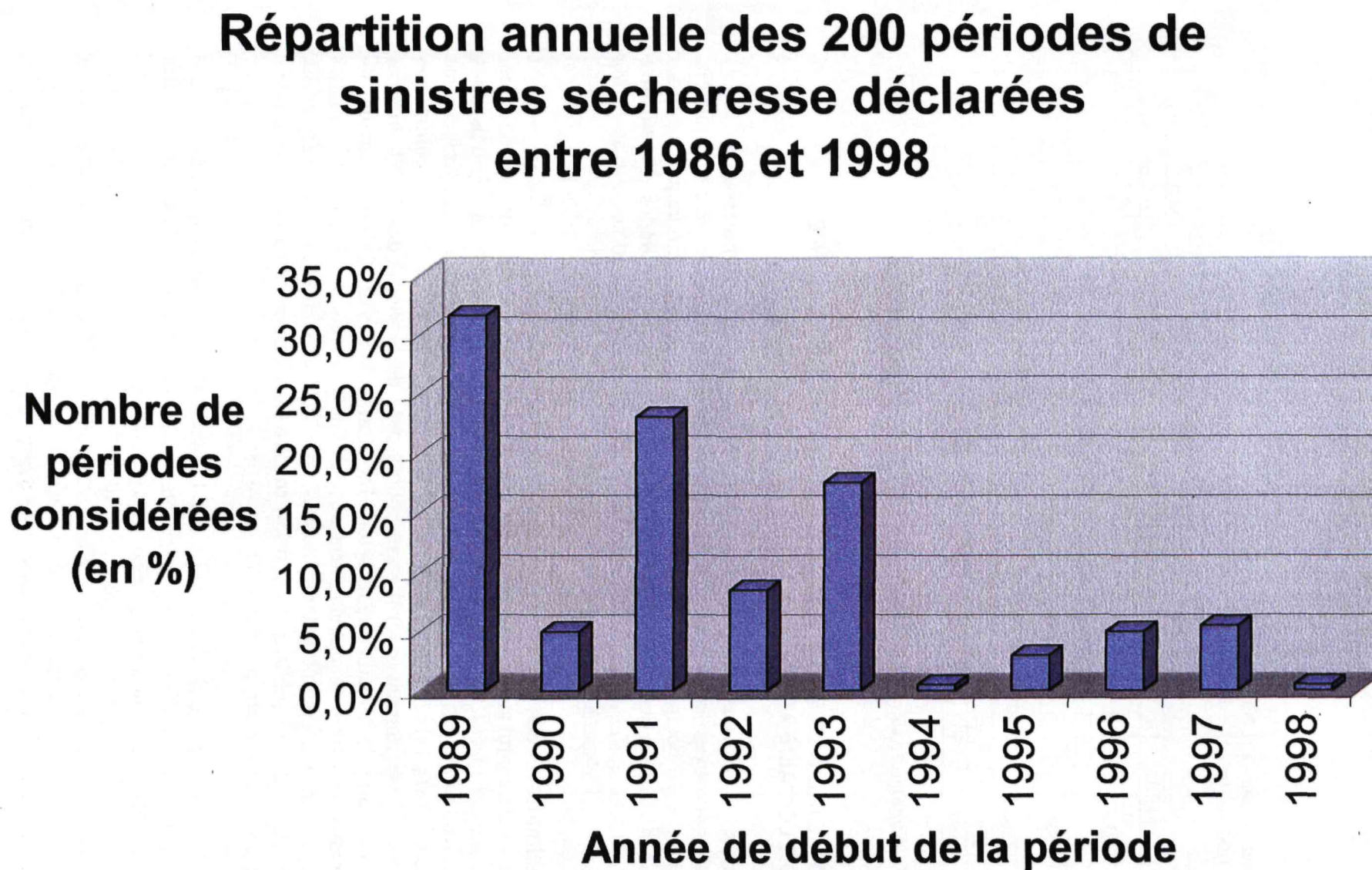


Fig. 19 - Répartition annuelle des 200 périodes de sinistres sécheresse déclarées entre 1989 et 1998, dans le département de l'Essonne.

Période ou année déclarée sinistrée	Nombre de communes déclarées sinistrées dans l'année	Superficie des communes sinistrées	
		en km ²	en % de la surface du département (1819,51 km ²)
1989	61	488,85	26,86
1990	74	578,17	31,77
1991	75	578,71	31,80
1992	76	590,0	32,42
1993	76	603,83	33,18
1994	76	596,0	32,75
1995	81	660,3	36,38
1996	84	682,47	37,50
1997	75	552,5	30,36
1998	39	261,19	14,35

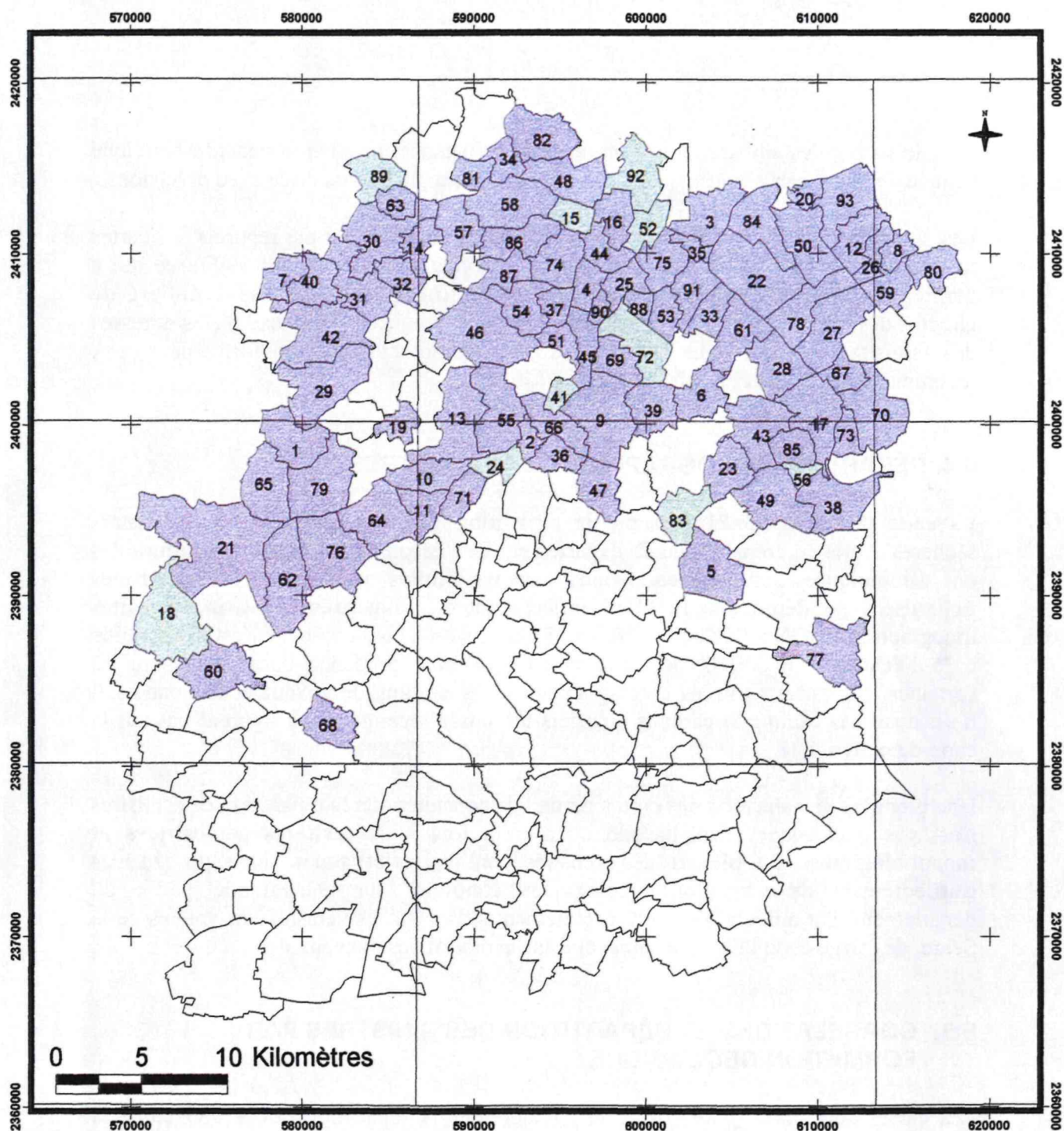
Tabl. 7 - Superficie des communes déclarées sinistrées par année.

5.3. ORIGINE DES SINISTRES COLLECTÉS ET PROCÉDURE DE LOCALISATION

La plupart des adresses de sinistres ont été obtenues auprès des **mairies**. Sur les 93 communes sinistrées contactées, 75 ont renvoyé des listes d'adresses de bâtis sinistrés. Ce fichier a été complété par un certain nombre de données communiquées par des **bureaux d'étude** (notamment SOLEN Géotechnique) et des **mutuelles d'assurance** (MAIF, MAAF et Groupama). En revanche, il n'a pas été possible d'accéder au listing des membres d'associations de sinistrés de la sécheresse.

Après **élimination des doublons** (bâtiment déclaré sinistré à plusieurs reprises ou dont l'adresse a été communiquée par plusieurs sources différentes) et des adresses qui n'ont pas pu être localisées, ce sont, en définitive, **1 935 sites de sinistres répartis dans 83 communes** qui ont été pris en compte. Ce nombre peut être considéré comme largement représentatif dans la mesure où il touche **près de 90 % des communes sinistrées** du département et où il correspond à **près de la moitié des 3 000 sinistres recensés dans le département selon les données de la Caisse centrale de réassurance** (chiffre très probablement sous-estimé). Les communes, pour lesquelles des données de sinistres ont pu être obtenues, sont localisées sur la carte de la figure 20, qui permet de vérifier que **leur répartition couvre bien l'ensemble de la zone touchée** par des arrêts de catastrophe naturelle.

Certains de ces sites de sinistres ont pu être localisés avec précision par les mairies qui nous ont fourni les données ou grâce aux plans de situation joints aux dossiers consultés. Pour 32 communes de plus de 10 000 habitants, les sinistres (soit 980 au total) ont été localisés avec précision en utilisant les services du site Internet « ADDE » qui fournit la localisation exacte d'une adresse. Pour les autres, la précision de localisation est de l'ordre de la rue, de la place, du square ou du lotissement, car nous ne disposons que des plans de communes. Le degré de précision ainsi obtenu est indiqué



1

Numéro de commune sinistrée



Communes prises en compte (83)



Communes pour lesquelles nous n'avons eu accès à aucune donnée (10)

Fig. 20 - Localisation des communes de l'Essonne prises en compte pour le recensement des sinistres.

dans le listing des sinistres fourni en annexe 6 (par défaut, lorsque rien n'est indiqué dans la colonne, cela signifie que la maison sinistrée a pu être localisée avec précision).

Les sinistres, une fois localisés sur un plan de la commune, ont été reportés sur cartes topographiques à l'échelle 1/25 000 de l'IGN (fonds scannés, édition 1999), ce qui a permis de calculer automatiquement (via MapInfo) les **coordonnées Lambert de chacun des sites**. Ces coordonnées sont également indiquées en annexe 6 (les adresses des sinistres en revanche n'ont pas été communiquées, conformément aux recommandations de la loi Informatique et Libertés).

5.4. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES SINISTRES

La carte de la figure 21 présente la répartition géographique des 1 935 sinistres sécheresse pris en compte dans le département de l'Essonne. Les **limites communales** ont été indiquées sur cette carte, ainsi que les **limites approximatives des zones urbanisées du département**. Ces dernières ont été numérisées à partir des cartes topographiques IGN à l'échelle 1/50 000. La précision de ces contours n'est donc valide qu'à l'échelle 1/50 000 et doit être considérée avec prudence dans la mesure où certaines des cartes utilisées correspondent à des éditions relativement anciennes. Il n'est donc pas exclu que certains quartiers urbanisés récemment ne figurent pas sur la carte de la figure 21.

Une première visualisation des cartes permet de constater que la répartition des sinistres n'est pas quelconque, mais qu'elle obéit à la fois à des **critères géologiques et morphologiques**. La plupart des sinistres sont en effet situés selon des bandes d'affleurement de formations géologiques continues sur une grande partie du département. Par ailleurs, ils sont généralement situés sur les versants des vallées de la Seine, de l'Orge et de l'Essonne, ainsi que sur le rebord des plateaux.

5.5. CORRÉLATIONS ET RÉPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION GÉOLOGIQUE

Les cartes hors texte (cartes n° 1 et 2) montrent la répartition des 1 935 sinistres sécheresse recensés dans le département par rapport aux limites d'affleurement des formations géologiques du département (carte brute et carte interprétée après regroupement de certaines des formations superficielles).

Pour tous les sites de sinistres recensés, le croisement avec chacune de ces cartes géologiques a permis de déterminer la **nature de la formation argileuse concernée**. Cette formation est indiquée pour chaque sinistre dans le tableau présenté en annexe 6. Les données qui seront utilisées par la suite sont exclusivement celles issues de la juxtaposition de la carte des sinistres avec la carte géologique d'interprétation (carte n° 2). Nous présentons dans le tableau 8 le détail du **nombre de sinistres par formation géologique argileuse et marneuse**, dans chacune des 83 communes sinistrées prises en compte.

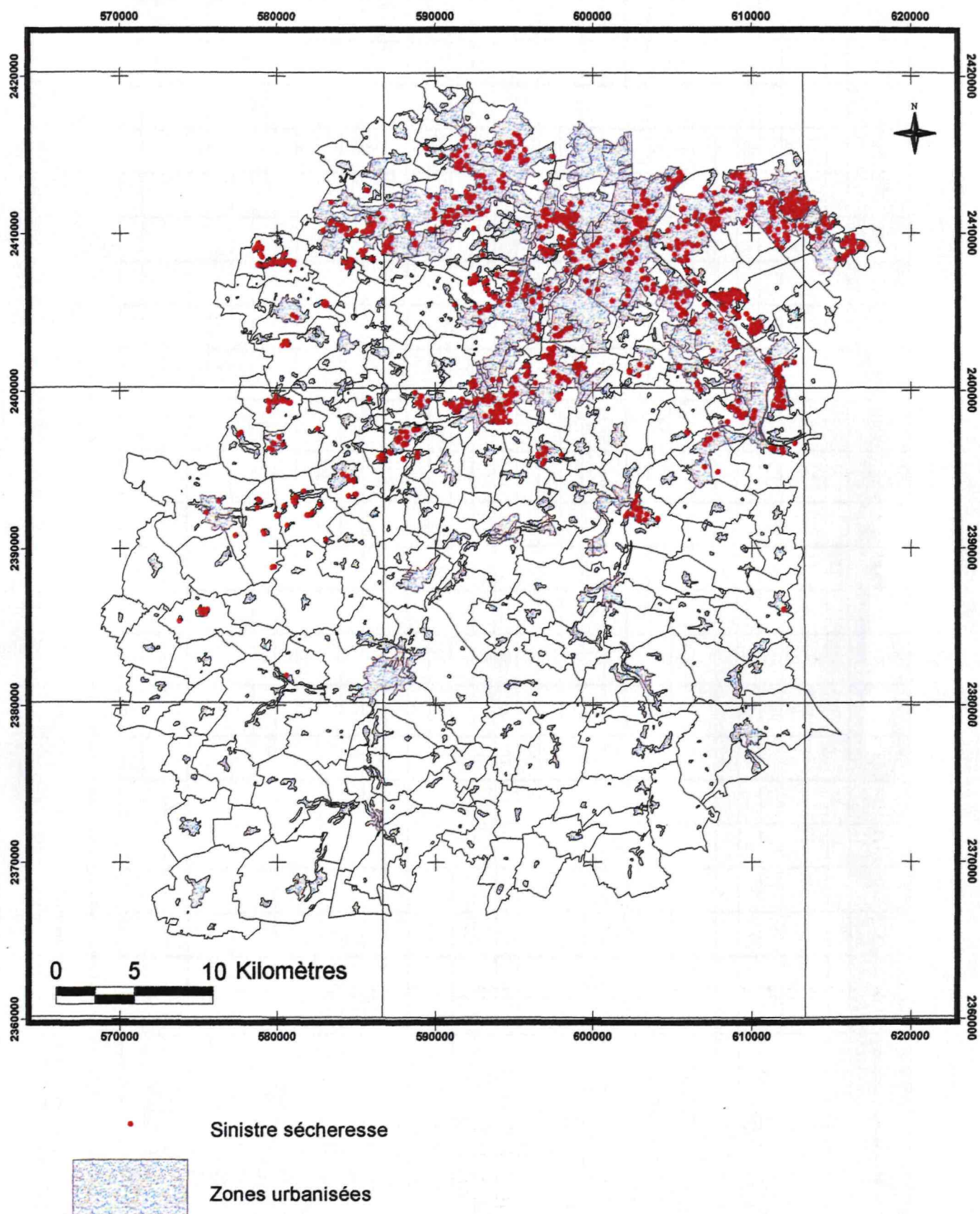


Fig. 21 - Répartition géographique des 1935 sinistres sécheresse pris en compte.

N°	Nom de la commune	Nombre de sinistres	AS	e1	e3a1	e3h	e7a-b	e7c	g1a	g2a	g2b	m1a1	p3	AMB	AMM	LPM	Fv	Fs	Fy	Pz	T	X	Autre
1	ANGERVILLIERS	22			3	8					11												
2	ARPAJON	20						12	5					3									
3	ATHIS-MONS	44						8	3	8				9					1	15			
4	BALLAINVILLIERS	74							52		2			20									
5	BALLANCOURT	36						4	6					8						18			
6	BONDOUFLE	7									6			1									
7	BOULLAY-LES-TROUS	17													17								
8	BOUSSY-ST-ANTOINE	23					5	8	9											1			
9	BRETIGNY-SUR-ORGE	51						11	7					30					1	2			
10	BREUILLET	20	4		10	6																	
11	BREUX-JOUY	17	5		5	7																	
12	BRUNOY	186					23	79	57		13			7			4			3			
13	BRUYERES-LE-CHÂTEL	10							2		2			6									
14	BURES-S-YVETTE	36							2		2				31					1			
15	CHAMPLAN	0																					
16	CHILLY-MAZARIN	79					20	23	31					2						3			
17	CORBEIL-ESSONNES	12					5	7															
18	CORBREUSE	0																					
19	COURSON-MONTELOUP	1									1												
20	CROSNE	16					4	10						1						1			
21	DOURDAN	3			1						1				1								
22	DRAVEIL	31						12	1					10				3	2	3			
23	ECHARCON	5					5																
24	EGLY	0																					
25	EPINAY-SUR-ORGE	15						5	1		6			1						2			
26	EPINAY-SOUS-SENART	9						4	5														
27	ETIOLLES	39					10	15	5		1			7						1			
28	EVRY	41					1	4	25		1			10									
29	FORGES-LES-BAINS	10													10								
30	GIF-SUR-YVETTE	22									3				18					1			
31	GOMETZ-LA-VILLE	30													30								
32	GOMETZ-LE-CHÂTEL	11									1				9								1
33	GRIGNY	9						3	2					4									

Tabl. 8 - Répartition des sinistres par formations géologiques.

N°	Nom de la commune	Nombre de sinistres	AS	e1	e3a1	e3b	e7a-b	e7c	g1a	g2a	g2b	m1a1	p1	AMB	AMM	LPM	Pw	Fx	Fy	Fz	T	X	Autre
34	IGNY	15							4		3				6					2			
35	JUVISY-SUR-ORGE	36						17	3					6					1	9			
36	LA NORVILLE	62						16	16		1			29									
37	LA VILLE-DU-BOIS	22									22												
38	LE COUDRAY-MONTCEAUX	10							5					5									
39	LE PLESSIS-PATE	12												12									
40	LES MOLIERES	48													48								
41	LEUVILLE-SUR-ORGE	0																					
42	LIMOURS-EN-HUREPOIX	18									2				16								
43	LISSES	9												9									
44	LONGJUMEAU	55					4	9	3		1			24						14			
45	LONGPONT-SUR-ORGE	22							3		11			8									
46	MARCOUSSIS	12												2	10								
47	MAROLLES-EN-HUREPOIX	10												10									
48	MASSY	38							5	5	13			13						1		1	
49	MENNECY	9						7						2									
50	MONTGERON	19					3	2	8		3			2					1				
51	MONTLHERY	1									1												
52	MORANGIS	0																					
53	MORSANG-SUR-ORGE	2												2									
54	NOZAY	41									7				34								
55	OLLAINVILLE	45						21	7					17									
56	ORMOY	0																					
57	ORSAY	21								1	6			1	9					1			3
58	PALaiseau	31						1	2		13		1		14								
59	QUINCY-SOUS-SENART	2						2															
60	RICHARVILLE	17									1				16								
61	RIS-ORANGIS	25					4	8	1					9					2	1			
62	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	14			1						6		2		5								
63	SAINT-AUBIN	6													6								
64	SAINT-CHERON	7	1						3						3								
65	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	3	1		2																		
66	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	12						4	3					3						2			

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

Tabl. 8 (suite) - Répartition des sinistres par formations géologiques.

N°	Nom de la commune	Nombre de sinistres	AS	e1	e3a1	e3b	e7a-b	e7c	g1a	g2a	g2b	m1a1	p3	AMB	AMM	LPA1	Fw	Fx	Fy	Pz	T	X	Autre
67	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	7					4	2	1														
68	SAINT-HILAIRE	1													1								
69	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE	10						1	8					1									
70	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY	9						2	3		1			3									
71	SAINT-YON	4									3			1									
72	SAINTE-GENEVIEVE-DES-BOIS	0																					
73	SAINTRY-SUR-SEINE	29					14	4	3					6			1		1				
74	SAULX-LES-CHARTREUX	1							1														
75	SAVIGNY-SUR-ORGE	23						5	7	1	4			5						1			
76	SERMAISE	44	7		3								11		22					1			
77	SOISY-SUR-ECOLE	3							3														
78	SOISY-SUR-SEINE	58					6	21	2		16			7						6			
79	VAL-SAINT-GERMAIN	11	6		3															2			
80	VARENNES-JARCY	55					17	22	11					3			1			1			
81	VAUHALLAN	6													5					1			
82	VERRIERES-LE-BUISSON	7					1	4	2														
83	VERT-LE-PETIT	0																					
84	VIGNEUX-SUR-SEINE	61						20	25					4				5	4	3			
85	VILLABE	21					1		13					5					1	1			
86	VILLEBON-SUR-YVETTE	20							2		9				5					4			
87	VILLEJUST	6											2		4								
88	VILLEMORISON-SUR-ORGE	8						5						3									
89	VILLIERS-LE-BACLE	0																					
90	VILLIERS-SUR-ORGE	3						1	1											1			
91	VIRY-CHÂTILLON	18						1	6					5					5	1			
92	WISSOUS	0																					
93	YERRES	10					4	4	1					1									
Total		1935	24	0	28	21	131	384	365	15	173	0	16	317	320	0	6	8	19	103	0	1	4
Pourcentages		100%	1.2%	0.0%	1.4%	1.1%	6.8%	19.8%	18.9%	0.8%	8.9%	0.0%	0.8%	16.4%	16.5%	0.0%	0.3%	0.4%	1.0%	5.3%	0.0%	0.1%	0.2%

Tabl. 8 (fin) - Répartition des sinistres par formations géologiques.

5.5.1. Répartition des sinistres sur l'Argile à silex de la limite Crétacé – Tertiaire (AS) et sur la craie

Aucun sinistre n'est superposé à la Formation de l'*Argile à silex*, sus-jacente à la craie du Sénonien, cartographiée localement sur la commune de Saint-Cyr-sous-Dourdan, sur le flanc sud de la vallée de la Rémarde.

Cependant, il est probable que les 24 sinistres superposés à la craie du Sénonien dans les communes de Breuillet, Breux-Jouy, Saint-Chéron, Saint-Cyr-sous-Dourdan et Val-Saint-Germain, toutes regroupées dans l'ouest du département de l'Essonne (fig. 22), soient liés à de l'Argile à silex. Ces sinistres, situés dans les fonds de vallées, ne représentent que 1,2 % des 1 935 sinistres pris en compte.

Il est bien connu, dans l'ensemble du bassin de Paris, que la partie supérieure de la craie s'altère localement en un faciès marneux renfermant des argiles gonflantes. Ces zones argileuses ont donc une répartition aléatoire. Elles peuvent se trouver localement dans des poches façonnées dans la craie.

La craie à silex affleurant largement dans le fond des vallées de l'Essonne et de la Rémarde ; il y a donc lieu de prendre quand même en compte cette formation dans la prévention du risque.

5.5.2. Répartition des sinistres sur les Marnes de Meudon (e1, base du Tertiaire, Montien)

Aucun sinistre n'est lié à cette mince bande d'affleurement marneuse exprimée localement à la base des versants sur les deux flancs de la vallée de la Rémarde, juste sous les argiles du Sparnacien.

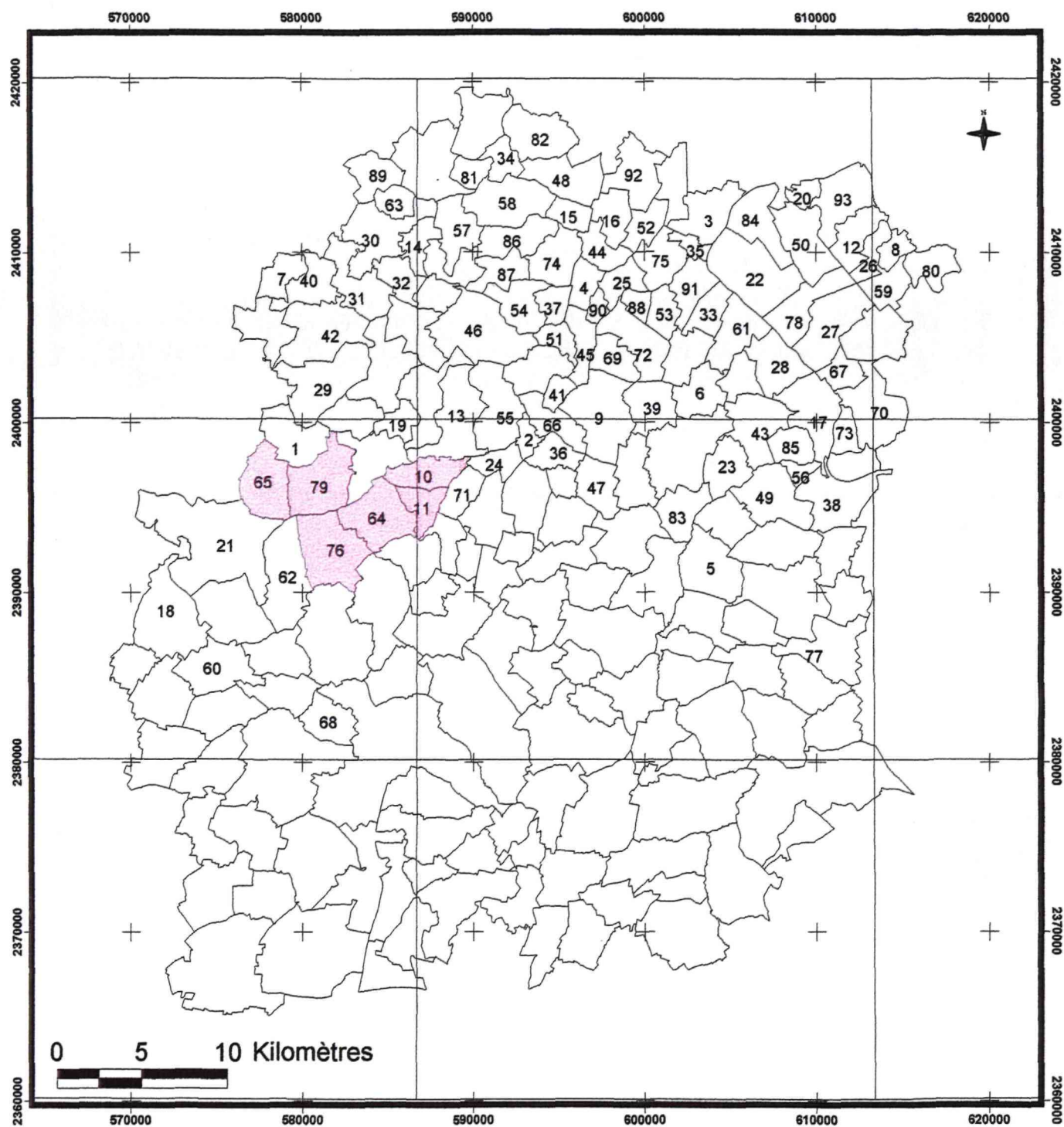
5.5.3. Répartition des sinistres sur l'argile plastique et l'argile sableuse (e3a1), et les Sables argileux de Breuillet (e3b), du Sparnacien

Aux faciès argileux du Sparnacien (*s.l.*) sont liés 49 sinistres sur 1 935 (soit 2,5 %), répartis dans 8 communes, toutes situées dans la partie ouest du département, le long des vallées de l'Essonne et de la Rémarde (fig. 23).

À l'argile plastique et l'argile sableuse de la partie inférieure de la séquence, regroupées sous e3a1, sont superposés 28 sinistres (1,4 % du total), distribués dans 7 communes.

Sur les communes de Breuillet et Breux-Jouy, un total de 15 sinistres est superposé à l'argile plastique *s.s.* Dans la commune d'Angervilliers, 2 sinistres sont superposés aux argiles sableuses sus-jacentes à l'argile plastique.

Aux *Sables argileux de Breuillet* (e3b) de la partie supérieure de la séquence sparnacienne, sont superposés 21 sinistres (1,1 % du total) distribués dans 3 communes



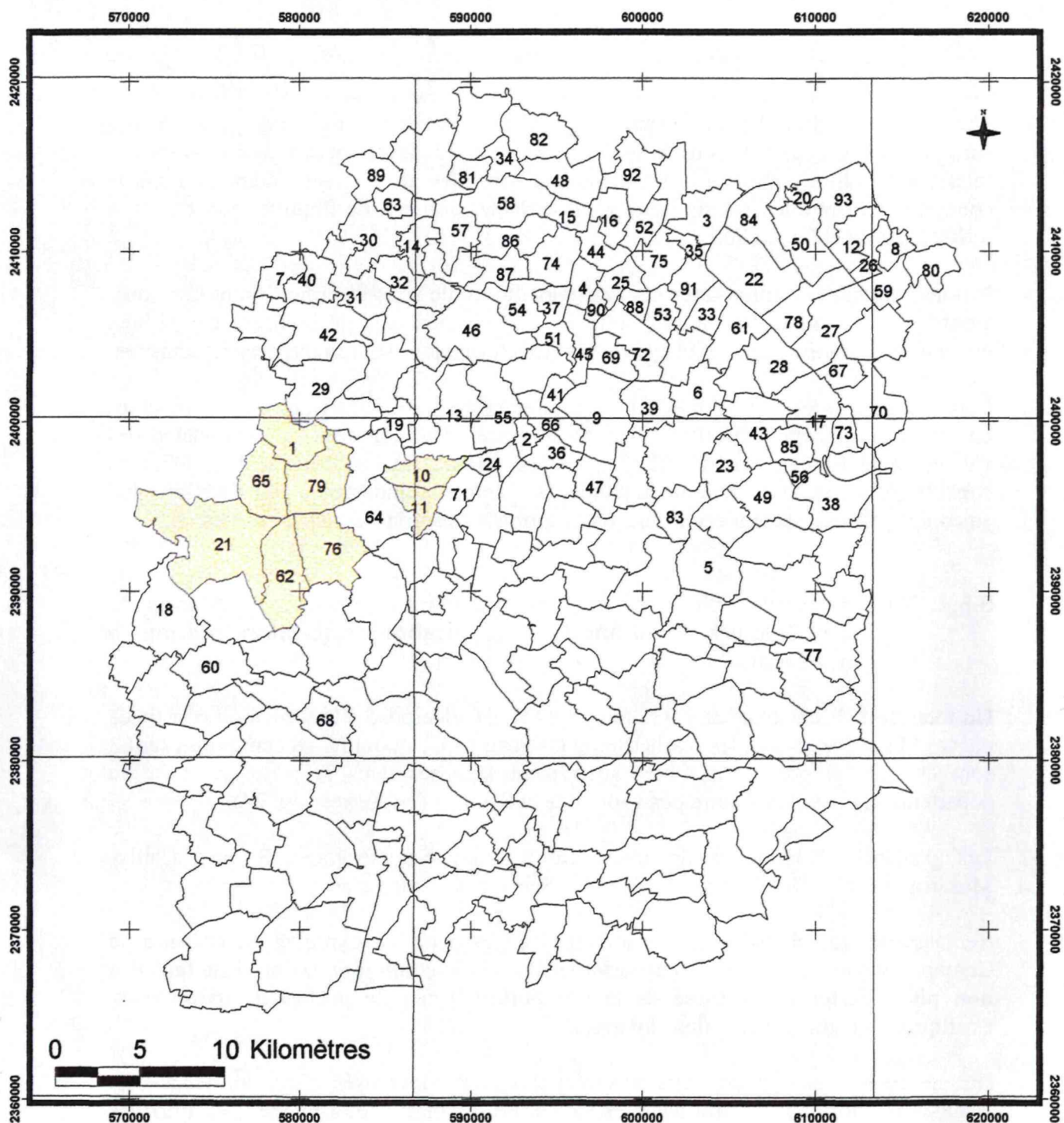
1

Numéro de commune sinistrée



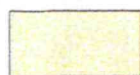
Communes renfermant des sinistres superposés à l'argile à silex de la limite Crétacé-Tertiaire et à la craie

Fig. 22 - Localisation des communes sinistrées concernées par l'Argile à silex (AS) et la craie.



1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés à l'argile plastique, à l'argile sableuse et aux Sables argileux de Breuille

Fig. 23 - Localisation des communes sinistrées concernées par l'Argile plastique du Sparnacien (e3a1) et les Sables argileux de Breuille (e3b).

(Angervilliers, Breuillet et Breux-Jouy). Cette dernière corrélation peut paraître surprenante, mais les Sables de Breuillet renferment fréquemment des niveaux d'argile à interstratifiés illite-smectite particulièrement sensibles au retrait-gonflement. Dans la commune de Breuillet, les sinistres liés aux Sables argileux de Breuillet concernent le lotissement de la Badaudière.

Notons que sur les communes de Dourdan, Roinville-sous-Dourdan, Saint-Cyr-sous-Dourdan, Sermaise et Val Saint-Germain, le Sparnacien (e3) est indifférencié, si bien qu'on ne sait pas exactement à laquelle des trois formations sont superposés les sinistres.

Étant donné que les trois termes du Sparnacien peuvent renfermer des argiles sensibles au retrait-gonflement (smectites), toutes les zones d'affleurement du Sparnacien des vallées de la Rémarde et de l'Essonne, et de leurs affluents, doivent être prises en considération pour la prévention du risque. Un paramètre important à prendre également en compte dans ce secteur est le fluage des formations argileuses sur les pentes.

5.5.4. Répartition des sinistres sur les marnes associées aux Masses de gypse et Calcaire de Champigny du Priabonien (Ludien inférieur à moyen, e7a-b)

Un total de 131 sinistres sur 1 935 (soit 6,8 %) est superposé à la formation constituée par les Masses de gypse, les marnes, et le Calcaire de Champigny. 18 communes sur 83 sont concernées par ces sinistres strictement localisés dans la partie nord-est du département, de part et d'autre des vallées de la Seine et de l'Yerres (fig. 24).

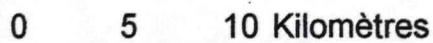
Les principales communes sinistrées sont : Boussy-Saint-Antoine, Brunoy, Chilly-Mazarin, Étiolles, Ris-Orangis, Saintry-sur-Seine, Soisy-sur-Seine.

Remarquons que si les termes marno-argileux associés au gypse et au Calcaire de Champigny sont connus pour leur forte sensibilité au retrait-gonflement, **il ne faut pas non plus écarter l'hypothèse de la dissolution locale de poches de gypse pour expliquer l'origine de certains sinistres.**

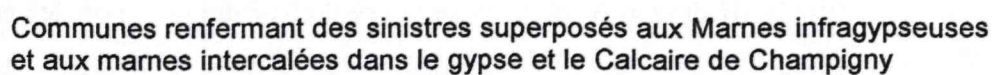
Notons également que de nombreux sinistres sont superposés à des alluvions sus-jacentes à la formation e7a-b dans les vallées de la Seine et de l'Yvette. Les alluvions anciennes de basse terrasse (Fy) et les alluvions modernes (Fz), sur substrat de e7a-b, supportent respectivement 14 et 66 sinistres, représentant respectivement 0,8 et 3,7 % du total des sinistres. Les principales communes présentant ce type de configuration sont Athis-Mons, Ballancourt, Juvisy-sur-Orge, Longjumeau, Soisy-sur-Seine.

5.5.5. Répartition des sinistres sur les Marnes supragypseuses (e7c, Éocène supérieur, Ludien)

Les Marnes bleues d'Argenteuil, à la base, et les Marnes blanches de Pantin, au sommet, concernent un total de 384 sinistres soit 19,8 % du total. Cette formation concerne



Numéro de commune sinistrée



BRGM/RP-50376-FR

38 communes sur les 83 prises en compte, situées sur les versants des vallées de la Seine, de l'Yvette, de l'Orge et de l'Yerres, dans le coin nord-est du département (fig. 25). Cette configuration cartographique est semblable à celle de la formation précédente e7a-b.

Les communes supportant le plus grand nombre de sinistres consécutifs à ce type de formation sont Arpajon (12), Brétigny-sur-Orge (11), Brunoy (79), Chilly-Mazarin (23), Crosnes (10), Draveil (12), Étiolles (15), Juvisy-sur-Orge (17), La Norville (16), Ollainville (21), Soisy-sur-Seine (21), Varennes-Jarcy (22) et Vigneux-sur-Seine (20).

Ces marnes constituent donc une formation particulièrement sensible dans la partie nord du département de l'Essonne.

En outre, un total de 12 sinistres est situé dans les alluvions (Fz, Fy et Fx) reposant sur des marnes supragypseuses dans la commune de Vigneux-sur-Seine.

5.5.6. Répartition des sinistres sur les Glaises à Cyrènes et l'Argile verte de Romainville (g1a, Sannoisien inférieur)

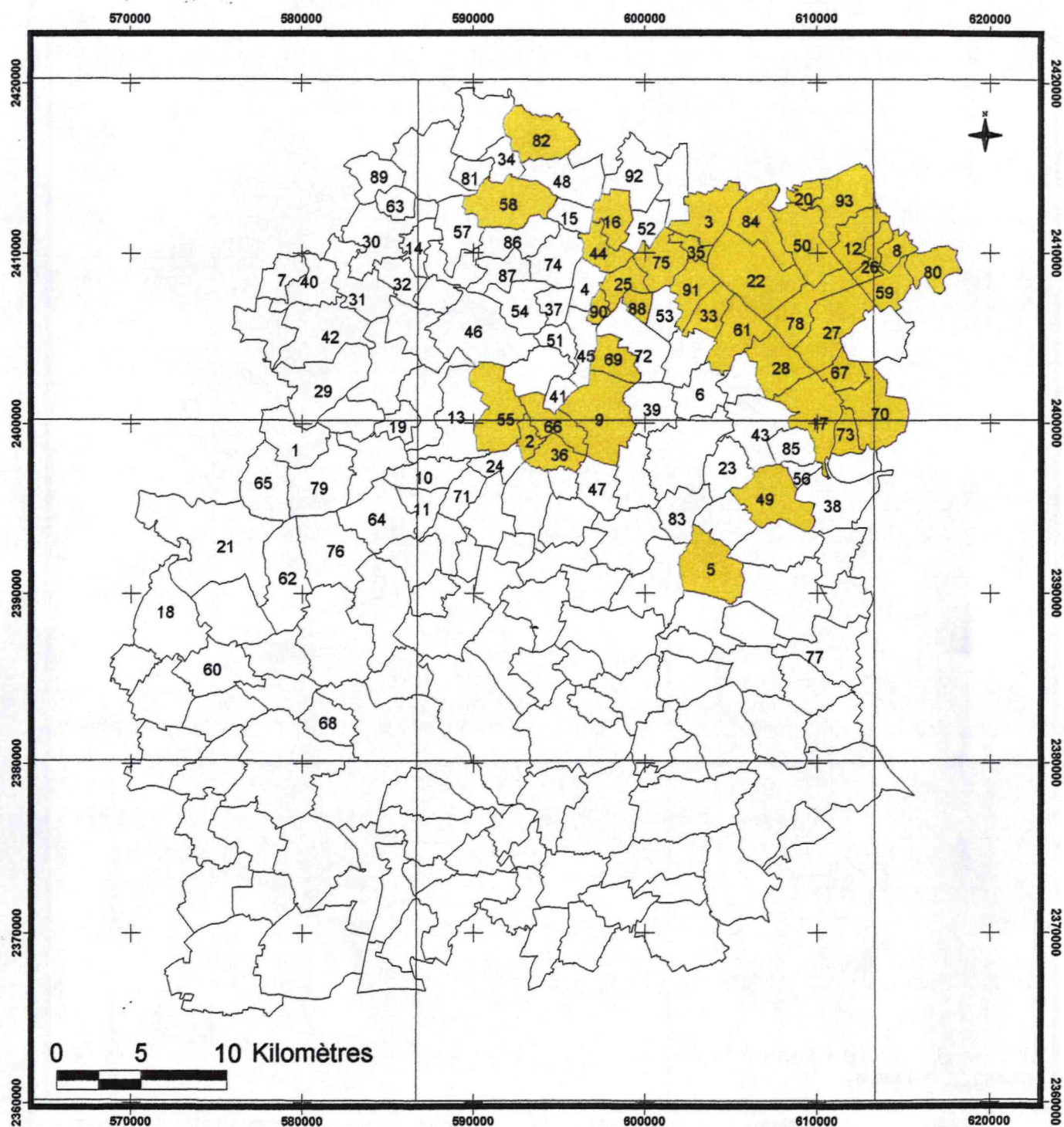
Cette formation apparaît très sensible puisqu'elle est liée à 365 sinistres, soit 18,9 % du total. Elle concerne 45 communes sinistrées sur les 83 prises en compte, situées sur les deux versants des vallées de la Seine, de l'Yerres, de l'Orge et de l'Yvette (fig. 26).

Les communes renfermant le plus grand nombre de sinistres, en liaison avec cette formation, sont Ballainvilliers (52), Brunoy (57), Chilly-Mazarin (31), Evry (25), La Norville (16) et Vigneux-sur-Seine (25).

Au plan cartographique, la répartition régulière des sinistres tout au long des zones d'affleurements de la formation (ou de ses colluvions de pente) montre que celle-ci doit être prise en compte régionalement pour la prévention du risque.

5.5.7. Répartition des sinistres sur les Marnes à huîtres (g2a, Stampien inférieur)

Ce mince niveau (de 1 à 7 m d'épaisseur), supporte 15 sinistres, soit 0,8 % du total. Quatre communes seulement sont concernées par cette corrélation : Athis-Mons, Massy, Orsay et Savigny-sur-Orge. Toutes ces communes sont situées dans le secteur de la confluence des vallées de la Seine et de l'Yvette où cette formation est bien définie (fig. 27). À Athis-Mons, certains sinistres ont notamment été rattachés à cette formation alors que celle-ci se trouvait recouverte par une mince couverture de limon des plateaux.



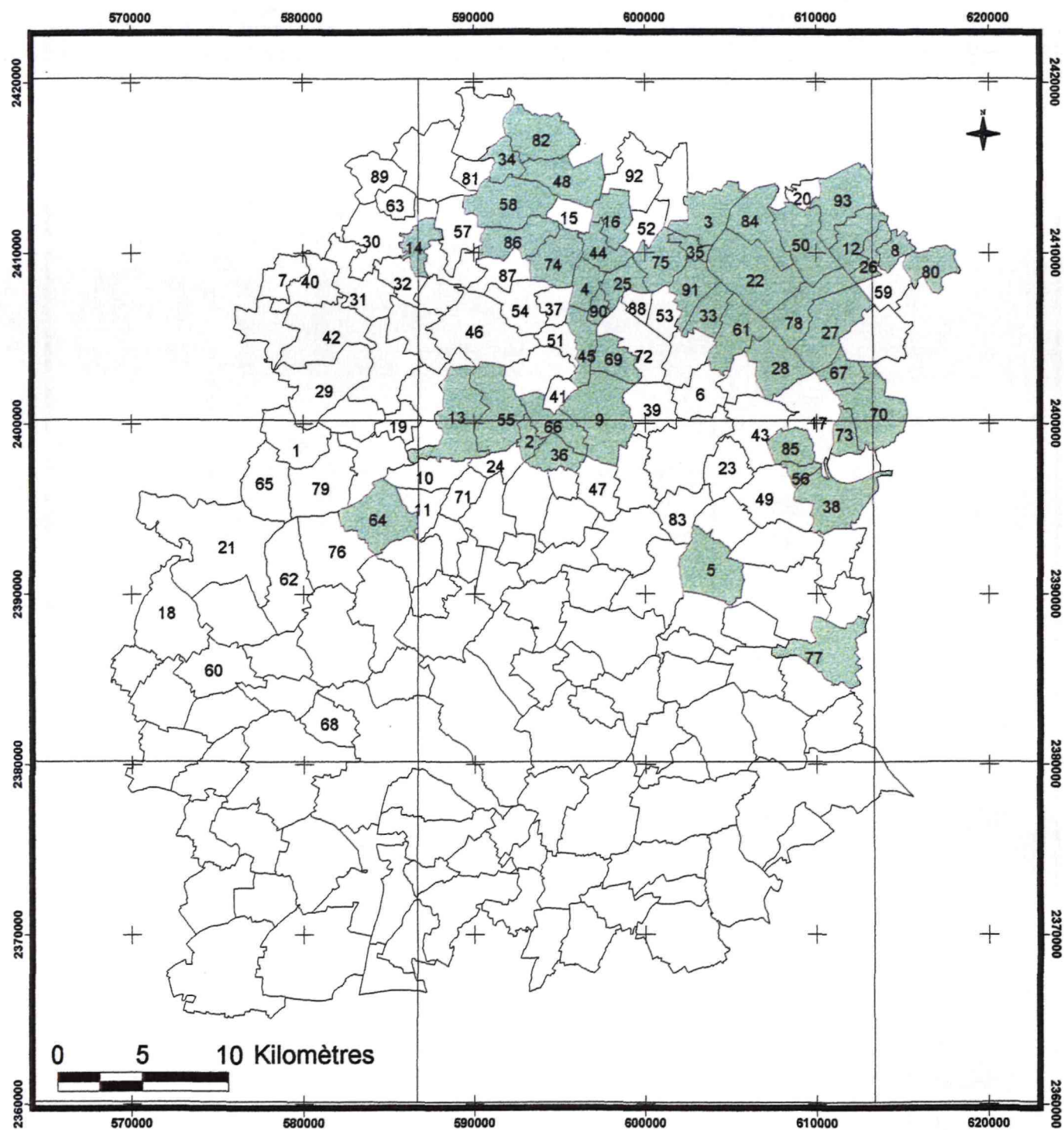
1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés
aux Marnes supragypseuses (e7c)

Fig. 25 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Marnes supragypseuses (e7c).



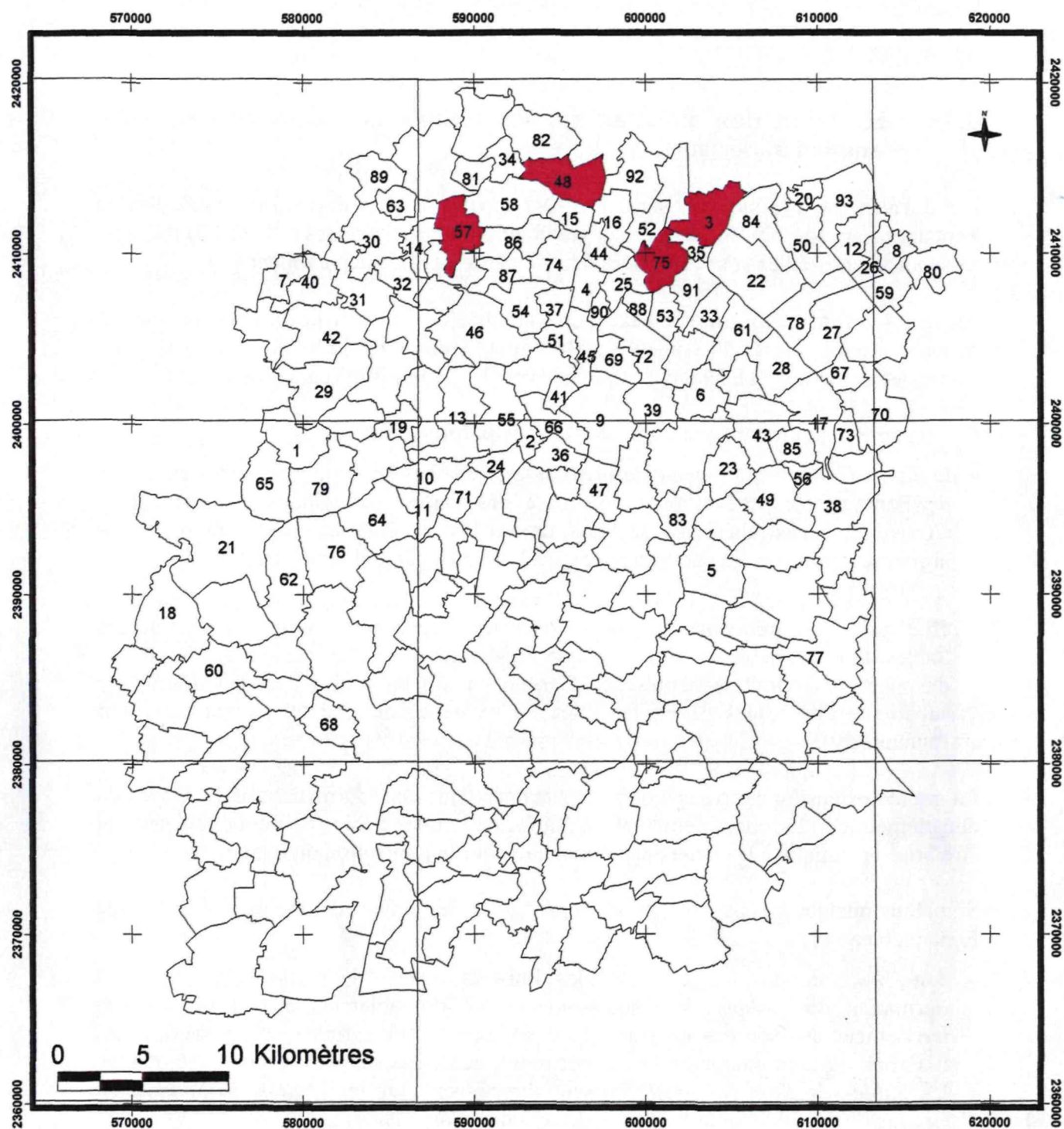
1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés
aux Argiles vertes de Romainville (g1a)

Fig. 26 - Localisation des communes sinistrées concernées par l'Argile verte de Romainville (g1a).



1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés
aux Marnes à huîtres (g2a)

Fig. 27 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Marnes à huîtres (g2a).

5.5.8. Répartition des sinistres sur les Sables de Fontainebleau (g2b, Stampien supérieur)

Paradoxalement, 173 sinistres sur 1 935 sont superposés à la Formation des Sables de Fontainebleau, soit 8,9 % du total. Un grand nombre de communes (32 sur 83) présente cette corrélation. Elles sont dispersées dans la partie nord du département (fig. 28).

Parmi les communes renfermant un grand nombre de sinistres liés à cette formation, citons : Angervilliers (11 sinistres), Brunoy (13 sinistres), La Ville-du-Bois (22), Longpont-sur-Orge (11), Massy (13), Palaiseau (13), Soisy-sur-Seine (16).

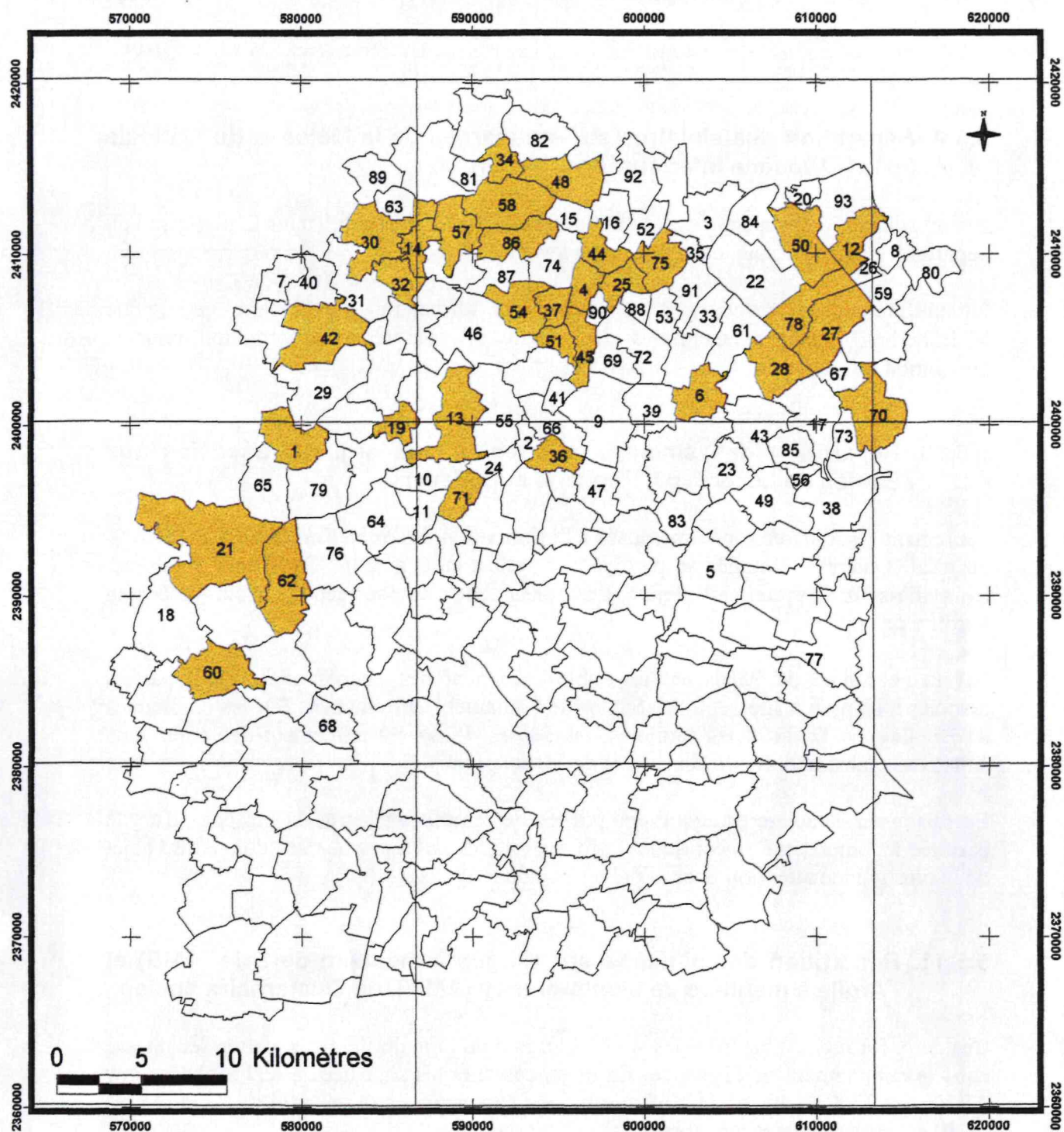
Ces sinistres sont probablement imputables à deux formations géologiques :

- le *Falun de Jeurre*, à niveaux argileux intercalés dans la partie inférieure des Sables de Fontainebleau, développés en limite des cartes géologiques Rambouillet et Corbeil-Essonne, dans les secteurs de Saclay et Palaiseau. Ces intercalations argileuses n'ont pas été cartographiées sur les cartes géologiques à 1/50 000 ;
- des lambeaux d'*Argile à meulière de Montmorency*, non cartographiés, de répartition erratique, mais fréquente, sur la paléosurface d'altération formée par le toit des Sables de Fontainebleau. Signalons que F. Ménillet (1993) a indiqué, sur le plateau d'Évry et à Ris-Orangis, la présence d'Argile à meulière enrobée dans la paléosurface supérieure des Sables de Fontainebleau. L'existence de smectites y est notée par l'auteur.

La grande extension cartographique des sinistres, dans cette formation, dans le nord du département de l'Essonne, démontre que la formation des Sables de Fontainebleau doit être prise en compte à l'échelle départementale pour la prévention du risque.

Signalons quelques causes particulières probables des sinistres associés aux Sables de Fontainebleau :

- dans la commune d'Angervilliers, les sinistres situés à la partie inférieure de la Formation des *Sables de Fontainebleau* sont probablement en liaison avec le tarissement des sources en période de sécheresse qui entraîne une rétraction des horizons argileux intercalés dans la partie inférieure des sables. Dans cette commune, les *Sables de Fontainebleau* reposent directement sur les *argiles du Sparnacien* (lacune de dépôt de toute la série du Lutétien au Sannoisien) ;
- une liaison avec la ligne de sources est également probable pour des sinistres superposés à la partie inférieure des *Sables de Fontainebleau* dans la commune de Palaiseau où la formation est sus-jacente aux *Marnes à huîtres*. Dans cette commune, signalons également l'existence d'un niveau de marnes (anciennes marnières) intercalé entre les *Sables de Fontainebleau* et l'*Argile à meulière*. Ce niveau, non figuré sur les cartes géologiques, a été signalé par Cojean (1975, fig. 9). Il pourrait être l'équivalent des *Calcaires marneux d'Étampes*, ou de la *Molasse du Gâtinais*.



1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés
à la formation des Sables de Fontainebleau (g2b)

Fig. 28 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Sables de Fontainebleau (g2b).

5.5.9. Répartition des sinistres sur les marnes de la Molasse du Gâtinais (m1a1, Miocène inférieur, Aquitanien)

Aucun sinistre n'est superposé à ces marnes uniquement exprimées dans la partie sud du département de l'Essonne, dans des zones à vocation agricole.

L'identification de smectites, à la base de la formation, sur la carte géologique Malesherbes, implique néanmoins de prendre en compte cette formation pour la prévention du risque.

5.5.10. Répartition des sinistres sur les termes argileux associés aux Sables de Lozère (p3, Pliocène supérieur)

Seulement 16 sinistres sont superposés à la Formation des *Sables de Lozère*, soit 0,8 % du total. Quatre communes se partagent les sinistres (fig. 29) : Sermaine, Palaiseau, Roinville-sous-Dourdan et Villejust. Les zones sinistrées sont généralement situées en bordure de plateau.

Sur la commune de Palaiseau, les sables occupent des poches où ils sont parfois associés à l'Argile à silex et à des Sables de Fontainebleau remaniés. Sur les communes de Boullay-les-Troux et les Molières, les *Sables de Lozère* alimentent des colluvions situées sur substrat d'Argile à meulière de Montmorency.

En raison du caractère erratique des poches de remplissage et de la présence d'argile bariolée à composante smectitique, la formation des *Sables de Lozère* doit faire l'objet de la plus grande attention pour la prévention du risque.

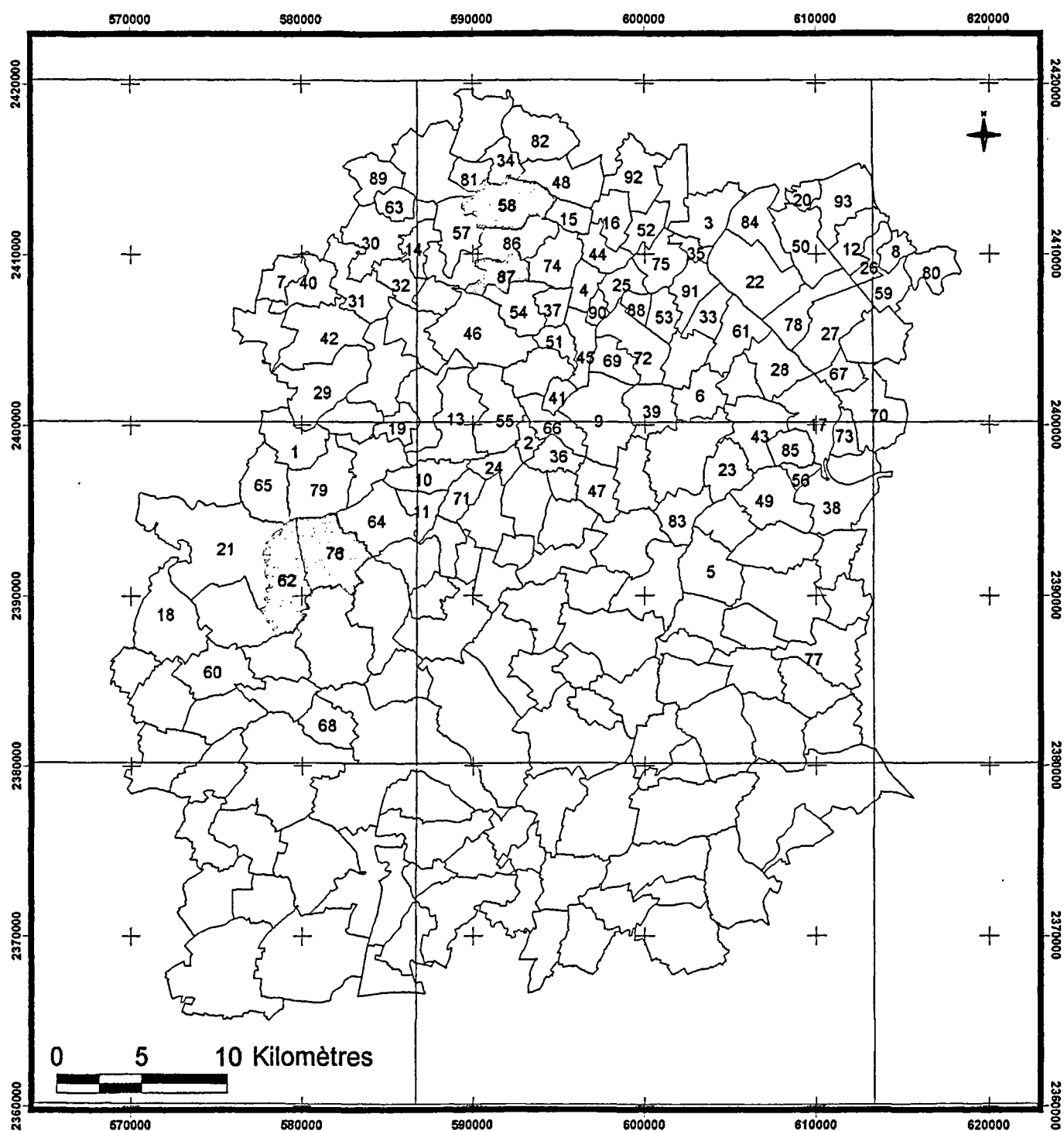
5.5.11. Répartition des sinistres sur l'Argile à meulière de Brie (AMB) et l'Argile à meulière de Montmorency (AMM), du Quaternaire ancien

Ces deux formations hétérogènes sont à l'origine de la majorité des sinistres sécheresse dans le département de l'Essonne. En effet, ces altérites sont liées à **637 sinistres sur 1 935, soit 32,9 % du total, et 65 communes concernées sur un total de 83** (soit près de 80 % des communes sinistrées) :

- 317 sinistres sur 44 communes pour l'Argile à meulière de Brie (16,4 %) ;
- 320 sinistres sur 23 communes pour l'Argile à meulière de Montmorency (16,5 %).

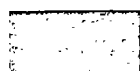
Les communes sinistrées superposées à l'Argile à meulière de Brie (AMB) sont situées dans la moitié nord-est du département, tandis que celles superposées à l'Argile à meulière de Montmorency (AMM) sont situées dans la moitié nord-ouest (fig. 30).

Deux communes seulement (Marcoussis et Orsay) renferment des sinistres superposés à la fois à AMB et à AMM.



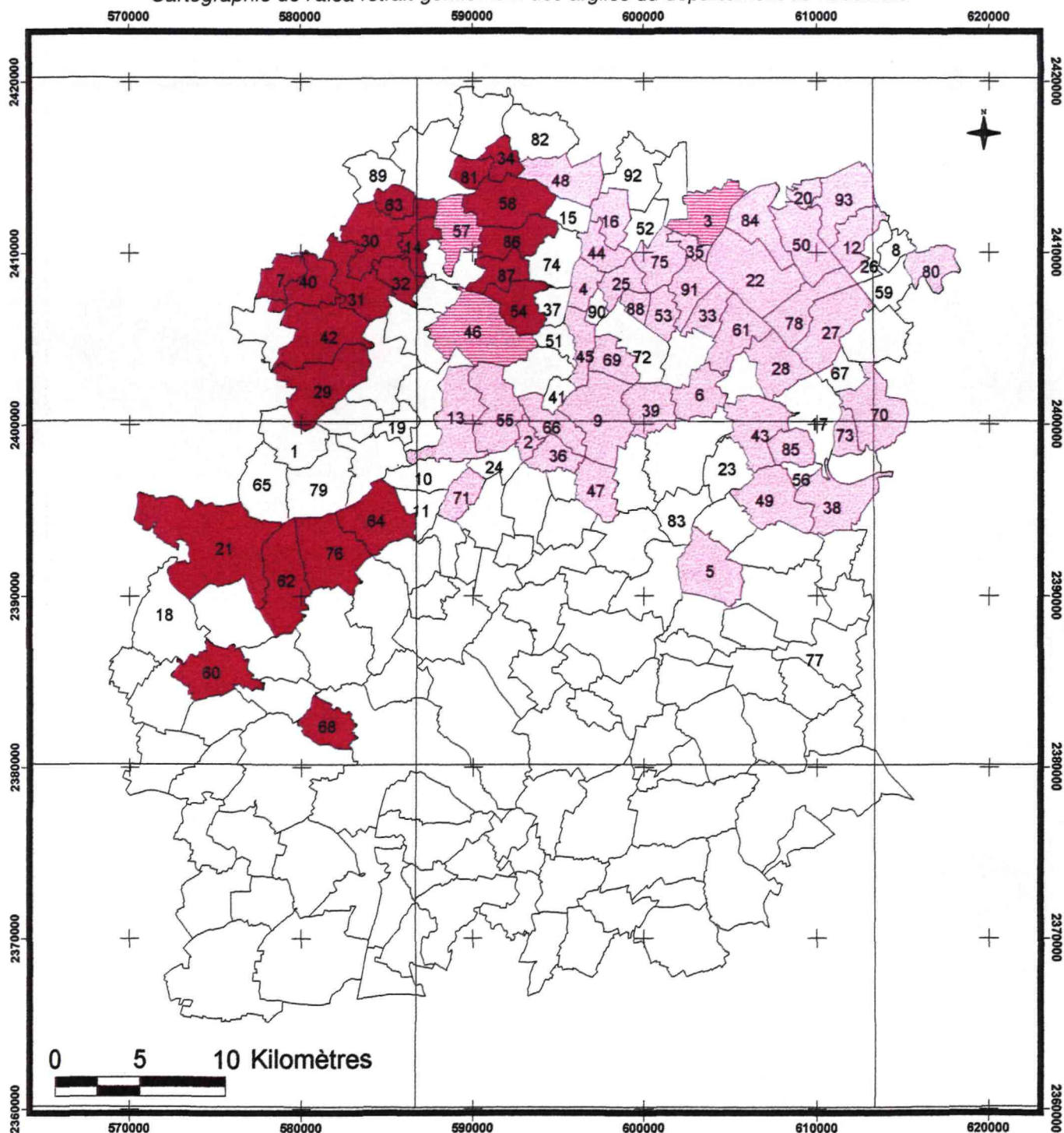
1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés
aux Sables argileux de Lozère (P3)

Fig. 29 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Sables argileux de Lozère (P3).



1

Numéro de commune sinistrée



Communes renfermant des sinistres superposés aux argiles à meulière de Montmorency (AMM)



Communes renfermant des sinistres superposés aux argiles à meulière de Brie (AMB)



Communes renfermant des sinistres superposés à AMM et AMB

Fig. 30 - Localisation des communes sinistrées concernées par les Argiles à meulière de Brie (AMB) et les Argiles à meulière de Montmorency (AMM).

Pour l'*Argile à meulière de Brie*, de très nombreux sinistres sont situés en contexte morphologique de plateau, comme par exemple dans les communes de Grigny, Ris-Orangis, Evry, en rive gauche de la Seine.

Pour l'*Argile à meulière de Montmorency*, la majorité des sinistres est localisée sur la bordure des plateaux de l'Hurepoix. De très nombreux lotissements récents, fortement affectés par le phénomène de retrait-gonflement sont situés dans ce contexte. Citons en particulier le hameau de Roussigny (commune de Limours-en-Hurepoix), les hameaux de Blancheface, Mondétour, Marchais et Monfrix sur la commune de Sermaise, le domaine de Montvoisin, lotissement de la Vignes Perron à Gometz-la-Ville, le hameau Le Chardonnet sur la commune de Forges-les-Bains.

Signalons que pour certains sinistres, si la cause est l'argile à meulière, le contexte géologique est plus complexe. Ainsi, dans les communes de Boullay-les-Troux et Les Molières, l'*Argile à meulière de Montmorency* peut se trouver sous un mince recouvrement de limons des plateaux (1 m), mais aussi sous des colluvions de Sables de Lozère.

5.5.12. Répartition des sinistres sur les marnes associées aux limons des plateaux (LPM)

Aucun sinistre n'est superposé à cette formation située dans la partie nord-est de la carte géologique Malesherbes (plateau au sud-ouest de Milly-la-Forêt). À cet endroit, les limons marneux dérivent probablement des marnes de la *Molasse du Gâtinais* (mla1), sous-jacentes, représentées cartographiquement près de la ferme de La Brosse.

Rappelons que nous avons assimilé les sinistres superposés à moins de 1,5 m de limon à la formation d'argile à silex sous-jacente, ce qui nous a amené à modifier le contact entre les limons des plateaux, considérés non actifs, et l'argile à meulière.

5.5.13. Répartition des sinistres sur les alluvions anciennes de haute et très haute terrasse (Fw)

Les sinistres superposés à cette formation sont au nombre de 6 et ne représentent que 0,3 % du total des sinistres. Les communes concernées sont Brunoy, Saintry-sur-Seine et Varennes-Jarcy (fig. 31). Les alluvions sont liées aux cours anciens de la Seine et de l'Yerres.

Les alluvions anciennes de très haute et haute terrasse se trouvent au sommet des buttes, respectivement vers 155 m et 75-60 m d'altitude. Elles constituent respectivement les **Cailloutis d'Yerres** et les **Cailloutis de Sénart**. Dans le premier, des graviers de silex et de quartz sont associés à de l'argile rouge à ocre, très abondante. Cette terrasse domine la Seine de 85 m. Dans le second cailloutis, situé en contrebas de celui d'Yerres, de petits graviers de silex et de grès sont mêlés à une argile sableuse rougeâtre.

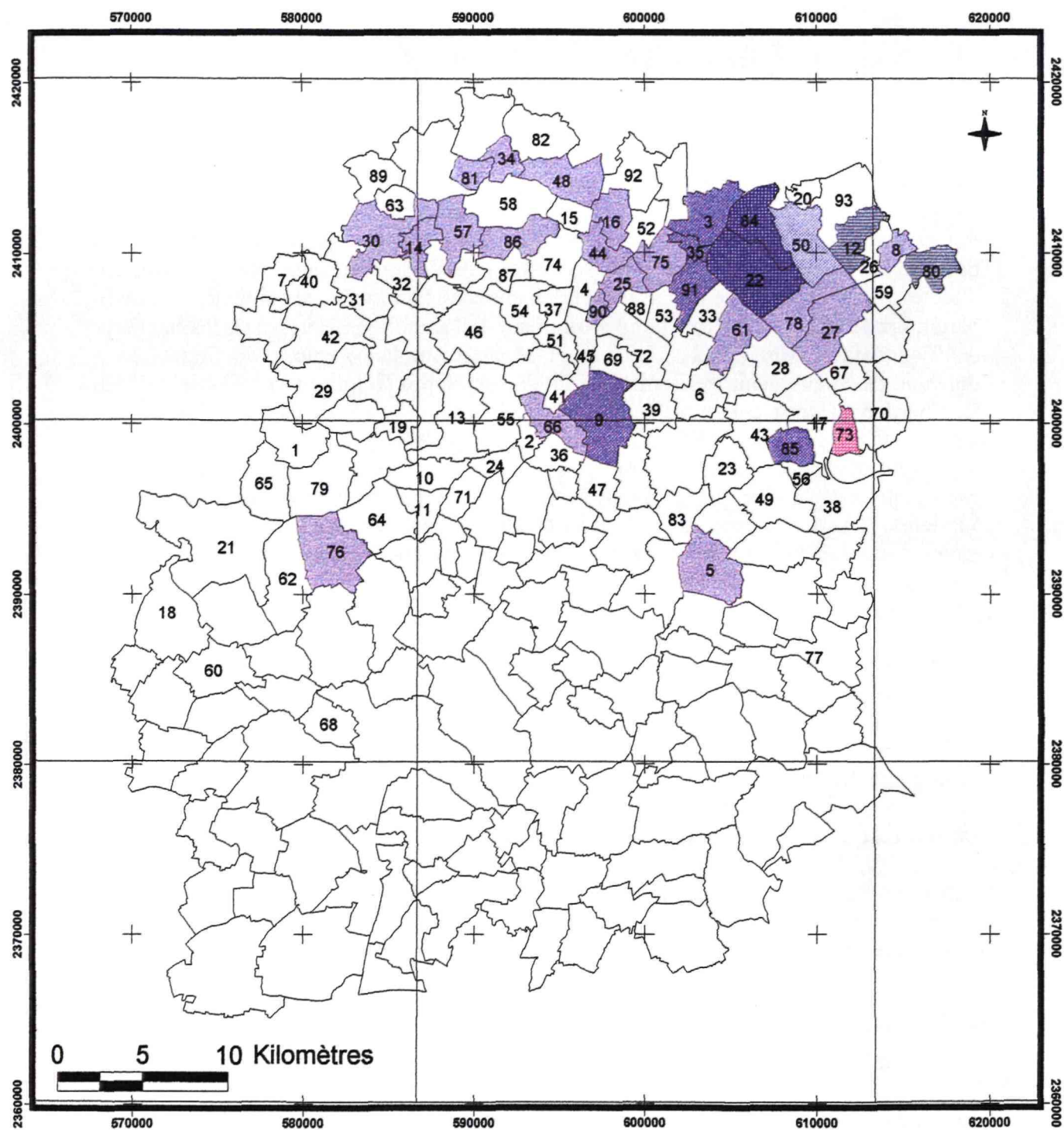


Fig. 31 - Localisation des communes sinistrées concernées par les alluvions.

5.5.14. Répartition des sinistres sur les alluvions anciennes de moyenne terrasse (Fx)

Seulement 8 sinistres (0,4 % du total) sont superposés aux alluvions anciennes de moyenne terrasse dominant la Seine de 30 à 35 m. Les communes concernées sont Draveil et Vigneux-sur-Seine (fig. 31). Dans ce secteur les alluvions recouvrent les marnes supra-gypseuses (e7c) et la formation des masses de gypses, marnes et Calcaire de Champigny.

Signalons que ces corrélations sont hypothétiques car il existe de grandes différences dans la cartographie de ces formations selon que l'on prend en compte la version ancienne de la carte géologique Corbeil-Essonne (Soyer, 1967) ou sa version plus récente (F. Mégrien, 1987).

5.5.15. Répartition des sinistres sur les alluvions anciennes de basse terrasse (Fy)

Seulement 19 sinistres (1 % du total) sont superposés aux alluvions anciennes de basse terrasse qui domine la Seine d'environ 20 m. Neuf communes sont concernées, principalement Viry-Châtillon et Vigneux-sur-Seine (fig. 31).

En prenant en compte la nature du substratum, 15 sinistres sont superposés à des alluvions sus-jacentes à la formation e7a-b (gypse + marnes + Calcaire de Champigny) et 4 sinistres sont superposés à des alluvions reposant sur les Marnes supragypseuses.

5.5.16. Répartition des sinistres sur les alluvions modernes (Fz)

Au total, 103 sinistres (5,3 % du total) sont superposés aux alluvions modernes des principaux cours d'eau (Seine, Yverres, Orge, Essonne, Yvette, Bièvres), ce qui concerne 30 communes (fig. 31).

Les alluvions superposées à la formation e7a-b (gypse, marnes et Calcaire de Champigny) renferment 66 sinistres principalement répartis dans les communes de Longjumeau, Athis-Mons et Ballancourt-sur-Essonne.

Les alluvions superposées à la formation e7c (marnes supragypseuses) renferment 16 sinistres (à Villebon-sur-Yvette, Saint-Germain-les-Arpajon, Boussy-Saint-Antoine).

Dans la commune du Val-Saint-Germain, trois sinistres sont superposés à des alluvions récentes constituées par des argiles limoneuses, localement nettement tourbeuses. Les expertises de détail ont montré que les limons argileux et les argiles limoneuses gris-noir avaient environ 5 m d'épaisseur au-dessus de la craie.

5.5.17. Répartition des sinistres sur la tourbe (T)

Aucun sinistre n'est superposé aux dépôts de tourbes présents dans la vallée de l'Essonne sur la carte géologique Malesherbes.

5.5.18. Répartition des sinistres sur les remblais (X)

Seulement un sinistre est superposé à un remblai dans la commune de Massy.

5.5.19. Répartition sur les formations non argileuses

En définitive, seuls **quatre sites de sinistres** (sur 1 935) se situent, sur la carte d'interprétation, en dehors de la zone d'affleurement d'une des 20 formations argileuses ou marneuses identifiées dans le département. Ceci confirme a posteriori la qualité de la carte géologique interprétée comme support à l'élaboration d'une carte départementale d'aléa, dans la mesure où **les contours de 20 formations géologiques prises en compte englobent 99,8 % des sinistres recensés.**

5.6. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE DES SINISTRES PAR FORMATION

La répartition des sinistres dans chacune des 20 formations argileuses et marneuses retenues (tabl. 8) indique que **plus de 70 % des sinistres recensés sont superposés à 4 formations argileuses, marneuses ou sablo-argileuses.** Ce sont, par ordre d'importance décroissante :

- les *Marnes supragypseuses*, de Pantin et d'Argenteuil (e7c), avec 19,8 % des sinistres ;
- l'*Argile verte de Romainville* (g1a), avec 18,9 % des sinistres ;
- l'*Argile à meulière de Montmorency* (AMM), avec 16,5 % des sinistres ;
- l'*Argile à meulière de Brie* (AMB) avec 16,4 % des sinistres.

Toutes les autres formations supportent moins de 9 % des sinistres pris en compte. Parmi elles, seules trois formations sont concernées par plus de 1,5 % des sinistres : les *Sables de Fontainebleau* (8,9 %), les marnes associées aux Masses de gypse ou au *Calcaire de Champigny* (6,8 %) et les alluvions modernes (5,3 %).

Les **surfaces d'affleurement** de chacune de ces formations sont cependant **très variables** et il convient nécessairement de prendre en compte ce facteur dans le classement des formations par densité de sinistre. Les surfaces d'affleurement de chacune de ces formations ont donc été calculées à partir de la carte d'interprétation et sont indiquées dans le tableau 9. Ceci permet de constater que l'ensemble des 20 formations argileuses ou marneuses prises en compte couvre en définitive environ **67,4 % de la superficie totale du département.**

N°	Code	Formation	Nombre sinistres	%	Nombre communes	Surface affleurement (km2)	%	Surface urbanisée (km2)	%
		Nature							
1	X	Remblais	1	0,05%	1	2,373	42	0,405	247
27	Fz	Alluvions modernes	103	5,32%	28	121,468	85	36,199	285
28	T	Tourbes	0	0,00%	0	1,207	0	0,003	0
30	Fy	Alluvions anciennes de basse terrasse	19	0,98%	9	15,815	120	10,551	180
33	Fx	Alluvions anciennes de moyenne terrasse	8	0,41%	2	2,124	377	1,979	404
34	Fw	Alluvions anciennes de haute et très haute terrasse	6	0,31%	3	11,122	54	0,498	1 206
22	LPM	Marnes brun jaunâtre	0	0,00%	0	2,707	0	0,035	0
36	AMM	Argile à meulière de Montmorency	320	16,54%	24	204,384	157	23,240	1 377
37	AMB	Argile à meulière de Brie	317	16,38%	44	294,002	108	111,188	285
39	P3	Sables argileux de Lozère	16	0,83%	4	9,572	167	1,099	1 456
40	m1a1	Marnes et Molasses du Gâtinais	0	0,00%	0	26,152	0	0,447	0
42	g2b	Sables de Fontainebleau, très argileux à la base (Falun de Jeurre)	173	8,94%	32	411,286	42	88,039	197
44	g2a	Marnes à huîtres	15	0,78%	3	8,936	168	7,628	197
47	g1a	Glaises à Cyrènes, Argile verte de Romainville	365	18,86%	44	37,154	982	24,002	1 521
49	e7c	Marnes supragypseuses (Marnes bleues d'Argenteuil et Marnes blanches de Pantin)	384	19,84%	36	28,451	1 350	19,975	1 922
50	e7a-b	Marnes infragypseuses et marnes associées au gypse et au Calcaire de Champigny	131	6,77%	18	13,964	938	9,221	1 421
55	e3b	Sables argileux de Breuillet	21	1,09%	3	14,092	149	2,710	775
58	e3a1	Argile plastique et argile sableuse du Sparnacien	28	1,45%	8	13,111	214	3,864	725
59	e1	Marnes de Meudon	0	0,00%	0	1,244	0	0,294	0
60	AS	Argile à silex (et craie)	24	1,24%	10	7,965	301	2,391	1 004
0		Formations non argileuses	4	0,21%	4	593,130	1		
Total			1 935	100%		1 820		343,8	

Tabl. 9 - Détermination des densités de sinistres par formation géologique.

Le nombre de sinistres par formation a été rapporté à **100 km² de surface d'affleurement** pour obtenir des **densités de sinistres** qui soit comparables d'une formation à une autre (tabl. 9). La hiérarchisation des formations ainsi obtenue est sensiblement différente du classement précédent qui ne tenait pas compte des surfaces d'affleurement.

Les trois formations présentant la plus forte densité de sinistres sont désormais les suivantes, par importance décroissante :

- les *marnes supragypseuses*, de Pantin et d'Argenteuil (e7c), avec 1 350 sinistres pour 100 km² d'affleurement ;
- l'*Argile verte de Romainville* (g1a), avec 982 sinistres pour 100 km² d'affleurement ;
- les *Marnes infragypseuses* et marnes associées aux Masses de gypse et *Calcaire de Champigny* (e7a-b), avec 938 sinistres pour 100 km² d'affleurement.

Le classement n'est donc pas modifié pour les deux premières formations mais évolue ensuite de manière très significative. On constate au passage que des **effets de pépité** se produisent avec certaines formations d'extension très limitée. C'est le cas en particulier des alluvions anciennes de moyenne terrasse (Fx) qui, avec seulement 8 sinistres recensés, présentent une densité de sinistres extrêmement élevée (377 sinistres pour 100 km² d'affleurement). **Les densités de sinistres doivent donc être maniées avec précaution pour les formations d'extension géographique réduite.**

Les *Argiles à meulière de Brie et de Montmorency*, qui se trouvaient en troisième et quatrième position quant au nombre de sinistres recensés, sont désormais reléguées nettement plus loin dans le classement par densité de sinistre. Leur **poids respectif** qui était très comparable (respectivement 16,5 et 16,4 % des sinistres) se **différencie plus clairement** puisque la densité de sinistres dans les *Argiles à meulière de Montmorency* est supérieure de près de 50 % par rapport à celui des *Argiles à meulière de Brie*.

On note par ailleurs que certaines des formations peu représentées dans le département présentent des densités de sinistres relativement élevées, supérieures à celles des Argiles à meulière, alors que le nombre de sinistres associés était relativement réduit. Ceci concerne en particulier l'*argile plastique du Sparnacien* (densité : 214, avec seulement 1,4 % des sinistres), les *Marnes à huîtres* (densité : 168, avec 0,8 % des sinistres), les *Sables argileux de Lozère* (densité : 167, avec 0,8 % des sinistres) et les *Sables argileux de Breuillet* (densité : 149, avec 1,1 % des sinistres). Cette observation **justifie pleinement l'intérêt de raisonner en terme de densités de sinistres plutôt qu'en nombre de sinistres par formation.**

5.7. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTÉE À LA SURFACE URBANISÉE

La **densité d'urbanisation** du département de l'Essonne présente d'importantes variations d'un point à un autre. Or ce facteur est **déterminant** dans l'appréciation des densités de sinistres par formation géologique. En effet, une formation présentera

statistiquement une densité de sinistres d'autant plus élevée que son niveau d'urbanisation est 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.

Les contours des zones urbanisées ont été tracés à partir des cartes topographiques IGN à l'échelle 1/50 000. Ces contours ont ensuite été numérisés et juxtaposés à la carte géologique d'interprétation. Ceci a permis de calculer, pour chacune des 20 formations argileuses du département, la surface d'affleurement qui se trouve être réellement urbanisée. Ces zones urbanisées sont représentées en pointillés sur la carte de synthèse n° 2, hors-texte. Il est à noter que ces contours sont donnés à titre indicatif et peuvent présenter quelques décalages avec la réalité dans certains secteurs urbanisés très récemment.

La surface totale des zones urbanisées du département a été ainsi estimée à 357 km² (soit un peu moins de 20 % de la superficie du département) auxquels il convient d'ajouter 10,8 km² représentant la surface totale des aéroports, le reste (soit 1 452 km²) représentant la surface totale des zones non urbanisées.

La superposition de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses avec celle des zones urbanisées montre que la surface totale occupée par les zones urbanisées dans les formations géologiques argileuses et marneuses est de 343,8 km². Les surfaces urbanisées sont indiquées pour chaque couche géologique argileuse dans le tableau 9.

Ces éléments permettent de calculer des densités des sinistres par formation géologique, en prenant en compte la surface de la zone urbanisée de la formation. Il est à noter que certains des sinistres recensés (66, soit 3 % du total) se trouvent en dehors des limites des zones urbanisées, telles que nous les avons tracées, ce qui confirme que quelques secteurs construits récemment n'ont pas été pris en compte dans la carte des zones urbanisées.

Les densités de sinistres par formation, rapportées à la surface urbanisée sont présentées dans le tableau 9. On constate ainsi que la prise en compte du taux d'urbanisation modifie encore la hiérarchisation des formations géologiques. Les deux formations présentant la plus forte densité de sinistres restent toujours les *marnes supragypseuses* de Pantin et d'Argenteuil (e7c), avec 1 922 sinistres pour 100 km² d'affleurement urbanisé, et l'*Argile verte de Romainville* (g1a), avec 1 521 sinistres pour 100 km² d'affleurement urbanisé.

Viennent ensuite les *Sables argileux de Lozère* (densité : 1 456) et les *Sables argileux de Breuillet* (densité : 1 421), qui rappelons-le, concernent respectivement seulement 0,8 et 1 % des sinistres recensés. L'*Argile à meulière de Montmorency*, avec une densité de 1 377 sinistres pour 100 km² d'affleurement urbanisé, se retrouve en cinquième position, loin devant l'*Argile à meulière de Brie* (densité de 285 seulement) qui est proportionnellement trois fois plus urbanisée.

Les effets de **pépite** déjà signalés se retrouvent à ce niveau. Ils concernent en particulier les alluvions anciennes de moyenne terrasse (Fx) et surtout les alluvions anciennes de haute et très haute terrasse (Fw).

6. Élaboration de la carte d'aléa

6.1. CRITÈRES RETENUS

Les chapitres précédents nous ont permis de passer en revue et de définir les caractéristiques des **facteurs de prédisposition et de déclenchement** de l'aléa retrait-gonflement.

Parmi les **facteurs de prédisposition**, en fonction des données disponibles, nous nous sommes attachés tout particulièrement à la caractérisation de la **nature des terrains** susceptibles d'être affectés par des phénomènes de retrait-gonflement. Pour cela, nous avons identifié les principales **formations argileuses ou marneuses** affleurantes ou sub-affleurantes dans le département. Ces formations, qui sont au nombre de 20, après regroupement et ré-interprétation, ont été **caractérisées** sur les plans **lithologique, minéralogique et géotechnique**. Les autres critères de susceptibilité à l'aléa retrait-gonflement, tels que le **contexte hydrogéologique, la topographie, la végétation ou le type de fondation des bâtis**, n'ont été que sommairement abordés. La plupart de ces facteurs interviennent en effet de manière **très locale** et ne peuvent être pris en compte dans le cadre d'une cartographie d'aléa à l'échelle départementale.

Parmi les **facteurs de déclenchement**, seuls les **phénomènes climatiques** peuvent être abordés à une échelle départementale, les actions d'origine anthropique ou liées à la végétation arborée ayant, là encore, un caractère trop ponctuel. Nous avons étudié la répartition spatiale des déficits de pluviométrie efficace, à partir d'une analyse des chroniques pluviométriques des 22 stations météorologiques du département. Les résultats de cette étude montrent que la répartition géométrique des déficits pluviométriques ne constitue pas un critère discriminant à l'échelle départementale. En conséquence, nous n'avons pas pris en compte le facteur climatique dans la détermination des zones d'aléa.

Les critères retenus pour l'élaboration de la **carte de susceptibilité** sont donc essentiellement liés à la **nature lithologique des formations affleurantes à sub-affleurantes**, complétée par la caractérisation de ces formations en fonction de la **nature minéralogique des argiles** présentes et du **comportement géotechnique** du matériau. Le passage de la carte de susceptibilité à la **carte d'aléa** (qui représente, rappelons-le, la probabilité d'occurrence du phénomène), se fait en intégrant la **répartition géographique des sinistres déjà recensés**.

6.2. CRITÈRES DE CLASSIFICATION

L'élément de base utilisé pour élaborer la carte départementale d'aléa est la **carte synthétique des formations argileuses ou marneuses** du département, laquelle a été établie en tenant compte autant que possible de la nature lithologique des formations. Le principe retenu consiste à **hiérarchiser les formations argileuses** ainsi identifiées, en fonction de leur plus ou moins grande sensibilité à l'aléa retrait-gonflement. Cette

hiérarchisation est basée sur la prise en compte de **trois caractéristiques quantifiables** qui ont été estimées pour chacune des 20 formations identifiées :

- la **composition minéralogique de sa phase argileuse**, évaluée à partir de la proportion de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) ou, à défaut, estimée à partir de considérations sur les conditions de dépôt paléogéographique de la formation ;
- le **comportement géotechnique du matériau**, évalué à partir de l'étendue de son domaine plastique (caractérisée par son indice de plasticité) et des mesures disponibles de pression de gonflement ;
- la **densité de sinistres** recensés dans les zones d'affleurement de la formation, ramenée à 100 km² d'affleurement réellement urbanisé.

La règle adoptée pour prendre en compte les trois critères retenus (minéralogie, géotechnique et densité de sinistres) se veut à la fois simple et la plus représentative possible de la réalité observée.

Pour le **facteur minéralogique**, l'approche consiste à attribuer une **note de 1 à 4** à chacune des formations argilo-marneuses identifiées, en fonction de sa richesse supposée en minéraux argileux gonflants.

La répartition des notes s'est faite sur la base de la classification suivante :

- **note 1** : moins de 25 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse de la formation ;
- **note 2** : de 25 à 50 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse de la formation ;
- **note 3** : de 50 à 80 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse de la formation ;
- **note 4** : plus de 80 % de minéraux gonflants dans la fraction argileuse de la formation.

Le classement des formations s'est fait sur la base des données minéralogiques issues de la bibliographie, telles que présentées au chapitre 3. Les résultats de cette classification sont indiqués dans la colonne minéralogie du tableau 10. Il est à noter que d'après les données bibliographiques recueillies, aucune des formations identifiée ne présente plus de 80 % de minéraux gonflants dans sa phase argileuse, si bien que la note 4 n'a jamais été attribuée.

Pour le **facteur géotechnique**, on attribue également une **note de 1 à 4** à chacune des formations, en fonction des résultats d'essais géotechniques disponibles, et principalement à partir de l'indice de plasticité qui renseigne sur la sensibilité au retrait-gonflement. Comme pour la lithologie, la répartition des notes s'est faite sur la base d'une classification arbitraire, mais concordante avec les valeurs seuils couramment admises dans la littérature :

Formation géologique		Minéralogie		Géotechnique		Densité de sinistres pour 100 km ² urb.		Synthèse
Nature	Symbole	% des argiles gonflantes	Classe	Sensibilité au retrait-gonflement, déduite de Ip	Classe	Valeur	Classe	Indice
Remblais	X	< 25 %	1	Moyenne	2	247	1	4
Alluvions modernes	Fz	< 25 %	1	Moyenne	2	285	1	4
Tourbe	T	< 25 %	1	Moyenne	2	0	1	4
Alluvions anciennes De basse terrasse	Fy	< 25 %	1	Faible	1	180	1	3
Alluvions anciennes de moyenne terrasse	Fx	< 25 %	1	Faible	1	404	2	4
Alluvions anciennes de haute et très haute terrasse	Fw	< 25 %	1	Faible	1	1 206	3	5
Marnes associées au limon (Quaternaire)	LPM	< 25 %	1	Faible	1	0	1	3
Argile à meulière de Montmorency (Quaternaire ancien)	AMM	50 à 80 %	3	Très forte	4	1 377	3	10
Argile à meulière de Brie Quaternaire ancien)	AMB	50 à 80 %	3	Forte	3	285	1	7
Sables argileux de Lozère (Pliocène supérieur)	p3	25 à 50 %	1	Forte	3	1 456	4	8
Marnes et Molasses du Gâtinais (Aquitanién inférieur)	m1a1	25 à 50 %	2	Moyenne	2	0	1	5
Sables de Fontainebleau, argileux à la base (Stampien supérieur)	g2b	25 à 50 %	2	Faible	1	197	1	4
Marnes à huîtres (Stampien inférieur)	g2a	50 à 80 %	3	Moyenne	2	197	1	6
Argile verte de Romainville et Glaises à Cyrènes (Stampien inférieur)	g1a	50 à 80 %	3	Très forte	4	1 521	4	11
Marnes supragypseuses (Marnes bleues d'Argenteuil et Marnes blanches de Pantin) (Priabonien)	e7c	50 à 80 %	3	Forte	3	1 922	4	10
Marnes infragypseuses et marnes associées aux masses de gypse et/ou au Calcaire de Champigny (Priabonien)	e7a-b	25 à 50 %	2	Forte	3	1 421	3	8
Sables argileux de Breuillet (Sparnacien)	e3b	25 à 50 %	2	Très forte	4	775	2	8
Argile plastique et argile sableuse (Sparnacien)	e3a1	50 à 80 %	3	Très forte	4	725	2	9
Marnes de Meudon (Montien)	e1	25 à 50 %	2	Moyenne	2	0	1	5
Argile à silex issue de l'altération de la craie (limite Crétacé-Tertiaire)	AS	25 à 50 %	2	Moyenne	2	1 004	3	7

Tabl. 10 - Détermination du degré de sensibilité de chacune des formations argileuse ou marneuse du département de l'Essonne.

- **note 1** : indice de plasticité inférieur à 12 ;
- **note 2** : indice de plasticité compris entre 12 et 25 ;
- **note 3** : indice de plasticité compris entre 25 et 40 ;
- **note 4** : indice de plasticité supérieur à 40.

L'attribution des notes pour ce critère reprend en fait les **quatre degrés de sensibilité** (faible, moyenne, forte et très forte) qui avaient été définis au chapitre 3 (tabl. 4). Cette classification ne s'appuie pas uniquement sur les valeurs moyennes disponibles de l'indice de plasticité mais prend en compte l'ensemble des données géotechniques qui ont été recueillies pour chacune des formations. Les résultats de la classification figurent dans le tableau 10.

Pour le **facteur densité de sinistres**, le critère utilisé est la densité de sinistres rapportée à 100 km² d'affleurement réellement urbanisé (tabl. 9), puisqu'il s'agit a priori de l'élément le plus représentatif (en faisant abstraction des éventuels effets de pépité). On définit également arbitrairement des seuils pour classer les formations :

- **note 1** : moins de 300 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation ;
- **note 2** : entre 300 et 1 000 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation ;
- **note 3** : entre 1 000 et 1 450 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation ;
- **note 4** : plus de 1 450 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation.

Les résultats de la classification figurent dans le tableau 10.

Détermination du degré d'aléa

La somme des trois notes obtenues pour chaque formation, pour les trois facteurs pris en compte, permet d'obtenir un **indice d'aléa** (colonne de droite du tableau 10). Cet indice est compris **entre 3 et 11**.

Le classement des formations argileuses et marneuses 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 arbitraires, choisis de façon à permettre une bonne discrimination des formations. Les coupures proposées sont les suivantes :

- **aléa faible** : indice d'aléa inférieur ou égal à 5 (valeurs possibles : 3, 4 et 5) ;
- **aléa moyen** : indice d'aléa compris entre 6 et 8 (valeurs possibles : 6, 7 et 8) ;
- **aléa fort** : indice d'aléa supérieur ou égal à 9 (valeurs possibles : 9, 10 et 11).

Le classement ainsi obtenu est indiqué dans le tableau 11. Il est à noter que les formations lithologiques considérées comme non argileuses sont classées en **aléa nul**.

Formation géologique		Surface d'affleurement	
Nature	Symbole	Surface (km ²)	% surf. départ.

Formations non argileuses

Total	593,13	32,58%
--------------	---------------	---------------

Formations argileuses peu sensibles (indice compris entre 3 et 5)

Remblais	X	2,37	0,13%
Alluvions modernes	Fz	121,47	6,67%
Tourbes	T	1,21	0,07%
Alluvions anciennes de basse terrasse	Fy	15,82	0,87%
Alluvions anciennes de moyenne terrasse	Fx	2,12	0,12%
Alluvions anciennes de haute et très haute terrasse	Fw	11,12	0,61%
Marnes brun jaunâtre	LPM	2,71	0,15%
Marnes et Molasses du Gâtinais	m1a1	26,15	1,44%
Sables de Fontainebleau, très argileux à la base	g2b	411,29	22,59%
Marnes de Meudon	e1	1,24	0,07%
Total		595,50	32,72%

Formations argileuses moyennement sensibles (indice compris entre 6 et 8)

Argile à meulière de Brie	AMB	294,00	16,15%
Sables argileux de Lozère	P3	9,57	0,53%
Marnes à huîtres	g2a	8,94	0,49%
Marnes infragypseuses et marnes de Champigny	e7a-b	13,96	0,77%
Sables argileux de Breuillet	e3b	14,09	0,77%
Argile à silex (et craie)	AS	7,96	0,44%
Total		348,53	19,15%

Formations argileuses très sensibles (indice compris entre 9 et 11)

Argile à meulière de Montmorency	AMM	204,38	11,23%
Glaises à Cyrènes, Argile verte de Romainville	g1a	37,15	2,04%
Marnes supragypseuses	e7c	28,45	1,56%
Argile plastique et argile sableuse du Sparnacien	e3a1	13,11	0,72%
Total		283,10	15,55%

Tabl. 11 - Évaluation des surfaces sensibles au retrait-gonflement dans le département de l'Essonne.

6.3. CARTE D'ALÉA

La **carte départementale d'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 figure 32 et en carte hors-texte (carte n° 3) à l'échelle du 1/100 000.

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 argileux non représentés sur la carte géologique**. En outre, étant donné que nous avons rangé dans les formations non sensibles les limons dont l'épaisseur est supérieure à 2 m, il peut exister des endroits – pour lesquels nous n'avons pas de données – où les épaisseurs de limon sont faibles sur le substrat d'argile à meulière. D'autre part, les altérites, que constituent les argiles à meulières, ont une répartition aléatoire sur leur substratum calcaire ou sableux, à configuration karstique, si bien qu'il peut en exister localement des affleurements isolés, non cartographiés) sur les paléosurfaces structurales de ces formations (en particulier aux dépens des Calcaires d'Étampes et de Brie).

Les formations argileuses et marneuses sont représentées par trois couleurs (jaune, orange et rouge) selon leur degré de sensibilité vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement. Les surfaces de chacune des classes de formation ainsi identifiées ont été calculées et sont indiquées dans le tableau 11.

On constate ainsi que les formations a priori non argileuses ou marneuses et donc à **aléa nul** représentent **un tiers de la surface du département** (32,6 %).

Les formations **faiblement sensibles** représentent également une surface cumulée de l'ordre de **un tiers de la superficie du département** (32,7 %). Cette classe d'aléa s'applique aux remblais, tourbes, alluvions et limons marneux, ainsi qu'aux formations géologiques suivantes : *Marnes et Molasse du Gâtinais*, *Sables de Fontainebleau* et *Marnes de Meudon*.

Les formations jugées **moyennement sensibles** couvrent environ **un cinquième du département** (19,2 %). Six formations ont été rattachées à cette catégorie : les *Argiles à meulière de Brie*, les *Sables argileux de Lozère*, les *Marnes à huîtres*, les *Marnes infragypseuses* et marnes associées au *Calcaire de Champigny*, les *Sables argileux de Breuillet* et les *Argiles à silex*.

Quant aux formations classées **très sensibles**, leur surface totale n'excède pas **15 % de celle du département**, alors que **près de 60 % des sinistres enregistrés** (1 097 sur 1 935) se sont produits dans une de ces formations, qui sont en définitive au nombre de quatre : les *Argiles à meulière de Montmorency*, l'*Argile verte de Romainville*, les *Marnes supragypseuses* et l'*Argile plastique* et *Argile sableuse du Sparnacien*.

Cette carte d'aléa permet donc de réduire de manière significative la surface du département réputée la plus sensible au phénomène de retrait-gonflement. En effet, on a

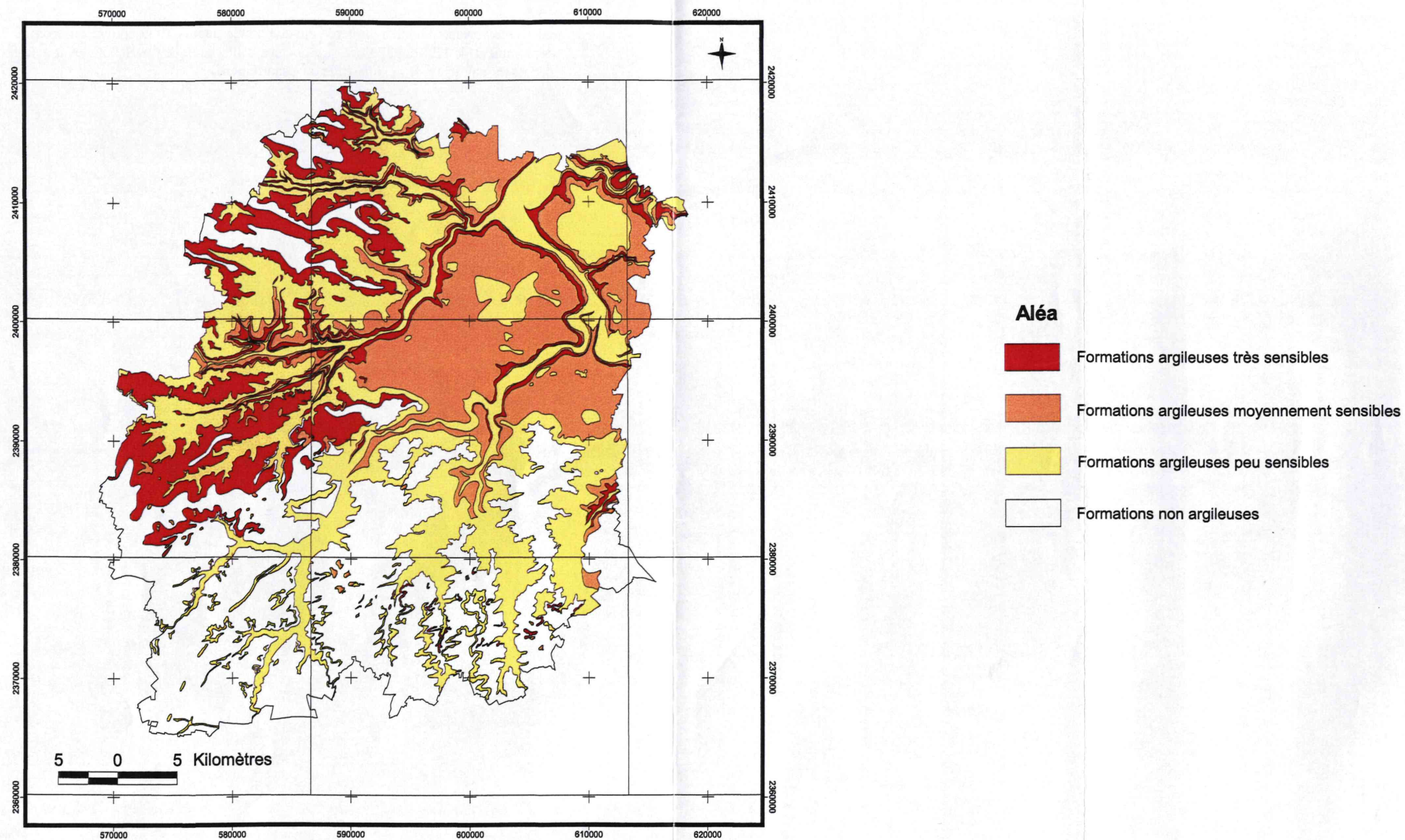


Fig. 32 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne.

vu que la surface déclarée sinistrée chaque année depuis 1989 couvre environ 30 % du département de l'Essonne, alors que la carte d'aléa indique que les zones à aléa fort ne dépassent pas 15 % de la superficie du département.

Conclusions

Cette étude, dont l'objectif principal était d'établir, pour le département de l'Essonne, une **carte départementale de l'aléa lié au phénomène de retrait-gonflement des formations argileuses**, a permis de synthétiser un grand nombre d'informations disponibles quant à la sensibilité de certaines formations argileuses ou marneuses du bassin de Paris, et d'établir une cartographie de l'aléa dans un des départements français les plus touchés par le phénomène.

La démarche retenue a consisté à établir une cartographie départementale interprétée des **formations argileuses ou marneuses affleurantes à sub-affleurantes**, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000 et d'observations bibliographiques existantes. Cette carte synthétique, qui recense en définitive **vingt formations** argileuses ou marneuses principales, a été numérisée et est présentée à l'échelle 1/100 000.

Les formations ainsi identifiées, sur la base de **critères lithologiques**, ont fait l'objet d'une **hiérarchisation** quant à leur susceptibilité supposée vis-à-vis de retrait-gonflement. Cette classification a été établie sur la base 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 l'indice de plasticité du matériau).

D'autres **facteurs de prédisposition ou de déclenchement** sont reconnus 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**, la **configuration topographique** et surtout les **événements climatologiques**, ont fait l'objet d'une analyse spécifique dans le cadre de la présente étude. Ils n'ont cependant pas été jugés suffisamment discriminants pour être pris en considération dans l'élaboration de la carte d'aléa.

En définitive, cette carte départementale 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. **1 935 sites de sinistres** ont ainsi été répertoriés et localisés, répartis dans **83 communes** (sur les 93 communes de l'Essonne, déclarées sinistrées 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 sinistres**, laquelle a été rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée afin de permettre des comparaisons fiables entre formations.

La carte d'aléa ainsi dessinée distingue **trois classes d'aléa** (faible, moyen et fort) parmi les zones argileuses (les autres étant considérées d'aléa nul). La classe d'aléa **fort** regroupe quatre formations géologiques et couvre environ **15 % de la surface du département** (alors que **60 % des sinistres recensés** s'y sont produits). Cette carte, qui a été également numérisée et est présentée à l'échelle du 1/100 000, pourra servir de base à des **actions d'information préventive** dans les communes du département les plus touchées par le phénomène.

Au-delà des objectifs propres de cette étude départementale, il convient en effet de rappeler qu'elle s'inscrit dans une **démarche méthodologique globale** mise au point par le BRGM à la demande du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et de la profession des assureurs. Dans ce cadre, un des objectifs de la présente étude consistait donc à affiner la démarche méthodologique déjà adoptée par le BRGM dans les Alpes de Haute-Provence et les Deux-Sèvres, en l'appliquant à la région d'Île-de-France qui est l'une des plus touchées par l'aléa retrait-gonflement des argiles, et ceci dans l'optique d'étendre cette démarche aux principaux départements français concernés par le phénomène.

De telles cartes départementales de l'aléa constituent en effet 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 des argiles. Seule une telle politique de prévention est en effet de nature à limiter le coût exorbitant des dégâts (évalués en France à **15 milliards de francs depuis 1989**) occasionnés par des mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles.

Bibliographie

- Afchain C., Labesse B., Fedoroff N., Penven M.J., Pomerol Ch., Renard M. (1975) – Carte géologique Rambouillet à 1/50 000 n° 218, et notice explicative. Édition BRGM, Orléans.
- 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. 9è 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 (1997) – Schéma départemental des carrières de l'Essonne. Inventaire des ressources en matériaux naturels. Rap. BRGM R 39718, 71 p., 6 fig., 4 tabl., 1 ann.
- BRGM (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. BRGM n° 101, 102, 103, publiés sous la direction de C. Mégnien.

- Bricon C., Ménillet F. (1969) – Carte géologique Dourdan à 1/50 000 n° 256 et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- Broquet J.F. (1976) – Contribution à la cartographie géotechnique de la ville de Paris. Le XIII^e 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 C., Damiani L. (1966) – Etude 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 tab., 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.
- Cojean (1975) – Contribution à une cartographie géotechnique pour l'aménagement régional. Plateaux de Trappes-Saclay. Vallées de la Bièvre et de l'Yvette. Thèse, CNRS, 163 p., 60 ill.

- Coquet Y. (1995) – Etude 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.
- Daum J.R., Desprats J.F., Durand F. (1996) – Précipitations efficaces moyennes annuelles en France. Rapport BRGM R 38975.
- Denizot G., Terrien J. (1970) – Carte géologique Fontainebleau. à 1/50 000 n° 294 et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- 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.
- Douillet P., Nicolas J., Pomerol C. (1967) – Etude 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.
- Fayolle M. (1979) – Caractérisation analytique d'un profil d'argile à silex de l'ouest du bassin de Paris. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Paris VII, pédologie, 153 p.
- 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.
- Gigot Cl., Desprez N. (1980) – Carte géologique Méréville à 1/50 000 n° 292 et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- 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 meulière de Brie sur le plateau d'Evry. *Bull. Liaison Lab. P. et Ch.*, 70, 57-72.
- Grisoni J.C. (1979) – Argiles à meulières et Calcaire de Beauce en Hurepoix. Rapport de recherche LPC n° 87, juillet 1979.
- Grisoni J.C. (1981) – Argiles à meulières 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'Etude de l'Ecole des Ponts, Paris, 11/12/1996.
- 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.
- Labourguigne J., Turland M. (1974) – Carte géologique Melun à 1/50 000 n° 258, 3ème édition, et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- 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, 93-104.
- Manivit J. (1979) – Carte géologique Malesherbes à 1/50 000 n° 293 et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- 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.

- Mégnyen F. (1987) – Carte géologique Corbeil-Essonne à 1/50 000 n° 219 et notice explicative. Édition BRGM, Orléans.
- 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^e 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 meulrières 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.
- Parcevaux P. (1980) – Etude 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^e 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.
- 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., Bricon C., Guernsey C., Ménillet F., Michel J.P. (1969) - Carte géologique Etampes à 1/50 000 n° 257 et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- 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.
- Prévôt J. (1975) – Les meulrières du sud de la région parisienne. Thèse 3^e cycle, Paris VI, et rapport de recherche LPC, n° 51.
- Prost A. (1962) – Etude sédimentologique du Sannoisien continental de l'Ile-de-France. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Paris, 65 p., iv p. bibliographie.
- 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. (1955) – 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. (1956) – Le régime de l'Yvette et la composition de ses alluvions dans la partie centrale de la vallée de Chevreuse. *Cahier des Naturalistes*, t. 12, fasc. 2, 53-56.

- Soyer R. (1963) – Carte géologique Brie-Comte-Robert à 1/50 000, n° 220, et notice explicative. Édition BRGM, Orléans.
- Soyer R. (1967) – Carte géologique Corbeil-Essonne à 1/50 000, n° 219, et notice explicative. Édition BRGM Orléans.
- Taïbi 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 », Édit. A. Decarreau.
- Thibault P.M. (1988) – Carrière d'argile sparnacienne d'Angervilliers et usine Didier SIPC à Breuillet. Notes inédites. BRGM Orléans, département Roches et Minéraux industriels, juin 1988.
- Thiry M. (1981) – Sédimentation continentale et altérations associées : calcitisations, ferruginisations et silicifications. Les argiles plastiques du Sparnacien du bassin de Paris. Mém. n° 64, Institut de géol., Univ. Louis Pasteur, Strasbourg.
- Thiry M., Aubry M.P., Cavelier C., Kuntz G., Wyns R., Trauth N. (1978) – Nature des smectites élaborées lors d'altérations lessivantes de la craie à silex du bassin de Paris. *Sci. Géol. Bull.*, 31, 4, 163-172, Strasbourg.
- Toulement 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.
- Toulement 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., 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.
- 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.*, 38-39.

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 (SiO_3) et d'aluminates (Al_2O_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

Références des rapports d'expertise consultés dans le cadre de l'étude

Classement par commune

N°	Nom de la commune	Références des rapports consultés
2	ARPAJON	Rapport BRGM n° 91 IDF 050 du 18 mars 1991 (sinistres de 1990). Rapport ERM du 28 septembre 1989, rue de Mondonville. Rapport ERM, février 1991, Bd Brossolette. Rapport TECHNOSOL du 23 juin 1997 (sinistres de 1993-97), dossier 5582 Rapport DUCHENE, EDS, du 16 septembre 1990, Allée Hélène Boucher. Rapport GEO-SIGMA, chemin de la Ceinture La Reine (mars 1992)
3	ATHIS-MONS	Rapport ESF (1991), dossier 91.2135 Rapport ESF (1993), dossier 25170 Rapport TECHNOSOL (1994), dossier 4845.02 Rapport TECHNOSOL (février 1997). Etude des désordres liés à des phénomènes météorologiques anormaux. Dossier n° 5517 Rapport Sol Conseil Sondage, rue Maurice Gunsbourg (juillet 1998) Rapport GEO-SIGMA, sentier de l'Egypte (février 1992) Rapport GEO-SIGMA, sente du Chemin de Fer (mai 1993) Rapport TECHNOSOL (juillet 1994). Reconnaissance de sols rue des Lilas, Athis-Mons. Dossier n° 4845.02.
4	BALLAINVILLIERS	Rapport TECHNOSOL (octobre 1992). Reconnaissance de sols, chemin de la Voie Verte, Ballainvilliers, 91.Dossier n° 4697 (sondages à la tarière et essais géotechniques).. Rapport TECHNOSOL (novembre 1996). Ballainvilliers (91). Etude des désordres liés à des phénomènes météorologiques anormaux. Dossier n° 5462. Rapport Etudes de Sols et Fondations, ESF (juin 1991). Crèche Robert Debré, Allée de la Prairie, ville d'Athis-Mons. Recherche des causes des désordres affectant le bâtiment. Dossier n° 91.2135.
5	BALLANCOURT	Rapport GEOMEDIA, sept. 1996 (sinistres 1995-96) Rapport Technosol, rue de la Station (avril 1994)
6	BONDOUFLE	Rapport ANTEA (1999), n° A 16414 concernant les sinistres de 1995-97.
7	BOULLAY-LES-TROUS	Rapport LROP (1997) dossier 32956 Rapport ACCOTEC, chemin Vert (nov. 1996)
8	BOUSSY-ST-ANTOINE	Rapports LROP (1991 et 1996), dossiers 26554 et 32577 Rapport ETUDESOL - Pavillon sinistré - Dossier n°17389 Rapport Technosol, rue du Moulin Neuf (mai 1994)
9	BRETIGNY-SUR-ORGE	Rapport CEBTP - Etude de sol - Pavillon rue Léon Blum - Dossier 91/3222.8.816 Rapport Baudrillard Consultants - Expertise rue des Bouleaux - Dossier n°95096 Rapport ESCCCC, rue des Merisiers (avril 1992)
10	BREUILLET	Rapport LROP (1997), dossier 32892 Rapport Sol-Conseil, rue des Buttes-Réault
12	BRUNOY	Rapport ETUDESOL - Pavillon sinistré avenue Aristide Briand - Dossier n°18304 Rapport INVEstigation Geotechnique, avenue Charles Gounod Rapport Technosol, rue du Rôle (janvier 1994) Rapport GEO-SIGMA, rue des Vallées (mars 1992) Rapport GEO-SIGMA, avenue Numance Bouël (mai 1992) Rapport GEO-SIGMA, allée des Violettes (novembre 1991)
13	BRUYERES-LE-CHÂTEL	Rapport LROP (juillet 1997). Commune de Bruyères-Le-Châtel (Département de l'Essonne). Demande de classement en zone sinistrée au titre de la loi sur les catastrophes naturelles. Dossier 33636
14	BURES-S-YVETTE	Rapport TECHNOSOL (juin 1997). Bures-sur-Yvette. Etude des désordres liés des phénomènes météorologiques anormaux. Dossier n° 5573. Rapport BRGM (novembre 1990). Avis géologique sur les causes et origines des désordres affectant des habitations du quartier de Montjay à Bures-sur-Yvette (Essonne). Rapport n° 90 IDF 142, par J.C. Baron. Rapport BRGM (novembre 1990). Avis géologique sur les causes et origines des désordres affectant des habitations du plateau de la Hacquinière à Bures-sur-Yvette (Essonne). Rapport n° 90 IDF 144, par J.C. Baron. Rapport BRGM (octobre 1990). Constat géotechnique sur habitation fissurée, avenue de l'Yvette, Bures-sur-Yvette (Essonne). Rap. 90 IDF 146 Rapport ETUDESOL - Résultats des sondages - Pavillon sinistré - Dossier 18241/1A Rapport ETUDESOL - Résultats des sondages - Pavillon sinistré - Dossier 18241/2A Rapport Sol Conseil Sondage, rue de Villezières (février 1995)

15	CHAMPLAN	Rapport LROP (1991), dossier n° 25958
17	CORBEIL-ESSONNES	Rapport LROP (1997), dossier 32811 Rapport GeoEst - Désordres sur Pavillon, chemin des Lorittes - Dossier 99/06/1619/91 Rapport GEO-SIGMA, pavillon rue Saint-Lazarre Rapport Sol-Conseil, chemin des Roches Saint-Jean Rapport SIMECSOL, avenue du Pot d'Etain (août 1991)
19	COURSON-MONTELOUP	Rapport LROP, dossier 34383
20	CROSNE	Rapport ETUDESOL résultat des sondages pavillon sinistré rue Remonterue
21	DOURDAN	Rapport LROP (1997), dossier 33226
22	DRAVEIL	Rapport BRGM 91 IDF 104, avril 1991, par J.C. Baron. Rapport ANTEA n° A 08598, février 1997, 21 p. Rapport SOLER CONSEIL 1996, dossier 160.95/02 Rapport GEO-SIGMA, rue de la Poirée (juin 1992)
23	ECHARCON	Rapport LROP (1997), dossier 33152
25	EPINAY-SUR-ORGE	Rapport GEO-SIGMA pavillon rue des Cèdres - Etude n°92-4850
26	EPINAY-SOUS-SENART	Rapport ETUDESOL résultat des sondages pavillon sinistré - Dossier 18111
27	ETIOLLES	Rapport GEO-SIGMA pavillon rue de la Cognette Rapport GEO-SIGMA pavillon rue de la Cognette (mai 1992) Rapport Technosol, rue de Corbeil (novembre 1993) Rapport GEO-SIGMA pavillon rue de Corbeil (juillet 1992)
28	EVRY	Rapport LROP, dossier 33736
29	FORGES-LES-BAINS	Rapport Technosol du 1 mars 1999, dossier n° 6014
30	GIF-SUR-YVETTE	Rapport ANTEA (juin 1997). Avis géotechnique sur des désordres affectant des habitations de la commune de Gif-sur-Yvette. Rapport n° A 09679. Rapport INVESTIGATION Géotechnique de reconnaissance de sol - Dossier n°99-01-1616 Rapport GEO-SIGMA pavillon rue Moissan - Etude n°CC980202 Rapport GEO-SIGMA, rue des Longs-Réages - Etude n°P95046 Rapport Solprogrès, rue des Carrières - Dossier 95-10030 Rapport Solprogrès, rue des Mésanges - Dossier 95-99100 Rapport Solprogrès, avenue du Panorama - Dossier 95-10029 Rapport Solprogrès, avenue Montaigne Rapport GEO-SIGMA, avenue Moissan Rapport Sol Progrès - Etude géologique et géotechnique - Etude n° 96/9919
31	GOMETZ-LA-VILLE	Rapports LROP (1994 et 1995), dossiers 30454 et 32976
32	GOMETZ-LE-CHÂTEL	Rapport LROP (janvier 1998). Commune de Gometz-le-Châtel. Demande de classement en zone sinistrée au titre de la loi sur les catastrophes naturelles. Dossier 34142
34	IGNY	Rapport LROP (1998), dossier 3405
35	JUVISY-SUR-ORGE	Rapport GEO-SIGMA, avenue Raspail (juin 1992) Rapport GEO-SIGMA, avenue de la Terrasse - Etude n° P94012 (février 1994) Rapport GEO-SIGMA, avenue Botherel (septembre 1992)
36	LA NORVILLE	Rapport Geoexperts - Etude géologique et géotechnique - Etude n°94.3301/EGP Rapport ACCOTEC - Recherche des causes des désordres - Dossier n°97/1272/E Rapport Technosol, chemin de l'Ecu (novembre 1993)
38	LE COUDRAY-MONTCEAUX	Rapports LROP (1992 et 1997), dossiers 27589 et 33737 Rapport ETUDESOL - Désordres sur Pavillon - Dossier n°19105/A Rapport CEBTP - Etude géotechnique - Dossier 94/3412.7.106
40	LES MOLIERES	Rapports LROP (1993 et 1997), dossiers 28079 et 33240
42	LIMOURS-EN-HUREPOIX	Rapport ANTEA (mars 1998). n° A 12144, pour les sinistres de 1995-97 Rapport BRGM, décembre 1990, n° 90 IDF 173, pour les sinistres de 1990 Rapport GEO-SIGMA, rue des Vieux-Pavés à Roussigny - Etude n°91/4496 Rapport GEO-SIGMA, rue des Vieux-Pavés à Roussigny (novembre 1991) Rapport GEO-SIGMA, rue des Vieux-Pavés à Roussigny (février 1992)
44	LONGJUMEAU	Rapport ANTEA (décembre 1996). Avis géotechnique sur des désordres affectant des habitations de la commune de Longjumeau. Rapport n° A 08024 Rapport Solprogrès - Clos de la Commanderie (mars 1994) Rapport GEO-SIGMA, rue de Suffren (janvier 1992)
45	LONGPONT-SUR-ORGE	Rapport GEO-SIGMA, square Gabriel Fauré (avril 1992)

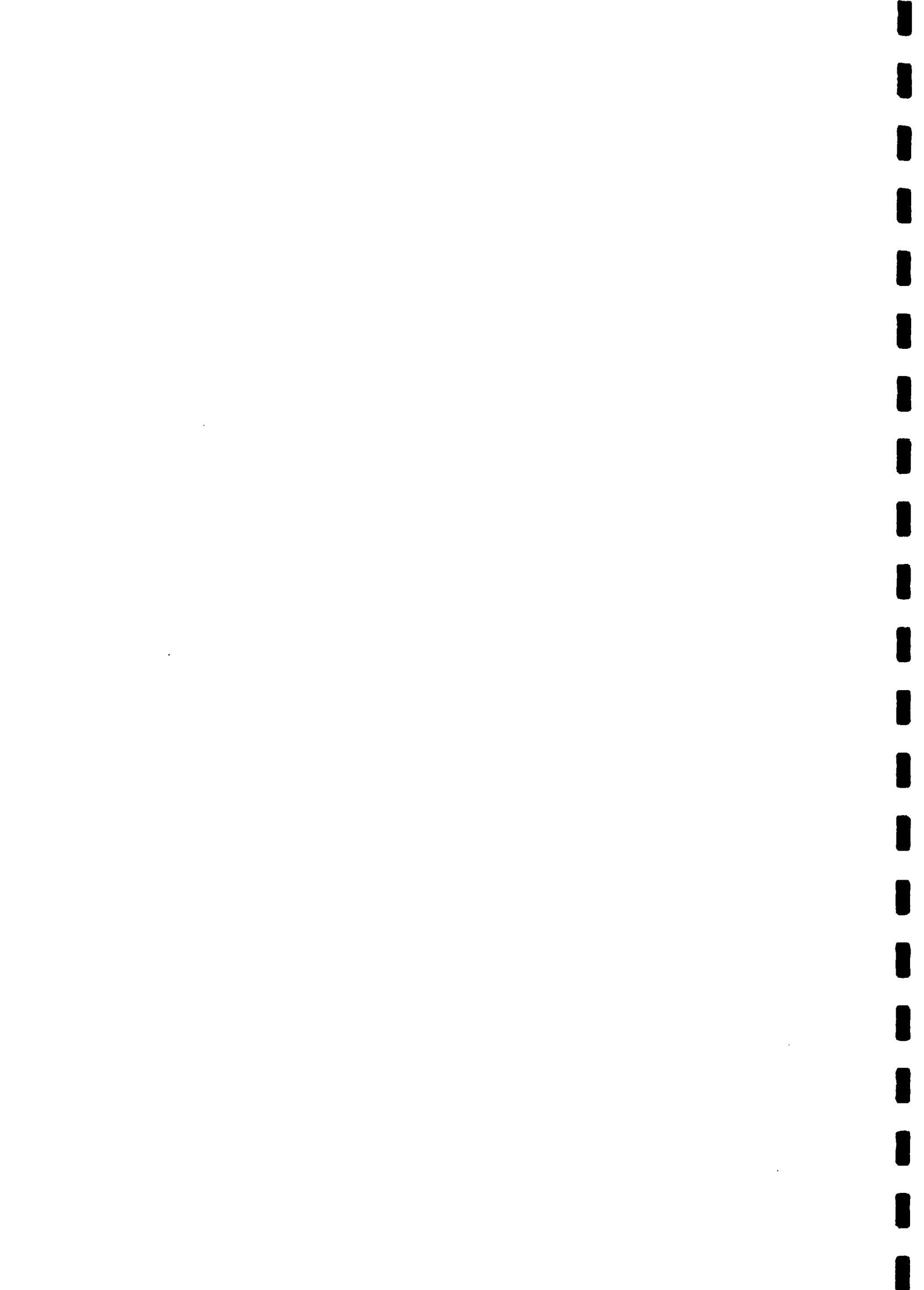
46	MARCOUSSIS	Rapport TECHNOSOL de reconnaissance de sols - Dossier n° 5494 (janvier 1997) Rapport TECHNOSOL de reconnaissance de sols - Dossier n° 5274 (avril 1998)
47	MAROLLES-EN-HUREPOIX	Rapport TECHNOSOL du 30 juin 1997, dossier 5579
48	MASSY	Rapport LROP (1991), dossier n° 25818 Rapport GEO-SIGMA février 1991. Rapport synthétique communal, Mairie de Massy, du 10 avril 1997. Rapport Cabinet PetitJean, HYDRO-GEO du 30 mai 1993, dossier n° D93/A04/47.
50	MONTGERON	Rapport LROP (1997), dossier 33097 Rapport Solprogès, avenue Yves de Montcheuil (mars 1994) Rapport Technosol, rue des Alouettes (décembre 1990) Rapport Solprogès, rue Pierre (mars 1993) Rapport GEO-SIGMA, rue des Bourguignons (décembre 1991) Rapport GEO-SIGMA, rue Maurice Gardette (janvier 1993) Rapport GEO-SIGMA, rue d'Yerres (décembre 1995)
51	MONTLHERY	Rapport Geoexperts - Solution de confortation - Etude n°98.4592/EA
53	MORSANG-SUR-ORGE	Rapport Sol Conseil Sondage- Reconnaissance des sols - Dossier n° 96.438 (avril 1997)
54	NOZAY	Rapport LROP (1997), dossier 32853 Rapport GEO-SIGMA, chemin de la Croix-Boisée (octobre 1992)
55	OLLAINVILLE	Rapport TECHNOSOL du 31 janvier 1997 Rapport Baudrillard Consultants, rue du Val d'Orge (juin 1997)
58	PALaiseau	Rapport ETUDESOL - Pavillon sinistré chemin de la Batterie - Dossier n°18715 Rapport GEO-SIGMA, rue de Vauhallaan (avril 1992)
59	QUINCY-SOUS-SENART	Rapport ETUDESOL résultat des sondages pavillon sinistré rue de la Fontaine Segrain Rapport ETUDESOL - Résultats des sondages pavillon sinistré - Dossier 18242
61	RIS-ORANGIS	Rapport TECHNOSOL (juillet 1997). Ris-Orangis. Etude des désordres liés à des phénomènes météorologiques anormaux. Dossier n° 5601.
62	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	Rapport LROP (1998), dossier 34405
63	SAINT-AUBIN	Rapport LROP (1998), dossier 34181
64	SAINT-CHERON	Rapport TECHNOSOL - La Petite Beauce - Etude de sol - Dossier n° 4889 (mars 1994)
65	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	Rapport LROP (1992), dossier 26875
68	SAINT-HILAIRE	Rapport TECHNOSOL (juin 1998). Etude des désordres liés à des phénomènes météorologiques anormaux. Avis géologique concernant une propriété, chemin des Hautes Terres. Dossier 5847
69	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE	Rapport GEO-SIGMA pavillon sinistré rue du Four Rapport Géotechnique Appliquée - Pavillon sinistré, impasse Montatons (mars 1992) Rapport Technosol, rue Léo Lagrange (avril 1994)
71	SAINT-YON	Rapport LROP (1992), dossier 27957
73	SAINTRY-SUR-SEINE	Rapport Baudrillards Consultants d'expertise, chemin du Renard, réf. S/5374
74	SAULX-LES-CHARTREUX	Rapport GEO-SIGMA, rue du Pont Neuf - Etude n°OC980095 Rapport SOGEO Experts - Expertise géotechnique (octobre 1998)
75	SAVIGNY-SUR-ORGE	Rapport BRGM n° 91 IDF 097 (avril 1991) Rapport ANTEA A 08943 (mars 1997) Rapport GEO-SIGMA, rue de la Vanne (mai 1992)
76	SERMAISE	Rapport LROP (1994 et 1997), dossier 29151 et 33522
78	SOISY-SUR-SEINE	Rapport Sol Progès, rue Maréchal De Lattre de Tassigny (juillet 1993) Rapport GEO-SIGMA, rue Maréchal De Lattre de Tassigny (octobre 1992)
79	VAL-SAINT-GERMAIN	Rapport LROP (1993), dossier 28055
80	VARENNES-JARCY	Rapport Sol Conseil Sondage, rue du Bel Air (mars 1995)
81	VAUHALLAN	Rapport LROP (1997), dossier 33560
82	VERRIERES-LE-BUISSON	Rapport Technosol de reconnaissance de sol - Dossier n°5850 Rapport GEO-SIGMA, rue Marius Hue Rapport GEO-SIGMA, allée de Vilgenis (nov. 1991) Rapport GEO-SIGMA, allée de la Tournelle (février 1992) Rapport ESCCCC, avenue des Princes (octobre 1992) Rapport GEO-SIGMA, rue des Moissons (février 1993)

84	VIGNEUX-SUR-SEINE	Rapport BRGM 91 IDF 092, avril 1991. Rapport GEO-SIGMA n° P95096, mars 1995. Rapport Géocentre, mars 1997, dossier n° P95096 Rapport ANTEA n° A 12642, 1999 Rapport ETUDESOL - Résultats des sondages Bâtiment sinistré - Dossier n°19125/A
85	VILLABE	Rapport LROP (mars 1991). Commune de Villabé (91). Demande de classement en zone sinistrée. Constat géotechnique des désordres affectant des habitations.
86	VILLEBON-SUR-YVETTE	Rapport BRGM (1990).....
87	VILLEJUST	Rapport ANTEA (1996). Avis géotechnique sur des désordres affectant des habitations de la commune de Villejust (Essonne). Rapport n° A 07956.
		Rapport GEOSOL
89	VILLIERS-LE-BACLE	Rapport Technosol , rue de la Rigole (sept. 1991)
91	VIRY-CHÂTILLON	Rapport LROP (1993), dossier 28376
93	YERRES	Rapport Technosol de reconnaissance de sol, rue des Petits Bouts, dossier n°6063 Rapport GEOSOL - Désordres sur un pavillon Rapport GEO-SIGMA, pavillon rue Berthie Albrecht Rapport ACCOTEC, rue Frédéric Kochler Rapport GEO-SIGMA, sentier de la Marnière (juin 1992) Rapport Sol Conseil Sondage, parc de l'Abbaye (mars 1998) Rapport Sol Progrès, rue de Bellevue (mai 1994) Rapport INVeStigations GEotechniques, rue des Petits Bouts (février 1992)



ANNEXE 3

Corrélation des formations argileuses et marneuses décrites sur les différentes cartes géologiques couvrant le département de l'Essonne



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

Rambouillet	Dourdan	Méréville	Corbeil-Essonne	Etampes	Malesherbes	Brie-Comte-Robert	Melun	Fontainebleau
Cg2b2 Colluvions sur argiles à meulière	C Colluvions et dépôts de fond de vallées sèches		C Colluvions indifférenciées		C Colluvions indifférenciées			
CV Colluvions de fond de vallée temporaire	AM Colluvions de meulière de Montmorency sur les calcaires de Beauce		Cg1b Colluvions d'Argile à meulière de Brie	Cg1b Colluvions d'Argile à meulière de Brie	CM1a1 Colluvions de pente alimentées par les argiles et les marnes de l'Aquitainien inférieur			
CLP/g2b2 Colluvions de limons des plateaux sur Argile à meulière de Montmorency	ALPM Colluvions de limon et de meulière de Montmorency sur les Sables de Fontainebleau						RCg1-2 Formations argilo-sableuse à meulière	
LP/g2b2 Limon des plateaux sur Argile à meulière de Montmorency (g2b2)	LP/G3M Limon des plateaux sur Argile à meulière de Montmorency	LP/m1a2 Limon des plateaux sur calcaire, marnes vertes	LP Limon des plateaux, argileux et sableux, sur substrat argileux (LP/g1b, LP/g2a, LP/g3a)		LPM, Quaternaire. Limon des plateaux, marne argileuse brune	LP Limon des plateaux, argiles à meulière		Fz Formations modernes et récentes
Fz Alluvions limono-argilo-sableuses	Fz Alluvions modernes		Fz Alluvions récentes sur substrat identifié (Fz/c7a, Fz/c7b, Fz/g2a, Fz/g1a)	Fz Alluvions modernes				
	Fy Alluvions anciennes		Fy Quaternaire Alluvions anciennes de basse terrasse, sur substrat identifié (Fy/c7a, Fy/c7b, Fy/c7c, Fy/g1a)			Fz Alluvions modernes	Fz Alluvions actuelles à subactuelles, limons, argiles et sables	
			Fx Quaternaire Alluvions anciennes de moyenne terrasse					

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

Rambouillet	Dourdan	Méréville	Corbeil-Essonne	Etampes	Malesherbes	Brie-Comte-Robert	Melun	Fontainebleau
			Fv Quaternaire Alluvions anciennes de Haute terrasse			Pliocène supérieur. Graviers des hauts plateaux, argile à meulière		
			Fv Quaternaire Alluvions anciennes de très haute terrasse					
	m1 Burdigalien : Sables argileux de Lozère		P Sables argileux de Lozère	m1 Burdigalien : Sables argileux de Lozère	Rmab Sables de Lozère et argile rouge sableuse			
		m1a3 Aquitaniens supérieur : Marnes de Blamont, argile marneuse blanchâtre			m1a3 Aquitaniens supérieur : Marne de Blamont : argiles marneuses avec fines intercalations calcaires			
					m1a2 Aquitaniens supérieur : calcaire de Pithiviers : calcaire induré et marnes vertes			
	m1g3M Sables de Lozère inclus dans la formation argileuse à meulière de Montmorency	m1a1 Aquitaniens inférieur : molasse du Gâtinais, marne blanche à verte faiblement sableuse			m1a1 Aquitaniens inférieur : Molasse du Gâtinais : marne blanche à blanc- vert, faiblement sableuse			
g2b2 Stampien supérieur : Argile à meulière de Montmorency	g3M Aquitaniens et Stampien supérieur : formation argileuse à meulière de Montmorency g3 : Calcaires de Beauce et d'Etampes		g3a Oligocène inférieur : meulière de Montmorency et Argile à meulière de Montmorency	g2c-3a Aquitaniens et Stampien supérieur : Calcaire de Beauce et d'Etampes, formation argileuse à meulière de Montmorency				g3a Molasse du Gâtinais

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

Rambouillet	Dourdan	Méréville	Corbeil-Essonne	Etampes	Malesherbes	Brie-Comte-Robert	Melun	Fontainebleau
		g2b Stampien supérieur lacustre : Calcaire d'Etampes, meulière et marnes			g2b Stampien supérieur lacustre : Calcaire d'Etampes : calcaire induré, meulière, marne g2bm : faciès marneux			
g2a1 Marnes à huîtres			g2a Stampien inférieur : Marnes à huîtres			g2a Stampien : Marnes à huîtres		
			g1b Stampien inférieur ("Sannoisien") : Calcaire de Brie et Argile à meulière de Brie	g1b Stampien inférieur (Sannoisien) : calcaire et Argile à meulière de Brie		g1b Sannoisien : marne, calcaire et meulière de Brie, fréquemment recouverte par argile à meulière		g1b Sannoisien inférieur : marne verte et blanche
	g1-e7a Sannoisien-Ludien indifférencié : Calcaire de Brie, Argile verte de Romainville, Marnes supragypseuses		g1a Stampien inférieur ("Sannoisien") : Glaise à Cyrènes, Argile verte de Romainville	g1a Stampien inférieur (Sannoisien) : Argile verte de Romainville		g1a marnes vertes et Glaises à Cyrènes	g1a Stampien inférieur (Sannoisien) : marnes vertes	g1a Ludien supérieur : Calcaire de Château- Landon et Marne de Nemours
e7a-g1 Ludien-Stampien inférieur (= Sannoisien) : Marnes supragypseuses, Argiles vertes de Romainville, Calcaire de Brie			e7c Ludien supérieur : Marnes supragypseuses	e7-6 Ludien et Marinésien : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil, Calcaire de Champigny, Marnes infragypseuses, Calcaire de Saint-Ouen				
			e7b Ludien moyen : Marnes et Masses de gypse ou Calcaire de Champigny			e7b Ludien : Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	e7b Ludien : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	

Rambouillet	Dourdan	Méréville	Corbeil-Essonne	Etampes	Malesherbes	Brie-Comte-Robert	Melun	Fontainebleau
			e7a Ludien inférieur : Marnes à pholadomies					
e3 Yprésien inférieur (= Sparnacien) : Sables de Breuillet et argile plastique	e3 Yprésien indifférencié. e3b : Sables argileux de Breuillet e3a2 argiles sableuses e3a1 Sparnacien : argile plastique		e3 indifférencié Sparnacien : Sables de Breuillet, argile plastique	e3b Formation argilo-sableuse des sables et grès de Breuillet e3a Yprésien : argile plastique (Sparnacien) et argiles sableuses				e3 Sparnacien, argile et grès
	e1 Montien : Marnes de Meudon			e1 Montien : Marnes de Meudon				
	RS Formation argileuse à silex							

ANNEXE 4

Analyse des facteurs météorologiques intervenant dans le déclenchement de l'aléa retrait-gonflement des argiles, dans le département de l'Essonne

Claudia Meisina*

Mai 2000



*** Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pavia
Via Ferrata n°1 - 27100 Pavia**

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	4
1.1 DÉFINITION DE LA SÉCHERESSE, FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE, ET DIFFÉRENTES MÉTHODES EXISTANTES DE DÉTERMINATION	4
1.2. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE DÉTERMINATION DE LA SÉCHERESSE	5
2. DETERMINATION DE LA SECHERESSE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ESSONNE	7
2.1. VARIABLES UTILISEES ET CONSIDERATIONS RELATIVES.....	7
2.2. PERIODE ÉTUDIÉE	8
2.3. DÉTERMINATION DANS LA PÉRIODE ÉTUDIÉE DES ÉPISODES DE SÉCHERESSE	12
2.3.1. <i>Analyse des différentes périodes de sécheresse</i>	14
2.3.2. <i>Classement des épisodes de sécheresse dans l'Essonne</i>	24
2.3.3. <i>Définition des valeurs seuils</i>	24
3. CONCLUSION	27
4. BIBLIOGRAPHIE.....	28

FIGURES

Fig.1 - Réseau climatologique de l'Essonne

Fig. 2 – Répartition mensuelle de ETP pour la station de Trappes

Fig. 3 – Distribution des précipitations mensuelles moyennes dans le département

Fig.4 – Distribution des précipitations efficaces moyennes mensuelles dans le département

Fig.5 - Carte avec la distribution du produit I*N dans la période 1970-76

Fig.6 - Carte avec la distribution du produit I*N dans la période 1984-87

Fig.7 - Carte avec la distribution du produit I*N dans la période 1988-92

Fig.8 - Carte avec la distribution du produit I*N dans la période 1995-97

Fig.9 - Carte avec la distribution des écarts aux valeurs seuil 1 correspondantes à une sécheresse forte pour la période 1970-1976

Fig.10 - Carte avec la distribution des écarts aux valeurs seuil 1 correspondantes à une sécheresse forte pour la période 1984-1987

Fig.11 - Carte avec la distribution des écarts aux valeurs seuil 1 correspondantes à une sécheresse forte pour la période 1988-1992

Fig.12 - Carte avec la distribution des écarts aux valeurs seuil 1 correspondantes à une sécheresse forte pour la période 1995-1997

Fig.13 - Carte avec la distribution des valeurs seuil 1 correspondant à une sécheresse forte

Fig.14 - carte avec la distribution des valeurs seuil 2 correspondant à une sécheresse très forte

Fig.15 - Carte de la susceptibilité au dépassement de la valeur seuil 1 correspondant à une sécheresse forte

Fig.16 - Carte de la susceptibilité au dépassement de la valeur seuil 2 correspondant à une sécheresse très forte

TABLEAUX

Tab.1 – Données météorologiques dans le département de l'Essonne

Tab.2 – Episodes de sécheresse dans le département de l'Essonne

1. INTRODUCTION

L'aléa de retrait-gonflement est la probabilité de réalisation des conditions nécessaires et suffisantes relatives à l'occurrence spatiale et temporelle des phénomènes de retrait-gonflement d'intensité donnée. A l'aléa sont donc attachées une probabilité de localisation dans l'espace, conditionnée par des facteurs permanents de prédisposition ou de susceptibilité et une probabilité d'occurrence dans le temps, conditionnée par des facteurs de déclenchement.

Les facteurs qui contrôlent l'occurrence temporelle du phénomène sont les phénomènes météorologiques exceptionnels et certaines actions anthropiques. Pour les dernières l'étude est relativement simple (ils ont un caractère plutôt ponctuel). Le problème est constitué par les premières, car il s'agit de déterminer le type de phénomène exceptionnel qui donne le problème de retrait/gonflement et de le caractériser en explicitant les conditions critiques.

Dans nos climat tempéré les sols se trouvent dans des conditions de saturation ou de quasi-saturation. Par conséquent les variations de volume qui se produisent sont surtout représentées par le retrait. Celui-ci est dû à la dessiccation¹ du sol ensuite à des périodes de sécheresse. La détermination de l'aléa passe donc par la détermination des épisodes de sécheresse.

1.1 Définition de la sécheresse, facteurs à prendre en compte, et différentes méthodes existantes de détermination

On considère qu'il y a une sécheresse lorsqu'il se produit pour un temps assez long et sur une superficie étendue un déficit des disponibilités naturelles en eau (précipitations par exemple) par rapport à la valeur moyenne de ces disponibilités. La sécheresse est une période déficitaire d'une certaine durée qui peut subsister quelques mois et même un bon nombre d'années.

La sécheresse se présente comme un événement fortuit et n'est pas associable à une tendance climatique persistante. Une sécheresse prolongée est caractérisée par:

- une baisse importante du niveau de la nappe phréatique ;
- un ordre de variation dans le temps des teneurs en eau et des densités en pourcentage élevée.

Pour une sécheresse donnée la *sévérité* de ce phénomène peut varier considérablement dans l'espace et dans le temps, en accord avec l'irrégularité spatio-temporelle de la distribution des pluies et avec l'hétérogénéité de la réponse des sols affectés par la sécheresse.

En règle générale tous les phénomènes météorologiques sont sujet à deux types de dispersion: dans le temps et dans l'espace. Pour prendre en considération la dispersion dans le temps, qui se traduit par une variation importante d'une année à l'autre, il faut recueillir les données sur la période la plus longue possible.

Pour prendre en considération la dispersion dans l'espace il convient de recueillir les informations de plusieurs points d'observation, situés le plus près possible.

Hétérogénéité spatiale de la sécheresse: le déficit par rapport à l'humidité du sol n'est pas le même d'un point à l'autre de la zone affectée. La variabilité dépend de:

topographie;

- conditions antérieures à la sécheresse ;
- variabilité des propriétés des sols;
- influence anthropique;
- concentration des précipitations dans le temps;
- couverture végétale.

¹DESSICATION: séchage du sol dû à une augmentation de la succion (ou diminution de la pression interstitielle) au-dessous des valeurs normales d'équilibre.

Hétérogénéité dans le temps de la sécheresse: on doit considérer deux échelles de temps:

- sécheresse avec une échelle de temps de quelques semaines à quelque mois
- sécheresse avec une échelle de temps qui s'étend sur plusieurs années.

Dans le premier cas, en utilisant une échelle de temps plus courte on recherche dans quelles conditions les divers parties de la zone affectée pour la sécheresse reçoivent des hauteurs de précipitations différentes à des époques différentes et également les orages qui peuvent dans une certaine mesure interrompre la sécheresse (on peut voir comme la sécheresse a affecté différentes parties d'une région dans différentes années).

Dans le second cas, on recherche comment les réseaux d'isohyètes varient d'une année à l'autre.

Contrairement aux crues dont les caractéristiques peuvent être mesurées et quantifiées la sécheresse semble très souvent conserver une connotation qualitative. Les sécheresses diffèrent des autres phénomènes météorologiques par leur aspect temporel. Il est difficile de dire à quelle date commence une sécheresse, à quelle date elle se termine et ainsi combien de temps elle a duré. Cette durée peut être relativement longue en comparaison avec d'autres événements météorologiques.

En théorie la sécheresse est déterminée à partir de la construction des profils profondeur-pression interstitielle négative, mais les méthodes qu'on doit utiliser pour cela sont coûteuses et en-dehors du budget normalement disponible. Donc de nombreuses méthodes indirectes ont été développées.

La sécheresse est caractérisée à partir de:

- a. analyse de la pluviométrie et de sa répartition temporelle ;
- b. étude des réserves en eau du sol (bilan hydrologique),
- c. construction des profils profondeur-pression interstitielle négative

Il s'agit de déterminer les conditions critiques pour avoir la sécheresse en terme d'intensité et de la durée.

1.2. Méthodologie générale de détermination de la sécheresse

Pour caractériser la sécheresse il est nécessaire définir:

1. *le(s) facteur(s) à considérer et les variables relatives* (précipitations, précipitations efficaces, réserve en eau du sol, ecc..) ;
2. la durée et l'époque étudiée (la définition d'une période de base est essentielle ;
3. détermination dans la période étudiée des épisodes de sécheresse: il s'agit de déterminer des seuils à partir desquels on peut avoir la sécheresse en terme de durée et d'intensité. On peut définir une sécheresse modérée, forte et très sévère ;
4. quantification de la sécheresse (détermination de la durée et de l'intensité) :
 - détermination de la durée de la sécheresse (persistance de la sécheresse) : amortissement des réponses hydrologiques vu du temps de réponse du sol et des nappes. On peut considérer les totaux annuels, mais il est important d'avoir des connaissances de la persistance à l'échelle saisonnière (mémoire d'une épisode de sécheresse) ;
 - détermination de l'intensité de la sécheresse (sévérité): pour caractériser la sévérité d'une période de sécheresse est nécessaire donner un indice numérique. L'indice le plus simple et le plus utilisé compare la hauteur de précipitations pour une durée donnée, semaines, mois ou année, avec sa valeur moyenne à long term ou sa valeur normale pour une période

standard correspondant, bien entendu, à la même durée. Ainsi une année donnée sera qualifiée de sèche ou d'humide si le rapport de la hauteur de précipitations pour cette année à la hauteur moyenne annuelle de précipitations est inférieure ou supérieure à l'unité (déficit de précipitations).

Cette simple distinction entre "humide" et "sec" nécessite d'entrer plus en détail dans l'appréciation du degré de sécheresse pour toutes les applications.

La sévérité de la sécheresse peut être quantifiée relevant les valeurs climatiques annuelles aux valeurs normales à long terme et évaluant les écarts-types que présentent les années sèches en dessous de la moyenne. cette méthode permet de faire des comparaisons entre différents sites et entre diverses années mais elle ne décrit pas la variabilité spatiale de la sécheresse. Les variations spatiales ne peuvent pas être résumées de façon simple par un indice.

5. classification de la sécheresse par rapport à celles qui ont été observées dans le passé: analyse des sécheresse qu'ils se sont produit (date, durée, intensité).

2. DETERMINATION DE LA SECHERESSE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ESSONNE

2.1. Variables utilisees et considerations relatives

Les variables utilisées ont été :

- pluviométrie P;
- températures T;
- évapotranspiration potentielle ETP (calculée dans la période 1961-1990 avec la méthode de Penman pour la station de Trappes suffisamment représentative pour l'Essonne, compte tenue de la faible variabilité géographique des paramètres pris en compte; pour la période 1991-1998 elle a été calculée avec la méthode de Thornthwaite à partir des données de températures et de précipitations).

Le bilan hydrique est le bilan des apports d'eau (précipitations) et des pertes (évapotranspiration, ruissellement, drainage). Connaître le bilan hydrique qui s'exprime en mm d'eau permet d'évaluer la réserve en eau du sol et donc la capacité du sol à restituer cette eau. La multiplicité des facteurs intervenant sur ce bilan en rend l'évaluation délicate.

Le bilan hydrique du sol (BH), en première approximation, peut être considéré comme la différence entre la pluviométrie (P) et l'évapotranspiration (ETP) et il constitue le critère d'appréciation de la sécheresse.

$$BH = P - ETP$$

Cette différence est autrement dite pluviométrie efficace (différence entre la hauteur des précipitations et la part des précipitations éliminées par évapotranspiration). Elle est préférable aux précipitations brutes, puisque c'est d'elles que dépend essentiellement l'état hygrométrique des sols. Elle est un indicateur du déficit hydrique.

On a étudié la sécheresse soit à partir des précipitations soit à partir des précipitations efficaces. Les résultats obtenus avec les deux méthodes ne sont pas très différents entre eux.

Les totaux pluviométriques annuels ou saisonniers renseignent sur la quantité de pluie reçue mais ne donnent pas d'indications sur la manière dont ces précipitations se produisent. Ce n'est pas la situation moyenne qui est intéressante mais la connaissance des phénomènes extrêmes.

Facilement on utilise le pourcentage de l'hauteur des précipitations annuelles par rapport aux valeurs moyennes à long terme calculées pour la même période. Mais une pluviosité annuelle normale (voisine de l'unité) peut cacher le fait que l'année est susceptible de comporter une période anormalement sèche et une période anormalement humide. Donc une analyse en terme de cumul considéré année par année n'est pas représentative: il convient d'étudier la répartition des précipitations pour une période donnée en considérant notamment la répartition temporelle de la pluviométrie: répartition mensuelle ou saisonnière des précipitations pour cerner la part des pluies de saison froide (automne, hiver) de celles de saison chaude (printemps - été). Il faut tenir en compte que:

- les pluies de printemps et d'été sont en majeure partie consommées par la végétation ou bien s'évaporent, le stock d'humidité des sols superficiels diminue;
- c'est pendant les mois d'automne et d'hiver que du fait de la disparition quasi-complète de l'évapotranspiration les précipitations peuvent reconstituer le stock d'humidité des sols.

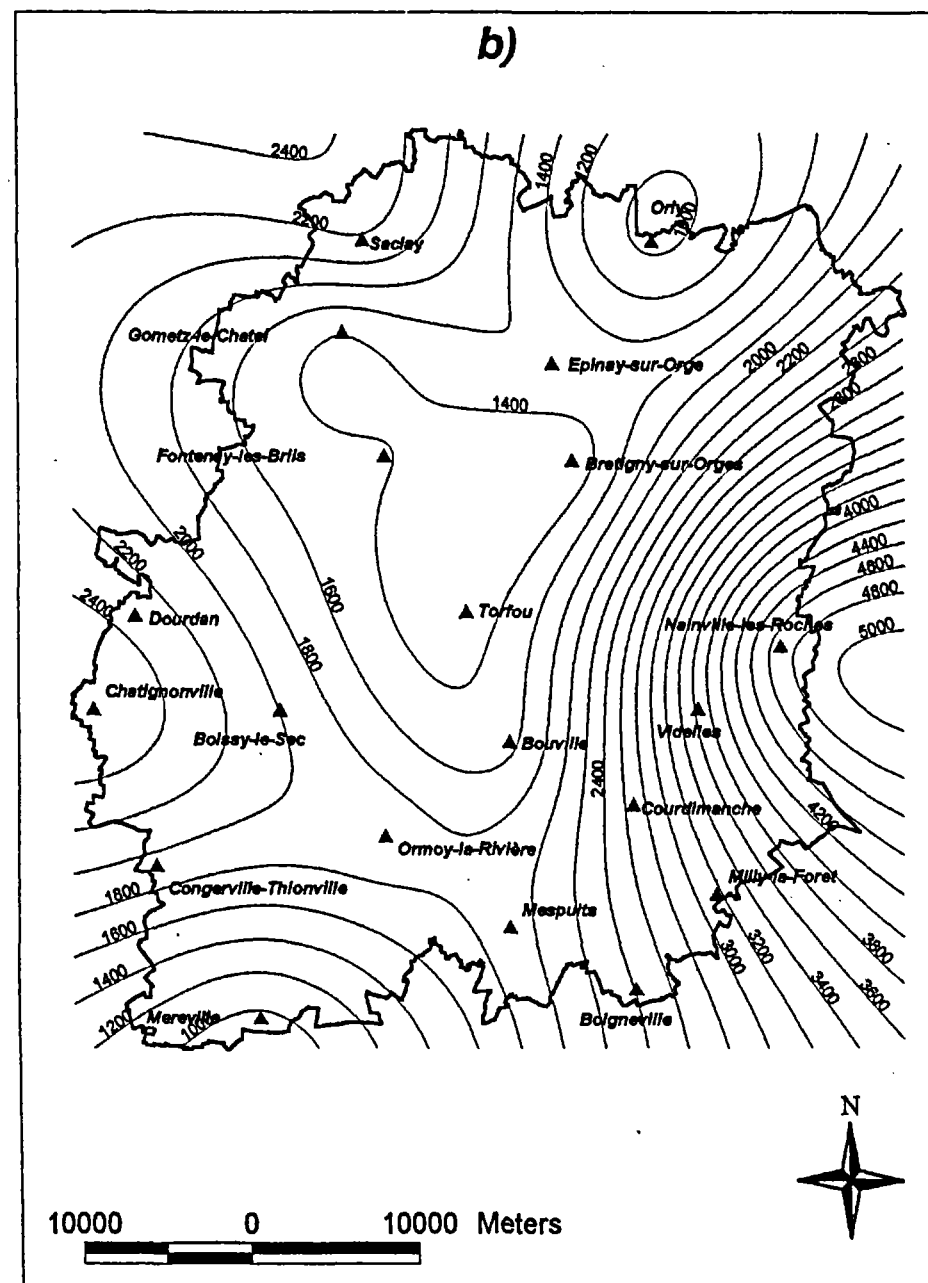
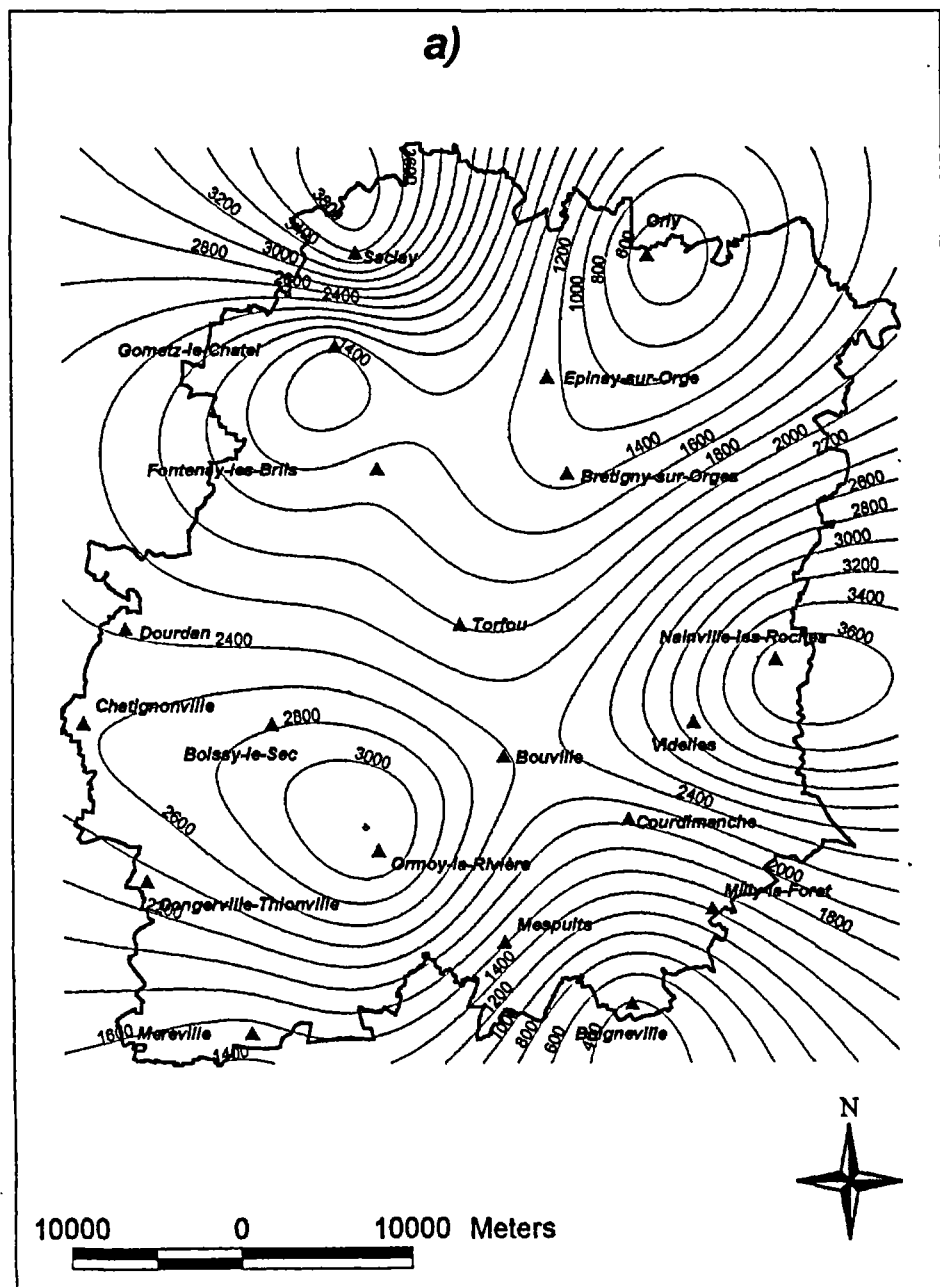


Fig.5 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DU PRODUIT I*N DANS LA PERIODE 1970-76
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

Tab.2 - Episodes de sécheresse dans le département de l'Essonne

ANALYSE CLIMATIQUE BASEE SUR LES PRECIPITATIONS EFFICACES																																											
Période de sécheresse		date de début		date de fin		Intensité de la sécheresse I		Nombre de mois avec sécheresse N		Ecart de la seuil I		Ecart de la seuil2		(TN)/10		Seuil 1		Seuil 2																									
239.7	134.9	52.1	102.2	apr-70	nov-76	299.5	80	164.6	122.0	2396.0	59.5	-61.0	-34.3	1725.1	544.3	204.1	108.7	98.6	167.5																								
				juin-83	fév-84	66.1	9	-68.8	-51.0	159.5	280.8	1363.7	368.4	69.9	75.6					141.3	185.4	199.4																					
				nov-84	apr-86	88.6	18	-46.3	-34.3	132.3	1150.8	140.5	110.1										213.9	120.3	118.1	211.9	178.2	233.1	208.7														
				mar-87	juin-87	85.1	33	-4.8	-5.3	280.8	1363.7	368.4																		172.9	140.9	254	154.1	83.1	101.7	153.9	215.1						
				ago-88	gen-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-70	nov-76	162.3	79	63.7	64.6	1282.2	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8						118.8										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1														
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8																							118.8	133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8	133.1						
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8					118.8																										133.1	230.6	186.8	188.8	215.1	118.8
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8	118.8	133.1	230.6	186.8					188.8	215.1	118.8	133.1																								
mag-88	apr-93	331.3	54	232.7	236.0	1789.0	353.8							118.8	133.1					230.6	186.8	188.8																					
mag-88	apr-93	331.																																									

STATION	ANALYSE CLIMATIQUE BASEE SUR LES PRECIPITATIONS									
	Années d'observation	Période de sécheresse		Intensité de la sécheresse I	Nombre de mois avec sécheresse N	Ecart de la seuil1	Ecart de la seuil2	(I*N)/10	Seuil 1	Seuil 2
		date de début	date de fin							
Boigneville	1970-1998	ott-75	nov-76	259.1	15	130.7	101.8	389	128.4	244.9
		nov-84	gen-86	143.1	15	14.7	11.4	215		
		set-88	ago-92	355.5	48	227.1	176.9	1706		
		giu-95	lug-98	286.8	38	158.4	123.4	1090		
Boissy Le Sec	1993-1998	mag-95	nov-96	227.9	16	142.7	167.5	365	85.2	158.9
Bouville	1964-1998	nov-69	nov-76	284.1	85	182.9	180.7	2415	101.2	204.8
		lug-88	ago-92	180.7	50	79.5	78.6	904		
		giu-95	ago-96	202	15	100.8	99.6	303		
Bretigny sur Orge	1949-1998	ago-51	feb-65	661.5	151	503.6	318.9	9989	157.9	295.4
		giu-70	ott-76	205.3	65	47.4	30.0	1334		
		set-88	set-92	184.8	49	26.9	17.0	906		
		mag-95	mar-97	240.7	23	82.8	52.4	554		
Chatignonville	1964-1998	ago-68	ott-76	260	99	162.9	167.8	2574	97.1	190.6
		nov-84	gen-86	107.3	15	10.2	10.5	161		
		set-88	feb-93	173.1	54	76.0	78.3	935		
		mag-95	mar-97	260.4	23	163.3	168.2	599		
Congerville	1982-1998	gen-85	gen-86	114.9	13	35.7	45.1	149	79.2	168.5
		mag-88	ago-92	151.7	52	72.5	91.5	789		
		mag-95	set-96	208.4	16	129.2	163.1	333		
Courdimanche	1990-1997	?	ago-92	170.7		44.4	35.2		126.3	270.1
		giu-95	nov-96	214.3	18	88.0	69.7	386		
Dourdan	1989-1997	?	ago-92	213.4		83.7	64.5		129.7	282.9
		mag-95	mar-97	191.6	23	61.9	47.7	441		
Epinay	1966-1998	giu-70	giu-74	143	49	46.0	47.4	701	97.0	188.4
		ott-75	ago-76	212.7	11	115.7	119.3	234		
				212.7	60	115.7	119.3	1276		
		giu-83	feb-84	95	9	-2.0	-2.1	86		
		nov-84	gen-86	109.8	15	12.8	13.2	165		
				109.8	24	12.8	13.2	264		
		set-88	apr-93	320.8	56	223.8	230.7	1796		
		mag-95	mar-97	264.6	23	167.6	172.8	609		
Fontenay	1964-1998	giu-70	giu-74	264.7	49	161.3	156.0	1297	103.4	204.3
		giu-74	nov-76	252.7	15	149.3	144.4	379		
				264.7	64	161.3	156.0	1694		
		ago-83	mar-87	101.4	44	-2.0	-1.9	446		
		set-88	apr-93	302.1	56	198.7	192.2	1692		
		lug-95	mar-97	189.6	21	86.2	83.4	398		
Gometz	1950-1998	gen-51	feb-65	381.2	158	255.2	202.5	6023	126.0	242.9
		giu-70	lug-73	146.6	38	20.6	16.3	557		
		ott-75	nov-76	279.1	14	153.1	121.5	391		
				279.1	52	153.1	121.5	1451		
		nov-84	mar-87	116.3	29	-9.7	-7.7	337		
		set-88	mar-92	172.4	43	46.4	36.8	741		
		lug-95	mar-97	232	21	106.0	84.1	487		
Mereville	1964-1998	lug-70	lug-74	115.4	50	-22.1	-16.1	577	137.5	265.0
		nov-75	nov-76	241.6	13	104.1	75.7	314		
				241.6	63	104.1	75.7	1522		
		nov-84	mar-87	185.6	29	48.1	35.0	538		
		mag-88	mag-92	512.9	49	375.4	273.0	2513		
		lug-95	ago-96	184.7	14	47.2	34.3	259		
Mespuits	1964-1998	gen-85	set-86	129	21	-1.2	-0.9	271	130.2	255.5
		set-88	gen-93	324	53	193.8	148.8	1717		
		mag-95	ago-96	182.7	16	52.5	40.3	292		
Milly	1987-1998	lug-88	feb-93	291.2	56	155.4	114.4	1631	135.8	265.8
		mag-95	ago-96	204.6	16	68.8	50.7	327		
Nainville	1964-1998	feb-66	nov-76	283.1	130	162.2	134.2	3680	120.9	237.3
		lug-83	gen-86	115.7	31	-5.2	-4.3	359		
		ago-88	ago-92	318.2	49	197.3	163.2	1559		
		mag-95	mar-97	216.5	23	95.6	79.1	498		
Orly	1950-1998	ott-51	giu-57	258.9	69	141.0	119.6	1786	117.9	230.4
		nov-58	mar-60	193.1	17	75.2	63.8	328		
		dic-60	ott-64	115.6	47	-2.3	-2.0	543		
		gen-75	nov-76	218.7	23	100.8	85.5	503		
		lug-83	mai-87	63.6	45	-34.0	-28.8	378		
		set-88	apr-92	259.4	44	141.5	120.0	1141		
		giu-95	apr-97	351.9	23	234.0	198.5	809		
Ormoy	1964-1998	nov-66	ott-69	136.1	38	23.7	21.1	490	112.4	212.0
		lug-70	ott-76	282	76	169.6	150.9	2143		
				282	112	169.6	150.9	3158		
		ott-84	feb-87	132	29	19.6	17.4	383		
		apr-88	gen-93	360.9	58	248.5	221.1	2093		
		mar-95	lug-96	243.5	17	131.1	116.6	414		
Saclay	1958-1998	dic-60	feb-65	255.5	51	133.9	110.1	1303	121.6	237.3
		ago-70	nov-76	282	76	160.4	131.9	2143		
				282	127	160.4	131.9	3581		
		nov-84	set-86	108.6	23	-13.0	-10.7	250		
		set-88	mar-92	246.2	43	124.6	102.5	1059		
		lug-95	mar-97	323.2	21	201.6	165.8	679		
Torfou	1987-1998	set-88	feb-93	258.3	54	136.4	111.9	1395	121.9	243.3
		giu-95	ago-96	200.8	15	78.9	64.7	301		
Videlles	1984-1998	nov-84	mar-87	144.2	29	11.2	8.4	418	133.0	260.4
		mag-88	ago-92	352.1	52	219.1	164.7	1831		
		mag-95	ago-96	179.6	16	46.6	35.0	287		

Tab.2 - Episodes de sécheresse dans le departement de l'Essonne

La période considérée a une importance particulière car un déficit de pluies relativement faible mais répété successivement sur 2 ou 3 années peut avoir le même effet qu'un très fort déficit concentré sur 6 à 7 mois consécutifs.

Ces considérations expliquent le choix du pas de temps mensuel utilisé dans cette étude.

2.2. Période étudiée

Pour le département de l'Essonne (Fig.1) on dispose de chroniques météorologiques (precipitations) distribuées et continues sur une période de 50 ans (1949-1998) pour les postes de Bretigny sur Orge, de Gometz le Chatel et d'Orly. Pour les autres stations (Bouville, Chatignonville, Epinay sur Orge, Fontenay les Briis, Méréville, Nainville les Roches, Ormoy la Rivière et Saclay) on dispose les données sur une période représentative de 30 ans (1969-1999). Pour les autres postes les données varient d'un maximum de 29 ans (Boigneville) à un minimum de 6 ans (Boissy Le Sec). Seulement pour une partie de stations on dispose des données de températures (Table. 1). La période étudiée donc pour l'évaluation de la sécheresse varie suivant les différents postes du département.

Station	Latitude Nord	Longitude Est	Z (m)	T	P
Boigneville	48° 19' 5	02° 22' 9	115	1980-1998	1970-1998
Boissy Le Sec	48° 28' 0	02° 05' 0	115	-	1970-1971/1982-1988/1993-1998
Bouville	48° 27' 1	02° 16' 3	150	-	1964-1998
Bretigny sur Orge	48° 36' 0	02° 19' 6	80	1947-1998	1949-1998
Chatignonville	48° 28' 0	01° 56' 0	157	-	1964-1998
Congerville-Thionville	48° 23' 2	01° 59' 3	148	1985-1998	1982-1998
Courdimanche	48° 25' 0	02° 22' 0	71	1990-1997	1990-1997
Dourdan	48° 31' 0	01° 58' 0	149	1989-1997	1989-1997
Epinay-sur-Orge	48° 39' 8	02° 18' 9	51	1979-1998	1966-1998
Fontenay-les-Briis	48° 36' 7	02° 10' 2	109	1964-1998	1964-1998
Gometz-le-Châtel	48° 40' 6	02° 08' 2	160	1964-1998	1950-1998
Méréville	48° 18' 7	02° 04' 4	127	1980-1998	1964-1998
Mespuits	48° 21' 5	02° 16' 5	132	-	1984-1998
Milly-la-Forêt	48° 22' 9	02° 26' 0	116	-	1987-1998
Nainville-les-Roches	48° 30' 4	02° 29' 6	79	1980-1998	1964-1998
Orly	48° 43' 0	02° 23' 0	90	1949-1998	1949-1998
Ormoy-la-Rivière	48° 24' 0	02° 10' 6	140	-	1964-1998
Saclay	48° 43' 2	02° 09' 1	155	1980-1998	1958-1998
St Chéron	48° 32' 0	02° 08' 0	150	-	1970-1988/1993-1998
Tor fou	48° 31' 9	02° 14' 0	145	-	1987-1998
Videlles	48° 28' 4	02° 25' 7	135	-	1984-1998
Villabé	48° 36' 0	02° 26' 0	80	-	1972-1988/1993-1998

Tab.1 – Données météo dans le département Essonne

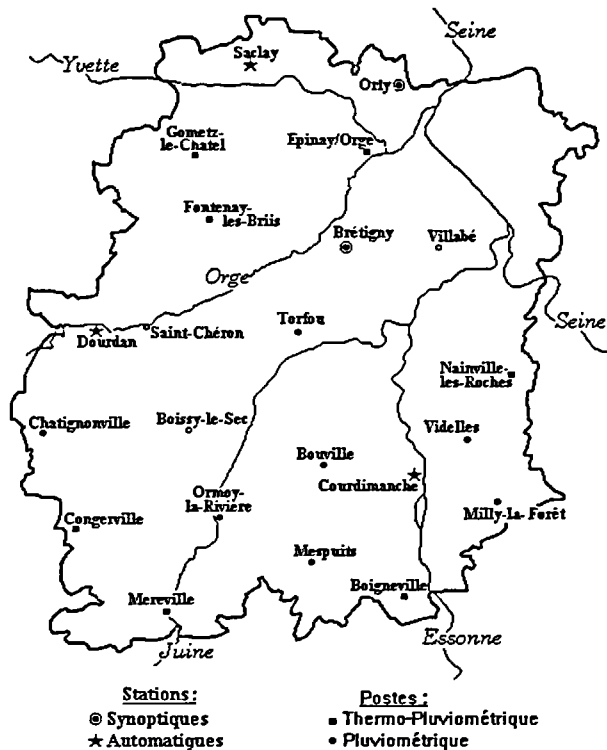


Fig.1 - Réseau climatologique de l'Essonne

La répartition des normales des précipitations, des précipitations efficaces et de l'évapotranspiration est montrée dans les figures 2-3-4.

Le département essonne est caractérisé par un étalement des précipitations tout au long de l'année, au cours des mois de mai, septembre et octobre on observe la plus grande quantité de précipitations (Fig.3). Les précipitations efficaces sont nulles dans les mois de Juin, Juillet et Août (Fig.4).

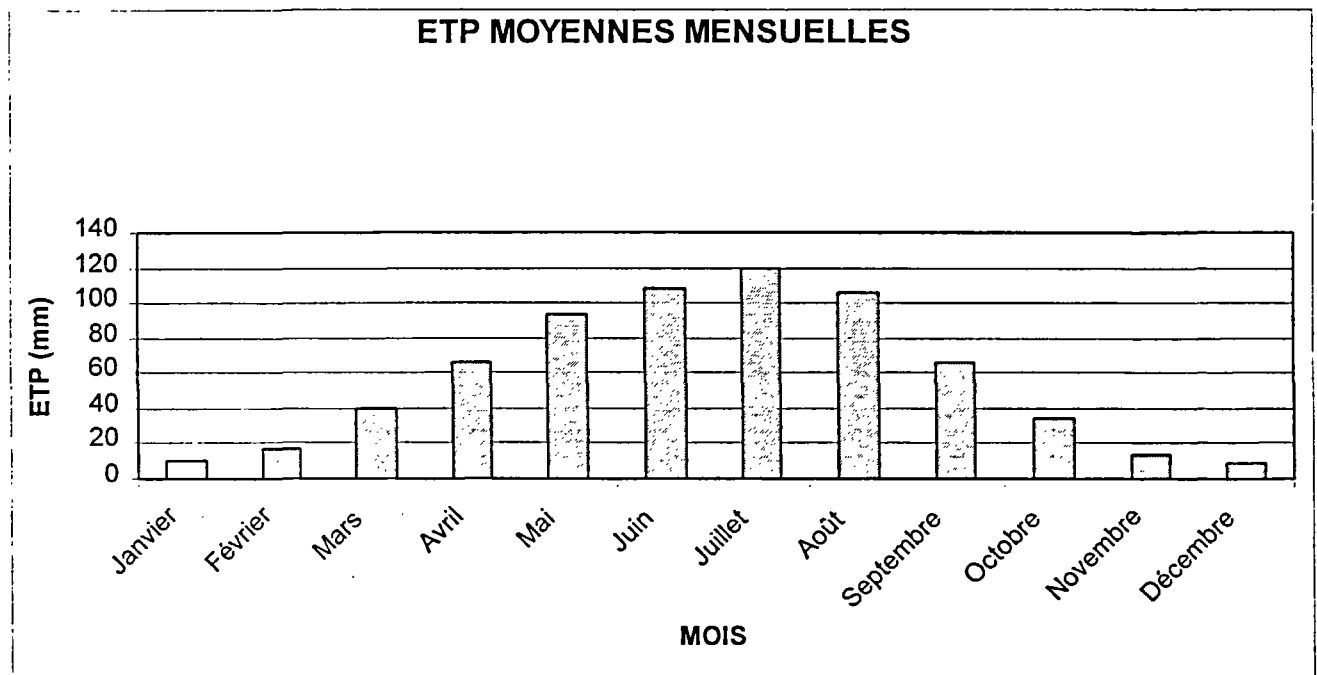


Fig. 2 – Répartition mensuelle de ETP pour la station de Trappes

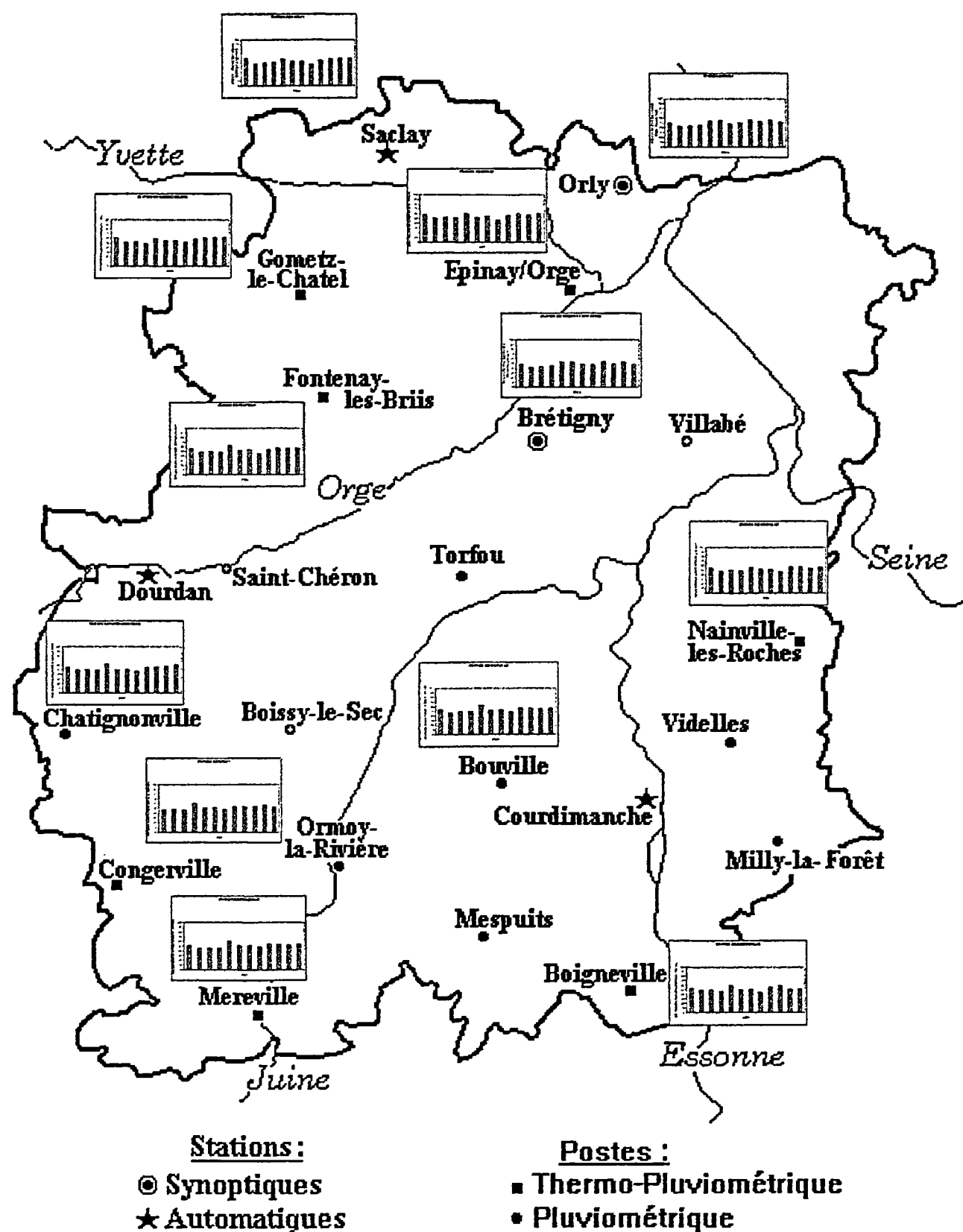


Fig. 3 – Distribution des précipitation mensuelles moyennes dans le département

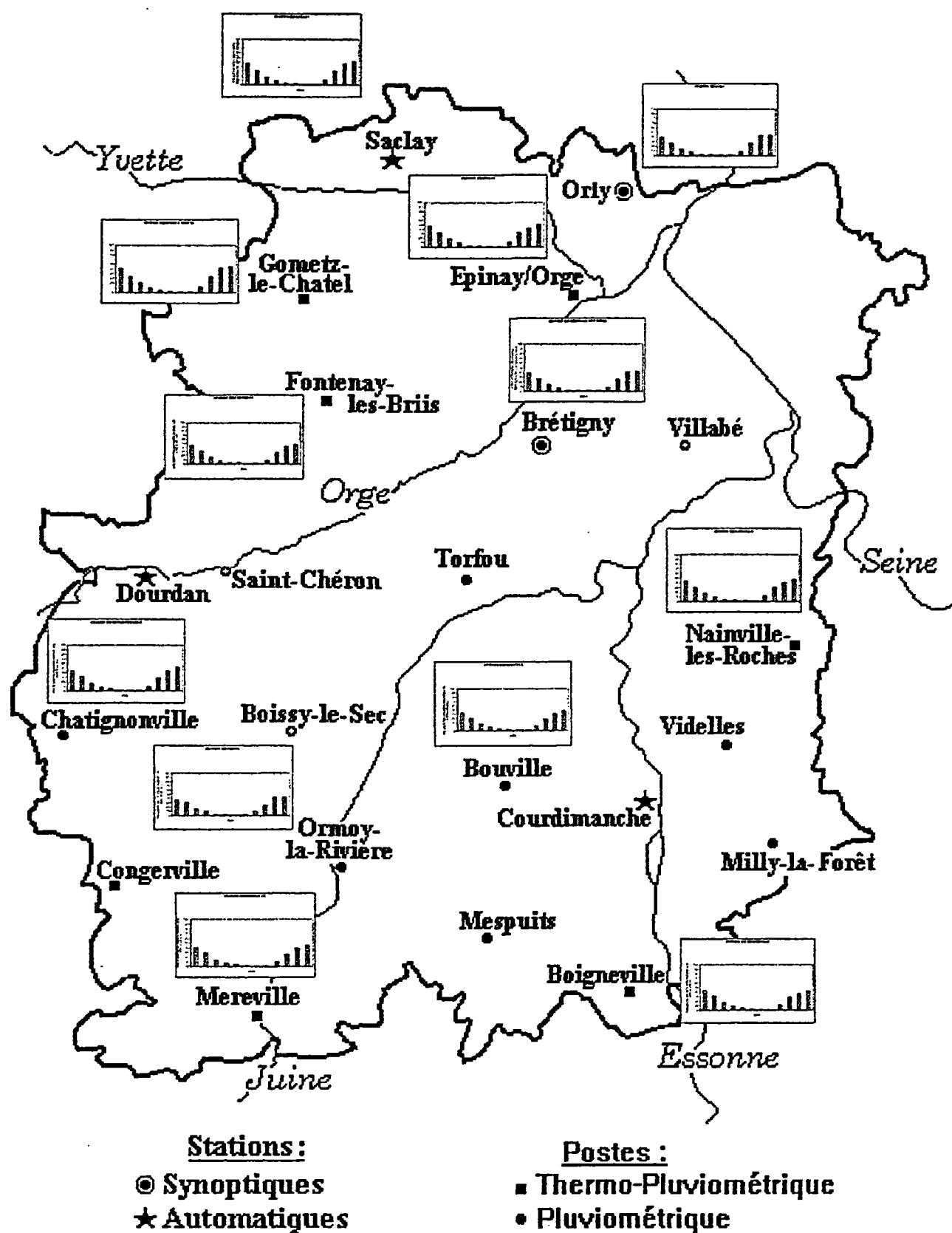


Fig.4 – Distribution des précipitations efficaces moyennes mensuelles dans le département

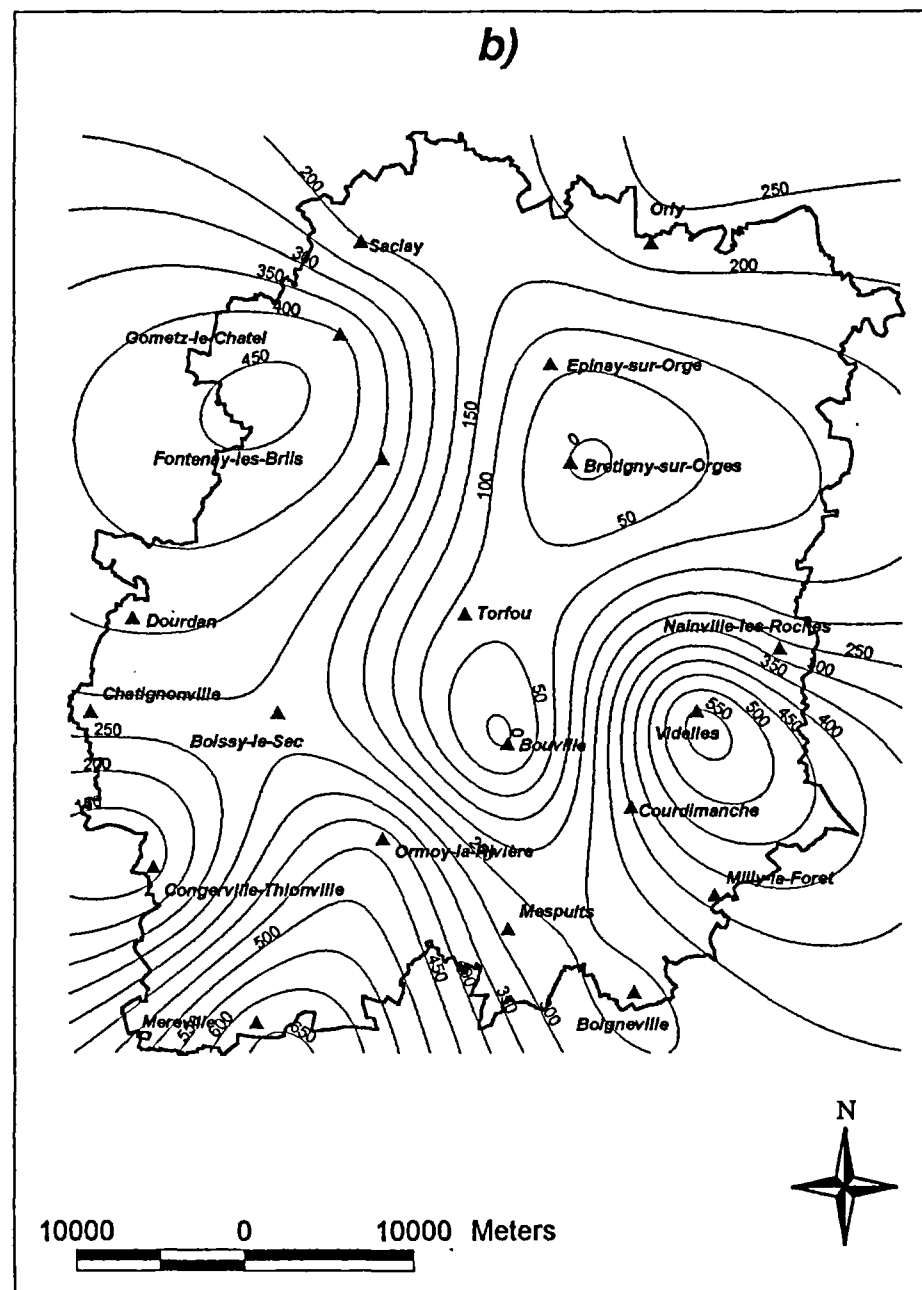
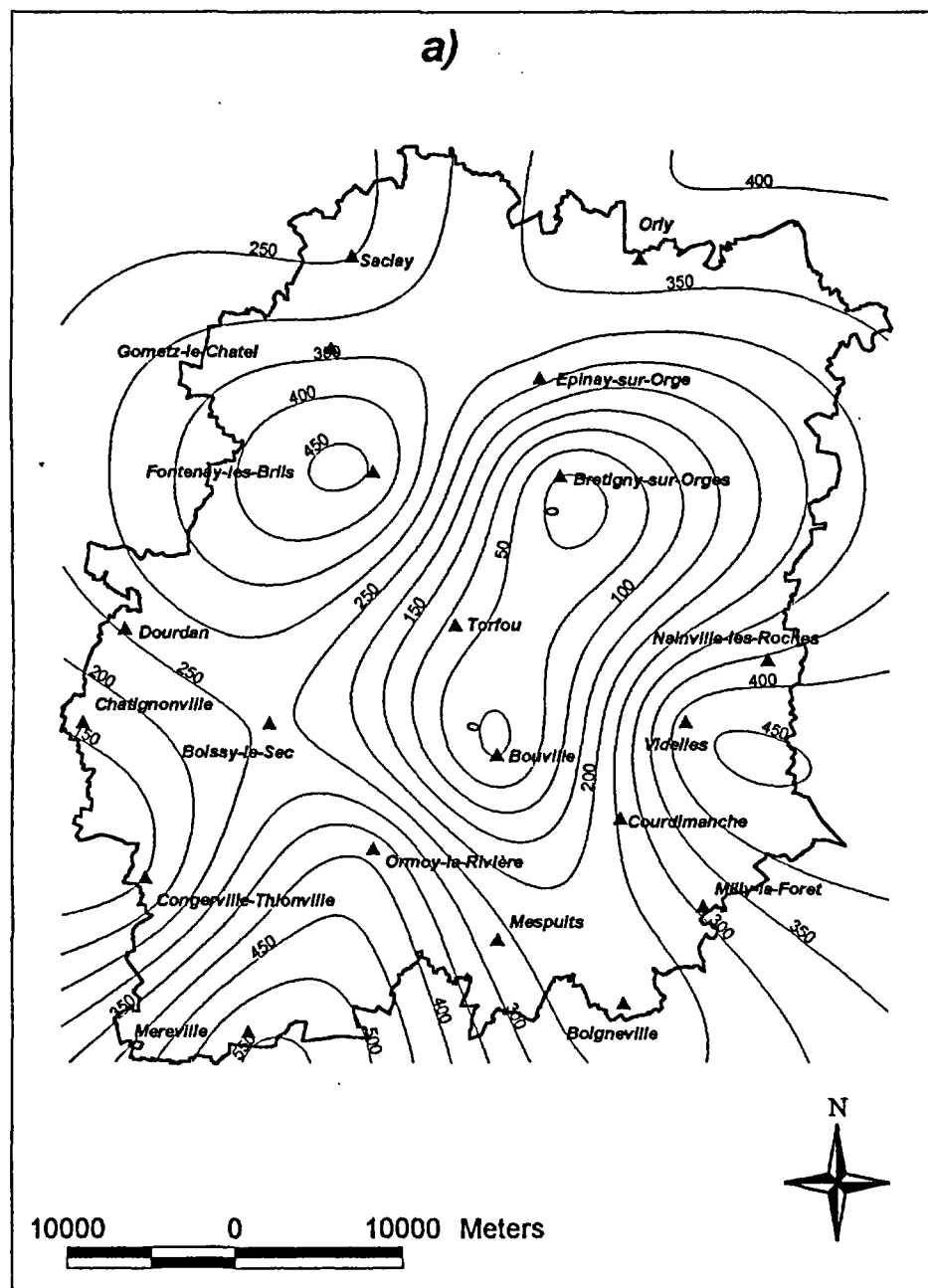


Fig.6 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DU PRODUIT $I \cdot N$ DANS LA PERIODE 1984-87
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

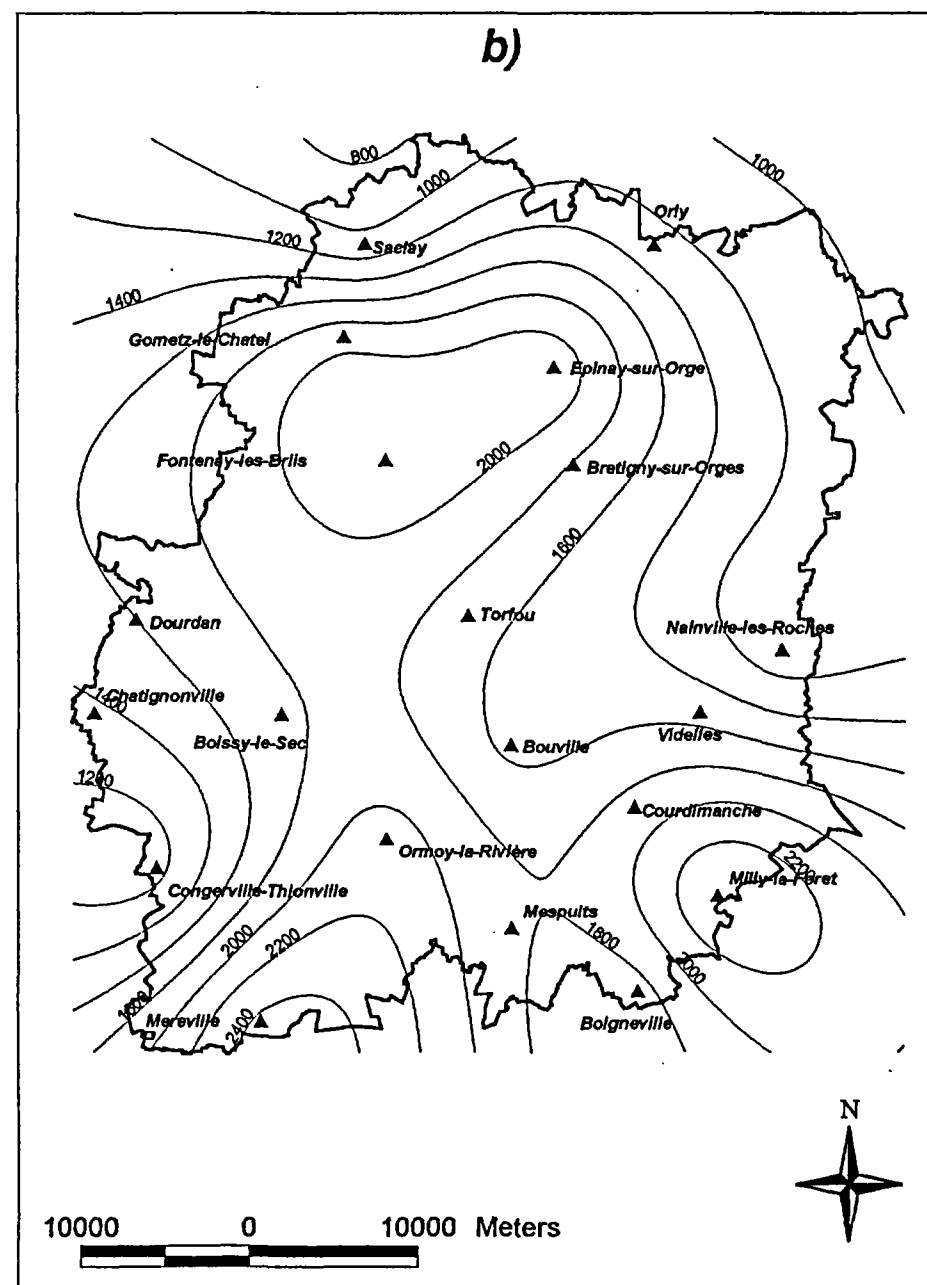
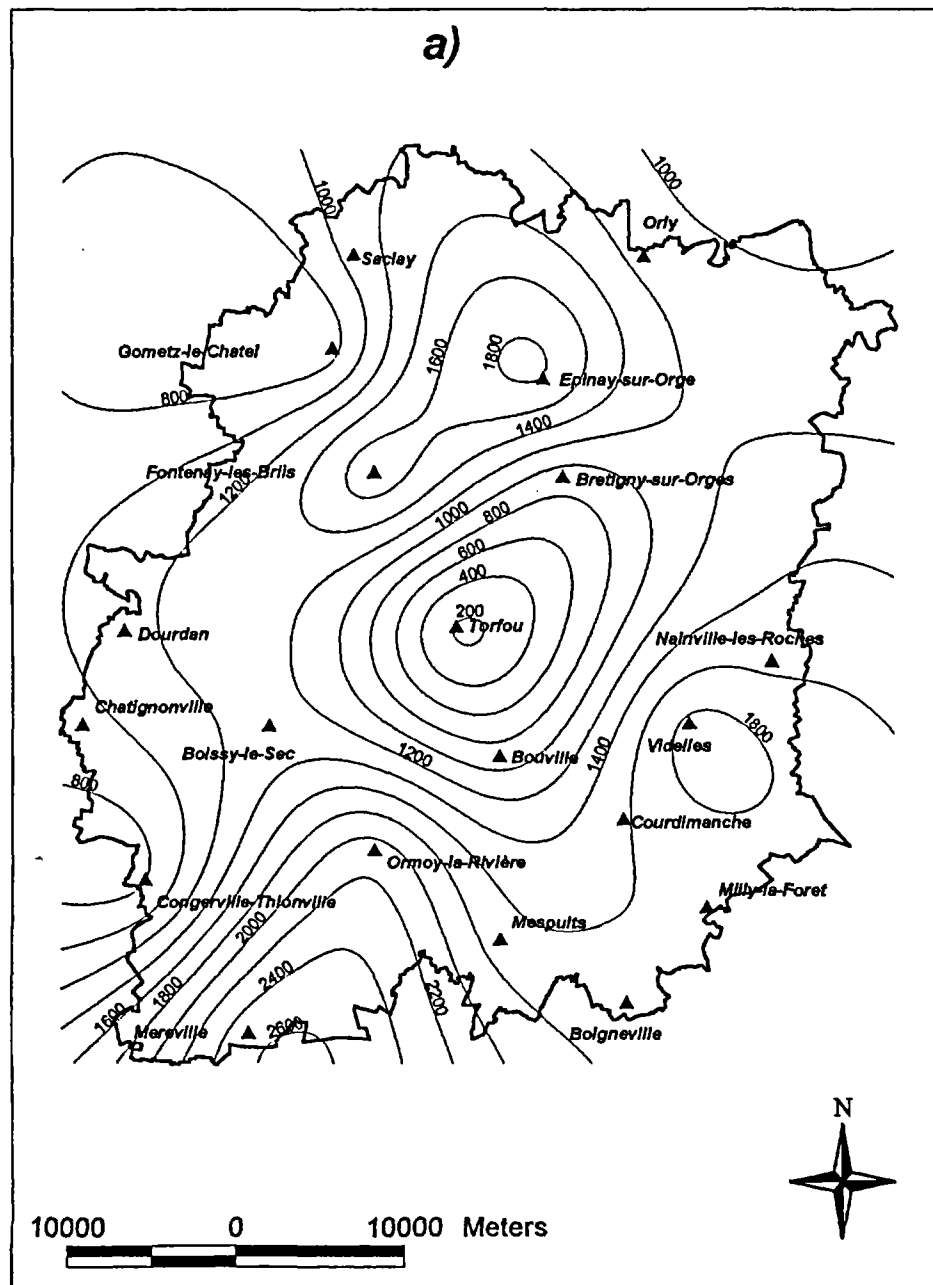


Fig.7 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DU PRODUIT I^*N DANS LA PERIODE 1988-92
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

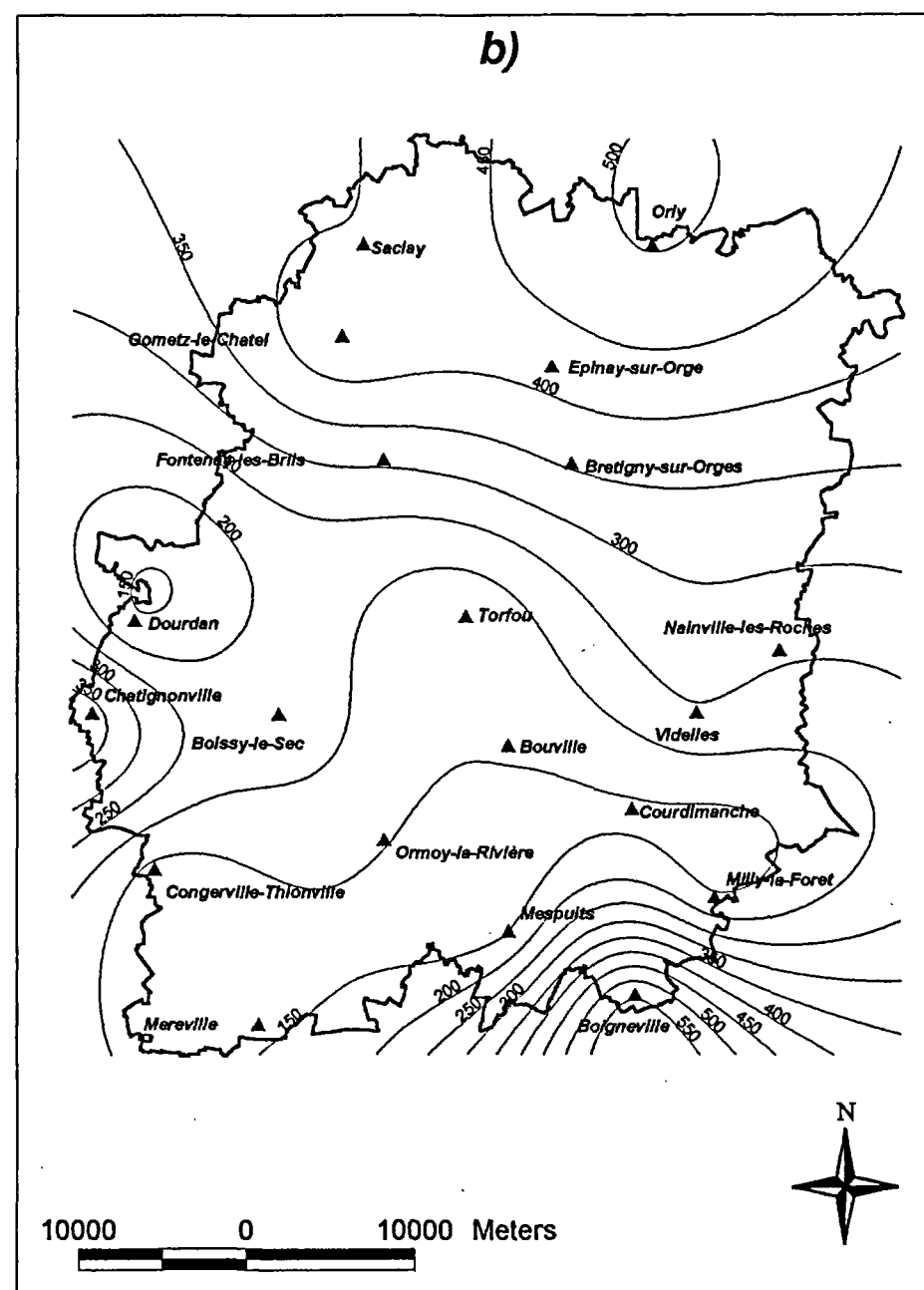
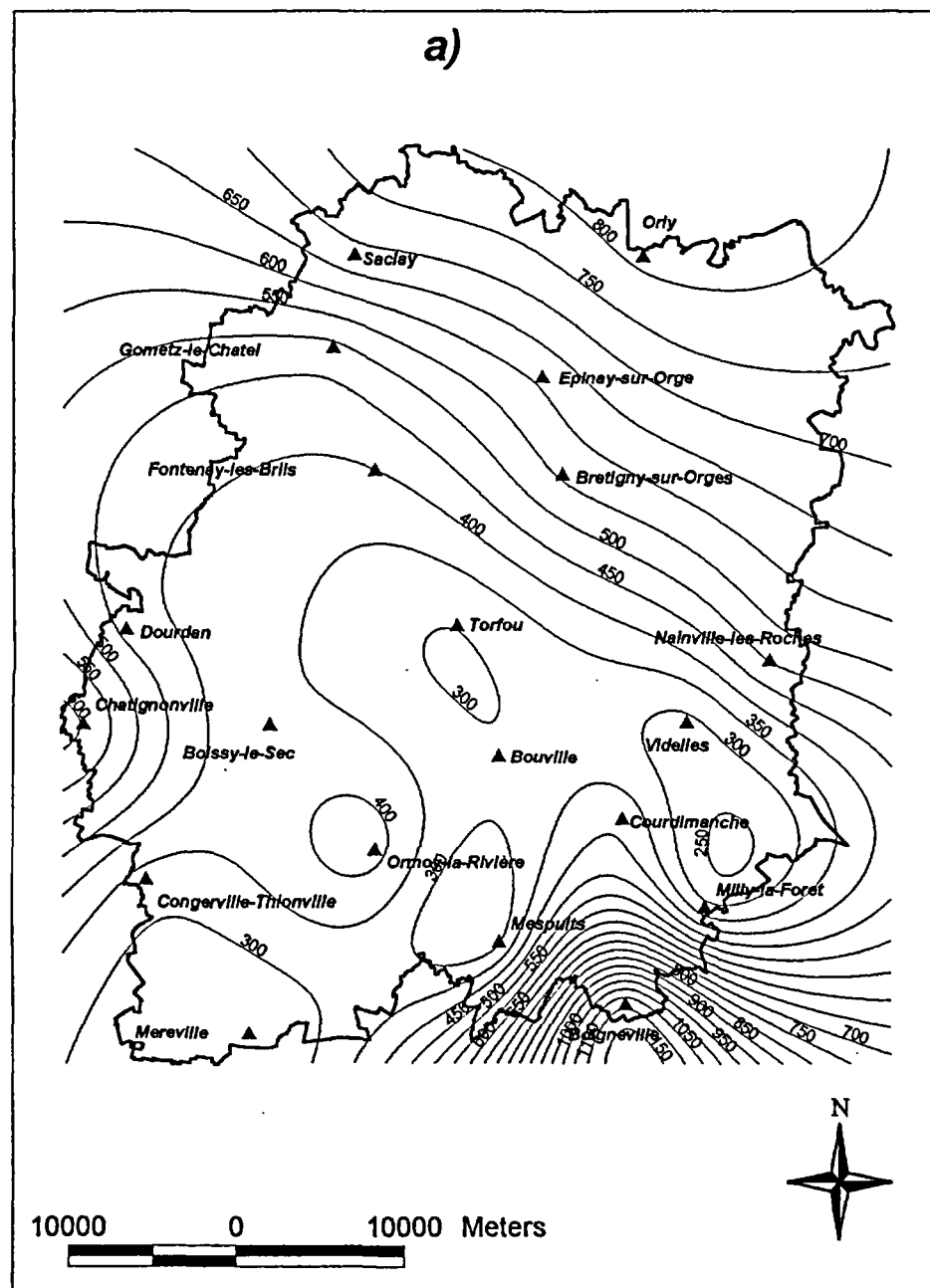


Fig.8 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DU PRODUIT $I \cdot N$ DANS LA PERIODE 1995-97
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

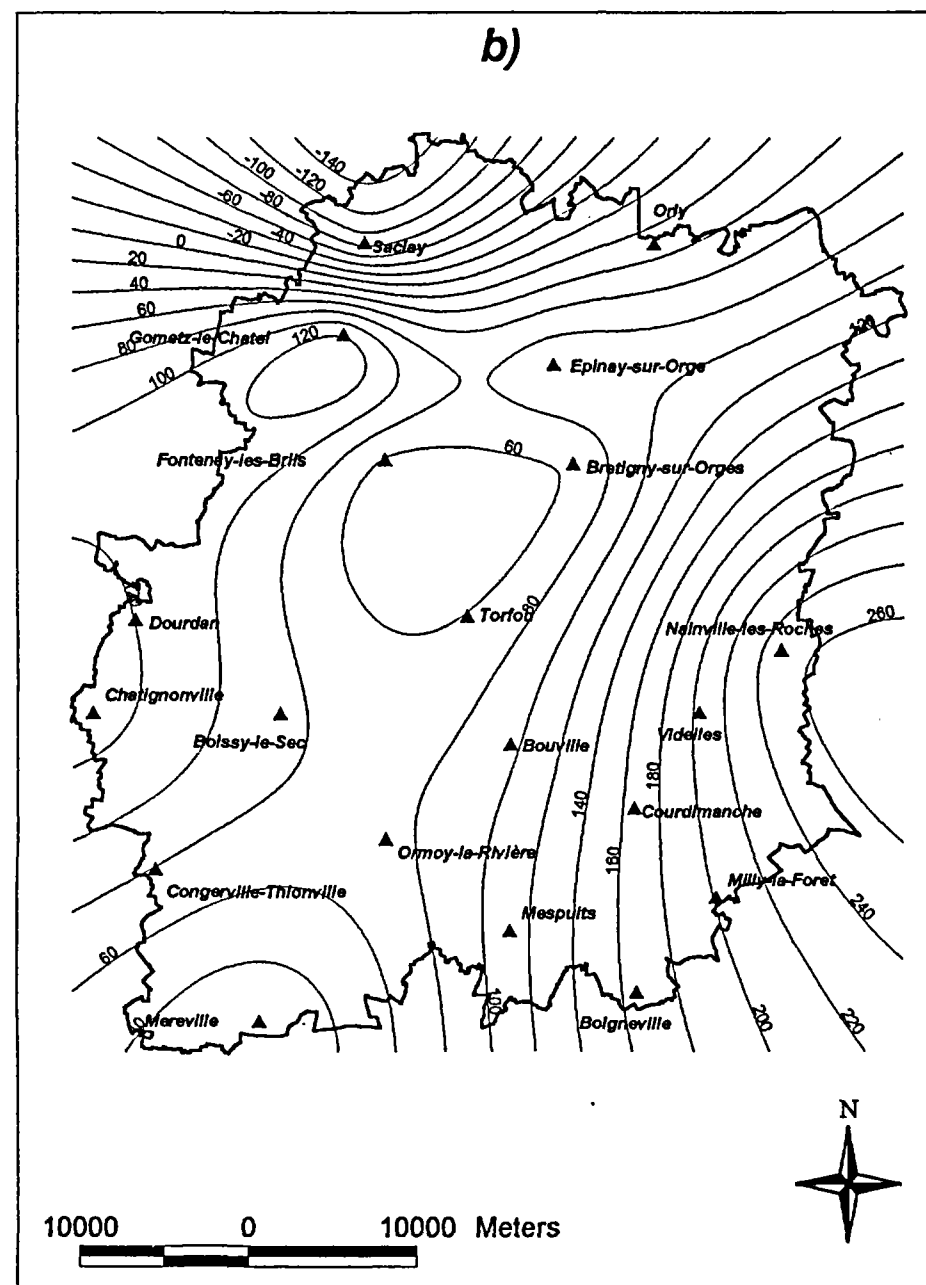
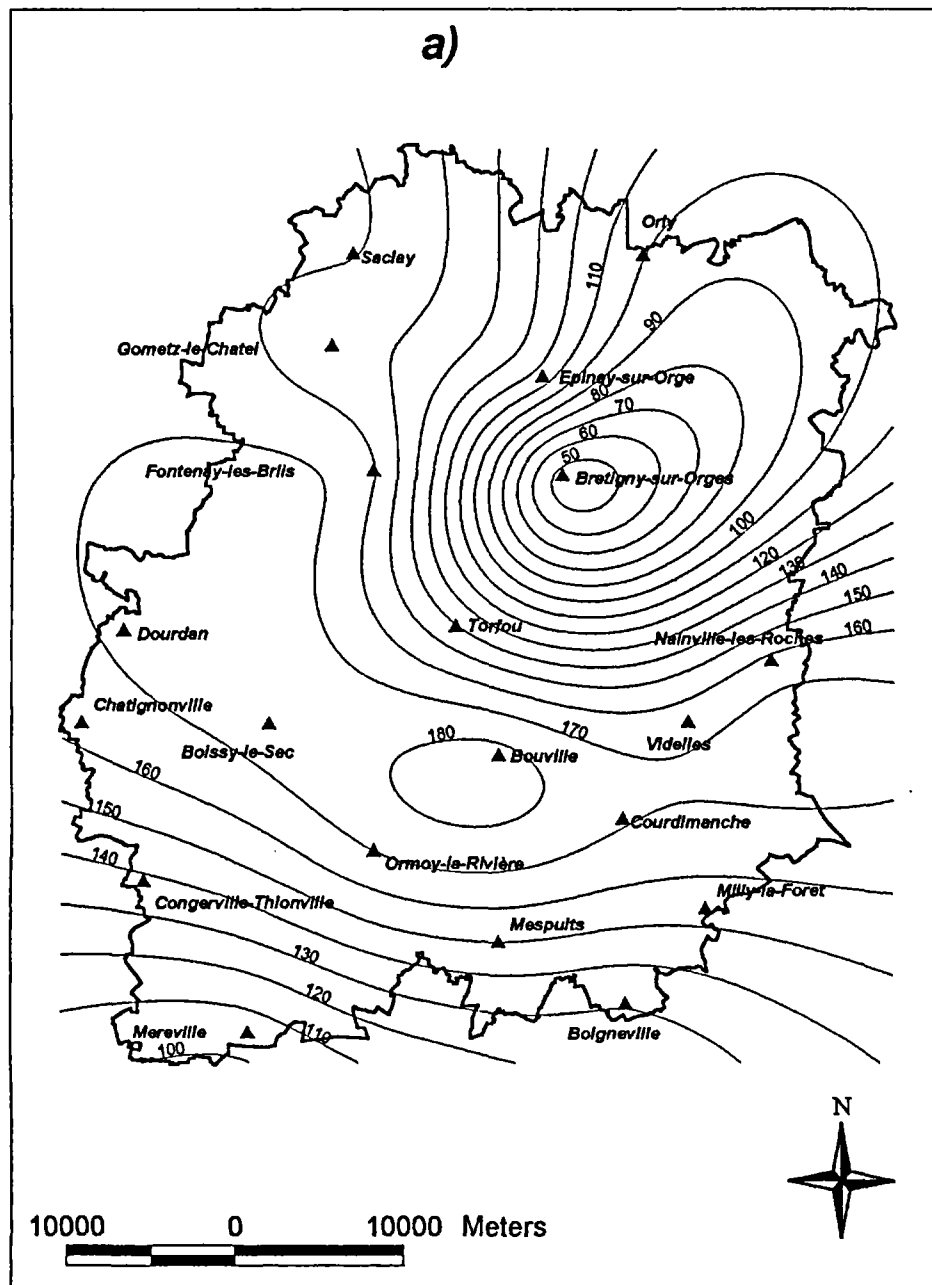


Fig.9 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DES ECARTS AUX VALEURS SEUIL 1 CORRESPONDANTES A UNE SECHERESSE FORTE POUR LA PERIODE 1970-1976

(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

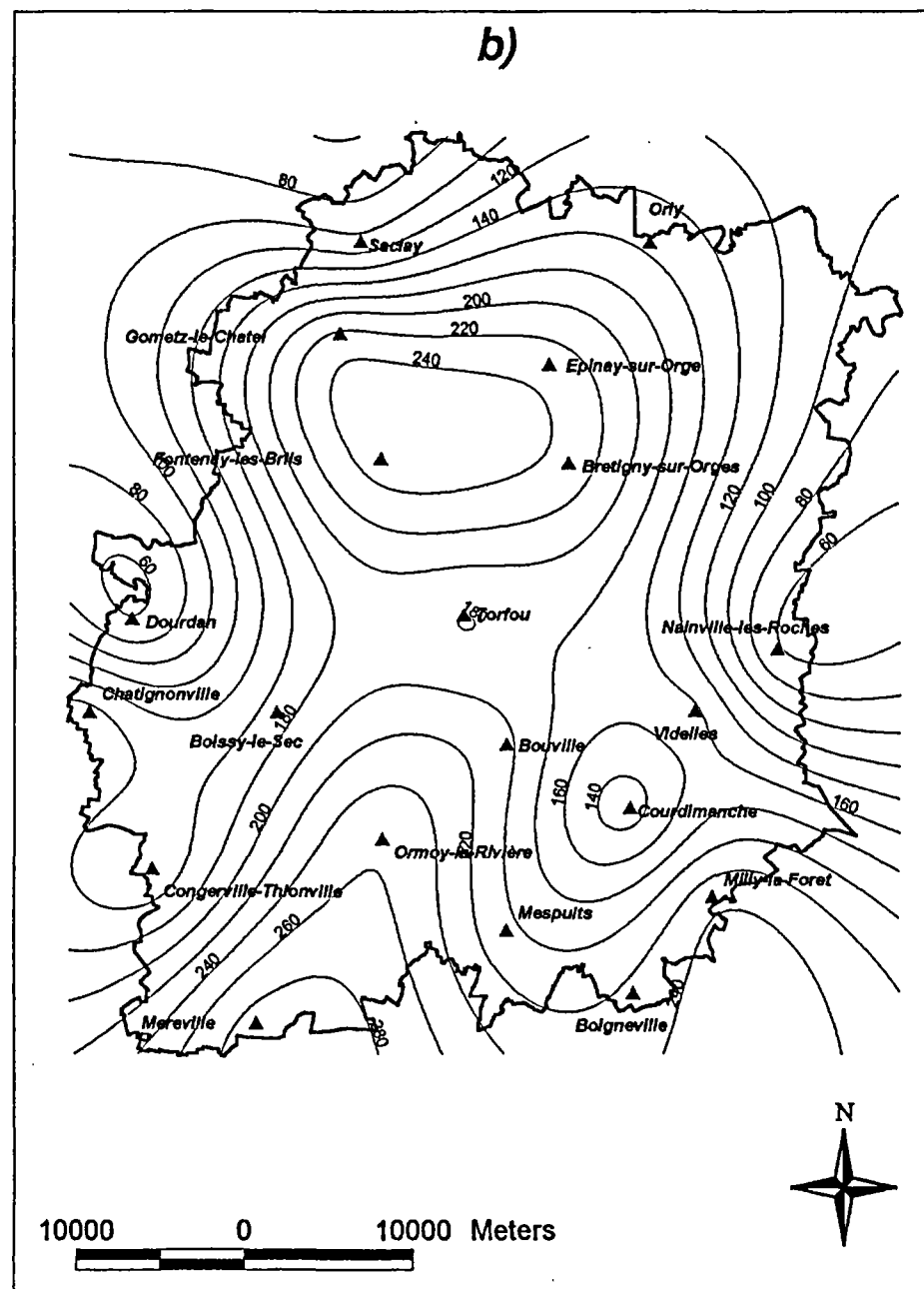
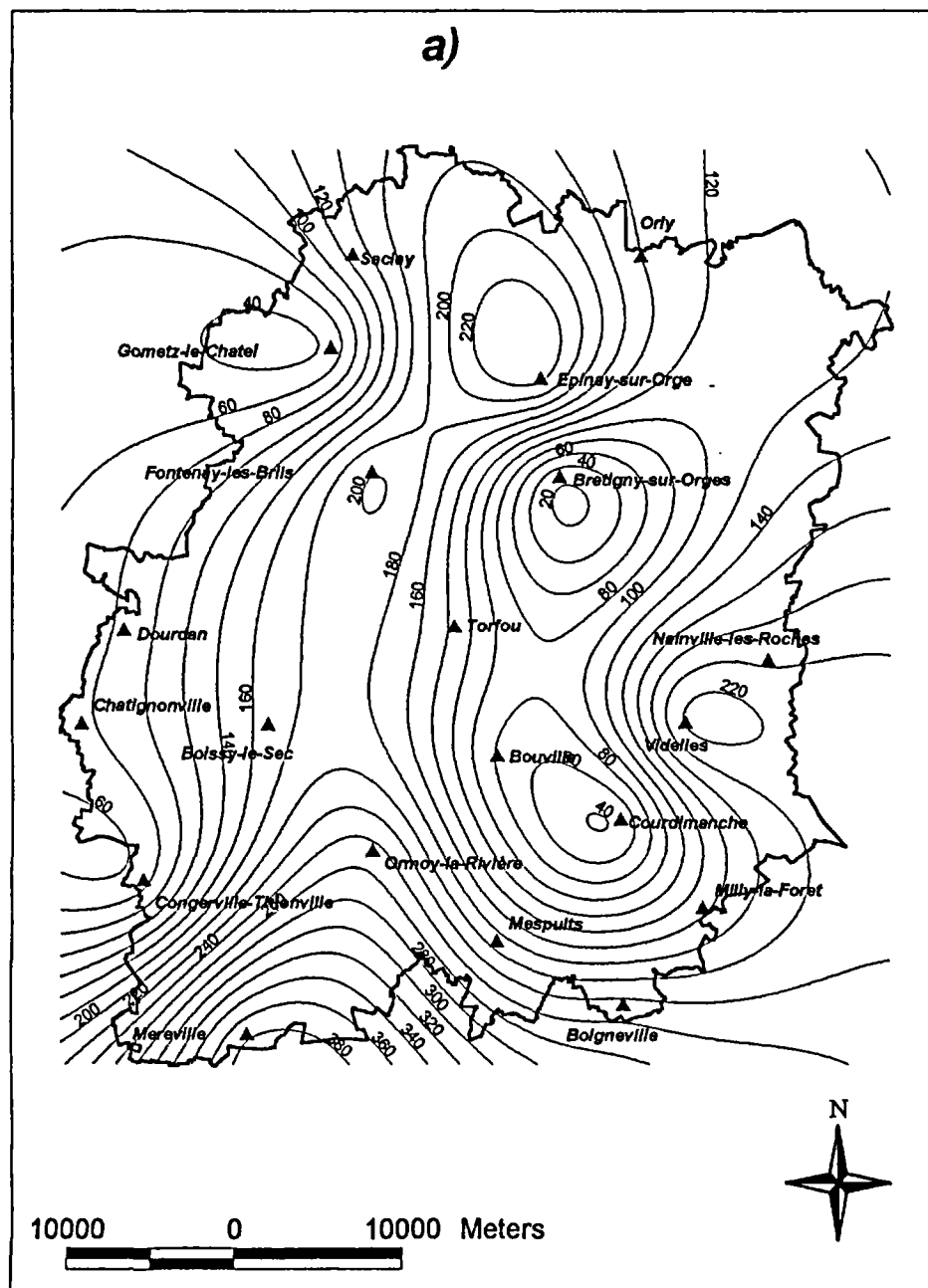


Fig.11 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DES ECARTS AUX VALEURS SEUIL 1 CORRESPONDANTES A UNE SECHERESSE FORTE POUR LA PERIODE 1988-1992

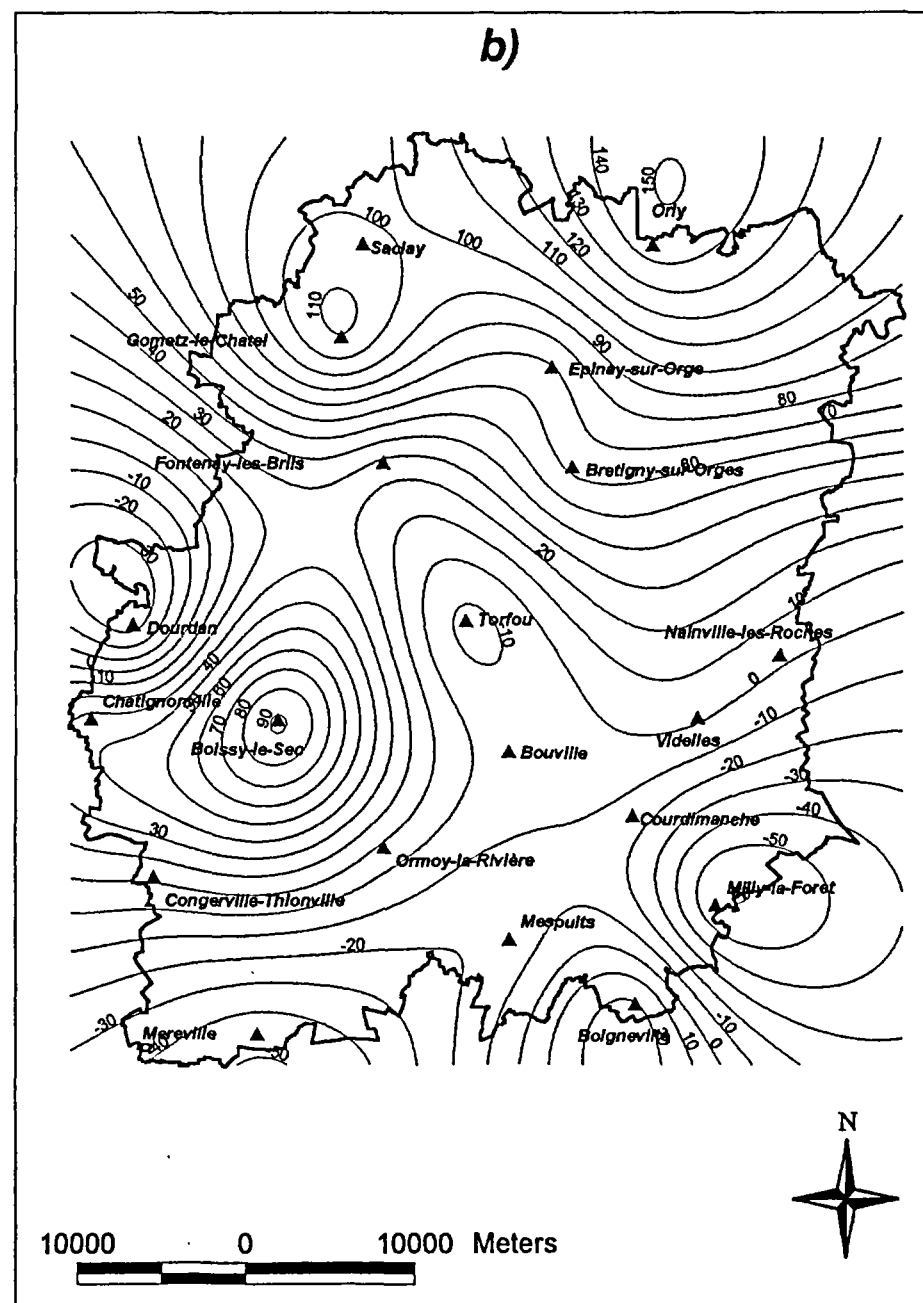
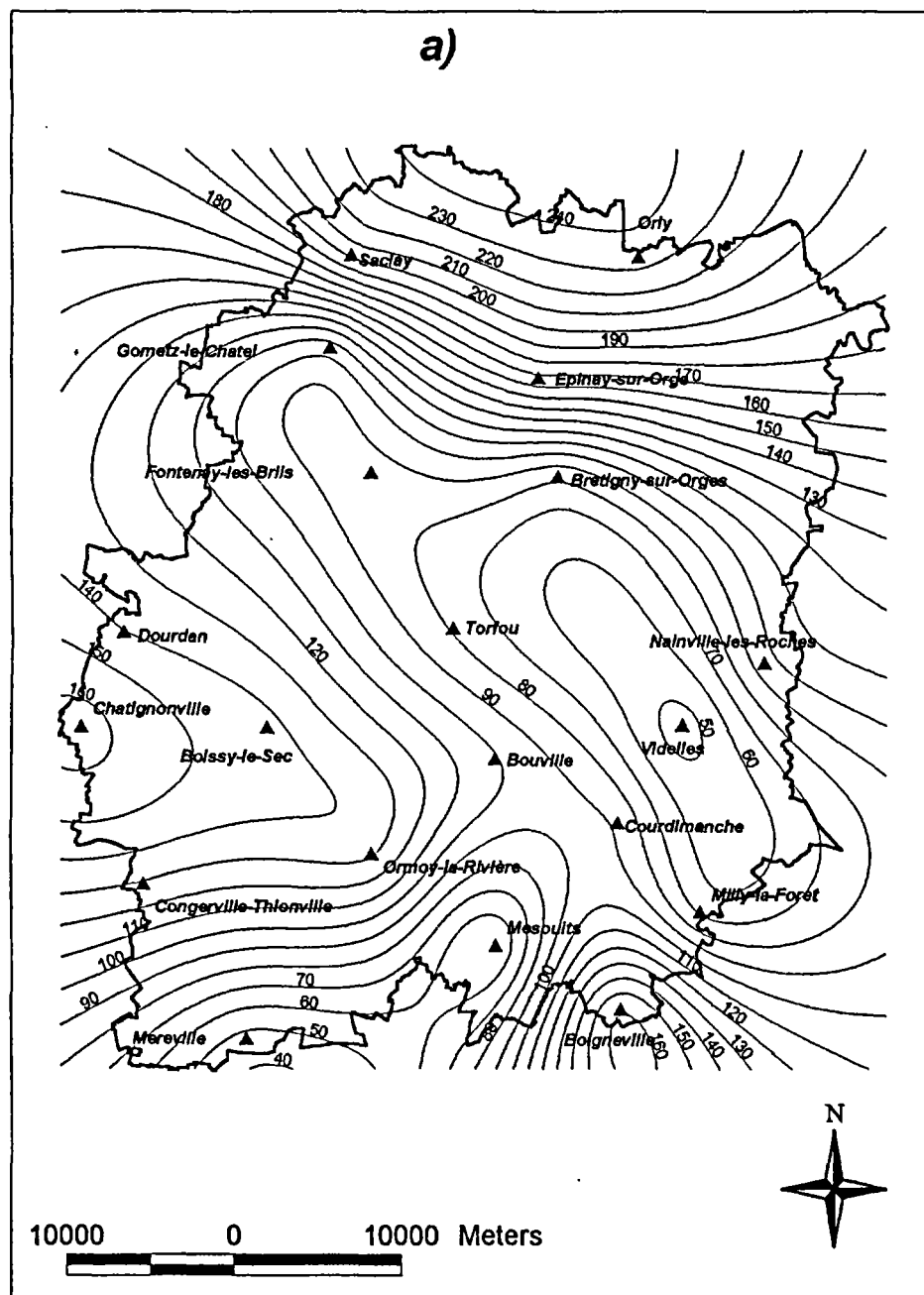
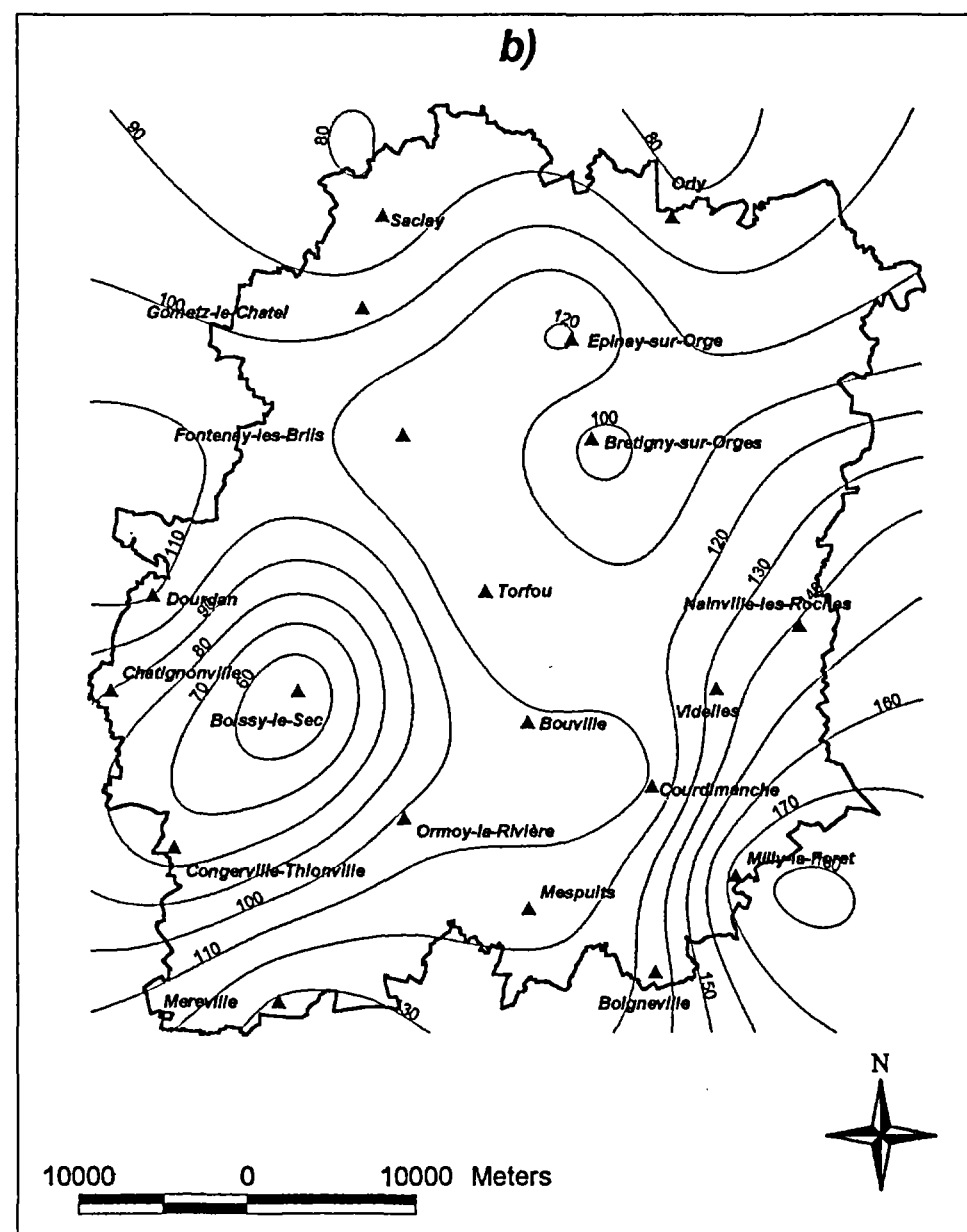
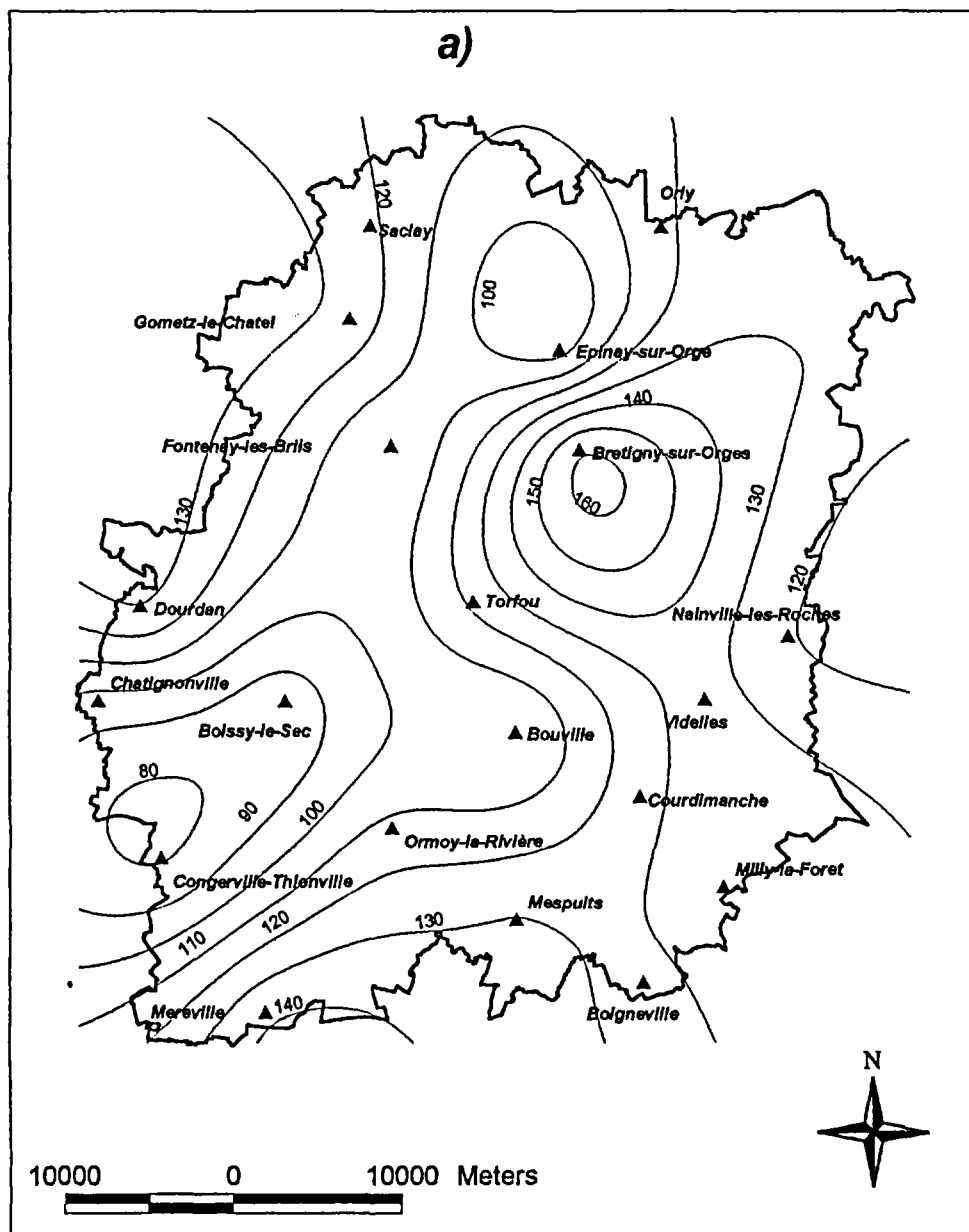


Fig.12 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DES ECARTS AUX VALEURS SEUIL 1 CORRESPONDANTES A UNE SECHERESSE TRES FORTE POUR LA PERIODE 1995-1997
 (a) précipitations; b) précipitations officielles



**Fig.13 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DES VALEURS SEUIL 1 CORRESPONDANT A UNE SECHERESSE FORTE
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)**

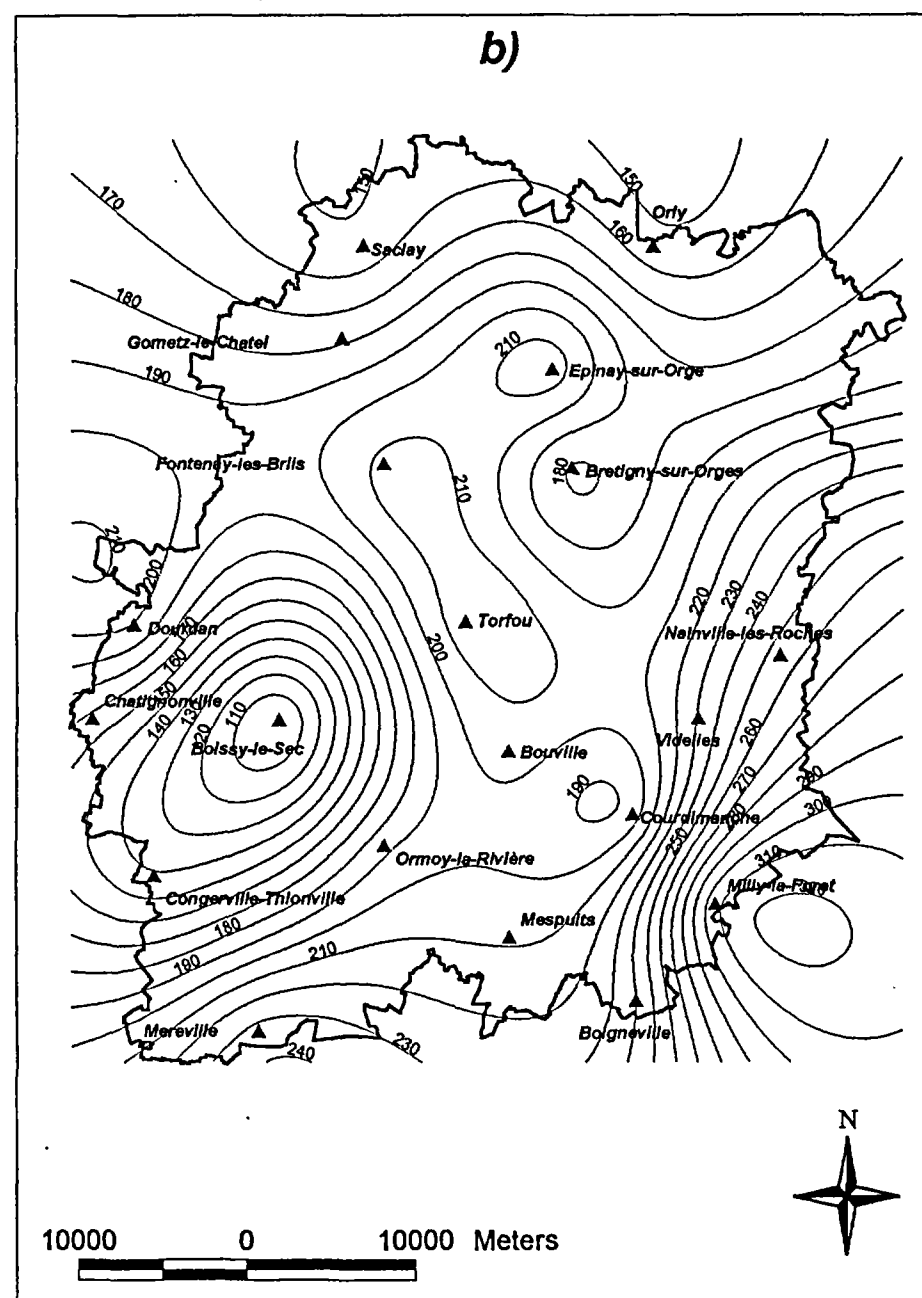
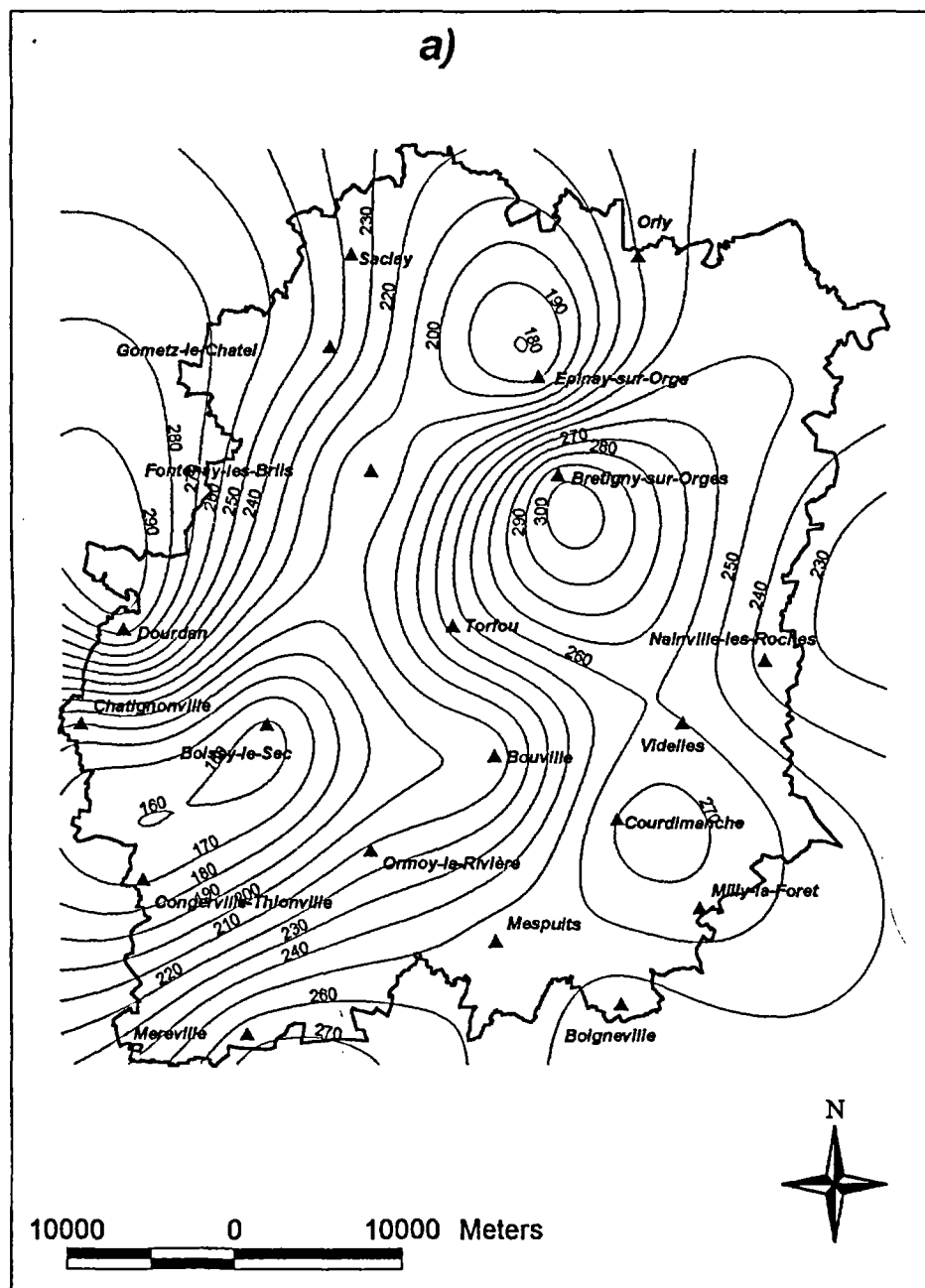


Fig.14 - CARTE AVEC LA DISTRIBUTION DES VALEURS SEUIL 2 CORRESPONDANT A UNE SECHERESSE TRES FORTE
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

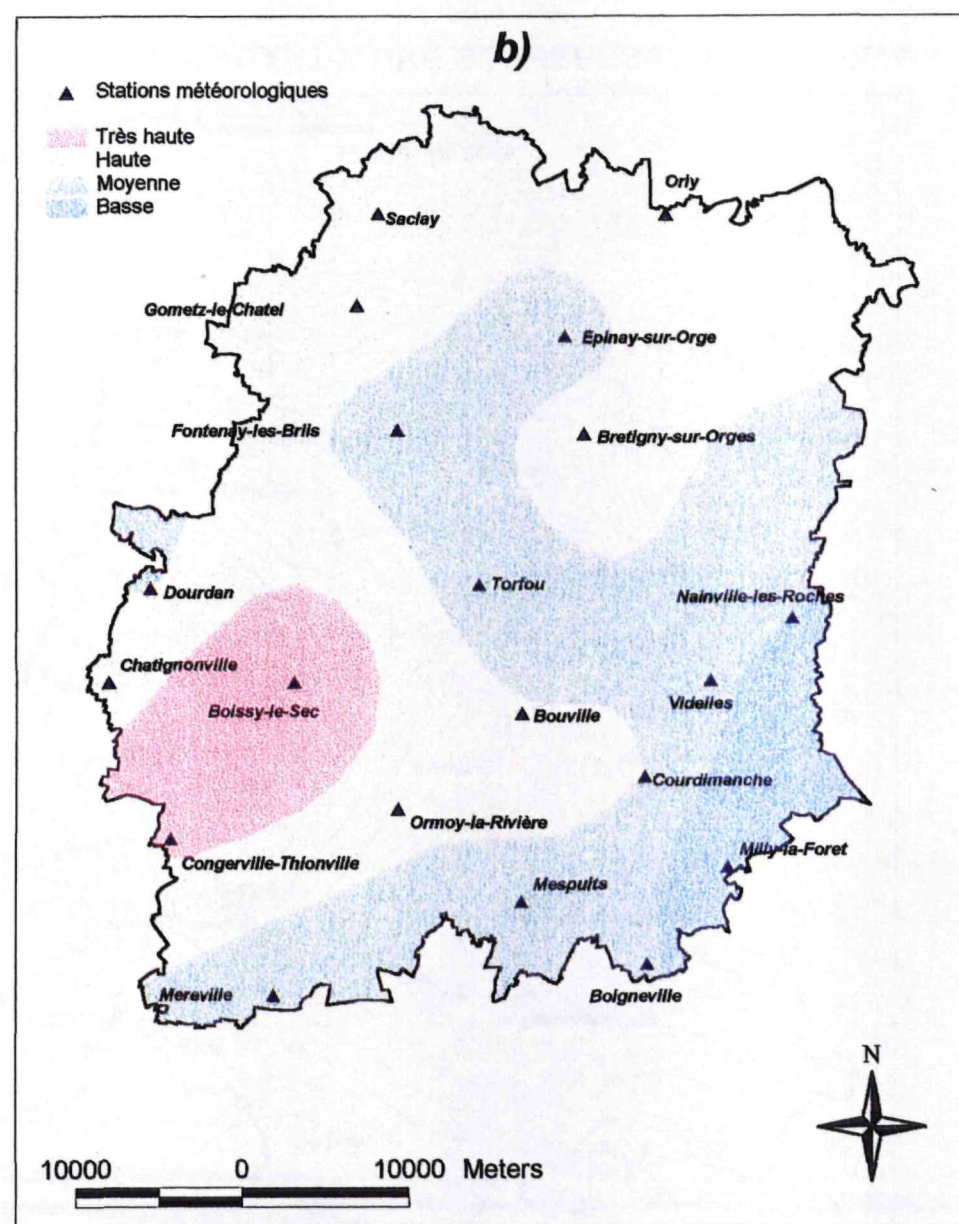
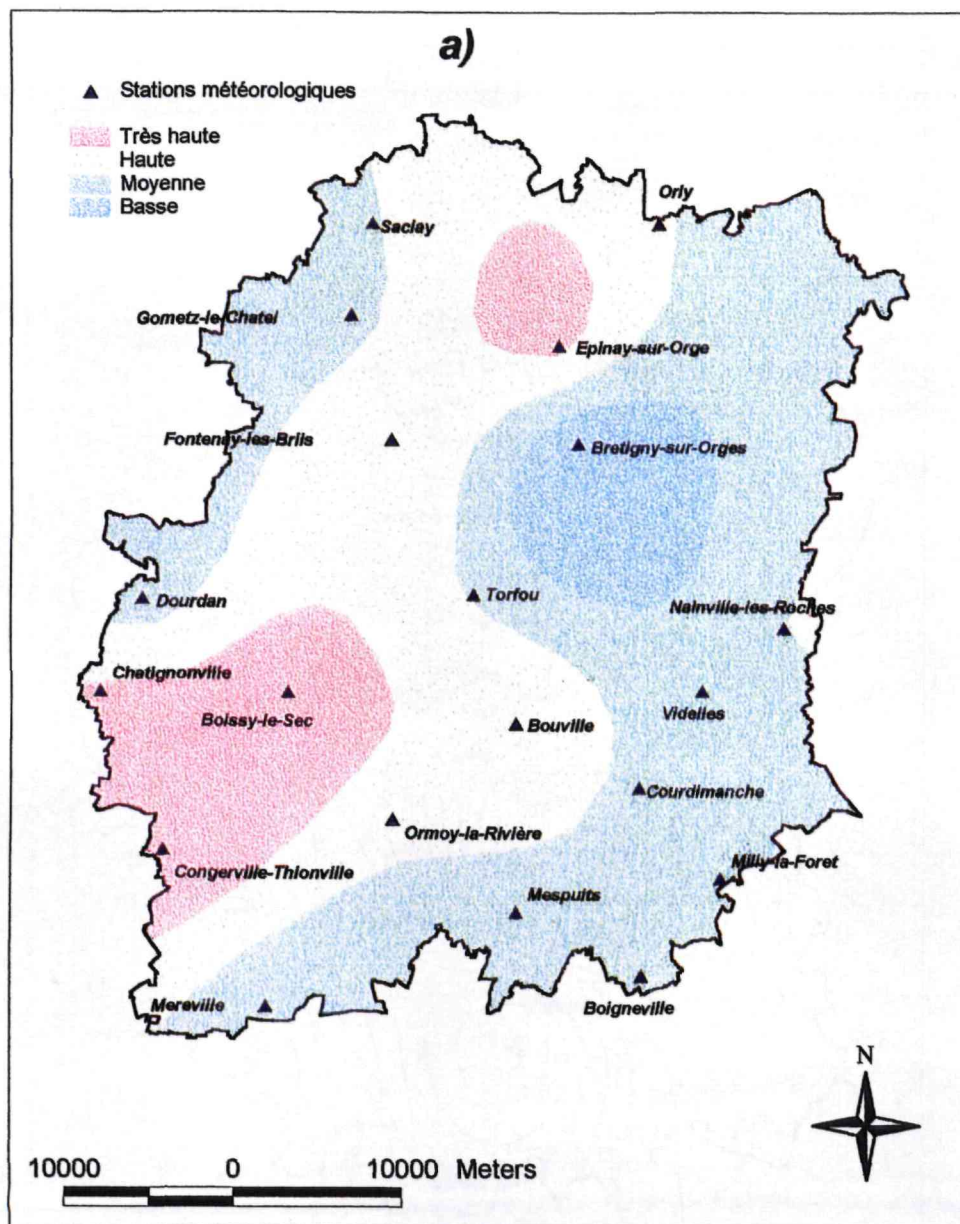


Fig.15 - CARTE DE LA SUSCEPTIBILITE AU DEPASSEMENT DU VALEUR SEUIL 1 CORRESPONDANT A UNE SECHERESSE FORTE
(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

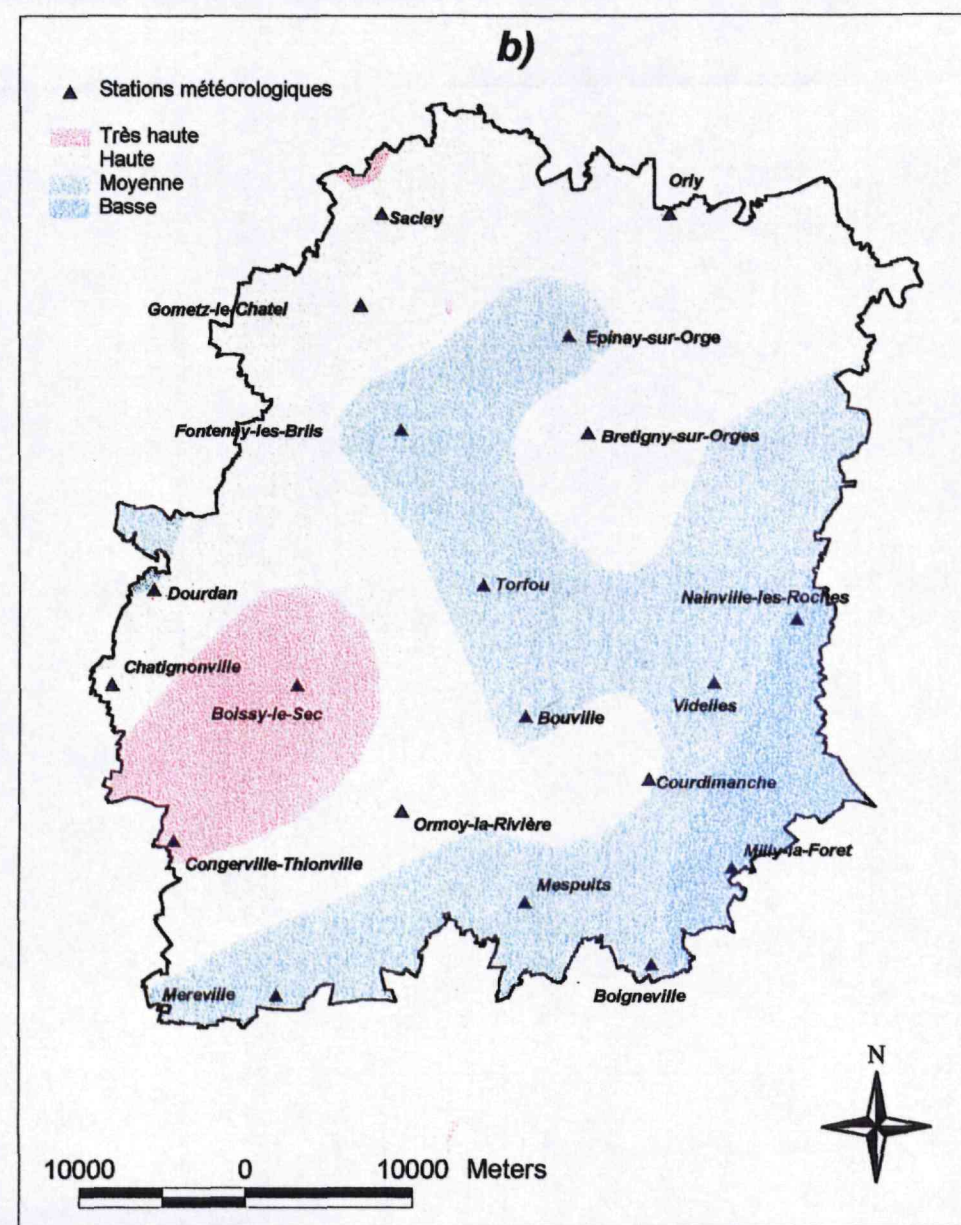
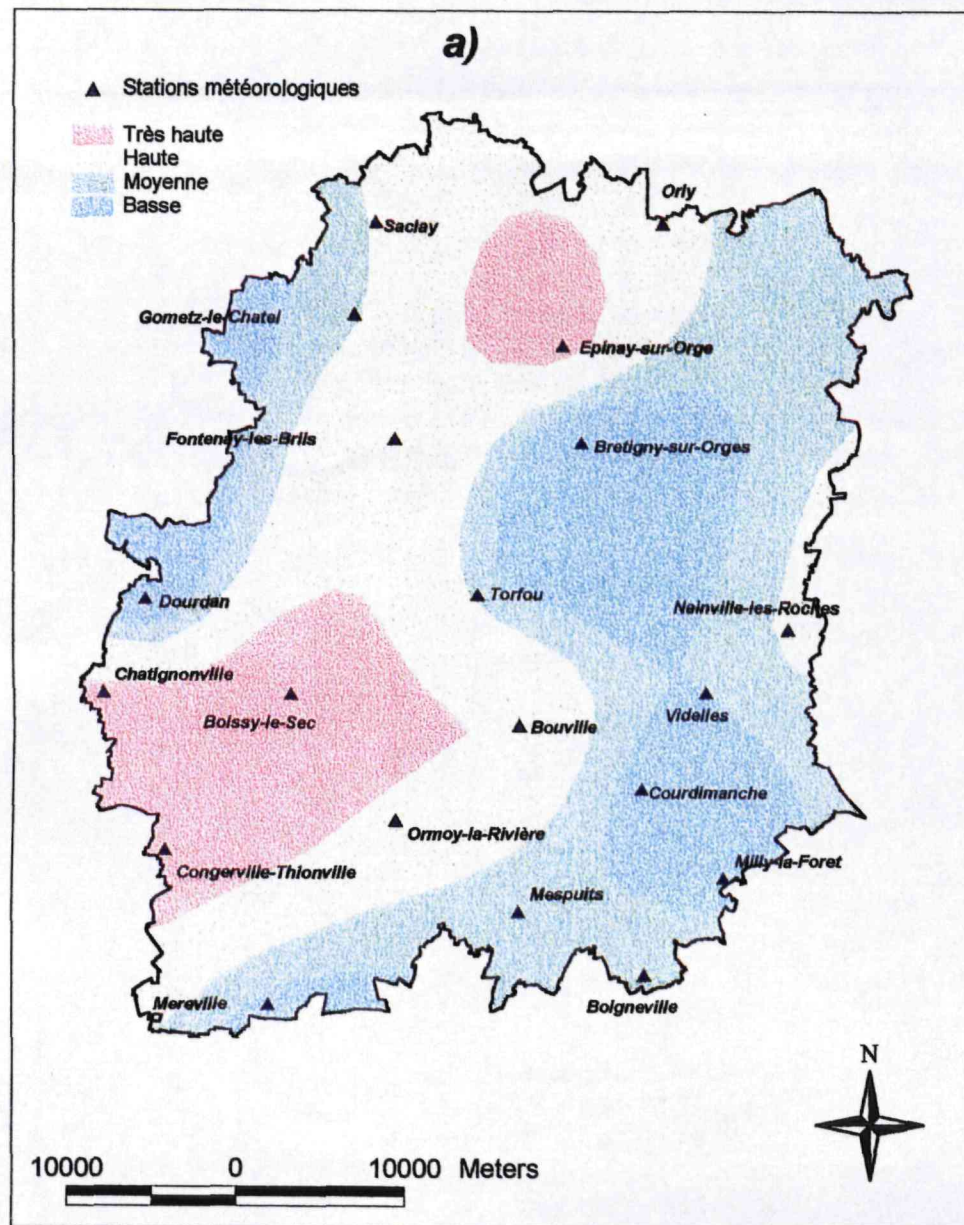


Fig.16 - CARTE DE LA SUSCEPTIBILITE AU DEPASSEMENT DU VALEUR SEUIL 2 CORRESPONDANT A UNE SECHERESSE TRES FORTE

(a) précipitations; b) précipitations efficaces)

ANNEXE 5

**Liste des 93 communes du département
de l'Essonne, déclarées sinistrées pour cause
de retrait-gonflement des argiles
pendant la période 1989-1998**

**Dates des 200 périodes sinistrées
et des publications au Journal Officiel**

N°	Communes	Canton	Arrond.	Début de l'évén.	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
1	Angervilliers	Saint-Chéron	Etampes	mai-89	juil-97	12/3/98	28/3/98
2	Arpajon	Arpajon	Palaiseau	juin-89 janv-91 mai-93	déc-90 avril-93 juin-97	12/08/91 6/12/93 02/02/98	30/08/91 28/12/93 18/02/98
3	Athis-Mons	Athis-Mons	Palaiseau	juin-89 janv-91 nov-92	déc-90 oct-92 févr-97	14/05/91 15/11/94 19/09/97	12/06/91 24/11/94 11/10/97
4	Ballainvilliers	Villebon s. Yvette	Palaiseau	janv-92 janv-93 nov-96	déc-92 oct-96 déc-98	16/08/93 24/03/97 19/03/99	03/09/93 12/04/97 03/04/99
5	Ballancourt-sur-Essonne	Mennecy	Evry	juin-89 janv-91 janv-93 nov-96	déc-90 déc-92 sept-96 août-98	14/05/91 16/08/93 24/03/97 29/12/98	12/06/91 03/09/93 12/04/97 13/01/99
6	Bondoufle	Evry Sud	Evry	janv-97	déc-97	21/07/1999	24/08/1999
7	Boullay-les-Troux	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	janv-91	mars-97	19/09/1997	11/10/1997
8	Boussy-St-Antoine	Epinay-sous-Sénart	Evry	mai-89 janv-92 nov-92 sept-93	déc-91 oct-92 août-93 sept-96	31/07/92 25/01/93 27/05/94 21/01/97	18/08/92 07/02/93 10/06/94 05/02/97
9	Brétigny-sur-Orge	Brétigny-sur-Orge	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 sept-96	14/05/91 16/08/93 02/02/98	12/06/91 03/09/93 18/02/98
10	Breuillet	Saint-Chéron	Etampes	juin-89 janv-91	déc-90 mars-97	30/06/94 19/09/97	09/07/94 11/10/97
11	Breux-Jouy	Saint-Chéron	Etampes	janv-90	avr-97	12/03/1998	28/03/1998
12	Brunoy	Brunoy	Evry	juin-89 janv-91 janv-93 avril-97	déc-90 déc-92 mars-97 déc-98	12/08/91 16/08/93 02/02/98 19/05/99	30/08/91 03/09/93 18/02/98 05/06/99
13	Bruyères-Le-Châtel	Arpajon	Palaiseau	juin-89 janv-91 mars-93	déc-90 févr-93 avril-97	14/05/91 27/05/94 12/03/98	12/06/91 10/06/94 28/03/98
14	Bures-sur-Yvette	Orsay	Palaiseau	juin-89 janv-91 oct-93 mai-97	déc-90 sept-93 avril-97 déc-98	14/05/91 15/11/94 12/03/98 19/05/99	12/06/91 24/11/94 28/03/98 05/06/99
15	Champlan	Villebon-sur-Yvette	Palaiseau	juin-89	déc-90	12/08/1991	30/08/1991
16	Chilly-Mazarin	Chilly-Mazarin	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 juil-96	14/05/91 09/12/96	12/06/91 20/12/96
17	Corbeils-Essonne	Corbeils-Essonne	Evry	juin-89 janv-91 mars-97	déc-90 févr-97 déc-98	14/05/91 19/09/97 22/06/99	12/06/91 11/10/97 14/07/99
18	Corbreuse	Dourdan	Etampes	janv-91 oct-93	sept-93 avril-98	03/03/95 18/09/98	17/03/95 03/10/98
19	Courson-Monteloup	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	juin-89	janv-98	15/07/1998	29/07/1998
20	Crosne	Yerres	Evry	juin-89 janv-91	déc-90 janv-98	14/05/91 26/05/98	12/06/91 11/06/98
21	Dourdan	Dourdan	Etampes	nov-92	avr-97	12/03/1998	28/03/1998

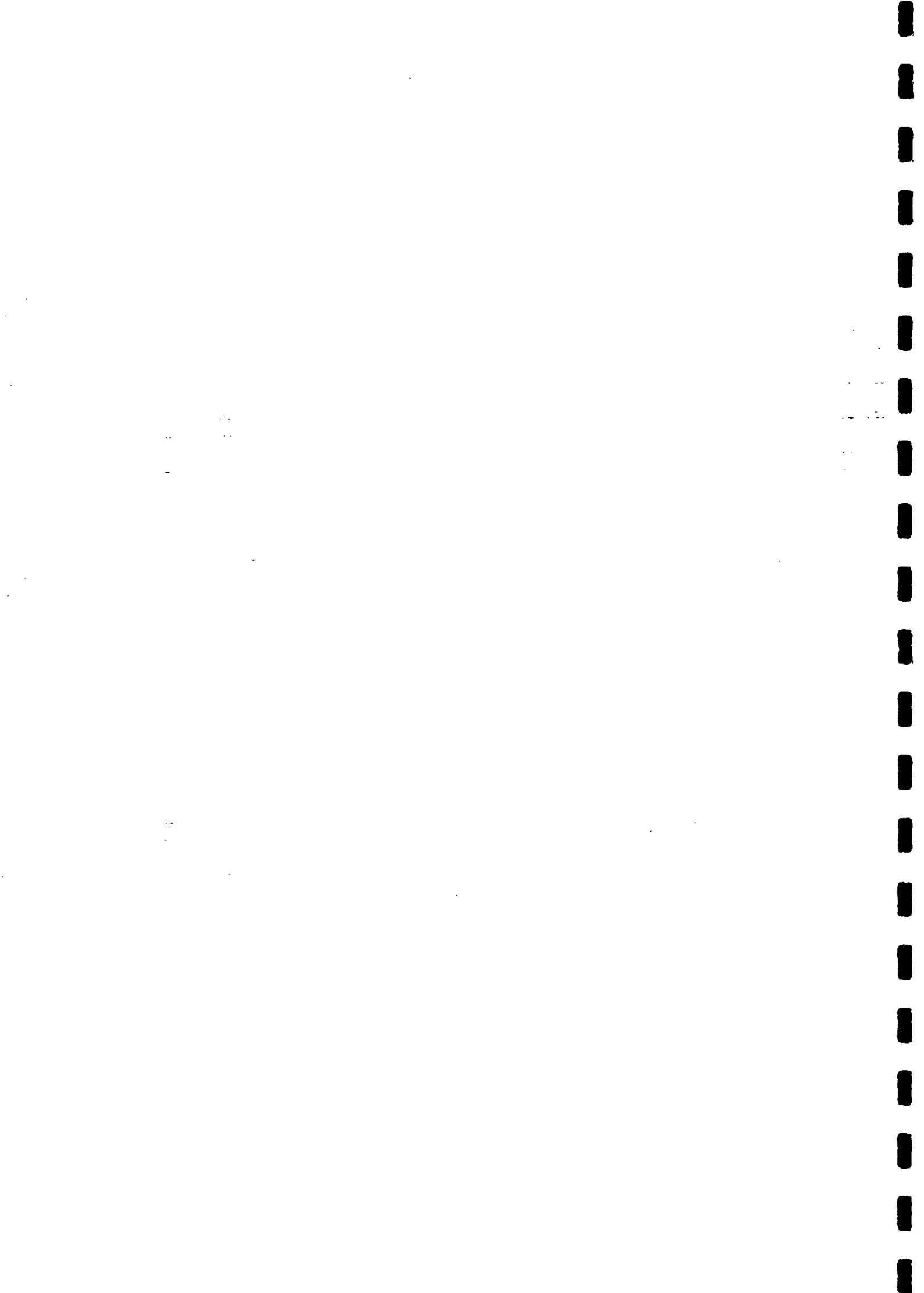
N°	Communes	Canton	Arrond.	Début de l'évén.	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
22	Draveil	Draveil	Evry	juin-89 janv-91 nov-92	déc-90 oct-92 févr-97	12/08/91 25/01/93 19/09/97	30/08/91 07/02/93 11/10/97
23	Echarcon	Menecy	Evry	mai-89	juil-97	12/03/1998	28/03/1998
24	Egly	Arpajon	Palaiseau	janv-90 nov-92 nov-96	oct-92 oct-96 avril-98	25/01/93 24/03/97 18/09/98	07/02/93 12/04/97 03/10/98
25	Epinay-sur-Orge	Longjumeau	Palaiseau	juin-89 janv-91 nov-92	déc-90 oct-92 janv-97	12/08/91 25/01/93 28/05/97	30/08/91 07/02/93 01/06/97
26	Epinay-sous-Sénart	Epinay-sous-Sénart	Evry	janv-91	mars-97	19/09/1997	11/10/1997
27	Etiolles	St-Germain-Les-Corbeil	Evry	juin-89 janv-91 nov-92	déc-92 oct-92 déc-96	14/05/91 25/01/93 08/07/97	12/06/91 07/02/93 19/07/97
28	Evry	Evry	Evry	janv-90 mai-97	avril-97 mai-98	12/03/98 22/06/99	28/03/98 14/07/99
29	Forges-Les-Bains	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	juil-97	déc-98	19/05/1999	05/06/1999
30	Gif-sur-Yvette	Gif-sur-Yvette	Palaiseau	juin-99 janv-91 janv-96	déc-90 déc-95 juin-97	14/05/91 03/04/96 12/03/98	12/06/91 17/04/96 28/03/98
31	Gometz-La-Ville	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	janv-89 janv-93	déc-92 janv-97	18/08/95 28/05/97	09/09/95 01/06/97
32	Gometz-Le-Châtel	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	juin-89	janv-98	26/05/1998	11/06/1998
33	Grigny	Grigny	Evry	juin-89 avril-93	mars-93 janv-98	27/05/94 15/07/98	10/06/94 29/07/98
34	Ignny	Palaiseau	Palaiseau	juin-96	déc-97	26/05/1998	11/06/1998
35	Juvisy-sur-Orge	Juvisy-sur-Orge	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 févr-98	12/08/91 06/09/93 26/05/98	30/08/91 19/09/93 11/06/98
36	La Norville	Arpajon	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93 oct-93 nov-96	déc-90 déc-92 sept-93 oct-96 avril-98	14/05/91 16/08/93 03/03/95 24/03/97 10/08/98	12/06/91 03/09/93 17/03/95 12/04/97 22/08/98
37	La Ville-du-Bois	Montlhéry	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 oct-97	14/05/91 16/08/93 09/04/98	12/06/91 03/09/93 23/04/98
38	Le Coudray-Montceaux	Menecy	Evry	mai-90 janv-93	déc-92 04-97	16/08/93 12/03/98	03/09/93 28/03/98
39	Le Plessis-Pâté	Brétigny-sur-Orge	Palaiseau	mai-89 nov-97	oct-97 avril-98	09/04/98 10/08/98	23/04/98 22/08/98
40	Les Molières	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	janv-90 janv-93	déc-92 avril-97	16/08/93 12/03/98	03/09/93 28/03/98
41	Leuville-sur-Orge	Arpajon	Palaiseau	janv-91	févr-97	19/09/1997	11/10/1997
42	Limours-en-Hurepoix	Limours-en-Hurepoix	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 déc-97	14/05/91 12/06/98	12/06/91 01/07/98
43	Lisses	Evry Sud	Evry	déc-95	sept-96	28/05/1997	01/06/1997
44	Longjumeau	Longjumeau	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 déc-96	14/05/91 16/08/93 08/07/97	12/06/91 03/09/93 19/07/97
45	Longpont-sur-Orge	Montlhéry	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 oct-96	14/05/91 16/08/93 24/03/97	12/06/91 03/09/93 12/04/97
46	Marcoussis	Montlhéry	Palaiseau	janv-93	janv-97	28/05/1997	01/06/1997

N°	Communes	Canton	Arrond.	Début de l'évén.	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
47	Marolles-en-Hurepoix	Brétigny-sur-Orge	Palaiseau	janv-93	avr-97	12/03/1998	28/03/1998
48	Massy	Massy	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 août-96	12/08/91 19/09/97	30/08/91 11/10/97
49	Mennecy	Mennecy	Evry	mai-89	déc-91	31/07/1992	18/08/1992
50	Montgeron	Montgeron	Evry	juin-89 janv-91 janv-93 mai-97	déc-90 déc-92 avril-97 déc-98	14/05/91 06/12/93 12/03/98 19/05/99	12/06/91 28/12/93 28/03/98 05/06/99
51	Montlhéry	Montlhéry	Palaiseau	mai-89 janv-96	déc-95 déc-98	17/06/96 19/03/99	09/07/96 03/04/99
52	Morangis	Chilly-Mazarin	Palaiseau	janv-90	déc-98	22/06/1999	14/07/1999
53	Morsang-sur-Orge	Morsang-sur-Orge	Evry	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 mars-97	14/05/91 16/08/93 17/12/97	12/06/91 03/09/93 30/12/97
54	Nozay	Montlhéry	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 mai-97	12/08/91 02/02/98	30/08/91 18/02/98
55	Ollainville	Arpajon	Palaiseau	juin-89 janv-93	déc-92 janv-97	16/08/93 28/05/97	03/09/93 01/06/97
56	Ormoy	Mennecy	Evry	mai-89	déc-91	01/04/1992	03/04/1992
57	Orsay	Orsay	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 avril-98	14/05/91 18/09/98	12/06/91 03/10/98
58	Palaiseau	Palaiseau	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 janv-97	12/08/91 28/05/97	30/08/91 01/06/97
59	Quincy-sous-Sénart	Epinay-sous-Sénart	Evry	juin-89 janv-91	déc-90 févr-97	14/05/91 19/09/97	12/06/91 11/10/97
60	Richarville	Dourdan	Etampes	mai-90 janv-93	déc-92 avril-98	16/08/93 10/08/98	03/09/93 22/08/98
61	Ris-Orangis	Ris-Orangis	Evry	janv-90 janv-93	déc-92 avril-97	06/12/93 12/03/98	28/12/93 28/03/98
62	Roinville-sous-Dourdan	Dourdan	Etampes	janv-96	avr-98	22/10/1998	13/11/1998
63	Saint-Aubin	Bièvres	Palaiseau	mai-89	janv-98	15/07/1998	29/07/1998
64	Saint-Chéron	Saint-Chéron	Etampes	janv-90	déc-90	01/04/1992	03/04/1992
65	Saint-Cyr-sous-Dourdan	Saint-Chéron	Etampes	mai-89	déc-91	31/07/1992	18/08/1992
66	Saint-Germain-les-Arpajon	Arpajon	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 janv-97	14/05/91 19/09/97	12/06/91 11/10/97
67	Saint-Germain-les-Corbeil	Saint-Germain-les-Corbeil	Evry	janv-96	déc-96	12/03/1998	28/03/98
68	Saint-Hilaire	Etampes	Etampes	janv-93	avr-98	?	03/10/1998
69	Saint-Michel-sur-Orge	Saint-Michel-sur-Orge	Palaiseau	juin-89 janv-91 sept-92 oct-97	déc-90 oct-92 sept-97 déc-98	14/05/91 25/01/93 12/03/98 22/06/99	12/06/91 07/02/93 28/03/98 14/07/99
70	Saint-Pierre-du-Perray	Saint-Germain-les-Corbeil	Evry	juin-89	janv-98	26/05/1998	11/06/1998
71	Saint-Yon	Saint-Chéron	Etampes	janv-92	déc-92	16/08/1993	03/09/1993
72	Sainte-Geneviève-des-Bois	Sainte-Geneviève-des-Bois	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 avril-98	12/08/91 18/09/98	30/08/91 03/10/98
73	Saintry-sur-Seine	Saint-Germain-les-Corbeil	Evry	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 mars-97	14/05/91 16/08/93 17/12/97	12/06/91 03/09/93 30/12/97

N°	Communes	Canton	Arrond.	Début de l'évén.	Fin de l'événement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
74	Saulx-les-Chartreux	Villebon-sur-Yvette	Palaiseau	janv-92 oct-93 mars-97	sept-93 févr-97 août-98	15/11/94 19/09/97 29/12/98	24/11/94 11/10/97 13/01/99
75	Savigny-sur-Orge	Savigny et Juvisy-sur-Orge	Palaiseau	juin-89 janv-91 nov-92	déc-90 oct-92 févr-97	12/08/1991 25/01/93 19/09/97	30/08/91 07/02/93 11/10/97
76	Sermaise	Saint-Chéron	Etampes	juin-89 oct-93 oct-97	sept-93 sept-97 déc-98	15/11/94 12/03/98 19/05/99	24/11/94 28/03/98 05/06/99
77	Soisy-sur-Ecole	Milly-La-Forêt	Evry	juin-89	janv-98	26/05/1998	11/06/1998
78	Soisy-sur-Seine	Saint-Germain-les-Corbeil	Evry	mai-89 janv-92 janv-93	déc-91 déc-92 févr-97	01/04/92 16/08/93 19/09/97	03/04/92 03/09/93 11/10/97
79	Val-Saint-Germain	Saint-Chéron	Etampes	janv-90	oct-92	16/08/1993	03/09/1993
80	Varennnes-Jarcy	Epinay-sous-Sénart	Evry	juin-89 janv-91 déc-96	déc-90 oct-96 janv-98	12/08/91 24/03/97 15/07/98	30/08/91 12/04/97 29/07/98
81	Vauhallan	Bièvres	Palaiseau	janv-95	avr-97	12/03/1998	28/03/1998
82	Verrières-le-Buisson	Bièvres	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 mai-97	14/05/91 02/02/98	12/06/91 18/02/98
83	Vert-Le-Petit	Mennecy	Evry	oct-92	mars-93	06/12/1993	28/12/1993
84	Vigneux-sur-Seine	Vigneux-sur-Seine	Evry	juin-89 janv-91 avril-95 févr-98	déc-90 mars-95 janv-98 déc-98	12/08/91 09/12/96 15/07/98 19/03/99	30/08/91 20/12/96 29/07/98 03/04/99
85	Villabé	Corbeil-Essonnes	Evry	juin-89 janv-91 nov-92	déc-90 oct-92 août-98	12/08/91 25/01/93 19/11/98	30/08/91 07/02/93 11/12/98
86	Villebon-sur-Yvette	Villebon-sur-Yvette	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 avril-98	12/08/91 18/09/98	30/08/91 03/10/98
87	Villejust	Villebon-sur-Yvette	Palaiseau	janv-95	déc-96	08/07/1997	19/07/1997
88	Villemoisson-sur-Orge	Longjumeau	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93	déc-90 déc-92 oct-97	12/08/91 16/08/93 09/04/98	30/08/91 03/09/93 23/04/98
89	Villiers-Le-Bâcle	Bièvres	Palaiseau	août-90 sept-92	août-92 janv-98	25/01/93 15/07/98	07/02/93 29/07/98
90	Villiers-sur-Orge	Longjumeau	Palaiseau	juin-89 janv-91 janv-93 oct-93 avril-94	déc-90 déc-92 sept-93 mars-94 nov-96	12/08/91 16/08/93 15/11/94 03/03/95 08/07/97	30/08/91 03/09/93 24/11/94 17/03/95 19/07/97
91	Viry-Châtillon	Viry-Châtillon	Evry	juin-89 janv-93	déc-92 janv-98	06/12/93 15/07/98	28/12/93 29/07/98
92	Wissous	Chilly-Mazarin	Palaiseau	juin-89 janv-91	déc-90 avril-98	14/05/91 22/10/98	12/06/91 13/11/98
93	Yerres	Yerres	Evry	juin-89 janv-91 nov-92 janv-97	déc-90 oct-92 déc-96 déc-98	14/05/91 25/01/93 08/07/97 19/03/99	12/06/91 07/02/93 19/07/97 03/04/99

ANNEXE 6

**Fichier des 1 935 sinistres sécheresse
pris en compte dans 83 communes
du département de l'Essonne
pour la période 1989-1998**



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

N°	Localisation				Géologie		Nbre
	Commune	Précision	X (m)	Y (m)	Carte brute	Interprétation	
1	ANGERVILLIERS		580 762	2 399 244	e3b	e3a1	1
2	ANGERVILLIERS	RUE	580 482	2 399 349	e3b	e3b	2
3	ANGERVILLIERS		580 698	2 399 258	e3b	e3b	3
4	ANGERVILLIERS	RUE	580 770	2 399 210	e3a2	e3a1	4
5	ANGERVILLIERS		580 875	2 399 222	e3a2	e3a1	5
6	ANGERVILLIERS		580 389	2 399 449	e3b	e3b	6
7	ANGERVILLIERS		579 890	2 399 327	g2b	g2b	7
8	ANGERVILLIERS		579 916	2 399 318	g2b	g2b	8
9	ANGERVILLIERS		580 048	2 399 298	g2b	g2b	9
10	ANGERVILLIERS		579 453	2 398 707	e3b	e3b	10
11	ANGERVILLIERS	RUE	579 839	2 399 402	g2b	g2b	11
12	ANGERVILLIERS		579 490	2 398 920	e3b	e3b	12
13	ANGERVILLIERS		579 421	2 399 347	g2b	g2b	13
14	ANGERVILLIERS	RUE	579 462	2 399 268	g2b	g2b	14
15	ANGERVILLIERS	RUE	579 944	2 399 625	g2b	g2b	15
16	ANGERVILLIERS	RUE	579 575	2 399 273	g2b	g2b	16
17	ANGERVILLIERS	RUE	580 335	2 399 405	g2b	e3b	17
18	ANGERVILLIERS	RUE	580 340	2 399 410	g2b	e3b	18
19	ANGERVILLIERS	RUE	580 356	2 399 349	e3b	e3b	19
20	ANGERVILLIERS	RUELLE	579 892	2 399 276	g2b	g2b	20
21	ANGERVILLIERS	RUE	579 936	2 399 349	g2b	g2b	21
22	ANGERVILLIERS	AVENUE	579 973	2 399 523	g2b	g2b	22
23	ARPAJON	RUE	593 894	2 398 970	CAMBg1a	e7c	23
24	ARPAJON	RUE	593 933	2 398 954	CAMBg1a	e7c	24
25	ARPAJON	RUE	593 918	2 398 936	CAMBg1a	e7c	25
26	ARPAJON	RUE	593 941	2 398 930	CAMBg1a	e7c	26
27	ARPAJON	RUE	593 954	2 398 925	CAMBg1a	e7c	27
28	ARPAJON	ALLEE	593 063	2 399 316	CAMBg1a	e7c	28
29	ARPAJON	ALLEE	593 068	2 399 337	CAMBg1a	g1a	29
30	ARPAJON	BOULEVARD	593 435	2 399 395	CAMBg1a	e7c	30
31	ARPAJON	BOULEVARD	593 469	2 399 395	CAMBg1a	e7c	31
32	ARPAJON	BOULEVARD	593 501	2 399 395	CAMBg1a	e7c	32
33	ARPAJON	AVENUE	593 191	2 398 356	AMB	AMB	33
34	ARPAJON	RUE	593 692	2 399 473	CAMBg1a	e7c	34
35	ARPAJON	RUE	593 529	2 398 629	CAMBg1a	g1a	35
36	ARPAJON	RUE	593 370	2 399 274	CAMBg1a	e7c	36
37	ARPAJON	ALLEE	593 228	2 399 573	AMB	AMB	37
38	ARPAJON	RUE	594 148	2 398 972	CAMBg1a	e7c	38
39	ARPAJON	AVENUE	593 383	2 399 471	g1a	g1a	39
40	ARPAJON	AVENUE	593 375	2 399 492	g1a	g1a	40
41	ARPAJON	RUE	593 404	2 399 452	g1a	g1a	41
2126	ARPAJON		593 378	2 399 672	AMB	AMB	42
42	ATHIS-MONS		603 791	2 411 381	Fy/e7a-b	Fy	43
43	ATHIS-MONS		602 601	2 411 684	LP/g2a	g2a	44
44	ATHIS-MONS		605 246	2 413 292	Cg1a	e7c	45
45	ATHIS-MONS		605 284	2 413 294	Ce7c	e7c	46
46	ATHIS-MONS		605 343	2 413 347	Ce7c	e7c	47
47	ATHIS-MONS		605 455	2 413 448	Ce7c	e7c	48
48	ATHIS-MONS		605 476	2 413 457	Ce7c	e7c	49
49	ATHIS-MONS		605 494	2 413 472	Ce7c	e7c	50
50	ATHIS-MONS		605 641	2 413 590	Fz/e7a-b	Fz	51
51	ATHIS-MONS		603 318	2 410 864	Fz/e7a-b	Fz	52
52	ATHIS-MONS		604 882	2 412 796	Fz/e7a-b	Fz	53
53	ATHIS-MONS		604 924	2 412 848	Fz/e7a-b	Fz	54
54	ATHIS-MONS		604 990	2 412 917	Fz/e7a-b	Fz	55
55	ATHIS-MONS		605 098	2 413 015	Fz/e7a-b	Fz	56
56	ATHIS-MONS		605 128	2 413 040	Fz/e7a-b	Fz	57
57	ATHIS-MONS		605 481	2 413 765	AMB	AMB	58
58	ATHIS-MONS		605 493	2 413 806	AMB	AMB	59
59	ATHIS-MONS		605 495	2 413 830	AMB	AMB	60
60	ATHIS-MONS		603 464	2 412 033	g2a	g2a	61
61	ATHIS-MONS		603 133	2 412 104	g2a	g2a	62

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

62	ATHIS-MONS		603 288	2 411 732	AMB	AMB	63
63	ATHIS-MONS		603 232	2 412 598	LP/AMM	AMB	64
64	ATHIS-MONS		603 224	2 412 600	LP/AMM	AMB	65
65	ATHIS-MONS		604 850	2 412 832	Fz/e7a-b	Fz	66
66	ATHIS-MONS		604 859	2 412 837	Fz/e7a-b	Fz	67
67	ATHIS-MONS		603 338	2 411 826	g2a	AMB	68
68	ATHIS-MONS	SENTIER	604 015	2 411 756	Fz/e7a-b	Fz	69
69	ATHIS-MONS		603 529	2 411 880	AMB	g1a	70
70	ATHIS-MONS		604 821	2 413 430	LP/AMM	AMB	71
71	ATHIS-MONS		603 346	2 412 023	g2a	g2a	72
72	ATHIS-MONS		603 355	2 411 832	g2a	AMB	73
73	ATHIS-MONS		602 796	2 411 683	g2a	g2a	74
74	ATHIS-MONS		605 102	2 413 239	AMB	g1a	75
75	ATHIS-MONS		605 130	2 413 254	AMB	g1a	76
76	ATHIS-MONS		602 387	2 411 332	LP/g2a	g2a	77
77	ATHIS-MONS		602 371	2 411 298	LP/g2a	g2a	78
78	ATHIS-MONS		604 699	2 412 793	Ce7c	e7c	79
79	ATHIS-MONS		605 469	2 413 329	Fz/e7a-b	Fz	80
80	ATHIS-MONS		605 498	2 413 347	Fz/e7a-b	Fz	81
81	ATHIS-MONS		605 520	2 413 370	Fz/e7a-b	Fz	82
82	ATHIS-MONS		603 151	2 412 401	LP/g2a	g2a	83
83	ATHIS-MONS		603 550	2 411 357	Fz/e7a-b	Fz	84
2058	ATHIS-MONS		605 209	2 413 259	Cg1a	e7c	85
2059	ATHIS-MONS		604 855	2 412 787	Fz/e7a-b	Fz	86
84	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 653	2 409 061	g2b	g2b	87
85	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 918	2 408 912	AMB	g1a	88
86	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 919	2 408 912	AMB	g1a	89
87	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 885	2 408 891	AMB	g1a	90
88	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 971	2 408 850	g1a	g1a	91
89	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 940	2 408 868	g1a	g1a	92
90	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 948	2 408 860	g1a	g1a	93
91	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 920	2 408 912	AMB	g1a	94
92	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 922	2 408 886	AMB	g1a	95
93	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 918	2 408 911	AMB	g1a	96
94	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 919	2 408 911	AMB	g1a	97
95	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 920	2 408 911	AMB	g1a	98
96	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 918	2 408 913	AMB	g1a	99
98	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 895	2 408 891	AMB	g1a	100
99	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 984	2 408 837	g1a	g1a	101
100	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 854	2 408 899	AMB	AMB	102
102	BALLAINVILLIERS	RUE	596 726	2 408 933	AMB	AMB	103
103	BALLAINVILLIERS	RUE	596 720	2 408 972	g2b	AMB	104
104	BALLAINVILLIERS	RUE	596 721	2 408 972	g2b	AMB	105
105	BALLAINVILLIERS	RUE	596 722	2 408 972	g2b	AMB	106
106	BALLAINVILLIERS	RUE	596 746	2 408 949	AMB	AMB	107
107	BALLAINVILLIERS	RUE	596 721	2 408 971	g2b	AMB	108
108	BALLAINVILLIERS	RUE	596 721	2 408 973	g2b	AMB	109
109	BALLAINVILLIERS	RUE	596 747	2 408 949	AMB	AMB	110
110	BALLAINVILLIERS	RUE	596 746	2 408 949	AMB	AMB	111
111	BALLAINVILLIERS	RUE	596 868	2 408 805	g1a	g1a	112
112	BALLAINVILLIERS	RUE	596 869	2 408 805	g1a	g1a	113
113	BALLAINVILLIERS	RUE	596 870	2 408 805	g1a	g1a	114
114	BALLAINVILLIERS	RUE	596 869	2 408 804	g1a	g1a	115
115	BALLAINVILLIERS	RUE	596 869	2 408 806	g1a	g1a	116
116	BALLAINVILLIERS	RUE	596 869	2 408 807	g1a	g1a	117
117	BALLAINVILLIERS	RUE	596 869	2 408 808	g1a	g1a	118
118	BALLAINVILLIERS	RUE	596 882	2 408 766	g1a	g1a	119
119	BALLAINVILLIERS	RUE	597 094	2 408 865	g1a	g1a	120
120	BALLAINVILLIERS	RUE	597 095	2 408 865	g1a	g1a	121
121	BALLAINVILLIERS	RUE	597 096	2 408 865	g1a	g1a	122
122	BALLAINVILLIERS	RUE	597 097	2 408 865	g1a	g1a	123
123	BALLAINVILLIERS	RUE	597 062	2 408 847	g1a	g1a	124
124	BALLAINVILLIERS	RUE	597 098	2 408 865	g1a	g1a	125
125	BALLAINVILLIERS	RUE	597 052	2 408 829	g1a	g1a	126

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

126	BALLAINVILLIERS	RUE	596 841	2 408 685	gla	AMB	127
127	BALLAINVILLIERS	RUE	596 842	2 408 685	gla	AMB	128
128	BALLAINVILLIERS	RUE	596 903	2 408 724	gla	AMB	129
129	BALLAINVILLIERS	RUE	596 916	2 408 740	gla	gla	130
130	BALLAINVILLIERS	RUE	597 415	2 408 800	gla	gla	131
131	BALLAINVILLIERS	RUE	597 446	2 408 805	gla	gla	132
132	BALLAINVILLIERS	RUE	597 422	2 408 826	gla	gla	133
133	BALLAINVILLIERS	RUE	597 433	2 408 795	gla	gla	134
134	BALLAINVILLIERS	RUE	597 065	2 408 743	gla	gla	135
135	BALLAINVILLIERS	RUE	597 060	2 408 716	gla	gla	136
136	BALLAINVILLIERS	RUE	597 018	2 408 748	gla	gla	137
137	BALLAINVILLIERS	RUE	597 036	2 408 714	gla	gla	138
138	BALLAINVILLIERS	RUE	597 019	2 408 748	gla	gla	139
139	BALLAINVILLIERS	RUE	596 940	2 408 711	gla	AMB	140
140	BALLAINVILLIERS	RUE	597 283	2 408 750	gla	gla	141
141	BALLAINVILLIERS	RUE	597 284	2 408 750	gla	gla	142
142	BALLAINVILLIERS	RUE	597 285	2 408 750	gla	gla	143
143	BALLAINVILLIERS	RUE	597 313	2 408 711	AMB	AMB	144
144	BALLAINVILLIERS	RUE	597 284	2 408 749	gla	gla	145
145	BALLAINVILLIERS	RUE	597 284	2 408 751	gla	gla	146
146	BALLAINVILLIERS	RUE	597 284	2 408 752	gla	gla	147
147	BALLAINVILLIERS	RUE	597 240	2 408 776	gla	gla	148
148	BALLAINVILLIERS	RUE	597 239	2 408 776	gla	gla	149
149	BALLAINVILLIERS	RUE	597 241	2 408 776	gla	gla	150
150	BALLAINVILLIERS	RUE	597 242	2 408 776	gla	gla	151
151	BALLAINVILLIERS	RUE	597 305	2 408 716	AMB	AMB	152
152	BALLAINVILLIERS	RUE	597 289	2 408 727	gla	gla	153
153	BALLAINVILLIERS	RUE	597 261	2 408 743	gla	gla	154
154	BALLAINVILLIERS	RUE	597 321	2 408 698	AMB	AMB	155
155	BALLAINVILLIERS	RUE	597 378	2 408 683	AMB	AMB	156
156	BALLAINVILLIERS	RUE	597 070	2 408 633	AMB	AMB	157
157	BALLAINVILLIERS	RUE	597 010	2 408 557	AMB	g2b	158
158	BALLAINVILLIERS	RUE	597 308	2 408 808	gla	gla	159
159	BALLAINVILLIERS	CHEMIN	596 856	2 408 944	AMB	AMB	160
160	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	604 103	2 391 849	AMB	AMB	161
161	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	604 090	2 391 795	AMB	AMB	162
162	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 208	2 392 171	Fz	Fz	163
163	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	AVENUE	602 749	2 392 474	Fz	e7c	164
164	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	AVENUE	602 718	2 392 464	Fz	Fz	165
165	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 992	2 392 330	gla	gla	166
166	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 987	2 392 351	gla	gla	167
167	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 964	2 392 343	gla	gla	168
168	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 977	2 392 471	AMB	AMB	169
169	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 820	2 393 308	CAMBgla	e7c	170
170	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	IMPASSE	602 809	2 392 508	Fz	e7c	171
171	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	IMPASSE	602 804	2 392 529	Fz	e7c	172
172	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	603 034	2 392 278	AMB	AMB	173
173	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 221	2 392 231	Fz	Fz	174
174	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 203	2 392 200	Fz	Fz	175
175	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 182	2 392 166	Fz	Fz	176
176	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 177	2 392 155	Fz	Fz	177
177	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 164	2 392 155	Fz	Fz	178
178	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 169	2 392 142	Fz	Fz	179
179	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 161	2 392 132	Fz	Fz	180
180	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 132	2 392 108	Fz	Fz	181
181	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 085	2 392 040	Fz	Fz	182
182	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 075	2 392 027	Fz	Fz	183
183	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 924	2 391 991	gla	gla	184
184	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 898	2 392 025	gla	gla	185
185	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	603 306	2 391 792	AMB	AMB	186
186	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	ALLEE	603 416	2 392 116	AMB	AMB	187
187	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 585	2 392 754	Fz	Fz	188
188	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 600	2 392 809	Fz	Fz	189
189	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 629	2 392 863	Fz	Fz	190

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

190	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 689	2 392 965	Fz	Fz	191
191	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 488	2 392 129	Fz	g1a	192
192	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 600	2 392 505	Fz	Fz	193
193	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 890	2 391 750	AMB	AMB	194
194	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	RUE	602 953	2 391 737	AMB	AMB	195
2127	BALLANCOURT-sur-ESSONNE	rue	602 614	2 392 611	Fz	Fz	196
195	BONDOUFLE	RUE	602 978	2 401 632	AMB	AMB	197
196	BONDOUFLE		603 469	2 401 453	g2b	g2b	198
197	BONDOUFLE		602 306	2 401 258	LP/g2b	g2b	199
198	BONDOUFLE		602 324	2 401 248	LP/g2b	g2b	200
199	BONDOUFLE		602 336	2 401 167	LP/g2b	g2b	201
200	BONDOUFLE		602 345	2 401 151	LP/g2b	g2b	202
201	BONDOUFLE		602 904	2 400 964	LP/g2b	g2b	203
202	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 783	2 407 987	CP3/ AMM	AMM	204
203	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 827	2 407 932	CP3/ AMM	AMM	205
204	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 953	2 407 935	CP3/ AMM	AMM	206
205	BOULLAY-LES-TROUS	CHEMIN	578 793	2 409 328	LP/AMM	AMM	207
206	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 916	2 408 655	g2b	AMM	208
207	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 940	2 408 627	CP3/ AMM	AMM	209
208	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	579 028	2 408 483	CP3/ AMM	AMM	210
209	BOULLAY-LES-TROUS	CLOS	578 840	2 409 075	LP/AMM	AMM	211
210	BOULLAY-LES-TROUS	CLOS	578 869	2 409 041	LP/AMM	AMM	212
211	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 546	2 409 002	LP/AMM	AMM	213
212	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 533	2 408 968	LP/AMM	AMM	214
213	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 629	2 409 010	LP/AMM	AMM	215
214	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 997	2 409 078	CP3/ AMM	AMM	216
215	BOULLAY-LES-TROUS	RUELLE	578 979	2 408 979	CP3/ AMM	AMM	217
216	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 705	2 409 201	LP/AMM	AMM	218
217	BOULLAY-LES-TROUS	RUELLE	578 653	2 409 052	LP/AMM	AMM	219
218	BOULLAY-LES-TROUS	RUE	578 809	2 408 008	CP3/ AMM	AMM	220
219	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 512	2 410 681	g1a	g1a	221
220	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 513	2 410 681	g1a	g1a	222
221	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 548	2 410 707	g1a	g1a	223
222	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 543	2 410 765	g1a	g1a	224
223	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 582	2 410 992	g1a	g1a	225
224	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 898	2 410 345	e7a-bC	e7a-b	226
225	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 762	2 410 496	g1a	g1a	227
226	BOUSSY-ST-ANTOINE	AVENUE	613 842	2 409 686	Cg1a	e7c	228
227	BOUSSY-ST-ANTOINE	AVENUE	613 843	2 409 686	Cg1a	e7c	229
228	BOUSSY-ST-ANTOINE	AVENUE	613 844	2 409 686	Cg1a	e7c	230
229	BOUSSY-ST-ANTOINE	AVENUE	613 843	2 409 685	Cg1a	e7c	231
230	BOUSSY-ST-ANTOINE	AVENUE	613 843	2 409 687	Cg1a	e7c	232
232	BOUSSY-ST-ANTOINE	RESIDENCE	614 566	2 410 550	g1a	g1a	233
233	BOUSSY-ST-ANTOINE	RESIDENCE	614 618	2 410 579	g1a	g1a	234
234	BOUSSY-ST-ANTOINE	CHEMIN	614 819	2 410 412	e7c	e7c	235
235	BOUSSY-ST-ANTOINE	EGLISE	614 337	2 410 070	e7a-bC	e7a-b	236
236	BOUSSY-ST-ANTOINE	IMPRECIS	614 206	2 410 125	e7a-bC	e7a-b	237
237	BOUSSY-ST-ANTOINE	IMPRECIS	614 253	2 410 015	Fy	Fz	238
238	BOUSSY-ST-ANTOINE	IMPRECIS	614 271	2 409 707	Cg1a	e7c	239
239	BOUSSY-ST-ANTOINE	EGLISE	614 338	2 410 070	e7a-bC	e7a-b	240
241	BOUSSY-ST-ANTOINE	IMPRECIS	614 167	2 410 242	e7a-bC	e7a-b	241
2003	BOUSSY-ST-ANTOINE	CHEMIN	615 111	2 410 635	e7c	e7c	242
2004	BOUSSY-ST-ANTOINE	RUE	614 502	2 410 802	g1a	g1a	243
242	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 435	2 402 249	AMB	AMB	244
243	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 435	2 402 232	AMB	AMB	245
244	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 433	2 402 223	AMB	AMB	246
245	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 442	2 402 242	AMB	AMB	247
246	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 428	2 402 216	AMB	AMB	248
247	BRETIGNY-SUR-ORGE		596 135	2 399 851	LP/g2b	AMB	249
248	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 734	2 400 497	AMB	AMB	250
249	BRETIGNY-SUR-ORGE		598 412	2 400 614	AMB	AMB	251
250	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 215	2 402 612	e7c	e7c	252
251	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 778	2 400 958	AMB	AMB	253
252	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 764	2 400 922	LP/g2b	AMB	254

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

253	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 728	2 400 904	AMB	AMB	255
254	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 787	2 401 591	Fz	e7c	256
255	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 900	2 401 207	AMB	AMB	257
256	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 827	2 400 944	LP/g2b	AMB	258
257	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 364	2 402 368	g1a	g1a	259
258	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 002	2 402 174	e7c	e7c	260
259	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 400	2 402 024	AMB	AMB	261
260	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 368	2 402 047	AMB	AMB	262
261	BRETIGNY-SUR-ORGE		596 962	2 402 137	Fy	Fy	263
262	BRETIGNY-SUR-ORGE		596 849	2 402 119	Fz	Fz	264
263	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 811	2 400 881	AMB	AMB	265
264	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 816	2 400 859	AMB	AMB	266
265	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 807	2 400 845	AMB	AMB	267
266	BRETIGNY-SUR-ORGE		598 168	2 400 804	AMB	AMB	268
267	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 809	2 401 066	AMB	AMB	269
268	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 360	2 402 469	e7c	e7c	270
269	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 424	2 402 370	g1a	g1a	271
270	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 440	2 402 333	AMB	AMB	272
271	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 680	2 399 639	LP/g2b	AMB	273
272	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 490	2 401 141	AMB	AMB	274
273	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 347	2 401 712	e7c	e7c	275
274	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 192	2 401 921	e7c	e7c	276
275	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 672	2 401 523	Fz	Fz	277
276	BRETIGNY-SUR-ORGE		596 333	2 400 460	LP/g2b	AMB	278
277	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 325	2 401 674	e7c	e7c	279
278	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 298	2 401 726	e7c	e7c	280
279	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 786	2 400 880	AMB	AMB	281
280	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 496	2 401 723	AMB	g1a	282
281	BRETIGNY-SUR-ORGE		595 864	2 401 515	e7c	g1a	283
282	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 924	2 399 739	LP/g2b	AMB	284
283	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 249	2 402 111	AMB	g1a	285
284	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 962	2 400 737	AMB	AMB	286
285	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 813	2 399 455	LP/g2b	AMB	287
286	BRETIGNY-SUR-ORGE		598 292	2 400 666	AMB	AMB	288
287	BRETIGNY-SUR-ORGE		598 436	2 400 550	AMB	AMB	289
2006	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 508	2 402 699	e7c	e7c	290
2060	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 419	2 402 380	g1a	g1a	291
2061	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 224	2 402 604	e7c	e7c	292
2062	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 503	2 402 631	e7c	e7c	293
2063	BRETIGNY-SUR-ORGE		597 364	2 402 415	e7c	g1a	294
288	BREUILLET	RUE	587 560	2 396 921	e3a1	e3a1	295
289	BREUILLET	RUE	587 630	2 396 975	e3a1	e3a1	296
290	BREUILLET	RUE	587 678	2 397 000	e3a1	e3a1	297
291	BREUILLET	RUE	587 691	2 397 022	e3a1	e3a1	298
292	BREUILLET	RUE	588 644	2 397 489	e3a1	e3a1	299
293	BREUILLET	RUE	588 692	2 397 531	e3a1	e3a1	300
294	BREUILLET	RUE	588 733	2 397 534	e3a1	e3a1	301
295	BREUILLET	RUE	588 898	2 397 540	e3b	e3a1	302
296	BREUILLET	RUE	587 780	2 396 975	e3b	e3b	303
297	BREUILLET	IMPASSE	587 954	2 396 552	K	AS	304
298	BREUILLET	IMPASSE	588 015	2 396 638	K	AS	305
299	BREUILLET	RUE	588 129	2 396 600	K	AS	306
300	BREUILLET	RUE	588 152	2 396 606	K	AS	307
301	BREUILLET	RUE	588 177	2 397 029	e3b	e3b	308
302	BREUILLET	RUE	588 177	2 397 067	e3b	e3b	309
303	BREUILLET	RUE	588 183	2 397 080	e3b	e3b	310
304	BREUILLET	RUE	588 199	2 397 064	e3b	e3b	311
305	BREUILLET	RUE	587 627	2 396 778	e3b	e3b	312
306	BREUILLET	ROUTE	587 824	2 397 369	e3a1	e3a1	313
2128	BREUILLET	RUE	588 159	2 397 351	e3a1	e3a1	314
307	BREUX-JOUY	RUE	586 437	2 395 723	e3b	e3a1	315
308	BREUX-JOUY	CLOS	586 648	2 395 921	e3b	e3b	316
309	BREUX-JOUY	CLOS	586 663	2 395 917	e3b	e3b	317
310	BREUX-JOUY	CLOS	586 678	2 395 924	e3b	e3b	318

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

311	BREUX-JOUY	CLOS	586 659	2 395 932	e3b	e3b	319
312	BREUX-JOUY	CLOS	586 670	2 395 943	e3b	e3b	320
313	BREUX-JOUY	RUE	586 719	2 395 624	e3a1	AS	321
314	BREUX-JOUY	RUE	586 610	2 395 567	e3a1	AS	322
315	BREUX-JOUY	RUE	586 606	2 395 537	e3a1	AS	323
316	BREUX-JOUY	RUE	586 655	2 395 688	e3a1	e3a1	324
317	BREUX-JOUY	HAMEAU	586 576	2 395 834	e3b	e3b	325
318	BREUX-JOUY	RUE	586 768	2 395 646	e3a1	AS	326
319	BREUX-JOUY	RUE	587 978	2 395 654	Ce3gla	e3b	327
320	BREUX-JOUY	RUE	586 610	2 395 695	K	e3a1	328
321	BREUX-JOUY	RUE	587 193	2 396 037	K	AS	329
322	BREUX-JOUY	RUE	587 054	2 396 124	e3a1	e3a1	330
323	BREUX-JOUY	RUE	586 580	2 395 680	K	e3a1	331
324	BRUNOY		612 252	2 412 074	e7c	e7c	332
325	BRUNOY		612 250	2 412 056	e7c	e7c	333
326	BRUNOY		612 243	2 412 029	e7c	e7c	334
327	BRUNOY		612 239	2 412 020	e7c	e7c	335
328	BRUNOY		612 268	2 412 060	e7c	e7c	336
329	BRUNOY		612 308	2 411 915	e7c	e7c	337
330	BRUNOY		611 123	2 410 121	g2b	g2b	338
331	BRUNOY		612 455	2 411 362	e7c	e7c	339
332	BRUNOY		612 452	2 411 381	g1a	e7c	340
333	BRUNOY		612 466	2 411 386	g1a	g1a	341
334	BRUNOY		612 460	2 411 398	g1a	g1a	342
335	BRUNOY		612 467	2 411 412	g1a	g1a	343
336	BRUNOY		613 085	2 412 047	Fw	Fw	344
337	BRUNOY		613 099	2 412 056	Fw	Fw	345
339	BRUNOY		612 579	2 412 118	g1a	g1a	346
340	BRUNOY		612 619	2 411 098	e7c	e7c	347
341	BRUNOY		612 710	2 411 121	e7c	e7c	348
342	BRUNOY		612 715	2 411 123	e7c	e7c	349
343	BRUNOY		612 657	2 411 118	e7c	e7c	350
344	BRUNOY		612 663	2 411 118	e7c	e7c	351
345	BRUNOY		612 891	2 411 175	e7c	e7c	352
346	BRUNOY		613 114	2 411 271	e7c	e7c	353
347	BRUNOY		613 118	2 411 274	e7c	e7c	354
348	BRUNOY		613 445	2 411 483	e7a-bC	e7a-b	355
349	BRUNOY		613 460	2 411 495	e7a-bC	e7a-b	356
350	BRUNOY		613 666	2 411 820	e7a-bC	e7a-b	357
351	BRUNOY		613 935	2 411 884	Fz	Fz	358
352	BRUNOY		613 896	2 411 901	e7a-bC	Fz	359
353	BRUNOY		613 986	2 411 870	e7a-bC	Fz	360
354	BRUNOY		611 409	2 409 800	g2b	g2b	361
355	BRUNOY		612 958	2 411 346	e7c	e7c	362
356	BRUNOY		612 947	2 411 380	e7c	e7c	363
357	BRUNOY		612 867	2 411 573	AMB	g1a	364
358	BRUNOY		612 065	2 410 647	e7a-bC	e7a-b	365
359	BRUNOY		612 592	2 412 380	e7c	e7c	366
360	BRUNOY		612 643	2 411 390	g1a	g1a	367
361	BRUNOY		612 387	2 411 528	g1a	g1a	368
362	BRUNOY		612 492	2 412 029	g1a	g1a	369
363	BRUNOY		612 250	2 411 728	e7c	e7c	370
364	BRUNOY		612 266	2 411 753	e7c	e7c	371
365	BRUNOY		612 189	2 411 706	e7c	e7c	372
366	BRUNOY		611 079	2 410 060	g2b	g2b	373
367	BRUNOY		611 264	2 411 446	g1a	g1a	374
368	BRUNOY		612 059	2 410 402	g1a	g1a	375
369	BRUNOY		612 296	2 411 464	e7c	e7c	376
370	BRUNOY		612 166	2 411 621	e7c	e7c	377
371	BRUNOY		612 157	2 411 633	e7c	e7c	378
372	BRUNOY		612 538	2 412 330	e7c	e7c	379
373	BRUNOY		612 453	2 411 956	g1a	g1a	380
374	BRUNOY		612 332	2 412 125	e7c	e7c	381
375	BRUNOY		612 540	2 412 152	e7c	e7c	382

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

376	BRUNOY		611 909	2 411 557	e7a-bC	e7a-b	383
377	BRUNOY		611 644	2 410 201	LP/AMB	AMB	384
378	BRUNOY		613 199	2 412 009	Fw	Fw	385
379	BRUNOY		612 695	2 411 061	e7c	e7c	386
380	BRUNOY		612 715	2 411 029	e7c	e7a-b	387
381	BRUNOY		612 720	2 411 013	e7a-bC	e7a-b	388
382	BRUNOY		612 750	2 410 992	e7a-bC	e7a-b	389
383	BRUNOY		612 731	2 410 997	e7a-bC	e7a-b	390
384	BRUNOY		612 745	2 410 979	e7a-bC	e7a-b	391
385	BRUNOY		612 754	2 410 963	e7a-bC	e7a-b	392
386	BRUNOY		612 276	2 411 489	e7c	e7c	393
387	BRUNOY		612 604	2 412 515	e7a-bC	e7a-b	394
388	BRUNOY		612 291	2 411 318	e7c	e7c	395
389	BRUNOY		612 287	2 411 304	e7c	e7c	396
390	BRUNOY		612 661	2 411 382	gla	gla	397
391	BRUNOY		612 694	2 411 411	gla	gla	398
392	BRUNOY		612 741	2 411 457	AMB	gla	399
393	BRUNOY		612 805	2 411 528	AMB	gla	400
394	BRUNOY		612 671	2 411 378	gla	gla	401
395	BRUNOY		612 702	2 411 412	gla	gla	402
396	BRUNOY		612 761	2 411 467	AMB	gla	403
397	BRUNOY		613 141	2 411 926	Fw	g2b	404
398	BRUNOY		612 577	2 411 784	AMB	gla	405
399	BRUNOY		612 422	2 411 951	gla	gla	406
400	BRUNOY		612 441	2 411 946	gla	gla	407
401	BRUNOY		612 352	2 411 626	gla	gla	408
402	BRUNOY		612 358	2 411 637	gla	gla	409
403	BRUNOY		612 349	2 411 642	gla	gla	410
404	BRUNOY		612 355	2 411 653	gla	gla	411
405	BRUNOY		612 352	2 411 665	gla	gla	412
406	BRUNOY		612 346	2 411 698	gla	gla	413
407	BRUNOY		612 338	2 411 772	gla	gla	414
408	BRUNOY		612 361	2 411 820	gla	gla	415
409	BRUNOY		612 364	2 411 825	gla	gla	416
410	BRUNOY		612 366	2 411 829	gla	gla	417
411	BRUNOY		612 378	2 411 853	gla	gla	418
412	BRUNOY		612 377	2 411 864	gla	gla	419
413	BRUNOY		612 411	2 411 921	gla	gla	420
414	BRUNOY		611 416	2 410 990	e7c	e7c	421
415	BRUNOY		611 983	2 410 617	e7c	e7c	422
416	BRUNOY		612 491	2 412 387	e7a-bC	e7a-b	423
417	BRUNOY		612 560	2 412 284	e7c	e7c	424
418	BRUNOY		612 699	2 411 281	e7c	e7c	425
419	BRUNOY		612 711	2 411 275	e7c	e7c	426
420	BRUNOY		612 721	2 411 275	e7c	e7c	427
421	BRUNOY		612 728	2 411 276	e7c	e7c	428
422	BRUNOY		612 830	2 411 309	e7c	e7c	429
423	BRUNOY		612 993	2 411 365	e7c	e7c	430
424	BRUNOY		613 042	2 411 404	e7c	e7c	431
425	BRUNOY		613 548	2 411 823	e7c	e7c	432
426	BRUNOY		612 771	2 412 579	e7a-bC	e7a-b	433
427	BRUNOY		612 256	2 409 727	LP/AMB	g2b	434
428	BRUNOY		611 598	2 409 205	g2b	g2b	435
429	BRUNOY		612 174	2 411 708	e7c	e7c	436
430	BRUNOY		612 370	2 411 575	gla	gla	437
431	BRUNOY		612 394	2 411 608	gla	gla	438
432	BRUNOY		612 406	2 411 619	gla	gla	439
433	BRUNOY		611 196	2 411 404	AMB	AMB	440
434	BRUNOY		611 303	2 411 196	gla	gla	441
435	BRUNOY		611 310	2 411 190	e7c	gla	442
436	BRUNOY		612 263	2 411 479	e7c	e7c	443
437	BRUNOY		612 062	2 411 343	e7c	e7c	444
438	BRUNOY		613 263	2 411 360	e7c	e7a-b	445
439	BRUNOY		610 991	2 410 255	g2b	g2b	446

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

440	BRUNOY		611 328	2 411 571	e7c	e7c	447
441	BRUNOY		613 008	2 411 231	e7c	e7c	448
442	BRUNOY		612 102	2 411 254	e7a-bC	e7a-b	449
443	BRUNOY		611 645	2 410 216	LP/AMB	AMB	450
444	BRUNOY		612 923	2 411 093	e7c	e7a-b	451
445	BRUNOY		611 307	2 411 624	g1a	g1a	452
446	BRUNOY		611 322	2 411 585	e7c	e7c	453
447	BRUNOY		611 123	2 410 348	AMB	AMB	454
448	BRUNOY		612 055	2 411 471	e7c	e7c	455
449	BRUNOY		612 454	2 411 682	g1a	g1a	456
450	BRUNOY		612 439	2 411 700	g1a	g1a	457
451	BRUNOY		612 424	2 411 703	g1a	g1a	458
452	BRUNOY		612 457	2 412 113	e7c	e7c	459
453	BRUNOY		613 380	2 412 198	Fw	Fw	460
454	BRUNOY		612 237	2 411 348	e7c	e7c	461
455	BRUNOY		612 577	2 412 398	e7c	e7c	462
456	BRUNOY		612 762	2 411 069	e7c	e7c	463
457	BRUNOY		612 747	2 411 061	e7c	e7a-b	464
458	BRUNOY		612 800	2 411 069	e7c	e7c	465
459	BRUNOY		612 832	2 411 090	e7c	e7c	466
460	BRUNOY		612 811	2 411 075	e7c	e7c	467
461	BRUNOY		612 190	2 410 334	g1a	g1a	468
462	BRUNOY		611 958	2 410 671	e7c	e7c	469
463	BRUNOY		612 096	2 411 577	e7c	e7c	470
464	BRUNOY		611 389	2 411 330	e7c	e7c	471
465	BRUNOY		611 363	2 411 354	e7c	e7c	472
466	BRUNOY		612 134	2 411 626	e7c	e7c	473
467	BRUNOY		612 254	2 411 474	e7c	e7c	474
468	BRUNOY		613 037	2 411 072	e7a-bC	e7a-b	475
469	BRUNOY		612 131	2 409 944	LP/AMB	AMB	476
470	BRUNOY		611 344	2 411 118	e7c	g1a	477
471	BRUNOY		612 256	2 411 641	e7c	e7c	478
472	BRUNOY		613 250	2 411 835	AMB	g1a	479
473	BRUNOY		612 684	2 411 796	g2b	g2b	480
474	BRUNOY		611 416	2 410 999	e7c	e7c	481
475	BRUNOY		611 420	2 410 987	e7c	e7c	482
476	BRUNOY		612 136	2 412 098	e7a-bC	e7a-b	483
477	BRUNOY		612 567	2 412 125	g1a	g1a	484
478	BRUNOY		612 625	2 410 460	e7c	e7c	485
479	BRUNOY		613 217	2 411 632	g1a	e7c	486
480	BRUNOY		612 329	2 411 544	g1a	g1a	487
481	BRUNOY		612 309	2 411 571	g1a	g1a	488
482	BRUNOY		612 273	2 411 606	e7c	e7c	489
483	BRUNOY		612 232	2 411 647	e7c	e7c	490
484	BRUNOY		612 414	2 411 448	g1a	g1a	491
485	BRUNOY		612 435	2 412 321	e7c	e7c	492
486	BRUNOY		612 270	2 409 536	g2b	g2b	493
487	BRUNOY		611 907	2 409 014	g2b	g2b	494
488	BRUNOY		612 147	2 411 445	e7c	e7c	495
489	BRUNOY		611 142	2 411 524	AMB	AMB	496
490	BRUNOY		611 200	2 411 492	AMB	AMB	497
491	BRUNOY		612 229	2 411 814	e7c	e7c	498
492	BRUNOY		611 614	2 409 527	g2b	g2b	499
493	BRUNOY		612 564	2 411 949	g1a	g1a	500
494	BRUNOY		612 784	2 412 535	e7a-bC	e7c	501
495	BRUNOY		612 118	2 409 765	LP/AMB	g2b	502
496	BRUNOY		613 511	2 411 833	e7c	e7c	503
497	BRUNOY		612 486	2 412 409	e7a-bC	e7a-b	504
499	BRUNOY		612 606	2 412 368	e7c	e7c	505
500	BRUNOY		612 128	2 409 815	LP/AMB	g2b	506
501	BRUNOY		613 058	2 411 084	e7a-bC	e7a-b	507
502	BRUNOY		612 644	2 411 882	AMB	g1a	508
503	BRUNOY		611 337	2 411 480	e7c	e7c	509
504	BRUNOY		611 844	2 411 556	e7a-bC	e7a-b	510

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

505	BRUNOY		612 624	2 411 398	gla	gla	511
506	BRUNOY		611 340	2 411 127	e7c	gla	512
507	BRUNOY		612 896	2 412 093	AMB	gla	513
508	BRUNOY		611 310	2 411 700	gla	gla	514
2008	BRUNOY		613 462	2 411 799	e7c	e7c	515
2009	BRUNOY		613 161	2 411 489	e7c	e7c	516
2011	BRUNOY		612 322	2 411 557	gla	gla	517
509	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	589 130	2 399 046	gla	gla	518
510	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	589 098	2 399 008	gla	gla	519
511	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	589 565	2 399 320	AMB	AMB	520
512	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	588 832	2 399 177	g2b	g2b	521
513	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	589 041	2 399 510	AMB	AMB	522
515	BRUYERES-LE-CHATEL	SENTIER	589 130	2 399 628	AMB	AMB	523
516	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	588 873	2 399 224	g2b	g2b	524
517	BRUYERES-LE-CHATEL	RESIDENCE	588 711	2 399 853	AMB	AMB	525
518	BRUYERES-LE-CHATEL	RESIDENCE	588 712	2 399 853	AMB	AMB	526
2012	BRUYERES-LE-CHATEL	RUE	589 022	2 399 294	AMB	AMB	527
519	BURES-S-YVETTE		586 834	2 409 021	AMM	AMM	528
520	BURES-S-YVETTE		587 032	2 409 487	AMM	AMM	529
521	BURES-S-YVETTE		585 847	2 410 424	AMM	AMM	530
522	BURES-S-YVETTE		586 107	2 410 598	g2b	g2b	531
523	BURES-S-YVETTE		585 973	2 410 389	AMM	AMM	532
524	BURES-S-YVETTE		586 658	2 410 890	Fz	gla	533
525	BURES-S-YVETTE		586 659	2 410 890	Fz	gla	534
526	BURES-S-YVETTE		586 028	2 410 325	AMM	AMM	535
527	BURES-S-YVETTE		586 038	2 410 330	AMM	AMM	536
528	BURES-S-YVETTE		585 889	2 410 293	AMM	AMM	537
529	BURES-S-YVETTE		585 936	2 410 256	AMM	AMM	538
530	BURES-S-YVETTE		585 919	2 410 094	AMM	AMM	539
531	BURES-S-YVETTE		585 864	2 410 278	AMM	AMM	540
532	BURES-S-YVETTE		585 949	2 410 486	AMM	AMM	541
533	BURES-S-YVETTE		585 971	2 410 461	AMM	AMM	542
534	BURES-S-YVETTE		586 140	2 410 439	AMM	AMM	543
535	BURES-S-YVETTE		585 926	2 410 223	AMM	AMM	544
536	BURES-S-YVETTE		587 149	2 409 011	AMM	AMM	545
537	BURES-S-YVETTE		586 779	2 409 179	AMM	AMM	546
538	BURES-S-YVETTE		587 211	2 411 724	CAMM	g2b	547
539	BURES-S-YVETTE		586 985	2 409 479	AMM	AMM	548
540	BURES-S-YVETTE		586 911	2 409 370	AMM	AMM	549
541	BURES-S-YVETTE		586 916	2 409 363	AMM	AMM	550
542	BURES-S-YVETTE		587 025	2 409 152	AMM	AMM	551
543	BURES-S-YVETTE		587 159	2 409 569	AMM	AMM	552
544	BURES-S-YVETTE		585 763	2 410 132	AMM	AMM	553
546	BURES-S-YVETTE		586 400	2 411 218	Fz	Fz	554
547	BURES-S-YVETTE		586 690	2 408 748	AMM	AMM	555
548	BURES-S-YVETTE		586 755	2 408 827	AMM	AMM	556
549	BURES-S-YVETTE		585 795	2 410 114	AMM	AMM	557
550	BURES-S-YVETTE		587 218	2 409 757	AMM	AMM	558
551	BURES-S-YVETTE		585 710	2 410 196	AMM	AMM	559
552	BURES-S-YVETTE		587 171	2 409 599	AMM	AMM	560
553	BURES-S-YVETTE		587 179	2 409 651	AMM	AMM	561
2013	BURES-S-YVETTE		585 826	2 410 487	AMM	AMM	562
2014	BURES-S-YVETTE		586 030	2 410 224	AMM	AMM	563
555	CHILLY-MAZARIN		598 777	2 410 943	gla	gla	564
556	CHILLY-MAZARIN		598 794	2 410 929	gla	gla	565
557	CHILLY-MAZARIN		598 797	2 410 940	gla	gla	566
558	CHILLY-MAZARIN		598 815	2 410 914	gla	gla	567
559	CHILLY-MAZARIN		598 829	2 410 908	gla	gla	568
560	CHILLY-MAZARIN		598 835	2 410 896	gla	gla	569
561	CHILLY-MAZARIN		598 850	2 410 894	gla	gla	570
562	CHILLY-MAZARIN		598 850	2 410 885	gla	gla	571
563	CHILLY-MAZARIN		598 859	2 410 885	gla	gla	572
564	CHILLY-MAZARIN		598 859	2 410 870	gla	gla	573
565	CHILLY-MAZARIN		598 864	2 410 879	gla	gla	574

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

566	CHILLY-MAZARIN		598 862	2 410 867	gla	gla	575
567	CHILLY-MAZARIN		598 873	2 410 873	gla	gla	576
568	CHILLY-MAZARIN		598 867	2 410 858	gla	gla	577
569	CHILLY-MAZARIN		598 873	2 410 870	gla	gla	578
570	CHILLY-MAZARIN		598 879	2 410 858	gla	gla	579
571	CHILLY-MAZARIN		598 876	2 410 847	gla	gla	580
572	CHILLY-MAZARIN		598 882	2 410 838	gla	gla	581
573	CHILLY-MAZARIN		598 832	2 410 835	gla	e7c	582
574	CHILLY-MAZARIN		598 823	2 410 847	gla	gla	583
575	CHILLY-MAZARIN		598 844	2 410 823	gla	e7c	584
576	CHILLY-MAZARIN		598 187	2 410 618	e7a-bM	Fz	585
577	CHILLY-MAZARIN		598 199	2 410 615	e7a-bM	Fz	586
578	CHILLY-MAZARIN		598 211	2 410 647	e7a-bM	e7a-b	587
579	CHILLY-MAZARIN		598 214	2 410 633	e7a-bM	e7a-b	588
581	CHILLY-MAZARIN		598 351	2 410 949	e7c	e7c	589
582	CHILLY-MAZARIN		598 357	2 410 964	e7c	e7c	590
583	CHILLY-MAZARIN		598 348	2 410 976	e7c	e7c	591
584	CHILLY-MAZARIN		598 272	2 410 650	e7a-bM	e7a-b	592
585	CHILLY-MAZARIN		598 565	2 410 964	gla	e7c	593
586	CHILLY-MAZARIN		597 680	2 411 201	e7c	e7c	594
587	CHILLY-MAZARIN		597 692	2 411 198	e7c	e7c	595
588	CHILLY-MAZARIN		598 832	2 411 175	gla	gla	596
589	CHILLY-MAZARIN		598 384	2 410 811	e7c	e7c	597
590	CHILLY-MAZARIN		598 310	2 410 609	e7a-bM	e7a-b	598
591	CHILLY-MAZARIN		598 472	2 411 169	gla	gla	599
592	CHILLY-MAZARIN		598 477	2 411 152	gla	e7c	600
593	CHILLY-MAZARIN		598 005	2 410 779	e7a-bM	e7a-b	601
594	CHILLY-MAZARIN		598 029	2 410 762	e7a-bM	e7a-b	602
595	CHILLY-MAZARIN		597 967	2 410 797	e7a-bM	e7a-b	603
596	CHILLY-MAZARIN		598 032	2 411 075	e7c	e7c	604
597	CHILLY-MAZARIN		598 032	2 411 064	e7c	e7c	605
598	CHILLY-MAZARIN		598 384	2 410 967	e7c	e7c	606
599	CHILLY-MAZARIN		598 395	2 410 943	e7c	e7c	607
600	CHILLY-MAZARIN		598 542	2 411 826	AMB	AMB	608
601	CHILLY-MAZARIN		598 457	2 411 187	gla	gla	609
602	CHILLY-MAZARIN		598 457	2 411 181	gla	gla	610
603	CHILLY-MAZARIN		598 451	2 411 160	gla	e7c	611
604	CHILLY-MAZARIN		598 243	2 410 879	e7c	e7c	612
605	CHILLY-MAZARIN		598 398	2 410 659	e7c	e7a-b	613
606	CHILLY-MAZARIN		597 598	2 411 002	e7a-bM	e7a-b	614
607	CHILLY-MAZARIN		598 281	2 410 553	e7a-bM	e7a-b	615
608	CHILLY-MAZARIN		598 750	2 410 800	e7c	e7c	616
609	CHILLY-MAZARIN		598 800	2 410 785	e7c	e7c	617
610	CHILLY-MAZARIN		598 812	2 410 785	e7c	e7c	618
611	CHILLY-MAZARIN		598 750	2 410 823	gla	e7c	619
612	CHILLY-MAZARIN		598 762	2 410 811	gla	e7c	620
613	CHILLY-MAZARIN		598 366	2 411 451	gla	gla	621
614	CHILLY-MAZARIN		598 621	2 411 093	gla	gla	622
615	CHILLY-MAZARIN		598 636	2 411 081	gla	gla	623
616	CHILLY-MAZARIN		598 642	2 411 069	gla	gla	624
617	CHILLY-MAZARIN		598 137	2 410 961	e7c	e7a-b	625
618	CHILLY-MAZARIN		598 152	2 410 976	e7c	e7a-b	626
619	CHILLY-MAZARIN		598 196	2 410 937	e7c	e7c	627
620	CHILLY-MAZARIN		598 970	2 411 046	gla	gla	628
621	CHILLY-MAZARIN		598 897	2 411 137	gla	gla	629
622	CHILLY-MAZARIN		599 187	2 411 893	gla	gla	630
623	CHILLY-MAZARIN		598 178	2 410 808	e7a-bM	e7a-b	631
624	CHILLY-MAZARIN		598 205	2 410 782	e7a-bM	e7a-b	632
625	CHILLY-MAZARIN		598 222	2 410 765	e7a-bM	e7a-b	633
626	CHILLY-MAZARIN		597 879	2 410 987	e7a-bM	e7a-b	634
627	CHILLY-MAZARIN		598 706	2 410 817	gla	e7c	635
628	CHILLY-MAZARIN		597 712	2 411 075	e7c	e7a-b	636
629	CHILLY-MAZARIN		598 530	2 411 776	AMB	AMB	637
630	CHILLY-MAZARIN		598 375	2 410 776	e7c	e7a-b	638

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

631	CHILLY-MAZARIN		598 366	2 410 756	e7c	e7a-b	639
632	CHILLY-MAZARIN		598 319	2 410 703	e7a-bM	e7a-b	640
633	CHILLY-MAZARIN		598 378	2 410 389	Fz	Fz	641
634	CHILLY-MAZARIN		598 832	2 410 970	gl a	gl a	642
635	CORBEIL-ESSONNES		609 457	2 401 746	e7c	e7c	643
636	CORBEIL-ESSONNES		609 115	2 400 888	e7c	e7c	644
637	CORBEIL-ESSONNES		609 118	2 400 868	e7c	e7c	645
638	CORBEIL-ESSONNES	CHEMIN	609 100	2 400 905	e7c	e7c	646
639	CORBEIL-ESSONNES	CHEMIN	609 108	2 400 898	e7c	e7c	647
640	CORBEIL-ESSONNES	CHEMIN	609 115	2 400 878	e7c	e7c	648
641	CORBEIL-ESSONNES		609 063	2 400 923	e7c	e7c	649
642	CORBEIL-ESSONNES		610 154	2 398 711	e7a-b	e7a-b	650
643	CORBEIL-ESSONNES		610 107	2 398 277	CAMBgl a	e7a-b	651
2064	CORBEIL-ESSONNES		610 143	2 398 681	e7a-b	e7a-b	652
2065	CORBEIL-ESSONNES		610 078	2 398 228	CAMBgl a	e7a-b	653
2066	CORBEIL-ESSONNES		610 129	2 398 462	CAMBgl a	e7a-b	654
2135	COURSON-MONTELOUP	RUE	585 845	2 399 441	g2b	g2b	655
646	CROSNE		609 275	2 413 460	e7c	e7c	656
647	CROSNE		609 271	2 413 449	e7c	e7c	657
648	CROSNE		609 316	2 412 633	Fz	Fz	658
649	CROSNE		609 479	2 413 309	e7c	e7c	659
650	CROSNE		609 458	2 413 334	e7c	e7c	660
651	CROSNE		609 444	2 413 350	e7c	e7c	661
652	CROSNE		609 284	2 413 479	e7c	e7c	662
653	CROSNE		609 239	2 413 562	e7c	e7c	663
654	CROSNE		609 368	2 413 709	AMB	AMB	664
655	CROSNE		608 757	2 413 614	e7c	e7a-b	665
656	CROSNE		608 867	2 413 501	e7a-bC	e7a-b	666
657	CROSNE		609 456	2 413 154	e7c	e7c	667
658	CROSNE		609 442	2 413 159	e7c	e7c	668
659	CROSNE		609 041	2 413 731	e7c	e7c	669
660	CROSNE		609 390	2 412 965	e7a-bC	e7a-b	670
661	CROSNE		609 463	2 412 897	e7a-bC	e7a-b	671
662	DOURDAN	ROUTE	576 240	2 392 989	g2b	g2b	672
663	DOURDAN	CHEMIN	577 335	2 390 804	AMM	AMM	673
664	DOURDAN	RUE	575 479	2 392 271	e3	e3al	674
665	DRAVEIL		605 351	2 409 264	e7c	e7c	675
666	DRAVEIL		604 784	2 410 145	Fy	Fy	676
667	DRAVEIL		605 175	2 408 607	e7c	e7c	677
668	DRAVEIL		604 902	2 409 009	e7c	e7c	678
669	DRAVEIL		604 845	2 409 133	e7c	e7c	679
670	DRAVEIL		605 957	2 407 588	e7c	e7c	680
671	DRAVEIL		605 946	2 407 619	e7c	e7c	681
672	DRAVEIL		605 638	2 408 202	e7c	e7c	682
673	DRAVEIL		605 419	2 408 984	e7c	e7c	683
674	DRAVEIL		606 630	2 409 255	AMB	AMB	684
675	DRAVEIL		606 619	2 409 264	AMB	AMB	685
676	DRAVEIL		606 002	2 409 364	gl a	gl a	686
677	DRAVEIL		606 558	2 410 458	Fx/e7c	Fx	687
678	DRAVEIL		606 854	2 409 930	AMB	AMB	688
679	DRAVEIL		606 865	2 409 934	AMB	AMB	689
680	DRAVEIL		606 786	2 409 891	AMB	AMB	690
681	DRAVEIL		604 084	2 409 828	Fz/e7a-b	Fz	691
682	DRAVEIL		603 960	2 409 918	Fz/e7a-b	Fz	692
683	DRAVEIL		605 336	2 409 471	Fx/e7c	Fx	693
684	DRAVEIL		605 473	2 408 280	e7c	e7c	694
685	DRAVEIL		605 873	2 408 511	AMB	AMB	695
686	DRAVEIL		606 569	2 409 211	AMB	AMB	696
687	DRAVEIL		606 380	2 407 003	e7c	e7c	697
688	DRAVEIL		605 959	2 408 260	AMB	AMB	698
689	DRAVEIL		605 806	2 410 386	Fx/e7c	Fx	699
690	DRAVEIL		604 122	2 409 819	Fz/e7a-b	Fz	700
691	DRAVEIL		605 670	2 409 288	e7c	e7c	701
1703	DRAVEIL		605 406	2 410 338	Fy	Fy	702

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

2018	DRAVEIL		605 948	2 408 742	AMB	AMB	703
2067	DRAVEIL		606 269	2 409 184	AMB	AMB	704
2068	DRAVEIL		606 520	2 406 850	e7c	e7c	705
692	ECHARCON	SENTIER	605 938	2 397 286	CAMBg1a	e7a-b	706
693	ECHARCON	SENTIER	605 953	2 397 305	CAMBg1a	e7a-b	707
694	ECHARCON	SENTIER	605 966	2 397 334	CAMBg1a	e7a-b	708
695	ECHARCON	SENTIER	605 973	2 397 359	CAMBg1a	e7a-b	709
696	ECHARCON	SENTIER	605 966	2 397 365	CAMBg1a	e7a-b	710
698	EPINAY-SUR-ORGE		598 403	2 408 613	LP/g2b	g2b	711
699	EPINAY-SUR-ORGE		598 349	2 408 665	LP/g2b	g2b	712
700	EPINAY-SUR-ORGE		598 295	2 407 615	e7c	e7c	713
701	EPINAY-SUR-ORGE		598 292	2 407 594	e7c	e7c	714
702	EPINAY-SUR-ORGE		599 660	2 407 829	g1a	e7c	715
703	EPINAY-SUR-ORGE		599 639	2 408 960	g1a	e7c	716
704	EPINAY-SUR-ORGE		598 555	2 408 735	g2b	g2b	717
705	EPINAY-SUR-ORGE		598 810	2 408 272	g2b	g2b	718
706	EPINAY-SUR-ORGE		598 674	2 408 320	g2b	g2b	719
707	EPINAY-SUR-ORGE		599 565	2 407 759	e7c	Fz	720
708	EPINAY-SUR-ORGE		599 802	2 408 559	e7c	e7c	721
709	EPINAY-SUR-ORGE		599 382	2 408 767	e7c	g1a	722
710	EPINAY-SUR-ORGE		598 792	2 409 212	AMB	AMB	723
711	EPINAY-SUR-ORGE		599 199	2 407 834	Fz	Fz	724
2069	EPINAY-SUR-ORGE		598 799	2 408 267	g2b	g2b	725
712	EPINAY-SOUS-SENART		613 364	2 410 048	e7c	g1a	726
713	EPINAY-SOUS-SENART	RUE	613 457	2 410 391	e7c	e7c	727
714	EPINAY-SOUS-SENART		613 463	2 410 389	e7c	e7c	728
715	EPINAY-SOUS-SENART		613 502	2 409 962	e7a-bC	e7c	729
716	EPINAY-SOUS-SENART		613 147	2 410 482	e7c	e7c	730
717	EPINAY-SOUS-SENART		613 091	2 410 389	e7c	g1a	731
718	EPINAY-SOUS-SENART		613 097	2 410 378	g1a	g1a	732
719	EPINAY-SOUS-SENART		613 072	2 410 331	g1a	g1a	733
720	EPINAY-SOUS-SENART		613 079	2 410 337	g1a	g1a	734
721	ETIOLLES		610 295	2 404 010	e7c	e7c	735
722	ETIOLLES		609 968	2 403 987	e7a-bC	e7a-b	736
723	ETIOLLES		609 995	2 404 177	Fz/e7a-b	Fz	737
724	ETIOLLES	CHEMIN	609 636	2 404 843	AMB	AMB	738
725	ETIOLLES		609 925	2 403 815	e7a-bC	e7a-b	739
726	ETIOLLES		609 975	2 403 768	e7c	e7c	740
727	ETIOLLES		610 008	2 403 637	e7c	e7c	741
728	ETIOLLES		610 018	2 403 619	e7c	e7c	742
730	ETIOLLES		610 393	2 403 786	AMB	AMB	743
731	ETIOLLES		610 404	2 403 793	AMB	AMB	744
732	ETIOLLES		610 365	2 403 770	AMB	AMB	745
733	ETIOLLES		610 273	2 403 738	AMB	AMB	746
734	ETIOLLES		609 927	2 403 860	e7a-bC	e7a-b	747
735	ETIOLLES		609 934	2 403 874	e7a-bC	e7a-b	748
736	ETIOLLES		610 318	2 404 019	e7c	e7c	749
737	ETIOLLES		610 329	2 404 023	e7c	e7c	750
738	ETIOLLES		610 350	2 404 028	e7c	e7c	751
739	ETIOLLES		610 347	2 404 019	e7c	e7c	752
740	ETIOLLES		610 359	2 404 032	e7c	e7c	753
741	ETIOLLES		610 368	2 404 025	e7c	e7c	754
742	ETIOLLES		610 395	2 404 046	e7c	e7c	755
743	ETIOLLES		610 530	2 404 021	g1a	g1a	756
744	ETIOLLES		610 571	2 404 028	AMB	AMB	757
745	ETIOLLES		609 862	2 403 781	e7a-bC	e7a-b	758
746	ETIOLLES		609 866	2 403 775	e7a-bC	e7a-b	759
747	ETIOLLES		609 114	2 404 818	e7c	e7c	760
748	ETIOLLES		609 141	2 404 629	e7a-bC	e7a-b	761
749	ETIOLLES		609 154	2 404 633	e7a-bC	e7a-b	762
750	ETIOLLES	RESIDENCE	610 418	2 404 329	e7a-bC	e7a-b	763
751	ETIOLLES	RESIDENCE	610 289	2 404 271	e7a-bC	e7a-b	764
752	ETIOLLES		609 615	2 405 692	g2b	g2b	765
753	ETIOLLES	TENNIS	609 832	2 404 553	g1a	g1a	766

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

754	ETIOLLES		610 347	2 403 871	gla	gla	767
755	ETIOLLES		610 284	2 404 128	e7a-bC	e7c	768
2020	ETIOLLES		610 199	2 403 652	gla	gla	769
2070	ETIOLLES		610 283	2 403 722	AMB	AMB	770
2070	ETIOLLES		610 246	2 403 684	AMB	gla	771
2072	ETIOLLES		609 998	2 403 666	e7c	e7c	772
2129	ETIOLLES		610 099	2 403 778	e7c	e7c	773
756	EVRY		608 972	2 403 060	Ce7c	gla	774
757	EVRY		608 959	2 403 042	Ce7c	gla	775
758	EVRY		608 845	2 403 192	Ce7c	e7c	776
759	EVRY		608 849	2 403 195	Ce7c	e7c	777
760	EVRY		607 410	2 404 781	Cgla	AMB	778
761	EVRY		607 428	2 404 776	Cgla	gla	779
762	EVRY		607 437	2 404 771	Cgla	gla	780
763	EVRY	RUE	606 244	2 404 307	AMB	AMB	781
764	EVRY		606 630	2 403 684	AMB	AMB	782
765	EVRY		607 149	2 401 795	AMB	g2b	783
766	EVRY		607 138	2 401 811	AMB	AMB	784
767	EVRY		608 927	2 402 837	AMB	AMB	785
768	EVRY		607 577	2 402 503	AMB	AMB	786
769	EVRY		608 857	2 403 075	Cgla	gla	787
770	EVRY		608 882	2 403 118	Ce7c	gla	788
771	EVRY		608 897	2 403 026	Cgla	gla	789
772	EVRY		608 914	2 403 055	Cgla	gla	790
773	EVRY		608 853	2 403 088	Cgla	gla	791
774	EVRY		608 943	2 403 084	Ce7c	gla	792
775	EVRY		608 861	2 403 052	Cgla	gla	793
776	EVRY		608 909	2 403 035	Cgla	gla	794
777	EVRY		608 935	2 403 063	Ce7c	gla	795
778	EVRY		608 774	2 403 180	Ce7c	gla	796
779	EVRY		608 836	2 403 180	Ce7c	gla	797
780	EVRY		608 841	2 403 178	Ce7c	gla	798
781	EVRY		609 009	2 402 960	Cgla	gla	799
782	EVRY		609 033	2 402 920	gla	gla	800
783	EVRY		609 039	2 402 903	gla	gla	801
784	EVRY		609 067	2 402 834	e7c	gla	802
785	EVRY		608 518	2 403 566	Ce7c	e7c	803
786	EVRY		606 365	2 404 517	AMB	AMB	804
787	EVRY		607 457	2 404 732	Cgla	gla	805
788	EVRY	RUE	608 658	2 403 138	Cgla	AMB	806
789	EVRY		609 087	2 402 825	e7c	gla	807
790	EVRY		609 083	2 402 807	e7c	gla	808
791	EVRY		608 993	2 402 973	Cgla	gla	809
792	EVRY		608 918	2 403 130	Ce7c	e7c	810
793	EVRY		608 862	2 402 795	AMB	AMB	811
794	EVRY		608 860	2 402 801	AMB	AMB	812
795	EVRY		608 041	2 404 447	e7a-bC	e7a-b	813
796	EVRY		608 052	2 403 989	Cgla	gla	814
797	FORGES-LES-BAINS	ROUTE, HAM	580 338	2 402 878	LP/AMM	AMM	815
798	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 556	2 403 071	AMM	AMM	816
799	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 490	2 403 114	AMM	AMM	817
800	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 691	2 402 967	AMM	AMM	818
801	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 713	2 402 907	AMM	AMM	819
802	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 682	2 402 929	AMM	AMM	820
803	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 678	2 402 903	AMM	AMM	821
804	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 621	2 403 076	AMM	AMM	822
805	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 656	2 403 106	g2b	AMM	823
806	FORGES-LES-BAINS	RUE	580 666	2 403 021	AMM	AMM	824
807	GIF-SUR-YVETTE		584 271	2 411 830	g2b	g2b	825
808	GIF-SUR-YVETTE		584 037	2 410 152	LP/AMM	AMM	826
809	GIF-SUR-YVETTE	ALLEE	584 281	2 410 235	LP/AMM	AMM	827
810	GIF-SUR-YVETTE		583 367	2 410 566	LP/AMM	AMM	828
811	GIF-SUR-YVETTE		584 775	2 410 045	LP/AMM	AMM	829
812	GIF-SUR-YVETTE		584 771	2 409 994	LP/AMM	AMM	830

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

813	GIF-SUR-YVETTE		584 409	2 409 879	LP/AMM	AMM	831
814	GIF-SUR-YVETTE		584 139	2 410 477	LP/AMM	AMM	832
815	GIF-SUR-YVETTE		585 851	2 410 915	g2b	g2b	833
816	GIF-SUR-YVETTE		583 424	2 411 934	g2b	g2b	834
2021	GIF-SUR-YVETTE		584 404	2 410 309	LP/AMM	AMM	835
2073	GIF-SUR-YVETTE		583 820	2 410 542	LP/AMM	AMM	836
2074	GIF-SUR-YVETTE		583 904	2 410 533	LP/AMM	AMM	837
2075	GIF-SUR-YVETTE		585 444	2 410 052	CLP/AMM	AMM	838
2076	GIF-SUR-YVETTE		583 494	2 410 738	LP/AMM	AMM	839
2077	GIF-SUR-YVETTE		585 630	2 410 048	AMM	AMM	840
2078	GIF-SUR-YVETTE		585 010	2 410 136	LP/AMM	AMM	841
2079	GIF-SUR-YVETTE		585 761	2 410 104	AMM	AMM	842
2080	GIF-SUR-YVETTE		585 798	2 410 141	AMM	AMM	843
2081	GIF-SUR-YVETTE		584 683	2 409 870	CLP/AMM	AMM	844
2082	GIF-SUR-YVETTE		584 371	2 410 267	LP/AMM	AMM	845
2085	GIF-SUR-YVETTE		612 723	2 396 628	Fz	Fz	846
817	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 735	2 408 232	LP/AMM	AMM	847
818	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 618	2 408 258	LP/AMM	AMM	848
819	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 743	2 408 211	LP/AMM	AMM	849
820	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 605	2 408 274	LP/AMM	AMM	850
821	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 659	2 408 177	LP/AMM	AMM	851
822	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 698	2 408 156	LP/AMM	AMM	852
823	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 633	2 408 276	LP/AMM	AMM	853
824	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 670	2 408 276	LP/AMM	AMM	854
825	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 649	2 408 302	LP/AMM	AMM	855
826	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 675	2 408 289	LP/AMM	AMM	856
827	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 615	2 408 208	LP/AMM	AMM	857
828	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 662	2 408 195	LP/AMM	AMM	858
829	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 628	2 408 289	LP/AMM	AMM	859
830	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 743	2 408 242	LP/AMM	AMM	860
831	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 714	2 408 167	LP/AMM	AMM	861
832	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 620	2 408 242	LP/AMM	AMM	862
833	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 631	2 408 224	LP/AMM	AMM	863
834	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 605	2 408 242	LP/AMM	AMM	864
835	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 649	2 408 281	LP/AMM	AMM	865
836	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 636	2 408 294	LP/AMM	AMM	866
837	GOMETZ-LA-VILLE	DOMAINE	584 633	2 408 198	LP/AMM	AMM	867
838	GOMETZ-LA-VILLE	RUE	584 482	2 408 123	LP/AMM	AMM	868
839	GOMETZ-LA-VILLE		584 561	2 408 016	LP/AMM	AMM	869
840	GOMETZ-LA-VILLE	VILLAGE, B	584 607	2 408 000	LP/AMM	AMM	870
841	GOMETZ-LA-VILLE	RUE	584 225	2 408 156	LP/AMM	AMM	871
842	GOMETZ-LA-VILLE	RUE	584 207	2 408 169	LP/AMM	AMM	872
843	GOMETZ-LA-VILLE	RESIDENCE	584 615	2 407 810	CP3/ AMM	AMM	873
844	GOMETZ-LA-VILLE	RESIDENCE	584 451	2 407 815	CP3/ AMM	AMM	874
845	GOMETZ-LA-VILLE	RUE	582 910	2 410 119	LP/AMM	AMM	875
846	GOMETZ-LA-VILLE	HAMEAU	582 923	2 410 153	LP/AMM	AMM	876
848	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RESIDENCE	585 448	2 408 542	AMM	AMM	877
849	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RESIDENCE	585 449	2 408 542	AMM	AMM	878
850	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	585 344	2 408 836	LP/AMM	AMM	879
851	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	585 321	2 408 854	LP/AMM	AMM	880
852	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	585 927	2 408 331	LP	Autre	881
853	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	586 059	2 408 328	LP/AMM	AMM	882
854	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	586 060	2 408 328	LP/AMM	AMM	883
855	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	586 061	2 408 328	LP/AMM	AMM	884
856	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	586 060	2 408 329	LP/AMM	AMM	885
857	GOMETZ-LE-CHÂTEL	RUE	585 305	2 408 794	LP/AMM	AMM	886
2022	GOMETZ-LE-CHÂTEL		585 572	2 408 879	g2b	g2b	887
858	GRIGNY		603 856	2 406 717	e7c	e7c	888
859	GRIGNY		603 843	2 406 661	e7c	e7c	889
860	GRIGNY		604 470	2 406 459	e7a-bM	e7c	890
861	GRIGNY		603 466	2 407 065	g1a	g1a	891
862	GRIGNY		603 143	2 407 083	AMB	AMB	892
863	GRIGNY		604 336	2 406 179	g1a	AMB	893
864	GRIGNY		603 845	2 406 378	AMB	AMB	894

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

865	GRIGNY		603 377	2 406 459	AMB	AMB	895
866	GRIGNY		603 449	2 407 108	g1a	g1a	896
867	IGNY	ROUTE	591 843	2 415 442	g2b	g1a	897
868	IGNY		591 353	2 414 896	g1a	g1a	898
869	IGNY		591 517	2 414 513	AMM	AMM	899
870	IGNY		591 709	2 415 866	g2b	g2b	900
871	IGNY		591 521	2 415 189	Fz	Fz	901
872	IGNY		591 598	2 414 098	AMM	AMM	902
873	IGNY		591 332	2 414 147	AMM	AMM	903
874	IGNY		591 577	2 414 451	AMM	AMM	904
875	IGNY		591 430	2 414 213	AMM	AMM	905
876	IGNY		591 356	2 414 402	AMM	AMM	906
877	IGNY		592 449	2 415 538	Fz	Fz	907
878	IGNY		591 943	2 414 881	g1a	g1a	908
879	IGNY		591 847	2 416 123	g2b	g2b	909
880	IGNY		591 090	2 414 917	g1a	g1a	910
881	IGNY		591 611	2 414 562	g2b	g2b	911
882	JUVISY-SUR-ORGE		602 964	2 410 847	Ce7c	e7c	912
883	JUVISY-SUR-ORGE		602 977	2 410 870	Ce7c	e7c	913
884	JUVISY-SUR-ORGE		602 896	2 410 889	Cg1a	g1a	914
885	JUVISY-SUR-ORGE		602 953	2 410 637	Ce7c	e7c	915
886	JUVISY-SUR-ORGE		602 992	2 410 733	Ce7c	e7c	916
887	JUVISY-SUR-ORGE		603 032	2 410 877	Ce7c	e7c	917
888	JUVISY-SUR-ORGE		603 043	2 410 881	Ce7c	e7c	918
889	JUVISY-SUR-ORGE		603 047	2 410 917	Ce7c	e7c	919
890	JUVISY-SUR-ORGE		602 650	2 410 776	AMB	AMB	920
891	JUVISY-SUR-ORGE		603 186	2 410 697	Fz/e7a-b	Fz	921
892	JUVISY-SUR-ORGE		602 817	2 410 569	Cg1a	g1a	922
893	JUVISY-SUR-ORGE		602 894	2 410 787	Ce7c	e7c	923
894	JUVISY-SUR-ORGE		602 712	2 410 592	AMB	AMB	924
895	JUVISY-SUR-ORGE		602 748	2 410 697	Cg1a	AMB	925
896	JUVISY-SUR-ORGE		602 763	2 410 787	AMB	AMB	926
897	JUVISY-SUR-ORGE		602 774	2 410 798	AMB	AMB	927
898	JUVISY-SUR-ORGE		603 231	2 410 736	Fz/e7a-b	Fz	928
899	JUVISY-SUR-ORGE		602 928	2 410 605	Ce7c	e7c	929
900	JUVISY-SUR-ORGE		602 906	2 410 582	Ce7c	e7c	930
901	JUVISY-SUR-ORGE		602 864	2 410 530	Ce7c	e7c	931
902	JUVISY-SUR-ORGE		602 896	2 410 569	Ce7c	e7c	932
903	JUVISY-SUR-ORGE		602 851	2 410 539	Ce7c	e7c	933
904	JUVISY-SUR-ORGE		602 872	2 410 537	Ce7c	e7c	934
905	JUVISY-SUR-ORGE		603 069	2 410 342	Fz/e7a-b	Fz	935
906	JUVISY-SUR-ORGE		602 772	2 410 962	AMB	AMB	936
907	JUVISY-SUR-ORGE		602 511	2 409 889	Cg1a	g1a	937
908	JUVISY-SUR-ORGE		603 355	2 410 547	Fz/e7a-b	Fy	938
909	JUVISY-SUR-ORGE	AVENUE	603 259	2 410 716	Fz/e7a-b	Fz	939
910	JUVISY-SUR-ORGE		603 069	2 410 509	Fz/e7a-b	Fz	940
911	JUVISY-SUR-ORGE		603 240	2 410 434	Fz/e7a-b	Fz	941
912	JUVISY-SUR-ORGE		603 131	2 410 644	Fz/e7a-b	Fz	942
913	JUVISY-SUR-ORGE	RUE	603 447	2 409 678	Fz/e7a-b	Fz	943
914	JUVISY-SUR-ORGE		602 690	2 410 032	Ce7c	e7c	944
915	JUVISY-SUR-ORGE		602 673	2 410 009	Ce7c	e7c	945
916	JUVISY-SUR-ORGE		602 787	2 410 077	Ce7c	Fz	946
2083	JUVISY-SUR-ORGE		602 957	2 410 688	Ce7c	e7c	947
917	LA NORVILLE	RUE	594 479	2 399 178	CAMBg1a	e7c	948
918	LA NORVILLE	RUE	594 492	2 399 175	CAMBg1a	e7c	949
919	LA NORVILLE	RUE	594 510	2 399 194	CAMBg1a	e7c	950
920	LA NORVILLE	RUE	594 518	2 399 196	CAMBg1a	e7c	951
921	LA NORVILLE	RUE	594 549	2 399 220	CAMBg1a	e7c	952
922	LA NORVILLE	RUE	594 572	2 399 227	CAMBg1a	e7c	953
923	LA NORVILLE	IMPASSE	594 536	2 399 134	CAMBg1a	g1a	954
924	LA NORVILLE	IMPASSE	594 528	2 399 142	CAMBg1a	g1a	955
925	LA NORVILLE	CHEMIN	594 616	2 399 183	CAMBg1a	g1a	956
926	LA NORVILLE	CHEMIN	594 630	2 399 207	CAMBg1a	g1a	957
927	LA NORVILLE	CHEMIN	594 632	2 399 212	CAMBg1a	g1a	958

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

928	LA NORVILLE	CHEMIN	594 642	2 399 217	CAMBgla	gla	959
929	LA NORVILLE	CHEMIN	594 648	2 399 222	CAMBgla	gla	960
930	LA NORVILLE	CHEMIN	594 658	2 399 222	CAMBgla	gla	961
931	LA NORVILLE	CHEMIN	594 671	2 399 232	CAMBgla	gla	962
932	LA NORVILLE	CHEMIN	594 681	2 399 238	CAMBgla	gla	963
933	LA NORVILLE	CHEMIN	594 712	2 399 258	CAMBgla	gla	964
934	LA NORVILLE	RUE	594 152	2 398 932	CAMBgla	e7c	965
935	LA NORVILLE	RUE	594 142	2 398 934	CAMBgla	e7c	966
936	LA NORVILLE	RUE	594 126	2 398 937	CAMBgla	e7c	967
937	LA NORVILLE	RUE	594 113	2 398 937	CAMBgla	e7c	968
938	LA NORVILLE	RUE	594 100	2 398 934	CAMBgla	e7c	969
939	LA NORVILLE	RUE	594 067	2 398 929	CAMBgla	e7c	970
940	LA NORVILLE	RUE	594 041	2 398 926	CAMBgla	e7c	971
941	LA NORVILLE	RUE	594 022	2 398 937	CAMBgla	e7c	972
942	LA NORVILLE	RUE	593 994	2 398 937	CAMBgla	e7c	973
943	LA NORVILLE	RUE	593 877	2 398 651	CAMBgla	gla	974
944	LA NORVILLE	RUE	593 919	2 398 651	CAMBgla	gla	975
945	LA NORVILLE	RUE	594 004	2 398 638	CAMBgla	AMB	976
946	LA NORVILLE	RUE	593 950	2 398 636	CAMBgla	gla	977
947	LA NORVILLE	RUE	593 994	2 398 641	CAMBgla	AMB	978
948	LA NORVILLE	RUE	594 090	2 398 594	CAMBgla	AMB	979
949	LA NORVILLE	SENTIER	594 043	2 398 605	CAMBgla	AMB	980
950	LA NORVILLE	SENTIER	594 108	2 398 563	CAMBgla	AMB	981
951	LA NORVILLE	SENTIER	594 126	2 398 545	LP/AMB	AMB	982
952	LA NORVILLE	RUE	593 828	2 398 615	CAMBgla	gla	983
953	LA NORVILLE	RUE	593 872	2 398 553	CAMBgla	AMB	984
954	LA NORVILLE	RUE	594 186	2 397 956	LP/g2b	AMB	985
955	LA NORVILLE	RUE	594 292	2 397 987	LP/g2b	AMB	986
956	LA NORVILLE	RUE	594 700	2 398 013	LP/g2b	AMB	987
957	LA NORVILLE	ALLEE	593 742	2 398 062	LP/AMB	AMB	988
958	LA NORVILLE	RUE	594 067	2 398 633	CAMBgla	AMB	989
959	LA NORVILLE	RUE	594 054	2 398 649	CAMBgla	AMB	990
960	LA NORVILLE	RUE	594 069	2 398 677	CAMBgla	AMB	991
961	LA NORVILLE	RUE	594 074	2 398 688	CAMBgla	AMB	992
962	LA NORVILLE	RUE	594 103	2 398 714	CAMBgla	gla	993
963	LA NORVILLE	AVENUE	594 038	2 399 077	CAMBgla	e7c	994
964	LA NORVILLE	CHEMIN	593 836	2 398 239	LP/AMB	AMB	995
965	LA NORVILLE	CHEMIN	593 843	2 398 244	LP/AMB	AMB	996
966	LA NORVILLE	CHEMIN	593 895	2 398 278	LP/AMB	AMB	997
967	LA NORVILLE	RUE	594 035	2 398 021	LP/AMB	AMB	998
968	LA NORVILLE	RUE	593 999	2 398 026	LP/AMB	AMB	999
969	LA NORVILLE	RUE	593 854	2 398 000	LP/AMB	AMB	1000
970	LA NORVILLE	RUE	593 610	2 398 013	LP/AMB	AMB	1001
971	LA NORVILLE	RUE	593 981	2 397 928	LP/AMB	AMB	1002
972	LA NORVILLE	SENTIER	593 639	2 398 504	CAMBgla	AMB	1003
973	LA NORVILLE	SENTIER	593 677	2 398 519	CAMBgla	AMB	1004
974	LA NORVILLE	RUE	594 705	2 398 768	LP/g2b	AMB	1005
975	LA NORVILLE	RUE	594 406	2 398 280	LP/g2b	AMB	1006
976	LA NORVILLE	RUE	594 292	2 398 615	LP/AMB	AMB	1007
977	LA NORVILLE	RUE	594 303	2 398 636	LP/AMB	AMB	1008
978	LA NORVILLE	ROUTE	594 735	2 407 346	g2b	g2b	1009
979	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 823	2 407 349	g2b	g2b	1010
980	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 849	2 407 351	g2b	g2b	1011
981	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 859	2 407 367	g2b	g2b	1012
982	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 882	2 407 369	g2b	g2b	1013
983	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 893	2 407 369	g2b	g2b	1014
984	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 903	2 407 369	g2b	g2b	1015
985	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	594 916	2 407 369	g2b	g2b	1016
986	LA VILLE-DU-BOIS	ROUTE	595 082	2 407 354	g2b	g2b	1017
987	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	593 884	2 407 297	g2b	g2b	1018
988	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	593 891	2 407 317	g2b	g2b	1019
989	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	594 683	2 406 723	g2b	g2b	1020
990	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	594 836	2 406 147	g2b	g2b	1021
991	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	594 823	2 406 160	g2b	g2b	1022

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

992	LA VILLE-DU-BOIS	RUELLE	595 085	2 406 876	g2b	g2b	1023
993	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	594 859	2 406 337	g2b	g2b	1024
994	LA VILLE-DU-BOIS	SENTIER	594 729	2 406 150	g2b	g2b	1025
995	LA VILLE-DU-BOIS	RUE	595 204	2 407 022	g2b	g2b	1026
996	LA VILLE-DU-BOIS	RUE	594 999	2 406 801	g2b	g2b	1027
997	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	594 818	2 406 498	g2b	g2b	1028
998	LA VILLE-DU-BOIS	CHEMIN	594 620	2 405 779	g2b	g2b	1029
999	LA VILLE-DU-BOIS	RUE	595 077	2 406 441	g2b	g2b	1030
2023	LA VILLE-DU-BOIS		594 794	2 406 034	g2b	g2b	1031
1000	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 410	2 396 254	AMB	AMB	1032
1001	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 361	2 396 340	g1a	g1a	1033
1002	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 345	2 396 363	g1a	g1a	1034
1003	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 400	2 396 350	g1a	g1a	1035
1004	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 446	2 396 324	g1a	g1a	1036
1005	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 374	2 396 278	AMB	AMB	1037
1006	LE COUDRAY-MONTCEAUX	RUE	611 908	2 396 298	g1a	g1a	1038
1007	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 970	2 396 073	AMB	AMB	1039
2025	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 179	2 396 302	AMB	AMB	1040
2084	LE COUDRAY-MONTCEAUX		611 347	2 396 292	AMB	AMB	1041
1008	LE PLESSIS-PATE		598 933	2 401 453	LP	AMB	1042
1009	LE PLESSIS-PATE		598 966	2 401 601	LP	AMB	1043
1010	LE PLESSIS-PATE		599 007	2 401 587	LP	AMB	1044
1011	LE PLESSIS-PATE		598 821	2 401 445	LP	AMB	1045
1012	LE PLESSIS-PATE		598 823	2 401 459	LP	AMB	1046
1013	LE PLESSIS-PATE		598 925	2 401 437	LP	AMB	1047
1014	LE PLESSIS-PATE		599 117	2 401 471	LP	AMB	1048
1015	LE PLESSIS-PATE		599 094	2 401 310	LP	AMB	1049
1016	LE PLESSIS-PATE		599 444	2 401 392	LP	AMB	1050
1017	LE PLESSIS-PATE		599 259	2 401 662	LP	AMB	1051
1018	LE PLESSIS-PATE		599 007	2 401 026	AMB	AMB	1052
1019	LE PLESSIS-PATE		598 868	2 401 630	LP	AMB	1053
1020	LES MOLIERES		580 201	2 408 115	CP3/ AMM	AMM	1054
1021	LES MOLIERES		579 770	2 408 321	AMM	AMM	1055
1022	LES MOLIERES		579 775	2 408 253	CP3/ AMM	AMM	1056
1023	LES MOLIERES		579 684	2 408 107	CP3/ AMM	AMM	1057
1024	LES MOLIERES		579 658	2 408 107	CP3/ AMM	AMM	1058
1025	LES MOLIERES		579 572	2 408 084	CP3/ AMM	AMM	1059
1026	LES MOLIERES		579 718	2 408 063	CP3/ AMM	AMM	1060
1027	LES MOLIERES		579 647	2 408 050	CP3/ AMM	AMM	1061
1028	LES MOLIERES		579 642	2 408 037	CP3/ AMM	AMM	1062
1029	LES MOLIERES		579 334	2 407 935	LP/AMM	AMM	1063
1030	LES MOLIERES	RESIDENCE	581 063	2 408 149	LP/AMM	AMM	1064
1031	LES MOLIERES	RESIDENCE	581 053	2 408 125	LP/AMM	AMM	1065
1032	LES MOLIERES	RESIDENCE	581 037	2 408 123	LP/AMM	AMM	1066
1033	LES MOLIERES	RESIDENCE	581 029	2 408 044	LP/AMM	AMM	1067
1034	LES MOLIERES	RESIDENCE	581 014	2 408 000	LP/AMM	AMM	1068
1035	LES MOLIERES	RESIDENCE	580 982	2 407 977	LP/AMM	AMM	1069
1036	LES MOLIERES	RESIDENCE	580 982	2 407 992	LP/AMM	AMM	1070
1037	LES MOLIERES	RESIDENCE	580 961	2 407 995	LP/AMM	AMM	1071
1038	LES MOLIERES		580 246	2 408 024	CP3/ AMM	AMM	1072
1039	LES MOLIERES		580 316	2 408 102	CP3/ AMM	AMM	1073
1040	LES MOLIERES		580 120	2 408 188	LP/AMM	AMM	1074
1041	LES MOLIERES		580 361	2 408 238	LP/AMM	AMM	1075
1042	LES MOLIERES		580 415	2 408 196	LP/AMM	AMM	1076
1043	LES MOLIERES		580 413	2 408 183	LP/AMM	AMM	1077
1044	LES MOLIERES		580 455	2 408 149	LP/AMM	AMM	1078
1045	LES MOLIERES		580 462	2 408 141	LP/AMM	AMM	1079
1046	LES MOLIERES		580 481	2 408 105	LP/AMM	AMM	1080
1047	LES MOLIERES		580 442	2 408 214	LP/AMM	AMM	1081
1048	LES MOLIERES		580 473	2 408 206	LP/AMM	AMM	1082
1049	LES MOLIERES		580 483	2 408 206	LP/AMM	AMM	1083
1050	LES MOLIERES		580 494	2 408 206	LP/AMM	AMM	1084
1051	LES MOLIERES		580 617	2 408 225	LP/AMM	AMM	1085
1052	LES MOLIERES		580 739	2 408 222	LP/AMM	AMM	1086

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1053	LES MOLIERES		580 857	2 408 225	LP/AMM	AMM	1087
1054	LES MOLIERES		579 700	2 408 188	CP3/ AMM	AMM	1088
1055	LES MOLIERES		579 692	2 408 199	CP3/ AMM	AMM	1089
1056	LES MOLIERES		579 679	2 408 214	CP3/ AMM	AMM	1090
1057	LES MOLIERES		579 676	2 408 204	CP3/ AMM	AMM	1091
1058	LES MOLIERES		579 645	2 408 227	CP3/ AMM	AMM	1092
1059	LES MOLIERES		580 439	2 408 611	AMM	AMM	1093
1060	LES MOLIERES		580 444	2 408 622	AMM	AMM	1094
1061	LES MOLIERES		580 499	2 408 705	AMM	AMM	1095
1062	LES MOLIERES		580 039	2 408 159	CP3/ AMM	AMM	1096
1063	LES MOLIERES		580 058	2 408 183	LP/AMM	AMM	1097
1064	LES MOLIERES		580 131	2 408 209	LP/AMM	AMM	1098
1065	LES MOLIERES		579 177	2 407 914	LP/AMM	AMM	1099
1066	LES MOLIERES		579 203	2 407 958	LP/AMM	AMM	1100
1067	LES MOLIERES		580 384	2 408 580	AMM	AMM	1101
1069	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 069	2 405 427	AMM	AMM	1102
1070	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 046	2 405 424	AMM	AMM	1103
1071	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 025	2 405 409	AMM	AMM	1104
1072	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 114	2 405 430	AMM	AMM	1105
1073	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 088	2 405 422	AMM	AMM	1106
1074	LIMOURS-EN-HUREPOIX		582 949	2 405 560	AMM	AMM	1107
1075	LIMOURS-EN-HUREPOIX		582 947	2 405 474	AMM	AMM	1108
1076	LIMOURS-EN-HUREPOIX		582 965	2 405 472	AMM	AMM	1109
1077	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 014	2 405 495	AMM	AMM	1110
1078	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 041	2 405 474	AMM	AMM	1111
1079	LIMOURS-EN-HUREPOIX		582 991	2 405 607	AMM	AMM	1112
1080	LIMOURS-EN-HUREPOIX		582 999	2 405 605	AMM	AMM	1113
1081	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 080	2 405 560	AMM	AMM	1114
1082	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 090	2 405 537	AMM	AMM	1115
1083	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 106	2 405 521	AMM	AMM	1116
1084	LIMOURS-EN-HUREPOIX		581 199	2 404 636	g2b	g2b	1117
2029	LIMOURS-EN-HUREPOIX	RUE	580 956	2 404 776	g2b	g2b	1118
2130	LIMOURS-EN-HUREPOIX		583 125	2 405 420	AMM	AMM	1119
1085	LISSES		605 464	2 401 530	LP/g2b	AMB	1120
1086	LISSES		605 452	2 401 514	LP/g2b	AMB	1121
1087	LISSES		605 460	2 401 445	LP/g2b	AMB	1122
1088	LISSES		606 392	2 401 013	LP/g2b	AMB	1123
1089	LISSES		606 618	2 400 303	LP/AMB	AMB	1124
1090	LISSES		606 586	2 400 504	LP/g2b	AMB	1125
1091	LISSES		606 620	2 400 443	LP/g2b	AMB	1126
1092	LISSES		606 594	2 400 464	LP/g2b	AMB	1127
1093	LISSES		606 777	2 400 034	LP/AMB	AMB	1128
1094	LONGJUMEAU		598 738	2 409 846	e7c	Fz	1129
1095	LONGJUMEAU		597 973	2 409 640	AMB	AMB	1130
1096	LONGJUMEAU		597 985	2 409 652	AMB	AMB	1131
1097	LONGJUMEAU		597 991	2 409 658	AMB	AMB	1132
1098	LONGJUMEAU		598 394	2 409 433	e7c	e7c	1133
1099	LONGJUMEAU		596 997	2 410 411	g1a	g1a	1134
1100	LONGJUMEAU		598 591	2 409 897	Fz	Fz	1135
1101	LONGJUMEAU		598 607	2 409 885	Fz	Fz	1136
1102	LONGJUMEAU		598 691	2 409 249	g1a	g1a	1137
1103	LONGJUMEAU		596 950	2 411 452	g1a	e7c	1138
1104	LONGJUMEAU		597 009	2 411 440	g1a	e7c	1139
1105	LONGJUMEAU		597 010	2 411 440	g1a	e7c	1140
1106	LONGJUMEAU		597 891	2 409 691	AMB	AMB	1141
1107	LONGJUMEAU		597 883	2 409 685	AMB	AMB	1142
1108	LONGJUMEAU		597 875	2 409 681	AMB	AMB	1143
1109	LONGJUMEAU		597 897	2 409 664	AMB	AMB	1144
1110	LONGJUMEAU		597 975	2 409 632	AMB	AMB	1145
1111	LONGJUMEAU		597 961	2 409 611	AMB	AMB	1146
1113	LONGJUMEAU		598 010	2 409 640	AMB	AMB	1147
1115	LONGJUMEAU		596 997	2 411 250	e7a-bM	e7a-b	1148
1116	LONGJUMEAU		598 263	2 409 100	AMB	AMB	1149
1117	LONGJUMEAU		598 750	2 409 867	e7c	e7c	1150

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1118	LONGJUMEAU		596 788	2 411 356	e7c	e7c	1151
1119	LONGJUMEAU		597 079	2 411 235	e7a-bM	e7a-b	1152
1120	LONGJUMEAU		598 587	2 409 206	g1a	AMB	1153
1121	LONGJUMEAU		598 482	2 409 206	g1a	AMB	1154
1122	LONGJUMEAU		598 497	2 409 200	g1a	AMB	1155
1123	LONGJUMEAU		598 010	2 409 666	AMB	AMB	1156
1124	LONGJUMEAU		597 394	2 410 781	Fz	Fz	1157
1125	LONGJUMEAU		597 408	2 410 773	Fz	Fz	1158
1126	LONGJUMEAU		597 631	2 410 669	Fz	Fz	1159
1127	LONGJUMEAU		597 091	2 410 771	Fz	Fz	1160
1128	LONGJUMEAU		598 713	2 410 276	AMB	AMB	1161
1129	LONGJUMEAU		597 682	2 410 863	e7a-bM	Fz	1162
1130	LONGJUMEAU		596 758	2 409 644	LP/g2b	g2b	1163
1131	LONGJUMEAU		596 889	2 411 106	e7a-bM	Fz	1164
1132	LONGJUMEAU		597 961	2 409 175	AMB	AMB	1165
1133	LONGJUMEAU		598 527	2 410 280	e7c	e7c	1166
1134	LONGJUMEAU		597 130	2 411 209	e7a-bM	e7a-b	1167
1135	LONGJUMEAU		597 148	2 411 199	e7a-bM	e7a-b	1168
1136	LONGJUMEAU		598 718	2 409 715	Fz	Fz	1169
1137	LONGJUMEAU	SQUARE	598 828	2 409 992	AMB	g1a	1170
1138	LONGJUMEAU		598 550	2 410 251	g1a	e7c	1171
1139	LONGJUMEAU		598 726	2 409 814	Fz	Fz	1172
1140	LONGJUMEAU		598 730	2 409 822	Fz	Fz	1173
1141	LONGJUMEAU		597 920	2 409 656	AMB	AMB	1174
1142	LONGJUMEAU		598 022	2 409 656	AMB	AMB	1175
1143	LONGJUMEAU		597 136	2 410 765	Fz	Fz	1176
1144	LONGJUMEAU		597 963	2 409 664	AMB	AMB	1177
1145	LONGJUMEAU		598 468	2 409 507	e7c	e7c	1178
1146	LONGJUMEAU	PLACE	596 842	2 410 965	Fz	Fz	1179
1147	LONGJUMEAU		596 612	2 410 403	AMB	AMB	1180
2030	LONGJUMEAU		598 339	2 409 091	AMB	AMB	1181
2086	LONGJUMEAU		598 157	2 408 984	AMB	AMB	1182
2087	LONGJUMEAU		598 181	2 408 980	AMB	AMB	1183
1148	LONGPONT-SUR-ORGE	RUE	596 672	2 405 304	Cg1a	g1a	1184
1149	LONGPONT-SUR-ORGE	IMPASSE	596 120	2 405 597	g2b	g2b	1185
1150	LONGPONT-SUR-ORGE	IMPASSE	596 133	2 405 592	g2b	g2b	1186
1151	LONGPONT-SUR-ORGE	RUE	596 550	2 403 835	AMB	AMB	1187
1152	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	596 133	2 405 695	g2b	g2b	1188
1153	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	596 130	2 405 680	g2b	g2b	1189
1154	LONGPONT-SUR-ORGE	CHEMIN	596 566	2 405 887	AMB	AMB	1190
1155	LONGPONT-SUR-ORGE	CHEMIN	596 579	2 405 882	AMB	AMB	1191
1156	LONGPONT-SUR-ORGE	RUE	596 615	2 405 083	AMB	AMB	1192
1157	LONGPONT-SUR-ORGE	CHEMIN	596 444	2 403 270	AMB	g1a	1193
1158	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	595 676	2 406 007	g2b	g2b	1194
1159	LONGPONT-SUR-ORGE	RUE	595 676	2 406 027	g2b	g2b	1195
1160	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	595 663	2 406 323	g2b	g2b	1196
1161	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	595 666	2 406 339	g2b	g2b	1197
1162	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	595 575	2 405 981	g2b	g2b	1198
1163	LONGPONT-SUR-ORGE	RUE	596 584	2 406 121	AMB	g1a	1199
1164	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	596 024	2 406 284	AMB	AMB	1200
1165	LONGPONT-SUR-ORGE	ALLEE	596 128	2 406 282	AMB	AMB	1201
1166	LONGPONT-SUR-ORGE	RUE	596 493	2 404 113	AMB	AMB	1202
1167	LONGPONT-SUR-ORGE	SQUARE	595 777	2 406 603	g2b	g2b	1203
1168	LONGPONT-SUR-ORGE	CHEMIN	596 211	2 403 488	AMB	AMB	1204
2131	LONGPONT-SUR-ORGE		595 745	2 406 432	g2b	g2b	1205
1169	MARCOUSSIS	RUE	593 254	2 405 147	AMM	AMM	1206
1170	MARCOUSSIS	RUE	593 125	2 405 118	AMM	AMM	1207
1171	MARCOUSSIS	RUE	593 296	2 405 126	AMM	AMM	1208
1172	MARCOUSSIS	RUE	593 306	2 405 102	AMM	AMM	1209
1173	MARCOUSSIS	RUE	593 338	2 405 097	AMM	AMM	1210
1174	MARCOUSSIS		593 164	2 405 126	AMM	AMM	1211
1175	MARCOUSSIS	CHEMIN	592 500	2 405 282	AMM	AMM	1212
1176	MARCOUSSIS	RUE	592 819	2 404 960	AMM	AMM	1213
1177	MARCOUSSIS	RUE	592 798	2 404 965	AMM	AMM	1214

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1178	MARCOUSSIS	RUE	591 202	2 405 440	AMB	AMB	1215
1179	MARCOUSSIS	RUE	592 790	2 404 327	AMB	AMB	1216
2088	MARCOUSSIS		593 378	2 405 098	AMM	AMM	1217
1180	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 772	2 395 927	LP/AMB	AMB	1218
1181	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 850	2 395 349	LP/AMB	AMB	1219
1182	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 822	2 395 315	LP/AMB	AMB	1220
1183	MAROLLES-EN-HUREPOIX		597 032	2 396 244	LP/AMB	AMB	1221
1184	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 866	2 396 314	LP/AMB	AMB	1222
1185	MAROLLES-EN-HUREPOIX		598 010	2 395 870	LP/AMB	AMB	1223
1186	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 513	2 395 806	LP/AMB	AMB	1224
1187	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 918	2 395 546	LP/AMB	AMB	1225
1188	MAROLLES-EN-HUREPOIX		596 969	2 396 070	LP/AMB	AMB	1226
1189	MAROLLES-EN-HUREPOIX	ROUTE	596 510	2 395 948	LP/AMB	AMB	1227
1190	MASSY		595 835	2 414 610	g2b	g2b	1228
1191	MASSY		595 434	2 414 452	g1a	g1a	1229
1192	MASSY		597 474	2 414 802	g2b	g2b	1230
1193	MASSY	RESIDENCE	594 667	2 414 847	g2a	g2a	1231
1194	MASSY	RESIDENCE	594 668	2 414 847	g2a	g2a	1232
1195	MASSY		594 479	2 414 661	g2b	g2b	1233
1196	MASSY		594 608	2 414 700	g2b	g2b	1234
1197	MASSY		594 599	2 414 702	g2b	g2b	1235
1198	MASSY	RESIDENCE	594 669	2 414 847	g2a	g2a	1236
1199	MASSY		594 600	2 414 702	g2b	g2b	1237
1200	MASSY	RESIDENCE	594 670	2 414 847	g2a	g2a	1238
1201	MASSY		594 559	2 414 883	g2b	g2b	1239
1203	MASSY		594 609	2 414 700	g2b	g2b	1240
1204	MASSY		594 610	2 414 700	g2b	g2b	1241
1206	MASSY		594 806	2 415 131	g1a	g1a	1242
1207	MASSY	RUE	594 958	2 415 451	Fz	Fz	1243
1208	MASSY		593 853	2 415 142	g1a	g1a	1244
1209	MASSY		594 131	2 415 114	g1a	AMB	1245
1210	MASSY		594 119	2 415 116	g1a	AMB	1246
1211	MASSY		594 108	2 415 116	g1a	AMB	1247
1212	MASSY		594 102	2 415 116	g1a	AMB	1248
1213	MASSY		594 094	2 415 116	g1a	AMB	1249
1214	MASSY		594 082	2 415 116	g1a	AMB	1250
1215	MASSY		594 076	2 415 116	g1a	AMB	1251
1216	MASSY		594 066	2 415 116	g1a	AMB	1252
1217	MASSY		594 057	2 415 114	g1a	AMB	1253
1218	MASSY		594 053	2 415 114	g1a	AMB	1254
1219	MASSY		594 045	2 415 112	g1a	AMB	1255
1220	MASSY		594 035	2 415 116	g1a	g1a	1256
1221	MASSY		595 381	2 415 654	X	X	1257
1222	MASSY		595 710	2 414 563	g2a	AMB	1258
1223	MASSY		595 424	2 414 905	g2a	g2a	1259
1224	MASSY		594 597	2 414 720	g2b	g2b	1260
1225	MASSY		597 386	2 414 835	g2b	g2b	1261
1226	MASSY	ROUTE	597 009	2 413 139	g2b	g2b	1262
1227	MASSY		595 657	2 415 238	g2b	g2b	1263
1228	MASSY		595 424	2 414 717	AMB	AMB	1264
1229	MASSY		593 845	2 415 212	g1a	g1a	1265
1230	MENNECY		607 776	2 397 193	CAMBg1a	e7c	1266
1231	MENNECY		607 765	2 397 196	CAMBg1a	e7c	1267
1232	MENNECY		607 866	2 394 842	LP	AMB	1268
1233	MENNECY		607 033	2 395 141	LP	AMB	1269
1234	MENNECY		607 195	2 396 793	CAMBg1a	e7c	1270
1235	MENNECY		607 047	2 396 570	CAMBg1a	e7c	1271
1236	MENNECY		607 709	2 397 182	CAMBg1a	e7c	1272
1237	MENNECY		607 382	2 396 922	CAMBg1a	e7c	1273
1238	MENNECY		607 215	2 396 855	CAMBg1a	e7c	1274
1239	MONTGERON		609 258	2 411 992	e7c	e7c	1275
1240	MONTGERON		609 959	2 411 460	g1a	g1a	1276
1241	MONTGERON		609 445	2 410 620	g2b	g2b	1277
1242	MONTGERON		608 633	2 411 464	AMB	g2b	1278

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1243	MONTGERON		608 083	2 411 336	g1a	g1a	1279
1244	MONTGERON		607 785	2 411 763	e7a-bM	e7a-b	1280
1245	MONTGERON	CHEMIN	608 063	2 411 854	g1a	g1a	1281
1246	MONTGERON		607 652	2 412 522	Fy	Fy	1282
1247	MONTGERON		608 224	2 412 687	e7a-bM	e7a-b	1283
1248	MONTGERON		608 727	2 412 634	Fy	e7a-b	1284
1249	MONTGERON		609 583	2 410 782	g2b	g2b	1285
2036	MONTGERON		608 291	2 411 475	AMB	AMB	1286
2037	MONTGERON		609 812	2 411 676	g1a	g1a	1287
2089	MONTGERON		609 910	2 411 382	g1a	g1a	1288
2090	MONTGERON		609 970	2 411 797	e7c	g1a	1289
2091	MONTGERON		609 770	2 411 125	AMB	AMB	1290
2092	MONTGERON		609 896	2 411 582	g1a	g1a	1291
2093	MONTGERON		610 078	2 411 750	e7c	e7c	1292
2094	MONTGERON		609 793	2 411 709	g1a	g1a	1293
2095	MONTLHERY		594 619	2 405 391	g2b	g2b	1294
2038	MORSANG-SUR-ORGE		600 269	2 406 376	AMB	AMB	1295
2096	MORSANG-SUR-ORGE		601 194	2 405 656	AMB	AMB	1296
1253	NOZAY	ALLEE	592 477	2 406 990	LP/AMM	AMM	1297
1254	NOZAY	ALLEE	592 469	2 407 017	LP/AMM	AMM	1298
1255	NOZAY	RUE	592 545	2 407 009	LP/AMM	AMM	1299
1256	NOZAY	RUE	592 499	2 407 023	LP/AMM	AMM	1300
1257	NOZAY	RUE	592 458	2 407 034	LP/AMM	AMM	1301
1258	NOZAY	ALLEE	592 518	2 407 205	LP/AMM	AMM	1302
1259	NOZAY	ALLEE	592 524	2 407 180	LP/AMM	AMM	1303
1260	NOZAY	ALLEE	592 426	2 407 085	LP/AMM	AMM	1304
1261	NOZAY	RUE	592 469	2 407 034	LP/AMM	AMM	1305
1262	NOZAY	RUE	592 439	2 407 031	LP/AMM	AMM	1306
1262	NOZAY	RUE	592 399	2 407 036	LP/AMM	AMM	1307
1263	NOZAY	RUE	592 426	2 407 044	LP/AMM	AMM	1308
1264	NOZAY	RUE	592 412	2 407 028	LP/AMM	AMM	1309
1265	NOZAY	ALLEE	592 499	2 407 102	LP/AMM	AMM	1310
1266	NOZAY	RUE	592 548	2 407 104	LP/AMM	AMM	1311
1267	NOZAY	ALLEE	592 420	2 407 115	LP/AMM	AMM	1312
1268	NOZAY	ALLEE	592 227	2 406 778	LP/AMM	AMM	1313
1269	NOZAY	ALLEE	592 447	2 406 846	LP/AMM	AMM	1314
1270	NOZAY	ALLEE	592 208	2 406 922	LP/AMM	AMM	1315
1271	NOZAY	ALLEE	592 641	2 407 001	LP/AMM	AMM	1316
1272	NOZAY	RUE	592 494	2 407 270	LP/AMM	AMM	1317
1273	NOZAY	RUE	592 483	2 407 259	LP/AMM	AMM	1318
1274	NOZAY	RUE	592 472	2 407 265	LP/AMM	AMM	1319
1275	NOZAY	RUE	592 473	2 407 265	LP/AMM	AMM	1320
1276	NOZAY	RUE	592 551	2 407 171	LP/AMM	AMM	1321
1277	NOZAY	CHEMIN	593 367	2 405 319	AMM	AMM	1322
1278	NOZAY	CHEMIN	593 386	2 405 319	AMM	AMM	1323
1279	NOZAY	ALLEE	593 435	2 405 286	AMM	AMM	1324
1280	NOZAY	IMPASSE	594 049	2 405 604	g2b	g2b	1325
1281	NOZAY	ROUTE	593 426	2 406 067	AMM	AMM	1326
1282	NOZAY	CHEMIN	593 212	2 406 399	LP/AMM	AMM	1327
1283	NOZAY	CHEMIN	593 301	2 406 374	LP/AMM	AMM	1328
1284	NOZAY	CHEMIN	593 728	2 405 934	g2b	g2b	1329
1285	NOZAY	CHEMIN	593 745	2 405 947	g2b	g2b	1330
1286	NOZAY	CHEMIN	593 796	2 405 969	AMM	g2b	1331
1287	NOZAY	CHEMIN	593 799	2 405 977	AMM	g2b	1332
1288	NOZAY	CHEMIN	593 255	2 406 912	LP/AMM	AMM	1333
1289	NOZAY	RUE	593 081	2 406 793	LP/AMM	AMM	1334
1290	NOZAY	CHEMIN	593 726	2 405 887	g2b	g2b	1335
1291	NOZAY	CHEMIN	593 761	2 405 857	g2b	g2b	1336
2039	NOZAY		593 253	2 406 943	LP/AMM	AMM	1337
1292	OLLAINVILLE	RUE	591 010	2 398 980	AMB	AMB	1338
1293	OLLAINVILLE	RUE	591 119	2 398 977	AMB	AMB	1339
1294	OLLAINVILLE	RUE	591 103	2 399 107	AMB	AMB	1340
1295	OLLAINVILLE	RUE	590 702	2 399 155	AMB	AMB	1341
1296	OLLAINVILLE	RUE	590 649	2 399 161	AMB	AMB	1342

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1297	OLLAINVILLE	RUE	591 371	2 398 807	g1a	e7c	1343
1298	OLLAINVILLE	RUE	591 358	2 398 799	g1a	e7c	1344
1299	OLLAINVILLE	RUE	591 361	2 398 788	g1a	e7c	1345
1300	OLLAINVILLE	RUE	591 359	2 398 779	e7	e7c	1346
1301	OLLAINVILLE	RUE	591 359	2 398 771	e7	e7c	1347
1302	OLLAINVILLE	RUE	591 372	2 398 771	e7	e7c	1348
1303	OLLAINVILLE	RUE	591 372	2 398 760	e7	e7c	1349
1304	OLLAINVILLE	RUE	591 369	2 398 754	e7	e7c	1350
1305	OLLAINVILLE	RUE	591 361	2 398 741	e7	e7c	1351
1306	OLLAINVILLE	RUE	591 354	2 398 726	e7	e7c	1352
1307	OLLAINVILLE	RUE	591 372	2 398 734	e7	e7c	1353
1308	OLLAINVILLE	RUE	591 367	2 398 721	e7	e7c	1354
1309	OLLAINVILLE	RUE	591 374	2 398 717	e7	e7c	1355
1310	OLLAINVILLE	IMPASSE	591 391	2 398 636	e7	e7c	1356
1311	OLLAINVILLE	RESIDENCE	591 695	2 399 425	AMB	AMB	1357
1312	OLLAINVILLE	RESIDENCE	591 697	2 399 406	AMB	AMB	1358
1313	OLLAINVILLE	RUE	592 527	2 399 172	CAMBg1a	e7c	1359
1314	OLLAINVILLE	RUE	592 521	2 399 191	CAMBg1a	e7c	1360
1315	OLLAINVILLE	RUE	592 517	2 399 234	CAMBg1a	e7c	1361
1316	OLLAINVILLE	RUE	592 506	2 399 332	CAMBg1a	g1a	1362
1317	OLLAINVILLE	ROUTE	592 328	2 400 208	AMB	AMB	1363
1318	OLLAINVILLE	RUE	592 523	2 400 326	AMB	AMB	1364
1319	OLLAINVILLE	RUE	592 214	2 400 461	AMB	AMB	1365
1320	OLLAINVILLE	RESIDENCE	591 095	2 399 169	AMB	AMB	1366
1321	OLLAINVILLE	RESIDENCE	591 091	2 399 157	AMB	AMB	1367
1322	OLLAINVILLE	RESIDENCE	591 071	2 399 176	AMB	AMB	1368
1323	OLLAINVILLE	AVENUE	591 431	2 398 936	AMB	g1a	1369
1324	OLLAINVILLE	AVENUE	591 453	2 398 897	AMB	g1a	1370
1325	OLLAINVILLE	AVENUE	591 455	2 398 848	g1a	g1a	1371
1326	OLLAINVILLE	AVENUE	591 455	2 398 829	g1a	e7c	1372
1327	OLLAINVILLE	AVENUE	591 468	2 398 741	e7	e7c	1373
1328	OLLAINVILLE	RUE	592 465	2 400 598	AMB	AMB	1374
1329	OLLAINVILLE	RUE	591 221	2 398 779	e7	e7c	1375
1330	OLLAINVILLE	ROUTE	591 532	2 398 996	AMB	AMB	1376
1331	OLLAINVILLE	ROUTE	591 547	2 399 028	AMB	AMB	1377
1332	OLLAINVILLE	ROUTE	591 657	2 399 069	AMB	AMB	1378
1333	OLLAINVILLE	RUE	592 118	2 399 227	CAMBg1a	g1a	1379
1334	OLLAINVILLE	RUE	592 017	2 399 253	AMB	g1a	1380
1335	OLLAINVILLE	RUE	592 714	2 399 437	CAMBg1a	g1a	1381
1336	OLLAINVILLE	IMPASSE	591 241	2 398 724	e7	e7c	1382
1338	ORSAY		588 566	2 409 946	g2b	AMM	1383
1339	ORSAY		589 848	2 411 480	Fz	Fz	1384
1340	ORSAY		589 772	2 410 201	AMM	AMM	1385
1341	ORSAY		589 766	2 410 188	AMM	AMM	1386
1342	ORSAY		589 845	2 410 115	LP/AMM	AMM	1387
1343	ORSAY		589 838	2 410 102	LP/AMM	AMM	1388
1344	ORSAY		588 225	2 410 350	g2b	g2b	1389
1345	ORSAY		588 301	2 410 340	g2b	g2b	1390
1346	ORSAY		589 603	2 412 302	g2b	g2b	1391
1347	ORSAY		588 699	2 409 356	LP/AMM	Autre	1392
1348	ORSAY		588 669	2 409 346	LP/AMM	Autre	1393
1349	ORSAY		588 719	2 409 237	LP/AMM	Autre	1394
1350	ORSAY		589 974	2 411 221	g1a	AMB	1395
1351	ORSAY		589 928	2 410 923	g2b	g2b	1396
1352	ORSAY		590 024	2 411 831	g2b	g2a	1397
1353	ORSAY		588 288	2 410 539	g2b	g2b	1398
1354	ORSAY		588 308	2 410 486	g2b	g2b	1399
1355	ORSAY		589 709	2 410 234	AMM	AMM	1400
1356	ORSAY		589 683	2 410 241	AMM	AMM	1401
1357	ORSAY		588 420	2 410 009	AMM	AMM	1402
1358	ORSAY		589 888	2 410 181	AMM	AMM	1403
1359	PALAISEAU		591 489	2 414 113	AMM	AMM	1404
1360	PALAISEAU		591 951	2 414 249	g2b	AMM	1405
1361	PALAISEAU		591 952	2 414 249	g2b	AMM	1406

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1362	PALAISEAU		592 573	2 413 593	AMM	AMM	1407
1363	PALAISEAU		592 872	2 413 593	AMM	AMM	1408
1364	PALAISEAU	RESIDENCE	593 128	2 413 212	g2b	g2b	1409
1365	PALAISEAU		593 512	2 412 816	g1a	g1a	1410
1366	PALAISEAU		593 128	2 412 812	g2b	g2b	1411
1367	PALAISEAU		592 763	2 412 979	g2b	g2b	1412
1368	PALAISEAU		592 433	2 412 319	g2b	g2b	1413
1369	PALAISEAU		591 280	2 412 238	AMM	AMM	1414
1370	PALAISEAU		591 159	2 412 238	AMM	P3	1415
1371	PALAISEAU		591 936	2 412 603	AMM	AMM	1416
1372	PALAISEAU	CLOS	591 971	2 412 242	AMM	AMM	1417
1373	PALAISEAU	CLOS	592 021	2 412 238	AMM	AMM	1418
1374	PALAISEAU		591 998	2 412 347	AMM	AMM	1419
1375	PALAISEAU		592 149	2 412 385	AMM	AMM	1420
1376	PALAISEAU		592 169	2 411 950	g2b	g2b	1421
1377	PALAISEAU		591 431	2 411 617	g1a	e7c	1422
1378	PALAISEAU		592 701	2 411 644	g1a	g1a	1423
1379	PALAISEAU		594 300	2 413 146	g2b	g2b	1424
1380	PALAISEAU		590 146	2 412 191	g2b	g2b	1425
1381	PALAISEAU		590 111	2 412 218	g2b	g2b	1426
1382	PALAISEAU		594 044	2 413 294	g2b	g2b	1427
1383	PALAISEAU		594 266	2 413 597	g2b	g2b	1428
1384	PALAISEAU		594 320	2 413 632	g2b	g2b	1429
1385	PALAISEAU		594 250	2 412 875	g2b	g2b	1430
2097	PALAISEAU		592 151	2 414 014	AMM	AMM	1431
2098	PALAISEAU		591 923	2 414 251	g2b	g2b	1432
2099	PALAISEAU		593 034	2 413 582	AMM	AMM	1433
2100	PALAISEAU		592 327	2 412 215	AMM	AMM	1434
2101	QUINCY-SOUS-SENART		615 318	2 408 326	e7c	e7c	1435
2102	QUINCY-SOUS-SENART		615 345	2 408 329	e7c	e7c	1436
1387	RICHARVILLE		575 515	2 386 073	AMM	AMM	1437
1388	RICHARVILLE		575 518	2 386 090	AMM	AMM	1438
1389	RICHARVILLE		575 265	2 385 946	AMM	AMM	1439
1390	RICHARVILLE		575 295	2 385 963	AMM	AMM	1440
1391	RICHARVILLE		575 321	2 385 958	AMM	AMM	1441
1392	RICHARVILLE		575 300	2 385 946	AMM	AMM	1442
1393	RICHARVILLE		575 128	2 385 870	AMM	AMM	1443
1394	RICHARVILLE		575 401	2 385 842	AMM	AMM	1444
1395	RICHARVILLE		575 390	2 385 832	LP/AMM	AMM	1445
1396	RICHARVILLE		575 379	2 385 826	LP/AMM	AMM	1446
1397	RICHARVILLE		573 747	2 385 380	LP/AMM	AMM	1447
1398	RICHARVILLE		575 241	2 386 069	AMM	AMM	1448
1399	RICHARVILLE		575 313	2 386 071	AMM	AMM	1449
1400	RICHARVILLE		575 371	2 386 056	AMM	AMM	1450
1401	RICHARVILLE		575 390	2 386 047	AMM	AMM	1451
1402	RICHARVILLE		575 143	2 386 060	g2b	AMM	1452
1403	RICHARVILLE		575 057	2 386 088	g2b	g2b	1453
1404	RIS-ORANGIS		605 939	2 406 091	e7a-bC	e7c	1454
1405	RIS-ORANGIS	ALLEE	606 250	2 406 035	e7a-bC	e7a-b	1455
1406	RIS-ORANGIS		605 101	2 406 167	Ce7c	e7c	1456
1407	RIS-ORANGIS		605 538	2 406 137	Ce7c	e7c	1457
1408	RIS-ORANGIS		605 316	2 405 461	AMB	AMB	1458
1409	RIS-ORANGIS		605 448	2 405 246	AMB	AMB	1459
1410	RIS-ORANGIS		605 366	2 405 345	AMB	AMB	1460
1411	RIS-ORANGIS		605 286	2 405 879	AMB	AMB	1461
1412	RIS-ORANGIS		605 863	2 404 849	AMB	AMB	1462
1413	RIS-ORANGIS		605 140	2 406 436	e7a-bM	e7a-b	1463
1414	RIS-ORANGIS		606 032	2 406 237	Fy	Fy	1464
1415	RIS-ORANGIS		605 869	2 406 329	Fy	Fy	1465
1416	RIS-ORANGIS		605 565	2 404 752	AMB	AMB	1466
1417	RIS-ORANGIS		607 251	2 405 511	Ce7a-b	e7a-b	1467
1418	RIS-ORANGIS		605 949	2 405 968	Ce7c	e7c	1468
1419	RIS-ORANGIS		604 899	2 405 902	AMB	AMB	1469
1420	RIS-ORANGIS		604 610	2 406 522	e7a-bM	e7a-b	1470

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1421	RIS-ORANGIS		605 716	2 405 639	AMB	AMB	1471
1422	RIS-ORANGIS		605 047	2 406 168	Ce7c	g1a	1472
1423	RIS-ORANGIS		605 079	2 406 213	Ce7c	e7c	1473
1425	RIS-ORANGIS		605 254	2 406 162	Ce7c	e7c	1474
1426	RIS-ORANGIS		604 652	2 406 299	Ce7c	e7c	1475
1427	RIS-ORANGIS		605 709	2 405 047	AMB	AMB	1476
1428	RIS-ORANGIS		607 028	2 405 452	Ce7c	e7c	1477
1449	RIS-ORANGIS		584 481	2 394 556	Fz	Fz	1478
1429	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	578 789	2 393 101	AMM	AMM	1479
1430	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	578 837	2 393 067	AMM	g2b	1480
1431	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	578 865	2 393 025	g2b	g2b	1481
1432	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	578 855	2 393 002	g2b	g2b	1482
1433	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	579 145	2 390 908	LP/AMM	P3	1483
1434	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	579 087	2 391 062	P3	P3	1484
1435	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	580 047	2 392 090	AMM	AMM	1485
1436	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	580 075	2 392 061	AMM	AMM	1486
1437	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	579 960	2 392 059	AMM	AMM	1487
1438	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	COMMUNE	578 734	2 392 570	e3	e3a1	1488
1439	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	579 799	2 388 820	P3	g2b	1489
1440	ROINVILLE-S/S-DOURDAN	HAMEAU	579 672	2 388 780	AMM	g2b	1490
2040	ROINVILLE-S/S-DOURDAN		580 018	2 392 068	AMM	AMM	1491
2041	ROINVILLE-S/S-DOURDAN		579 645	2 388 751	AMM	g2b	1492
1441	SAINT-AUBIN	RUE ?	585 602	2 412 702	LP/AMM	AMM	1493
1442	SAINT-AUBIN	RUE ?	585 603	2 412 702	LP/AMM	AMM	1494
1443	SAINT-AUBIN	RUE ?	585 731	2 412 687	LP/AMM	AMM	1495
1444	SAINT-AUBIN	RUE ?	585 732	2 412 687	LP/AMM	AMM	1496
1445	SAINT-AUBIN	RUE ?	585 733	2 412 687	LP/AMM	AMM	1497
1446	SAINT-AUBIN	RUE ?	585 734	2 412 687	LP/AMM	AMM	1498
1447	SAINT-CHERON		584 603	2 394 306	e7c-g1a	g1a	1499
1448	SAINT-CHERON		584 851	2 394 339	e7c-g1a	g1a	1500
1450	SAINT-CHERON		585 003	2 393 410	AMM	AMM	1501
1451	SAINT-CHERON	HAMEAU	584 940	2 393 393	AMM	AMM	1502
1452	SAINT-CHERON		584 168	2 394 692	K	AS	1503
1454	SAINT-CHERON		584 872	2 394 241	e7c-g1a	g1a	1504
2103	SAINT-CHERON		584 529	2 393 315	AMM	AMM	1505
1454	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	CHEMIN ?	577 683	2 397 327	e3	e3a1	1506
1455	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	RUE	577 568	2 397 245	e3	e3a1	1507
1456	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	RUE	577 543	2 397 218	K	AS	1508
1457	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON		594 848	2 400 126	CAMBg1a	e7c	1509
1458	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	CHEMIN	595 104	2 400 638	CAMBg1a	e7c	1510
1459	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	RUE	594 814	2 399 920	CAMBg1a	e7c	1511
1460	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	RUE	594 701	2 399 723	CAMBg1a	e7c	1512
1461	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	SENTIER	595 094	2 399 762	AMB	AMB	1513
1462	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	ROUTE	594 853	2 399 634	CAMBg1a	g1a	1514
1463	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	IMPASSE	594 430	2 399 644	Fz	Fz	1515
1464	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON		593 642	2 400 643	AMB	AMB	1516
1465	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	RUE	594 686	2 399 364	CAMBg1a	g1a	1517
1466	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	RUE	594 715	2 399 349	CAMBg1a	g1a	1518
1467	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	RUE	594 090	2 400 673	AMB	AMB	1519
1468	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	CHEMIN	595 050	2 400 786	Fz	Fz	1520
1469	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	RUE	610 989	2 401 969	e7c	e7c	1521
1470	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	RUE	610 964	2 401 987	e7c	e7c	1522
1471	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	SQUARE	610 964	2 401 945	e7c	e7a-b	1523
1472	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	ROUTE	611 023	2 401 814	e7a-bC	e7a-b	1524
1473	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	ROUTE	611 013	2 401 854	e7c	e7a-b	1525
1474	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	ROUTE	610 998	2 401 883	e7c	e7a-b	1526
2049	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL		611 085	2 401 979	g1a	g1a	1527
1475	SAINT-HILAIRE	CHEMIN	580 578	2 381 879	g2b	AMM	1528
1476	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		598 534	2 403 955	AMB	g1a	1529
1477	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 595	2 403 465	e7c	g1a	1530
1478	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 767	2 403 424	g1a	g1a	1531
1479	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 768	2 403 424	g1a	g1a	1532
1480	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 769	2 403 424	g1a	g1a	1533
1481	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		598 266	2 403 887	g1a	g1a	1534

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

2048	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 825	2 403 549	g1a	g1a	1535
2104	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 590	2 403 940	e7c	e7c	1536
2105	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		597 913	2 403 470	AMB	AMB	1537
2106	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE		598 030	2 403 682	g1a	g1a	1538
1482	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 765	2 401 300	AMB	AMB	1539
1483	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 780	2 401 443	AMB	AMB	1540
1484	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		612 136	2 401 679	AMB	AMB	1541
1485	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		612 693	2 401 763	g2b	g2b	1542
1486	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 694	2 401 007	g1a	g1a	1543
1487	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 662	2 401 189	AMB	g1a	1544
1488	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 556	2 401 283	e7c	e7c	1545
1489	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 647	2 401 199	AMB	g1a	1546
1490	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY		611 081	2 401 901	g1a	e7c	1547
1491	SAINT-YON	CHEMIN	588 851	2 395 793	g2b	g2b	1548
1492	SAINT-YON	CHEMIN	588 884	2 395 785	g2b	g2b	1549
1493	SAINT-YON	ALLEE	588 869	2 396 079	AMB	AMB	1550
1494	SAINT-YON	CHEMIN	588 824	2 395 800	g2b	g2b	1551
1496	SAINT-TRY-SUR-SEINE		612 022	2 398 938	Fw	Fw	1552
1497	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUELLE	611 611	2 400 102	e7a-bC	e7a-b	1553
1498	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUELLE	611 616	2 400 082	e7a-bC	e7a-b	1554
1499	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 623	2 400 055	C	e7a-b	1555
1500	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUELLE	611 628	2 400 040	C	e7a-b	1556
1501	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUELLE	611 653	2 399 893	C	e7a-b	1557
1502	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 742	2 399 649	C	e7c	1558
1503	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 988	2 399 307	AMB	AMB	1559
1504	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 988	2 399 285	AMB	AMB	1560
1505	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RESIDENCE	611 813	2 399 723	C	e7c	1561
1506	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ALLEE	611 899	2 398 977	C	e7a-b	1562
1507	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ALLEE	611 901	2 398 950	C	e7a-b	1563
1508	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 653	2 398 943	C	e7a-b	1564
1509	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUE	611 564	2 399 464	C	e7a-b	1565
1510	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUE	611 958	2 400 579	AMB	AMB	1566
1511	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ROUTE	611 574	2 400 973	e7a-bC	e7a-b	1567
1512	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ROUTE	611 584	2 400 961	e7a-bC	e7a-b	1568
1513	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ROUTE	611 719	2 400 419	e7c	e7c	1569
1514	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ROUTE	611 727	2 400 402	e7c	e7c	1570
1515	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ROUTE	611 805	2 400 107	g1a	g1a	1571
1516	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUE	611 805	2 400 198	g1a	g1a	1572
1517	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUE	611 899	2 400 205	AMB	AMB	1573
1518	SAINT-TRY-SUR-SEINE	ROUTE	611 353	2 399 083	Fy	Fy	1574
1519	SAINT-TRY-SUR-SEINE	SENTIER	611 808	2 400 742	g1a	g1a	1575
1520	SAINT-TRY-SUR-SEINE	RUE	611 845	2 399 750	AMB	AMB	1576
1521	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 702	2 399 344	C	e7a-b	1577
1522	SAINT-TRY-SUR-SEINE	CHEMIN	611 650	2 399 597	e7a-b	e7a-b	1578
2046	SAINT-TRY-SUR-SEINE	AVENUE	611 916	2 399 021	C	e7a-b	1579
2132	SAINT-TRY-SUR-SEINE		611 976	2 399 250	AMB	AMB	1580
2042	SAULX-LES-CHARTREUX	TRES IMPRE	595 224	2 410 509	g1a	g1a	1581
1524	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 061	2 409 373	Cg1a	g1a	1582
1525	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 096	2 409 381	Cg1a	g1a	1583
1526	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 110	2 409 383	Cg1a	e7c	1584
1527	SAVIGNY-SUR-ORGE		601 969	2 409 494	AMB	AMB	1585
1528	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 020	2 409 503	AMB	AMB	1586
1529	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 231	2 409 613	AMB	g1a	1587
1530	SAVIGNY-SUR-ORGE		599 967	2 409 194	g2a	AMB	1588
1531	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 873	2 408 886	AMB	AMB	1589
1532	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 487	2 408 028	Cg1a	e7c	1590
1533	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 497	2 408 034	Cg1a	e7c	1591
1534	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 719	2 408 142	Cg1a	e7c	1592
1535	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 026	2 409 440	AMB	g1a	1593
1536	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 191	2 409 394	Ce7c	e7c	1594
1537	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 234	2 409 521	Cg1a	g1a	1595
1538	SAVIGNY-SUR-ORGE		601 928	2 410 317	g2b/g2a	g2b	1596
1539	SAVIGNY-SUR-ORGE		601 550	2 410 114	g2b/g2a	g2b	1597
1540	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 679	2 408 177	Cg1a	g1a	1598

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1541	SAVIGNY-SUR-ORGE		602 042	2 410 006	g2b/g2a	g2b	1599
1542	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 254	2 409 378	g2a	g2a	1600
1543	SAVIGNY-SUR-ORGE		600 392	2 409 624	g2b/g2a	g2b	1601
2050	SAVIGNY-SUR-ORGE		601 187	2 408 329	Fz	Fz	1602
2107	SAVIGNY-SUR-ORGE		601 259	2 409 135	AMB	AMB	1603
2108	SAVIGNY-SUR-ORGE		601 836	2 409 201	Cg1a	g1a	1604
1544	SERMAISE	RUE ?	582 054	2 392 070	AMM	AMM	1605
1545	SERMAISE	RUE ?	582 055	2 392 070	AMM	AMM	1606
1546	SERMAISE	RUE	581 277	2 393 229	Ce3a-b	AS	1607
1547	SERMAISE	RUE ?	582 056	2 392 070	AMM	AMM	1608
1548	SERMAISE	RUE ?	582 057	2 392 070	AMM	AMM	1609
1549	SERMAISE	VILLAGE	581 187	2 393 286	Fz	Fz	1610
1550	SERMAISE	RUE	581 048	2 393 088	K	AS	1611
1551	SERMAISE	RUE	581 917	2 392 072	AMM	AMM	1612
1552	SERMAISE		583 094	2 390 524	AMM	AMM	1613
1553	SERMAISE	HAMEAU	580 641	2 391 420	AMM	AMM	1614
1554	SERMAISE	HAMEAU	582 236	2 392 214	AMM	AMM	1615
1555	SERMAISE	HAMEAU	580 453	2 392 691	e3	e3a1	1616
1556	SERMAISE	HAMEAU	582 714	2 392 769	P3	P3	1617
1557	SERMAISE	HAMEAU	580 642	2 391 420	AMM	AMM	1618
1558	SERMAISE	RUE	581 122	2 393 090	K	AS	1619
1559	SERMAISE	HAMEAU	582 237	2 392 214	AMM	AMM	1620
1560	SERMAISE	HAMEAU	580 643	2 391 420	AMM	AMM	1621
1561	SERMAISE	HAMEAU	580 644	2 391 420	AMM	AMM	1622
1562	SERMAISE	HAMEAU	580 645	2 391 420	AMM	AMM	1623
1563	SERMAISE	VILLAGE	581 068	2 392 915	Ce3a-b	e3a1	1624
1564	SERMAISE	HAMEAU	582 238	2 392 214	AMM	AMM	1625
1565	SERMAISE	HAMEAU	582 715	2 392 769	P3	P3	1626
1566	SERMAISE	RUE	581 699	2 393 597	e3	AS	1627
1567	SERMAISE	HAMEAU	582 237	2 392 213	AMM	AMM	1628
1568	SERMAISE	VILLAGE	581 102	2 393 201	K	AS	1629
1569	SERMAISE	HAMEAU	580 644	2 391 419	AMM	AMM	1630
1570	SERMAISE	HAMEAU	580 644	2 391 421	AMM	AMM	1631
1571	SERMAISE		581 022	2 393 106	K	AS	1632
1572	SERMAISE		581 117	2 393 067	K	AS	1633
1573	SERMAISE		581 148	2 392 843	Ce3a-b	e3a1	1634
1574	SERMAISE	HAMEAU	582 237	2 392 215	AMM	AMM	1635
1575	SERMAISE	HAMEAU	582 236	2 392 213	AMM	AMM	1636
1576	SERMAISE	HAMEAU	582 236	2 392 215	AMM	AMM	1637
1577	SERMAISE	HAMEAU	582 238	2 392 213	AMM	AMM	1638
1578	SERMAISE	HAMEAU	582 716	2 392 769	P3	P3	1639
1579	SERMAISE	HAMEAU	582 717	2 392 769	P3	P3	1640
1580	SERMAISE	HAMEAU	582 718	2 392 769	P3	P3	1641
1581	SERMAISE	HAMEAU	582 719	2 392 769	P3	P3	1642
1582	SERMAISE	HAMEAU	582 720	2 392 769	P3	P3	1643
1583	SERMAISE	HAMEAU	582 721	2 392 769	P3	P3	1644
1584	SERMAISE	HAMEAU	582 718	2 392 766	P3	P3	1645
1585	SERMAISE	HAMEAU	582 718	2 392 767	P3	P3	1646
1586	SERMAISE	HAMEAU	582 718	2 392 768	P3	P3	1647
1587	SERMAISE		583 095	2 390 524	AMM	AMM	1648
1588	SOISY-SUR-ECOLE	RUE	612 028	2 386 060	g1a	g1a	1649
1589	SOISY-SUR-ECOLE	RUE	612 011	2 386 068	g1a	g1a	1650
1590	SOISY-SUR-ECOLE	RUE	612 068	2 386 041	e7	g1a	1651
1591	SOISY-SUR-SEINE	PLACE	607 763	2 405 876	e7c	e7a-b	1652
1592	SOISY-SUR-SEINE		607 757	2 405 929	e7c	e7c	1653
1593	SOISY-SUR-SEINE		607 756	2 405 947	e7c	e7c	1654
1594	SOISY-SUR-SEINE		608 434	2 405 994	AMB	AMB	1655
1595	SOISY-SUR-SEINE		608 557	2 405 715	g1a	e7c	1656
1596	SOISY-SUR-SEINE		609 196	2 406 215	g2b	g2b	1657
1597	SOISY-SUR-SEINE		608 811	2 406 182	g2b	g2b	1658
1598	SOISY-SUR-SEINE	RUE	608 581	2 405 560	e7c	e7c	1659
1599	SOISY-SUR-SEINE		607 670	2 406 040	e7c	e7c	1660
1600	SOISY-SUR-SEINE		608 326	2 406 019	AMB	AMB	1661
1601	SOISY-SUR-SEINE		608 267	2 405 788	e7c	e7c	1662

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1602	SOISY-SUR-SEINE		609 061	2 405 799	AMB	AMB	1663
1603	SOISY-SUR-SEINE		609 101	2 405 752	AMB	AMB	1664
1604	SOISY-SUR-SEINE		608 894	2 404 988	e7a-bC	e7a-b	1665
1605	SOISY-SUR-SEINE		608 936	2 406 259	g2b	g2b	1666
1606	SOISY-SUR-SEINE		608 969	2 406 312	g2b	g2b	1667
1607	SOISY-SUR-SEINE		609 120	2 406 099	g2b	g2b	1668
1608	SOISY-SUR-SEINE		607 708	2 405 885	e7a-bC	e7a-b	1669
1609	SOISY-SUR-SEINE		608 047	2 405 868	e7c	e7c	1670
1610	SOISY-SUR-SEINE		608 093	2 405 755	e7c	e7c	1671
1611	SOISY-SUR-SEINE		608 121	2 405 985	g1a	e7c	1672
1612	SOISY-SUR-SEINE		608 331	2 405 659	e7c	e7c	1673
1613	SOISY-SUR-SEINE		608 376	2 405 625	e7c	e7c	1674
1615	SOISY-SUR-SEINE		608 799	2 406 347	g2b	g2b	1675
1616	SOISY-SUR-SEINE		608 868	2 406 229	g2b	g2b	1676
1617	SOISY-SUR-SEINE		608 804	2 406 284	g2b	g2b	1677
1618	SOISY-SUR-SEINE		609 354	2 406 001	g2b	g2b	1678
1619	SOISY-SUR-SEINE		609 003	2 406 145	g2b	g2b	1679
1620	SOISY-SUR-SEINE		609 445	2 405 962	g2b	g2b	1680
1621	SOISY-SUR-SEINE		609 115	2 406 087	g2b	g2b	1681
1622	SOISY-SUR-SEINE		607 545	2 406 077	e7c	e7c	1682
1623	SOISY-SUR-SEINE		607 654	2 406 001	e7c	e7c	1683
1624	SOISY-SUR-SEINE		607 534	2 405 989	e7a-bC	e7a-b	1684
1625	SOISY-SUR-SEINE	RUE	608 214	2 405 130	Fz/e7a-b	Fz	1685
1626	SOISY-SUR-SEINE		608 223	2 405 116	Fz/e7a-b	Fz	1686
1627	SOISY-SUR-SEINE		608 372	2 405 234	Fz/e7a-b	Fz	1687
1628	SOISY-SUR-SEINE	ROUTE	607 071	2 406 300	e7a-bC	e7a-b	1688
1629	SOISY-SUR-SEINE		608 290	2 405 868	e7c	e7c	1689
1630	SOISY-SUR-SEINE		608 139	2 405 752	e7c	e7c	1690
1631	SOISY-SUR-SEINE		608 188	2 405 875	e7c	e7c	1691
1632	SOISY-SUR-SEINE		608 550	2 405 613	e7c	e7c	1692
1633	SOISY-SUR-SEINE		608 875	2 404 993	e7a-bC	e7a-b	1693
1634	SOISY-SUR-SEINE		607 988	2 406 075	g1a	g1a	1694
1635	SOISY-SUR-SEINE		608 202	2 405 397	Fz/e7a-b	Fz	1695
1636	SOISY-SUR-SEINE		608 332	2 405 659	e7c	e7c	1696
1637	SOISY-SUR-SEINE		608 195	2 406 117	AMB	AMB	1697
1638	SOISY-SUR-SEINE		608 643	2 405 762	g1a	g1a	1698
1639	SOISY-SUR-SEINE	RUE	608 312	2 405 207	Fz/e7a-b	Fz	1699
1640	SOISY-SUR-SEINE		608 653	2 405 924	AMB	AMB	1700
1641	SOISY-SUR-SEINE		608 130	2 405 249	Fz/e7a-b	Fz	1701
1642	SOISY-SUR-SEINE		609 409	2 405 992	g2b	g2b	1702
1643	SOISY-SUR-SEINE		608 251	2 405 764	e7c	e7c	1703
1644	SOISY-SUR-SEINE		608 532	2 406 113	AMB	g2b	1704
1645	SOISY-SUR-SEINE		608 546	2 406 105	g2b	g2b	1705
1646	SOISY-SUR-SEINE		608 903	2 406 122	g2b	g2b	1706
1647	SOISY-SUR-SEINE		609 170	2 405 806	AMB	AMB	1707
2109	SOISY-SUR-SEINE		608 288	2 405 844	e7c	e7c	1708
2110	SOISY-SUR-SEINE		608 184	2 405 861	e7c	e7c	1709
1648	VAL-SAINT-GERMAIN	RUE	579 731	2 396 654	Ce3a-b	AS	1710
1649	VAL-SAINT-GERMAIN	RUE	579 750	2 396 654	Ce3a-b	AS	1711
1650	VAL-SAINT-GERMAIN	RUE	579 797	2 396 635	Ce3a-b	Fz	1712
1651	VAL-SAINT-GERMAIN	VOIE	580 347	2 396 563	Fz	AS	1713
1652	VAL-SAINT-GERMAIN	VOIE	580 353	2 396 585	Fz	Fz	1714
1653	VAL-SAINT-GERMAIN	VOIE	580 380	2 396 577	Fz	AS	1715
1654	VAL-SAINT-GERMAIN	CHEMIN	580 136	2 397 023	e3a1	e3a1	1716
1655	VAL-SAINT-GERMAIN	CHEMIN	580 139	2 397 056	e3a1	e3a1	1717
1656	VAL-SAINT-GERMAIN	RUE	579 682	2 396 238	Ce3a-b	e3a1	1718
1657	VAL-SAINT-GERMAIN	RUE	579 479	2 396 325	Ce3a-b	AS	1719
1658	VAL-SAINT-GERMAIN	ROUTE	582 584	2 397 536	K	AS	1720
2053	VARENNES-JARCY	AVENUE	615 718	2 409 311	e7c	e7c	1721
2054	VARENNES-JARCY	RUE	616 068	2 408 774	e7c	e7c	1722
2136	VARENNES-JARCY	RUE	616 399	2 409 520	AMB	AMB	1723
2137	VARENNES-JARCY	RUE	616 306	2 408 797	e7a-bC	Fz	1724
2138	VARENNES-JARCY	RUE	616 278	2 409 157	e7c	e7c	1725
2139	VARENNES-JARCY	RUE	616 040	2 408 746	e7c	e7c	1726

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

2140	VARENNES-JARCY	RUE	615 727	2 408 322	e7a-bC	e7a-b	1727
2141	VARENNES-JARCY	RUE	616 408	2 408 849	e7a-bC	e7a-b	1728
2142	VARENNES-JARCY	RUE	615 862	2 408 513	e7c	e7a-b	1729
2143	VARENNES-JARCY	AVENUE	615 704	2 409 292	e7c	e7c	1730
2144	VARENNES-JARCY	RUE	616 361	2 409 530	AMB	AMB	1731
2145	VARENNES-JARCY	RUE	615 839	2 408 503	e7c	e7a-b	1732
2146	VARENNES-JARCY	SENTE	616 875	2 409 283	gla	gla	1733
2147	VARENNES-JARCY	AVENUE	615 713	2 409 250	e7c	e7c	1734
2148	VARENNES-JARCY	SENTE	615 979	2 409 623	e7c	e7c	1735
2149	VARENNES-JARCY	RUE	616 767	2 409 026	e7a-bC	e7a-b	1736
2150	VARENNES-JARCY	RUE	615 960	2 408 606	e7c	e7a-b	1737
2151	VARENNES-JARCY	RUE	615 825	2 408 532	e7c	e7c	1738
2152	VARENNES-JARCY	RUE	615 806	2 408 532	e7c	e7c	1739
2153	VARENNES-JARCY	RUE	615 685	2 409 250	e7a-bC	e7c	1740
2154	VARENNES-JARCY	RUE	616 315	2 409 012	e7a-bC	e7a-b	1741
2155	VARENNES-JARCY	RUE	616 306	2 408 984	e7a-bC	e7a-b	1742
2156	VARENNES-JARCY	SENTE	615 979	2 409 651	e7c	e7c	1743
2157	VARENNES-JARCY	RUE	616 259	2 409 437	gla	gla	1744
2158	VARENNES-JARCY	RUE	616 236	2 409 418	gla	gla	1745
2159	VARENNES-JARCY	RUE	616 105	2 408 788	e7c	e7a-b	1746
2160	VARENNES-JARCY	RUE	615 718	2 409 273	e7c	e7c	1747
2161	VARENNES-JARCY	SENTE	616 884	2 409 241	gla	gla	1748
2162	VARENNES-JARCY	RUE	616 436	2 409 437	gla	gla	1749
2163	VARENNES-JARCY	RUE	616 315	2 409 493	AMB	gla	1750
2164	VARENNES-JARCY	AVENUE	615 722	2 408 415	e7a-bC	e7a-b	1751
2165	VARENNES-JARCY	SENTE	616 926	2 409 245	gla	gla	1752
2166	VARENNES-JARCY	RUE	615 811	2 409 334	e7c	e7c	1753
2167	VARENNES-JARCY	RUE	616 208	2 409 381	gla	gla	1754
2168	VARENNES-JARCY	RUE	616 114	2 408 774	e7c	e7a-b	1755
2169	VARENNES-JARCY	RUE	616 175	2 409 399	gla	gla	1756
2170	VARENNES-JARCY	RUE	616 464	2 409 334	e7c	e7c	1757
2171	VARENNES-JARCY	RUE	616 380	2 409 362	e7c	e7c	1758
2172	VARENNES-JARCY	RUE	615 774	2 408 503	e7c	e7c	1759
2173	VARENNES-JARCY	RUE	616 054	2 408 718	e7c	e7a-b	1760
2174	VARENNES-JARCY	AVENUE	615 713	2 409 241	e7c	e7c	1761
2175	VARENNES-JARCY	RUE	616 329	2 409 520	AMB	AMB	1762
2176	VARENNES-JARCY	RUE	616 063	2 408 727	e7c	e7a-b	1763
2177	VARENNES-JARCY	RUE	615 816	2 408 420	e7c	e7a-b	1764
2178	VARENNES-JARCY	RUE	616 016	2 408 662	e7c	e7a-b	1765
2179	VARENNES-JARCY	RUE	615 694	2 409 320	e7a-bC	e7c	1766
2180	VARENNES-JARCY	RUE	615 965	2 408 569	e7a-bC	e7a-b	1767
2181	VARENNES-JARCY	RUE	616 441	2 409 311	e7c	e7c	1768
2182	VARENNES-JARCY	RUE	616 865	2 409 082	e7c	e7c	1769
2183	VARENNES-JARCY	RUE	616 338	2 409 791	Fw	Fw	1770
2184	VARENNES-JARCY	CHEMIN	616 735	2 409 073	e7a-bC	e7a-b	1771
2185	VARENNES-JARCY	RUE	616 021	2 408 704	e7c	e7c	1772
2186	VARENNES-JARCY	SENTE	615 900	2 409 446	e7c	e7c	1773
2187	VARENNES-JARCY	RUE	615 998	2 409 446	e7c	gla	1774
2188	VARENNES-JARCY	RUE	616 376	2 409 516	AMB	gla	1775
1660	VAUHALLAN	RUE	590 406	2 414 879	Fz	Fz	1776
1661	VAUHALLAN	ROUTE	589 415	2 415 398	AMM	AMM	1777
1662	VAUHALLAN	ROUTE	589 439	2 415 381	AMM	AMM	1778
1663	VAUHALLAN	ROUTE	589 459	2 415 366	AMM	AMM	1779
1664	VAUHALLAN	ROUTE	589 422	2 415 393	AMM	AMM	1780
1665	VAUHALLAN	ROUTE	589 417	2 415 398	AMM	AMM	1781
2111	VERRIERES-LE-BUISSON		595 035	2 416 265	gla	gla	1782
2112	VERRIERES-LE-BUISSON		595 240	2 416 125	gla	gla	1783
2113	VERRIERES-LE-BUISSON		594 122	2 415 651	gla	e7c	1784
2114	VERRIERES-LE-BUISSON		595 359	2 415 907	e7a-bG	e7a-b	1785
2115	VERRIERES-LE-BUISSON		594 552	2 415 707	gla	e7c	1786
2116	VERRIERES-LE-BUISSON		593 959	2 415 662	e7c	e7c	1787
2117	VERRIERES-LE-BUISSON		594 771	2 415 737	gla	e7c	1788
1668	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 324	2 410 820	gla	gla	1789
1669	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 495	2 410 537	gla	AMB	1790

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

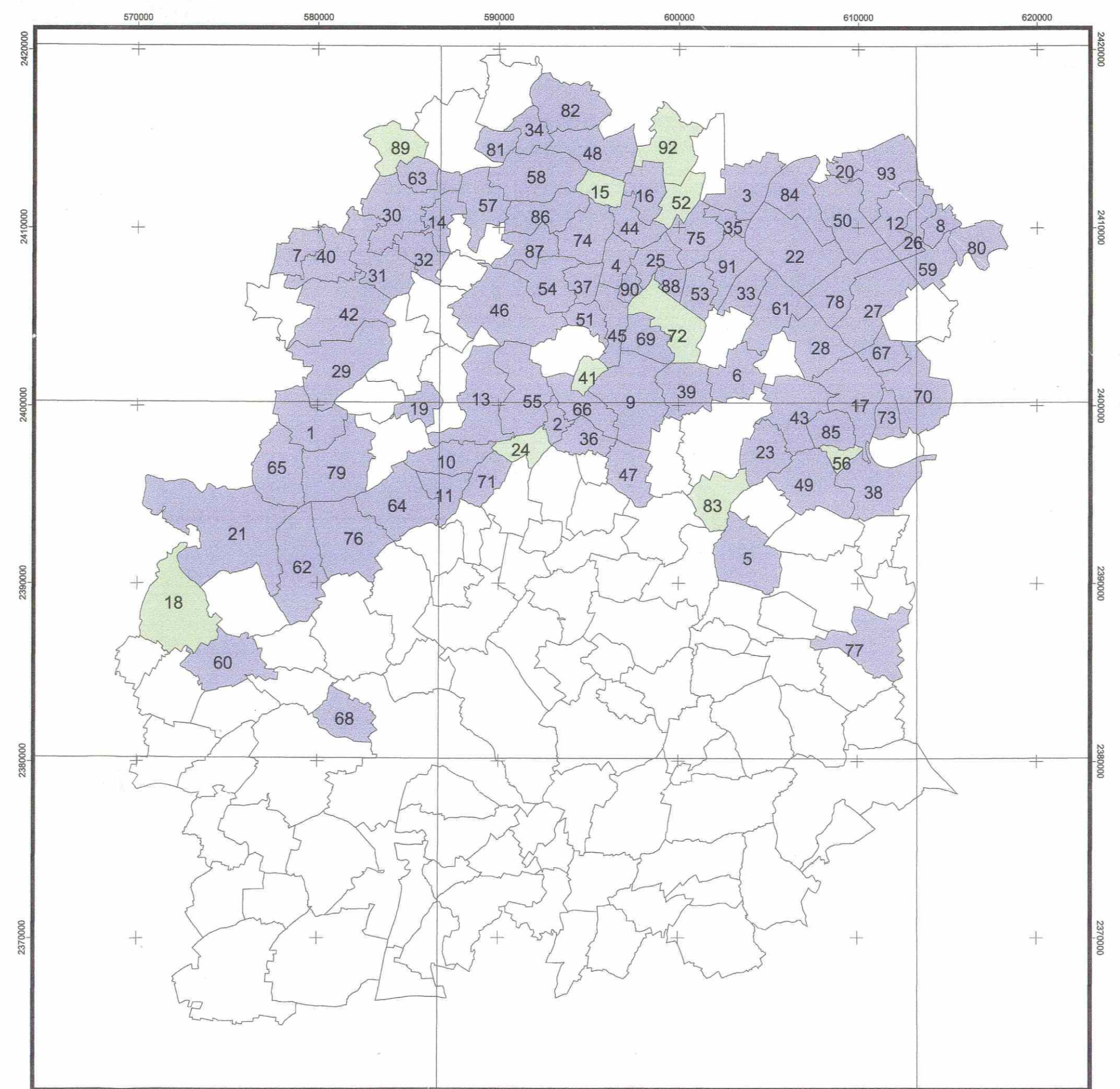
1670	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 627	2 410 607	gla	gla	1791
1671	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 635	2 410 630	gla	gla	1792
1672	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 774	2 410 712	e7c	e7c	1793
1673	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 860	2 410 778	e7c	e7c	1794
1674	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 452	2 410 595	gla	gla	1795
1675	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 518	2 410 650	gla	gla	1796
1676	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 724	2 410 770	e7c	e7c	1797
1677	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 739	2 410 786	e7c	e7c	1798
1678	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 312	2 410 735	gla	gla	1799
1679	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 370	2 410 770	gla	gla	1800
1680	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 569	2 410 863	e7c	gla	1801
1681	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 689	2 410 898	e7c	e7c	1802
1682	VIGNEUX-SUR-SEINE		605 852	2 410 758	Fy	Fy	1803
1683	VIGNEUX-SUR-SEINE		605 938	2 410 817	Fy	Fx	1804
1684	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 442	2 411 116	Fy	Fx	1805
1685	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 569	2 410 832	e7c	gla	1806
1686	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 479	2 410 863	gla	gla	1807
1687	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 499	2 410 859	gla	gla	1808
1688	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 596	2 410 844	e7c	gla	1809
1689	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 708	2 410 801	e7c	e7c	1810
1690	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 735	2 410 805	e7c	e7c	1811
1691	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 200	2 410 770	gla	gla	1812
1692	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 211	2 410 793	gla	gla	1813
1693	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 928	2 411 108	Fx/e7c	Fx	1814
1694	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 501	2 411 263	Fy	Fy	1815
1695	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 757	2 412 366	Fy	Fy	1816
1696	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 720	2 410 475	gla	gla	1817
1697	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 751	2 410 483	e7c	gla	1818
1698	VIGNEUX-SUR-SEINE		605 740	2 411 547	Fz/e7a-b	Fz	1819
1699	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 456	2 411 259	e7a-bM	e7c	1820
1700	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 708	2 410 883	e7c	e7c	1821
1701	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 860	2 410 650	e7c	e7c	1822
1702	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 961	2 410 479	e7c	e7c	1823
1704	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 381	2 410 674	gla	gla	1824
1705	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 389	2 410 660	gla	gla	1825
1706	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 385	2 410 674	gla	gla	1826
1707	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 418	2 410 682	gla	gla	1827
1708	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 537	2 410 662	gla	gla	1828
1709	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 432	2 410 684	gla	gla	1829
1710	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 870	2 412 364	Fy	Fy	1830
1711	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 664	2 410 256	AMB	AMB	1831
1712	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 815	2 410 627	e7c	e7c	1832
1713	VIGNEUX-SUR-SEINE		605 634	2 411 488	Fz/e7a-b	Fz	1833
1714	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 802	2 410 889	Fx/e7c	Fx	1834
1715	VIGNEUX-SUR-SEINE		606 419	2 411 017	Fx/e7c	Fx	1835
1716	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 085	2 412 799	Fz/e7a-b	Fz	1836
1717	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 749	2 410 760	e7c	e7c	1837
1718	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 750	2 410 760	e7c	e7c	1838
1719	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 756	2 410 762	e7c	e7c	1839
1720	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 532	2 410 303	AMB	AMB	1840
1721	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 356	2 410 779	gla	gla	1841
1722	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 395	2 410 682	gla	gla	1842
1723	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 871	2 410 881	e7c	e7c	1843
1724	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 641	2 410 332	AMB	AMB	1844
1725	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 900	2 410 481	e7c	e7c	1845
1726	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 910	2 410 494	e7c	e7c	1846
1727	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 389	2 410 674	gla	gla	1847
1728	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 885	2 410 838	e7c	e7c	1848
1729	VIGNEUX-SUR-SEINE		607 561	2 411 279	e7a-bM	e7c	1849
1730	VILLABE		608 489	2 397 975	Cgla	Fz	1850
1731	VILLABE	CHEMIN	609 361	2 398 379	Cgla	gla	1851
1732	VILLABE		609 398	2 398 284	Cgla	gla	1852
1733	VILLABE	CHEMIN	609 261	2 398 498	Cgla	gla	1853
1734	VILLABE	CHEMIN	609 262	2 398 498	Cgla	gla	1854

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1735	VILLABE		609 069	2 398 793	Cg1a	g1a	1855
1736	VILLABE	CHEMIN	609 222	2 398 579	Cg1a	g1a	1856
1737	VILLABE	CHEMIN	609 193	2 398 637	Cg1a	g1a	1857
1738	VILLABE		609 327	2 398 252	Cg1a	g1a	1858
1739	VILLABE		609 300	2 398 411	Cg1a	g1a	1859
1740	VILLABE		609 417	2 398 452	Cg1a	g1a	1860
1741	VILLABE		609 610	2 398 530	e7a-bC	e7a-b	1861
1742	VILLABE		609 239	2 398 372	Cg1a	g1a	1862
1743	VILLABE		609 240	2 398 372	Cg1a	g1a	1863
1744	VILLABE		608 818	2 398 951	AMB	AMB	1864
1745	VILLABE		609 244	2 398 457	Cg1a	g1a	1865
1746	VILLABE		609 147	2 399 322	Fy	Fy	1866
1747	VILLABE	RUE	608 998	2 398 679	AMB	AMB	1867
1748	VILLABE		608 645	2 398 964	AMB	AMB	1868
1749	VILLABE		608 587	2 398 917	LP/AMB	AMB	1869
1750	VILLABE		608 648	2 398 942	AMB	AMB	1870
1751	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 301	2 411 034	g2b	g2b	1871
1752	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 464	2 410 675	AMM	AMM	1872
1753	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 631	2 411 023	g2b	g2b	1873
1754	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 763	2 410 595	AMM	AMM	1874
1755	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 888	2 410 565	AMM	AMM	1875
1756	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 945	2 410 633	g2b	AMM	1876
1757	VILLEBON-SUR-YVETTE		593 284	2 411 379	g2b	g2b	1877
1758	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 827	2 411 394	Fz	Fz	1878
1759	VILLEBON-SUR-YVETTE		592 875	2 411 193	g2b	g2b	1879
1760	VILLEBON-SUR-YVETTE		592 954	2 411 189	g2b	g2b	1880
1761	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 198	2 410 974	g2b	g2b	1881
1762	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 259	2 411 049	g2b	g2b	1882
1763	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 831	2 411 049	g2b	g2b	1883
1764	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 563	2 410 694	AMM	AMM	1884
1765	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 391	2 411 106	g2b	g2b	1885
1766	VILLEBON-SUR-YVETTE	RESIDENCE	592 353	2 411 345	Fz	Fz	1886
1767	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 073	2 411 386	Fz	g1a	1887
1768	VILLEBON-SUR-YVETTE		590 839	2 411 416	Fz	g1a	1888
1769	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 914	2 411 329	Fz	Fz	1889
1770	VILLEBON-SUR-YVETTE		591 933	2 411 326	Fz	Fz	1890
1771	VILLEJUST	CHEMIN	592 414	2 410 245	AMM	AMM	1891
1772	VILLEJUST	RUE	593 039	2 409 252	LP/AMM	P3	1892
1773	VILLEJUST	CHEMIN	592 982	2 408 554	AMM	AMM	1893
1774	VILLEJUST	CHEMIN	592 983	2 408 554	AMM	AMM	1894
1775	VILLEJUST	CHEMIN	592 984	2 408 554	AMM	AMM	1895
1776	VILLEJUST	RUE	593 040	2 409 252	LP/AMM	P3	1896
1777	VILLEMORISON-SUR-ORGE	RUE	598 882	2 407 477	e7c	e7c	1897
1807	VILLEMORISON-SUR-ORGE	AVENUE	599 703	2 406 149	AMB	AMB	1898
1808	VILLEMORISON-SUR-ORGE	AVENUE	599 723	2 406 255	AMB	AMB	1899
1809	VILLEMORISON-SUR-ORGE	RUE	598 883	2 407 477	e7c	e7c	1900
1810	VILLEMORISON-SUR-ORGE	ALLEE	599 515	2 406 941	AMB	AMB	1901
1811	VILLEMORISON-SUR-ORGE	RUE	599 061	2 407 677	e7c	e7c	1902
1812	VILLEMORISON-SUR-ORGE	RUE	598 884	2 407 477	e7c	e7c	1903
1813	VILLEMORISON-SUR-ORGE	RUE	598 885	2 407 477	e7c	e7c	1904
2055	VILLIERS-SUR-ORGE	RUE	597 665	2 406 437	e7c	e7c	1905
2133	VILLIERS-SUR-ORGE	RUE	597 675	2 406 349	e7c	Fz	1906
2134	VILLIERS-SUR-ORGE	RUE	597 106	2 406 384	AMB	g1a	1907
1787	VIRY-CHATILLON		602 348	2 408 786	Fy	Fy	1908
1788	VIRY-CHATILLON		602 005	2 405 445	AMB	AMB	1909
1789	VIRY-CHATILLON		602 600	2 409 315	Fz/e7a-b	Fz	1910
1790	VIRY-CHATILLON		602 215	2 405 998	AMB	AMB	1911
1791	VIRY-CHATILLON		602 697	2 408 367	Fy	Fy	1912
1792	VIRY-CHATILLON		602 458	2 408 674	Fy	Fy	1913
1793	VIRY-CHATILLON		602 830	2 408 893	Fy	Fy	1914
1794	VIRY-CHATILLON		602 301	2 408 071	g1a	g1a	1915
1795	VIRY-CHATILLON		603 095	2 407 634	e7c	e7c	1916
1796	VIRY-CHATILLON		602 246	2 407 668	AMB	AMB	1917
1797	VIRY-CHATILLON		602 157	2 407 676	AMB	AMB	1918

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Essonne

1798	VIRY-CHÂTILLON		602 026	2 408 653	Fy	Fy	1919
1799	VIRY-CHÂTILLON		602 204	2 406 367	AMB	AMB	1920
1800	VIRY-CHÂTILLON		602 466	2 408 069	gla	gla	1921
1801	VIRY-CHÂTILLON		602 448	2 408 090	gla	gla	1922
1802	VIRY-CHÂTILLON		602 435	2 408 100	gla	gla	1923
1803	VIRY-CHÂTILLON		602 422	2 408 108	gla	gla	1924
1804	VIRY-CHÂTILLON		602 414	2 408 118	gla	gla	1925
2056	YERRES		611 527	2 411 973	e7a-bC	e7a-b	1926
2057	YERRES		610 316	2 413 168	e7c	e7c	1927
2118	YERRES		609 811	2 413 140	gla	e7c	1928
2119	YERRES		610 643	2 411 929	e7a-bC	e7a-b	1929
2120	YERRES		610 971	2 411 901	gla	gla	1930
2121	YERRES		611 080	2 411 913	gla	AMB	1931
2122	YERRES		611 910	2 412 457	e7a-bC	e7a-b	1932
2123	YERRES		611 522	2 411 967	e7a-bC	e7a-b	1933
2124	YERRES		611 450	2 411 897	e7c	e7c	1934
2125	YERRES		611 201	2 412 187	e7c	e7c	1935

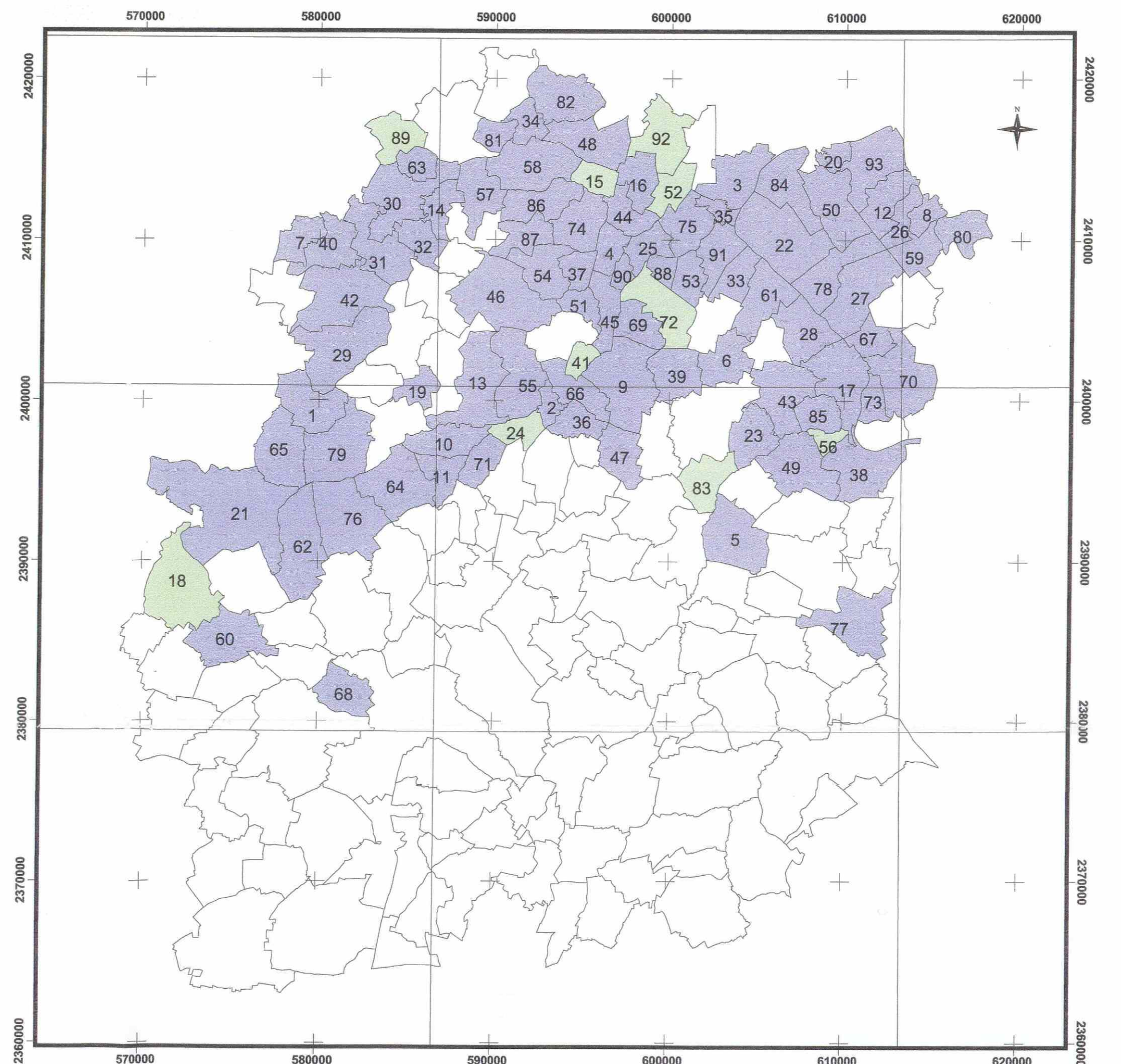
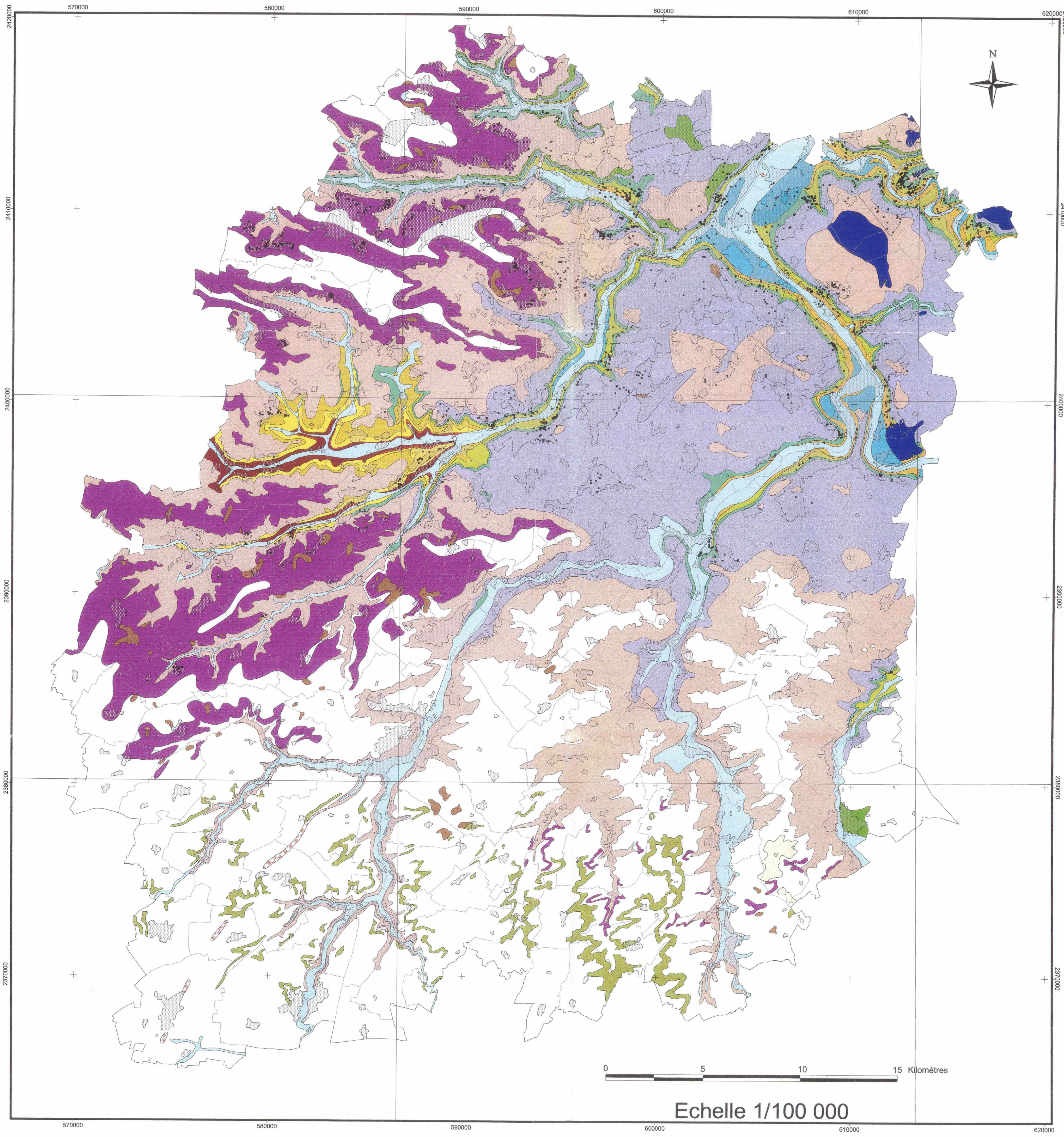


1	Numéro de commune sinistrée
	Communes prises en compte (83)
	Communes pour lesquelles nous n'avons eu accès à aucune donnée (10)

Carte de localisation des 93 communes sinistrées du département de l'Essonne

- | | | | |
|----|-------------------------|----|----------------------------|
| 1 | ANGERVILLERS | 48 | MASSY |
| 2 | ARPAJON | 49 | MENECY |
| 3 | ATHIS-MONS | 50 | MONTGERON |
| 4 | BALLAINVILLIERS | 51 | MONTLIERY |
| 5 | BALLANCOURT-SUR-ESSONNE | 52 | MORANGIS |
| 6 | BONDOLIFE | 53 | MORSANG-SUR-ORGE |
| 7 | BOULLAY-LES-TROUX | 54 | NOZAY |
| 8 | BOUSSY-SAINT-ANTOINE | 55 | OLLAINVILLE |
| 9 | BRETIGNY-SUR-ORGE | 56 | ORMOY |
| 10 | BREUILLET | 57 | ORSAY |
| 11 | BREUX-JOUY | 58 | PALAISEAU |
| 12 | BRUNY | 59 | QUINCY-SOUS-SENART |
| 13 | BRUYERES-LE-CHATEL | 60 | RICHARVILLE |
| 14 | BURES-SUR-YVETTE | 61 | RIS-ORANGIS |
| 15 | CHAMPLAN | 62 | ROINVILLE |
| 16 | CHILLY-MAZARIN | 63 | SAINTE-AUBIN |
| 17 | CORBEIL-ESSONNES | 64 | SAINTE-CHERON |
| 18 | CORBREUSE | 65 | SAINTE-CYR-SOUS-DOURDAN |
| 19 | COURSON-MONTELOUP | 66 | SAINTE-GERMAIN-LES-ARPAJON |
| 20 | CROSNE | 67 | SAINTE-GERMAIN-LES-CORBEIL |
| 21 | DOURDAN | 68 | SAINTE-HILAIRE |
| 22 | DRAVILLE | 69 | SAINTE-MICHEL-SUR-ORGE |
| 23 | ECHARCON | 70 | SAINTE-PIERRE-DU-PERRAY |
| 24 | EGLY | 71 | SAINTE-YON |
| 26 | EPINAY-SOUS-SENART | 72 | SAINTE-GENEVIÈVE-DES-BOIS |
| 25 | EPINAY-SUR-ORGE | 73 | SAINTRY-SUR-SEINE |
| 27 | ETIOLLES | 74 | SAULX-LES-CHARTREUX |
| 28 | EVRY | 75 | SAVIGNY-SUR-ORGE |
| 29 | FORGES-LES-BAINS | 76 | SERMAISE |
| 30 | GIF-SUR-YVETTE | 77 | SOISY-SUR-ECOLE |
| 31 | GOMETZ-LA-VILLE | 78 | SOISY-SUR-SEINE |
| 32 | GOMETZ-LE-CHATEL | 79 | LE VAL-SAINTE-GERMAIN |
| 33 | GRIGNY | 80 | VARENNES-JARCY |
| 34 | IGNY | 81 | VAU-HALLAN |
| 35 | JUVISY-SUR-ORGE | 82 | VERRIERES-LE-BUISSON |
| 36 | LA NORVILLE | 83 | VERT-LE-PETIT |
| 37 | LA VILLE-DU-BOIS | 84 | VIGNEUX-SUR-SEINE |
| 38 | LE COUDRAY-MONTEAUX | 85 | VILLABE |
| 39 | LE PLESSIS-PATE | 86 | VILLEBON-SUR-YVETTE |
| 40 | LES MOLIERES | 87 | VILLEJUST |
| 41 | LEUVILLE-SUR-ORGE | 88 | VILLEMOISSON-SUR-ORGE |
| 42 | LIMOURS | 89 | VILLIERS-LE-BACLE |
| 43 | LISSES | 90 | VILLIERS-SUR-ORGE |
| 44 | LONGJumeau | 91 | VIRY-CHATILLON |
| 45 | LONGPONT-SUR-ORGE | 92 | WISSOUS |
| 46 | MARCOUSSIS | 93 | YERRES |
| 47 | MAROLLES-EN-HUREPOIX | | |

- | | | | |
|----|--|--|---------------------------------|
| 1 | | X Remblais | Actuel |
| 27 | | Fz Alluvions modernes | Quaternaire |
| 28 | | T Tourbes | Quaternaire |
| 30 | | Fy Alluvions anciennes de basse terrasse | Quaternaire |
| 33 | | Fx Alluvions anciennes de moyenne terrasse | Quaternaire |
| 34 | | Fw Alluvions anciennes de haute et très haute terrasse | Quaternaire |
| 22 | | LPM Limons marneux | Quaternaire |
| 36 | | AMM Altérites, Argile à meulière de Montmorency | Quaternaire ancien |
| 37 | | AMB Altérites, Argile à meulière de Brie | Quaternaire ancien |
| 39 | | p3 Sables argileux de Lozère | Pliocène supérieur |
| 40 | | m1a1 Marnes et Molasses du Gâtinais | Aquitainien inférieur |
| 42 | | g2b Sables de Fontainebleau | Stampien supérieur |
| 44 | | g2a Marnes à huîtres | Stampien inférieur |
| 47 | | g1a Argile verte de Romainville | Stampien inf. (Sannoisien inf.) |
| 49 | | e7c Marnes supragypseuses | Priabonien (Ludien sup.) |
| 50 | | e7a-b Marnes associées aux masses de gypse | Priabonien (Ludien inf. à moy.) |
| 55 | | e3b Sables argileux de Breuillet | Yprésien (Sparnacien) |
| 58 | | e3a1 Argile plastique et argile sableuse | Yprésien (Sparnacien) |
| 59 | | e1 Marnes de Meudon | Montien |
| 60 | | AS Argile à silex | Limite Crétacé-Tertiaire |
| 0 | | blanc Formations non argilo-marneuses | |
- Localisation des sinistres sécheresse (période 1989-1998)
- Zones urbanisées



- 1 Numéro de commune sinistrée
- Communes prises en compte (83)
- Communes pour lesquelles nous n'avons eu accès à aucune donnée (10)

Carte de localisation des 93 communes
sinistrées du département de l'Essonne

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1 ANGÉVILLIERS | 48 MASSY |
| 2 ARPAJON | 49 MENECY |
| 3 ATHIS-MONS | 50 MONTGERON |
| 4 BALLAINVILLIERS | 51 MONTLHERY |
| 5 BALLANCOURT-SUR-ESSONNE | 52 MORANGIS |
| 6 BONDOLFE | 53 MORSANG-SUR-ORGE |
| 7 BOULLAY-LES-TROUX | 54 NOZAY |
| 8 BOUSSY-SAINT-ANTOINE | 55 OLLAINVILLE |
| 9 BRETAGNY-SUR-ORGE | 56 ORMOY |
| 10 BREUILLET | 57 ORSAY |
| 11 BREUX-JOUY | 58 PALAISEAU |
| 12 BRUNOY | 59 QUINCY-SOUS-SENART |
| 13 BRUYÈRES-LE-CHÂTEL | 60 RICHAUVILLE |
| 14 BURES-SUR-YVETTE | 61 RIS-ORANGIS |
| 15 CHAMPLAN | 62 ROINVILLE |
| 16 CHILLY-MAZARIN | 63 SAINT-AUBIN |
| 17 CORBEIL-ESSONNES | 64 SAINT-CHERON |
| 18 CORBREUSE | 65 SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN |
| 19 COURSON-MONTELOUP | 66 SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON |
| 20 CROSNE | 67 SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL |
| 21 DOURDAN | 68 SAINT-HILAIRE |
| 22 DRAVEIL | 69 SAINT-MICHEL-SUR-ORGE |
| 23 ECHARCON | 70 SAINT-PIERRE-DU-PERRAY |
| 24 EGLY | 71 SAINT-YON |
| 25 EPINAY-SOUS-SENART | 72 SAINTE-GENEVIÈVE-DES-BOIS |
| 26 EPINAY-SUR-ORGE | 73 SAINTRY-SUR-SEINE |
| 27 ETIOLLES | 74 SAULX-LES-CHARTREUX |
| 28 EVRY | 75 SAVIGNY-SUR-ORGE |
| 29 FORGES-LES-BAINS | 76 SERMAISE |
| 30 GIF-SUR-YVETTE | 77 SOISY-SUR-ÉCOLE |
| 31 GOMETZ-LA-VILLE | 78 SOISY-SUR-SEINE |
| 32 GOMETZ-LE-CHÂTEL | 79 LE VAL-SAINT-GERMAIN |
| 33 GRIGNY | 80 VARENNES-JARCY |
| 34 IGNY | 81 VAUJALLAN |
| 35 JUVISY-SUR-ORGE | 82 VERRIÈRES-LE-BUISSON |
| 36 LA NORVILLE | 83 VERT-LE-PETIT |
| 37 LA VILLE-DU-BOIS | 84 VIGNEUX-SUR-SEINE |
| 38 LE COUDRAY-MONTEAUX | 85 VILLAGE |
| 39 LE PLESSIS-PÂTE | 86 VILLEBON-SUR-YVETTE |
| 40 LES MOLIERES | 87 VILLEJUST |
| 41 LEUVILLE-SUR-ORGE | 88 VILLEMOISSON-SUR-ORGE |
| 42 LIMOURS | 89 VILLIERS-LE-BACLE |
| 43 LISSES | 90 VILLIERS-SUR-ORGE |
| 44 LONGJumeau | 91 VIRY-CHATILLON |
| 45 LONGPONT-SUR-ORGE | 92 WISSOUS |
| 46 MARCOUSSIS | 93 YERRES |
| 47 MAROLLES-EN-HUREPOIX | |



MINISTÈRE DE
L'ÉCARTONNEMENT ET
DU DÉVELOPPEMENT



CR

Carte de l'aléa retrait-gonflement des formations argileuses et marneuses du département de l'Essonne

Localisation des 1935 sinistres sécheresse pris en compte

Carte N° 3

Rapport BRGM / RP-50376-FR

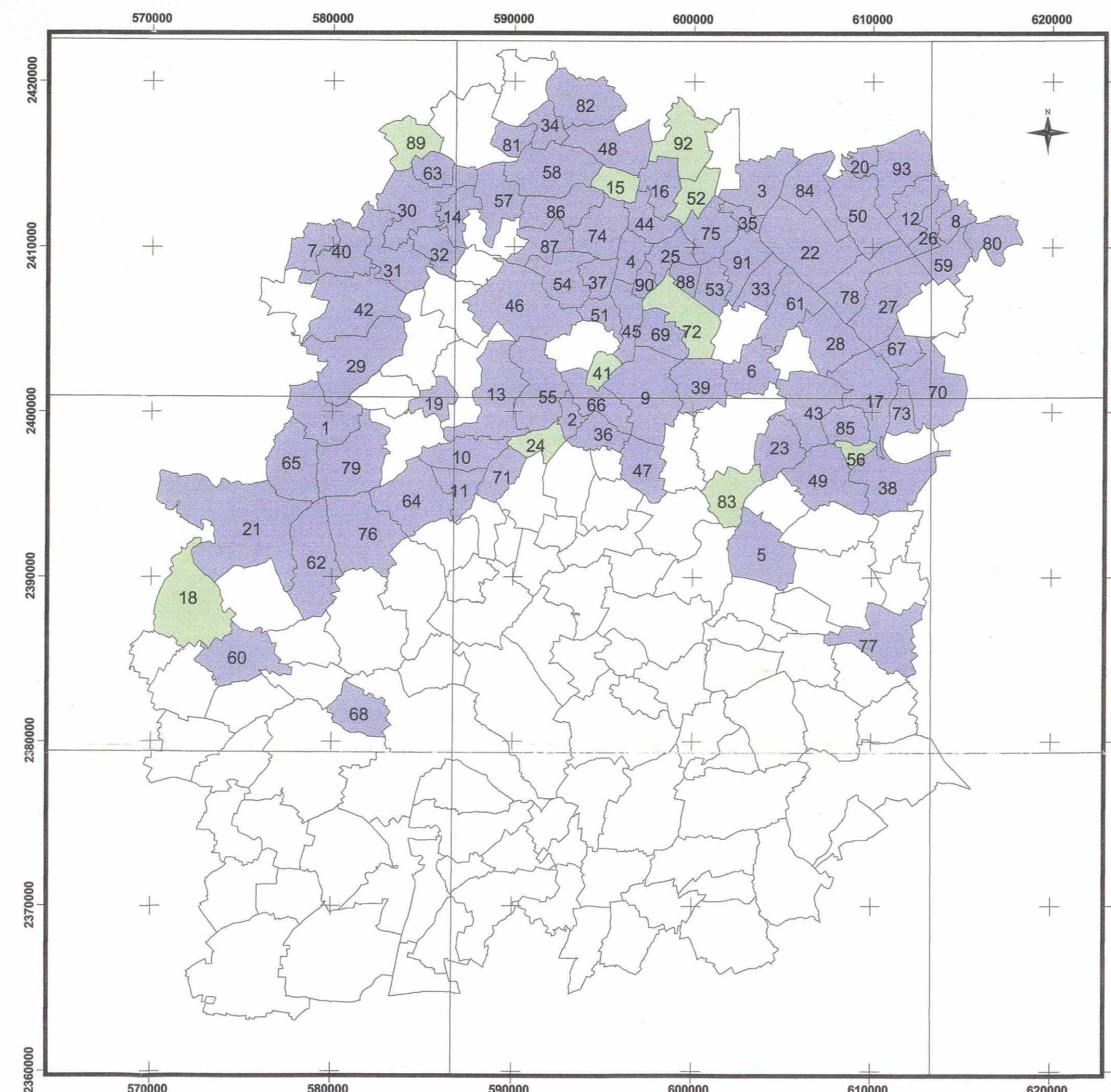
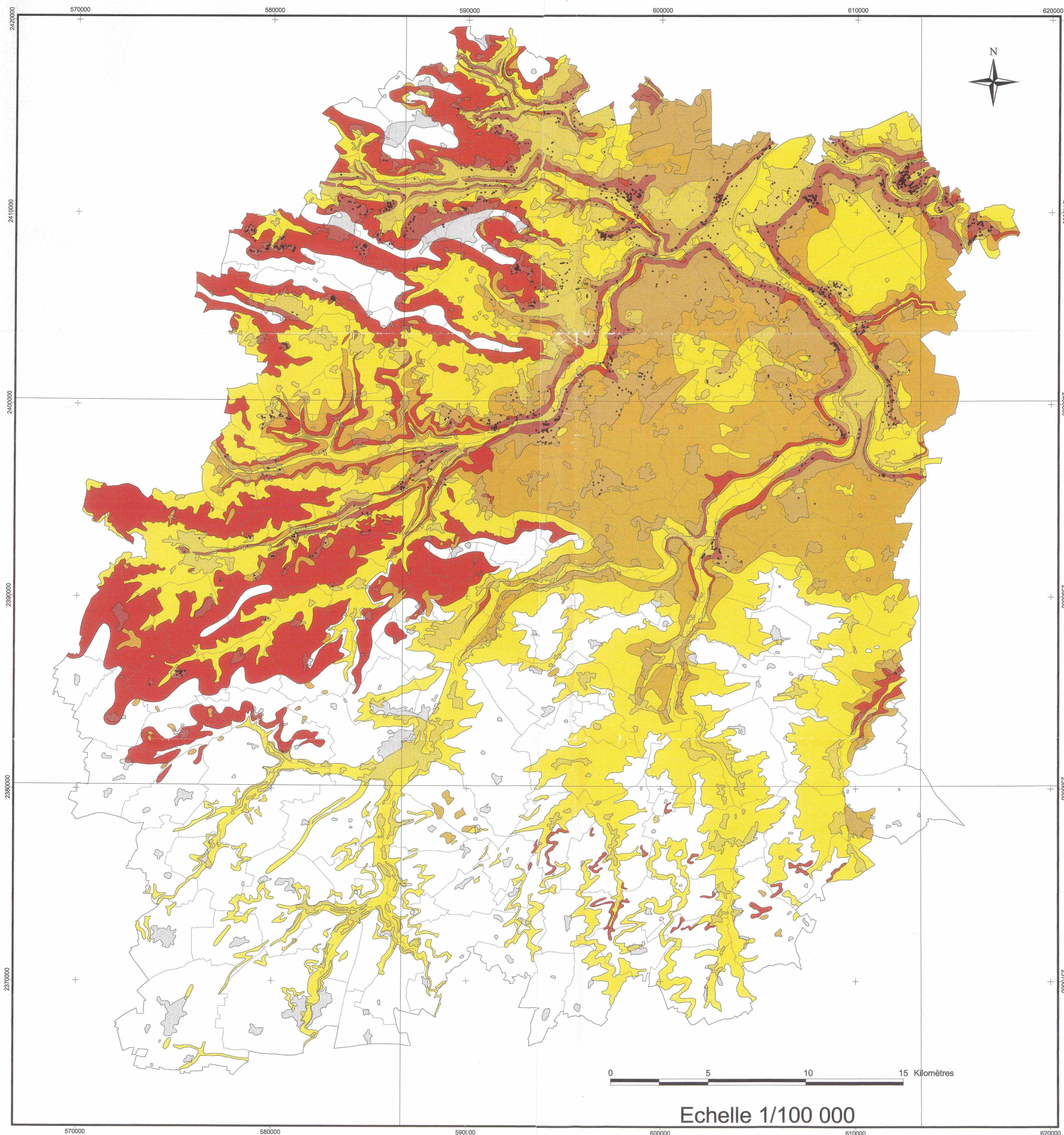
septembre 2000



BRGM - 3 Avenue Claude Guillemin BP 6009 45060 Orléans - France

Aléa

- Formations argileuses très sensibles
- Formations argileuses moyennement sensibles
- Formations argileuses peu sensibles
- Formations non argileuses
- Localisation des sinistres sécheresse (période 1989-1998)
- Zones urbanisées



- 1 Numéro de commune sinistrée
- Communes prises en compte (83)
 - Communes pour lesquelles nous n'avons eu accès à aucune donnée (10)

Carte de localisation des 93 communes sinistrées du département de l'Essonne

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1 ANGERSVILLIERS | 48 MASSY |
| 2 ARPAGON | 49 MENECY |
| 3 ATHIS-MONS | 50 MONTGERON |
| 4 BALLAINVILLIERS | 51 MONTHERY |
| 5 BALLANCOURT-SUR-ESSONNE | 52 MORANGIS |
| 6 BONDOLLE | 53 MORSANG-SUR-ORGE |
| 7 BOULLAY-LES-TROUX | 54 NOZAY |
| 8 BOUSSY-SAINT-ANTOINE | 55 OLLAINVILLE |
| 9 BRETONNY-SUR-ORGE | 56 ORMOY |
| 10 BREUILLET | 57 ORSAY |
| 11 BREUX-JOY | 58 PALAISEAU |
| 12 BRUNOY | 59 QUINCY-SOUS-SENAI |
| 13 BRUYÈRES-LE-CHATEL | 60 RICHARVILLE |
| 14 BURES-SUR-YVETTE | 61 RIS-ORANGIS |
| 15 CHAMPLAN | 62 ROINVILLE |
| 16 CHILLY-MAZARIN | 63 SAINT-AUBIN |
| 17 CORBEIL-ESSONNES | 64 SAINT-CHERON |
| 18 CORBEUSE | 65 SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN |
| 19 COURSON-MONTELOUP | 66 SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON |
| 20 CROSNE | 67 SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL |
| 21 DOURDAN | 68 SAINT-HILAIRE |
| 22 DRAVEIL | 69 SAINT-MICHEL-SUR-ORGE |
| 23 ECHARCON | 70 SAINT-PIERRE-DU-PERRAY |
| 24 EGLY | 71 SAINT-YON |
| 25 EPINAY-SOUS-SENAI | 72 SAINTE-GENEVIÈVE-DES-BOIS |
| 26 EPINAY-SUR-ORGE | 73 SAINTRY-SUR-SEINE |
| 27 ETIOLLES | 74 SAULX-LES-CHARTREUX |
| 28 EVRY | 75 SAVIGNY-SUR-ORGE |
| 29 FORGES-LES-BAINS | 76 SERMAISE |
| 30 GIF-SUR-YVETTE | 77 SOISY-SUR-ÉCOLE |
| 31 GOMETZ-LA-VILLE | 78 SOISY-SUR-SEINE |
| 32 GOMETZ-LE-CHATEL | 79 LE VAL-SAINT-GERMAIN |
| 33 GRIGNY | 80 VARENNES-JARCY |
| 34 IGNY | 81 VAUHALLAN |
| 35 JUVISY-SUR-ORGE | 82 VERRIÈRES-LE-BUISSON |
| 36 LA NORVILLE | 83 VERT-LE-PETIT |
| 37 LA VILLE-DU-BOIS | 84 VIGNEUX-SUR-SEINE |
| 38 LE COUDRAY-MONTEAUX | 85 VILLABE |
| 39 LE PLESSIS-PATE | 86 VILLEBON-SUR-YVETTE |
| 40 LES MOLIÈRES | 87 VILLEJUST |
| 41 LEUVILLE-SUR-ORGE | 88 VILLEMORISON-SUR-ORGE |
| 42 LIMOURS | 89 VILLIERS-LE-BACLE |
| 43 LISSES | 90 VILLIERS-SUR-ORGE |
| 44 LONGJumeau | 91 VIRY-CHATILLON |
| 45 LONGPONT-SUR-ORGE | 92 WISSOUS |
| 46 MARCOUSSIS | 93 YERRES |
| 47 MAROLLES-EN-HUREPOIX | |