





Document public

# Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

Rapport final

BRGM/RP-56535-FR  
septembre 2008

Étude réalisée dans le cadre de l'opération  
de service public 06RISD13 du BRGM

P. Pannet, A. Géron, C. Cartannaz

**Vérificateur :**

Nom : Marc VINCENT

Date : 23 septembre 2008

Signature :



**Approbateur :**

Nom : Michel AGUILLAUME

Date : 20.10.2008.

Signature :



**Mots clés** : argiles, marnes, argiles gonflantes, smectites, retrait-gonflement, aléa, risque naturel, sinistre sécheresse, catastrophe naturelle, géotechnique, cartographie, Moselle, Lorraine

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

**Pannet P., Géron A., Cartannaz C.** (2008) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle. BRGM/RP-56535-FR, 186 p., 41 ill., 5 ann., 3 cartes h.-t.

## Synthèse

Les phénomènes de retrait-gonflement de certaines formations géologiques argileuses affleurantes provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. En France métropolitaine, ces phénomènes, mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976, ont pris une réelle ampleur lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1996-97, puis dernièrement au cours de l'été 2003.

La Moselle fait partie des départements français particulièrement touchés par le phénomène. En effet, 2 546 sinistres imputés à la sécheresse y ont été recensés et localisés dans le cadre de la présente étude. Au 15 juillet 2008, 194 communes sur les 730 que compte le département ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre mai 1989 et mars 2006, soit un taux de sinistralité de 26,6 %. Par ailleurs, d'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance actualisées en novembre 2006, la Moselle est actuellement située en 31<sup>ème</sup> position des départements français en termes de coût d'indemnisation engendré par ce phénomène. Elle se trouve également à la 40<sup>ème</sup> place en fonction du nombre d'occurrences de reconnaissance de catastrophe naturelle (en distinguant par commune et par période), d'après les indications fournies sur le site internet « prim.net » à la date du 12 février 2007.

Afin d'établir un constat scientifique objectif et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDAT) a demandé au Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de réaliser une cartographie de cet aléa à l'échelle de tout le département de la Moselle, dans le but de définir les zones les plus exposées au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Cette étude, réalisée par le BRGM dans le cadre de sa mission de service public sur les risques naturels, s'intègre dans un programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux qui couvrira à terme la totalité du territoire métropolitain, deux autres des quatre départements de la région Lorraine ayant déjà été traités à ce jour (la Meurthe-et-Moselle en 2006, la Meuse en 2008).

L'étude a été conduite par le Service Géologique Régional Lorraine, en collaboration avec le Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM. Le financement est assuré à hauteur de 25 % par la dotation de service public du BRGM, le complément étant financé par le Fonds national de prévention des risques naturels majeurs, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Préfecture de la Moselle, le suivi technique étant assuré par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE).

La démarche de l'étude a d'abord consisté à établir une cartographie départementale synthétique des formations à dominante argileuse ou marneuse, affleurantes à sub-affleurantes, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000. Les dix-neuf formations ainsi identifiées et cartographiées ont ensuite fait l'objet d'une hiérarchisation quant à leur susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Cette classification a été établie sur la base de trois critères principaux : la caractérisation lithologique de la formation, la composition minéralogique de sa phase argileuse et son comportement géotechnique. En résulte l'établissement d'une carte départementale de susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

La carte d'aléa a ensuite été établie à partir de la carte de susceptibilité des formations identifiées, en prenant aussi en compte la probabilité d'occurrence du phénomène. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des événements observés depuis 1989 en calculant, pour chaque formation sélectionnée, une densité de sinistres, rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée, afin de permettre des comparaisons fiables entre les formations.

Sur cette carte, les zones d'affleurement des formations à dominante argileuse ou marneuse sont caractérisées par deux niveaux d'aléa (moyen et faible). Aucun secteur n'a été classé en niveau d'aléa fort, ceci par comparaison avec les cartes d'aléa établies dans d'autres départements, par application de la même méthodologie et avec les mêmes critères et seuils de classification.

- 5,14 % est caractérisée par un niveau d'aléa moyen ;
- 76,15 % est considérée comme présentant un niveau d'aléa faible.

Environ 18,50 % de la surface du département correspond à des zones *a priori* non concernées par le phénomène (y compris le réseau hydrographique).

Il n'est toutefois pas exclu que, sur ces derniers secteurs considérés comme non concernés par le phénomène, se trouvent localement des zones argileuses d'extension limitée, notamment dues à l'altération localisée des calcaires ou à des lentilles argileuses non cartographiées, et susceptibles de provoquer des sinistres.

Cette carte d'aléa retrait-gonflement des terrains argileux du département de la Moselle, dont l'échelle de validité est le 1/50 000, pourra servir de base à des actions d'information préventive dans les communes les plus touchées par le phénomène. Elle constitue également le préalable à l'élaboration de Plans de prévention des risques naturels (PPRN), 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, en fonction du niveau de celui-ci. Cet outil réglementaire devra insister sur l'importance d'études géotechniques comme préalable à toute construction nouvelle dans les secteurs concernés par les formations géologiques à aléa fort, moyen ou faible, notamment en raison de la forte hétérogénéité des formations du département. A défaut, il conviendra de mettre en œuvre des règles constructives type par zones d'aléa, visant à réduire le risque de survenance de sinistre.

# Sommaire

<b>1. Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Méthodologie .....</b>	<b>13</b>
2.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ..	13
2.1.1. Facteurs de prédisposition .....	14
2.1.2. Facteurs de déclenchement .....	17
2.2. MÉTHODOLOGIE .....	18
2.2.1. Cartographie des formations argileuses ou marneuses.....	19
2.2.2. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations .....	19
2.2.3. Examen des autres facteurs de prédisposition et de déclenchement ...	19
2.2.4. Carte de susceptibilité .....	20
2.2.5. Recensement et localisation géographique des sinistres .....	20
2.2.6. Détermination des densités de sinistres.....	21
2.2.7. Carte d'aléa .....	21
<b>3. Présentation du département de Moselle.....</b>	<b>23</b>
3.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE .....	23
3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE .....	27
3.2.1. La normale saisonnière .....	27
3.2.2. La sécheresse de 2003 .....	28
<b>4. Identification et cartographie des formations géologiques à dominante argilo-marneuse.....</b>	<b>31</b>
4.1. DOCUMENTS ET MÉTHODOLOGIE UTILISÉS .....	31
4.1.1. Documents utilisés .....	31
4.1.2. Méthodologie d'établissement de la carte des formations argileuses au sens large.....	32
4.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL .....	33
4.3. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES AU SENS LARGE .....	36

4.3.1.	Formations superficielles du Quaternaire .....	36
4.3.2.	Formations du Jurassique .....	38
4.3.3.	Formations du Trias .....	40
4.4.	CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE : LES DIFFÉRENTS AQUIFÈRES DE MOSELLE .....	44
4.4.1.	Les nappes « profondes et continues » .....	44
4.4.2.	Les nappes « superficielles » .....	45
<b>5.</b>	<b>Caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des formations retenues .....</b>	<b>47</b>
5.1.	CRITÈRES DE HIÉRARCHISATION .....	47
5.1.1.	Critères retenus .....	47
5.1.2.	Méthode de classification .....	47
5.2.	CRITÈRE LITHOLOGIQUE .....	48
5.2.1.	Définition du critère lithologique et barème .....	48
5.2.2.	Caractérisation lithologique des formations argileuses ou marneuses du département de Moselle .....	48
5.3.	CRITÈRE MINÉRALOGIQUE .....	50
5.3.1.	Définition du critère minéralogique et barème .....	50
5.3.2.	Source des données .....	50
5.3.3.	Caractérisation minéralogique des formations argileuses ou marneuses du département de Moselle .....	53
5.4.	CRITÈRE GÉOTECHNIQUE .....	55
5.4.1.	Définition du critère géotechnique et barème .....	55
5.4.2.	Source des données .....	58
5.4.3.	Caractérisation géotechnique des formations argileuses ou marneuses du département de la Moselle .....	60
<b>6.</b>	<b>Élaboration de la carte de susceptibilité .....</b>	<b>63</b>
6.1.1.	Détermination d'un degré de susceptibilité .....	63
6.1.2.	Susceptibilité des formations argileuses ou marneuses .....	63
6.1.3.	Carte de susceptibilité .....	65
<b>7.</b>	<b>Recensement et localisation des sinistres – détermination du critère densité de sinistres .....</b>	<b>69</b>
7.1.	PROCÉDURE DE DEMANDE DE RECONNAISSANCE DE L'ÉTAT DE CATASTROPHE NATURELLE .....	69
7.2.	IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTRÉES .....	70
7.2.1.	Localisation des communes sinistrées .....	70

7.2.2. Analyse des périodes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle .....	73
7.3. COLLECTE DES DONNÉES DE SINISTRES .....	78
7.4. REPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION GEOLOGIQUE ET DENSITE DE SINISTRES .....	82
7.5. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTÉE A LA SURFACE URBANISÉE .....	85
7.5.1. Détermination de la densité de sinistres par formation .....	85
7.5.2. Détermination du critère densité de sinistres .....	86
<b>8. Carte d'aléa .....</b>	<b>91</b>
8.1. DÉTERMINATION DU NIVEAU D'ALÉA.....	91
8.2. CARTE D'ALÉA .....	92
8.3. SYNTHÈSE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE .....	96
8.4. COMPARATIF AVEC LA CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA RETRAIT GONFLEMENT DU DÉPARTEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE .....	96
<b>9. Conclusion .....</b>	<b>99</b>
<b>10. Bibliographie.....</b>	<b>101</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 – Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche	13
Illustration 2 – Carte de présentation du département de la Moselle (données BD Carto IGN)	24
Illustration 3 – Géomorphologie du département de la Moselle	26
Illustration 4 – Précipitations et températures mini et maxi sur Metz-Aigny – période 1971/2000 (Météo France)	28
Illustration 5 – Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 de la Moselle	32
Illustration 6 – Extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000	34
Illustration 7 – Carte départementale synthétique des formations argilo-marneuses	43
Illustration 8 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la nature lithologique de la formation géologique	49
Illustration 9 – Note lithologique des formations argileuses retenues	49
Illustration 10 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la minéralogie de la phase argileuse de la formation géologique	50
Illustration 11 – Localisation des prélèvements réalisés pour analyse minéralogique	52
Illustration 12 – Résultat des analyses minéralogiques spécifiques à chaque formation argileuse du département de la Moselle	54
Illustration 13 – Note minéralogique des formations argileuses retenues	55
Illustration 14 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de l'indice de plasticité de la formation géologique	57
Illustration 15 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la valeur au bleu de la formation géologique	57
Illustration 16 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction du retrait linéaire de la formation géologique	58
Illustration 17 – Source des données géotechniques	59
Illustration 18 – Nombre de données géotechniques exploitées	59
Illustration 19 – Distribution des données géotechniques par formation	60
Illustration 20 – Synthèse des données géotechniques (Indice de plasticité, Valeurs au bleu)	61
Illustration 21 – Barème d'évaluation de la susceptibilité globale d'une formation argileuse	63
Illustration 22 – Degré de susceptibilité des formations	64
Illustration 23 – Répartition des surfaces concernées par classe de susceptibilité	65
Illustration 24 – Carte de susceptibilité du département de la Moselle	66
Illustration 25 – Classement des formations par susceptibilité et surfaces d'affleurement	67
Illustration 26 – Arrêtés interministériels et occurrences	71
Illustration 27 – Localisation des communes concernées par un ou des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse (à la date du 15 juillet 2008)	72
Illustration 28 – Nombre de communes reconnues en état de catastrophe naturelle sécheresse pour la période 1989-2008	74
Illustration 29 – Localisation des communes concernées et durée de reconnaissance cat-nat	75
Illustration 30 – Durée de reconnaissance par commune de l'état de catastrophe naturelle sécheresse pour la période 1989-2006	78
Illustration 31 – Nombre de sinistres recensés par commune dans le département de Moselle	79
Illustration 32 – Localisation par commune des sinistres recensés en Moselle	81
Illustration 33 – Carte de répartition des sinistres par formation géologique	83
Illustration 34 – Répartition des sinistres par formation géologique	84
Illustration 35 – Extension des surfaces urbanisées du département de Moselle	85
Illustration 36 – Densité de sinistres par formation ramenée à 100 km <sup>2</sup> de surface urbanisée et détermination de la note densité de sinistres	88
Illustration 37 – Classement des formations par densité de sinistres ramenée à la surface urbanisée et rappel de la susceptibilité	90
Illustration 38 – Calcul du niveau d'aléa des formations argileuses et marneuses	93
Illustration 39 – Comparaison de la superficie des formations en fonction de la classe d'aléa	94
Illustration 40 – Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa	94
Illustration 41 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement de la Moselle	95

## Liste des annexes

Annexe 1 : Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles	111
Annexe 2 : Liste des 194 communes de Moselle reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols et dates des périodes de reconnaissance – Etat au 15 juillet 2008	115
Annexe 3 : Liste des sinistres "sécheresse" recensés dans le cadre de cette étude	121
Annexe 4 : Coordonnées des bureaux d'études ayant fourni des données géotechniques	163
Annexe 5 : Résultats des analyses minéralogiques réalisées au cours de cette étude	165

## Liste des cartes hors-textes (1/150 000)

- Carte 1 – Carte synthétique des formations argilo-marneuses
- Carte 2 – Carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement des sols argileux
- Carte 3 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux



## 1. Introduction

Les phénomènes de retrait-gonflement de certains sols argileux provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant notamment le bâti individuel. En France métropolitaine, ces phénomènes ont été mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976. Ils ont pris depuis une ampleur importante lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1996-97 et, tout dernièrement, au cours de l'été 2003.

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

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

La prise en compte, par les compagnies d'assurance, des sinistres liés à la sécheresse a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle. Depuis le début de l'année 1989<sup>1</sup>, plus de 7 500 communes françaises, réparties dans 90 départements, ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre (base GASPARG<sup>2</sup>). A la fin 2006, le coût des sinistres dus à la sécheresse, indemnisés en France depuis 1989 au titre du régime des catastrophes naturelles, a été évalué par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) à environ 4,3 milliards d'euros, ce qui en fait la deuxième cause d'indemnisation derrière les inondations.

La région Lorraine a été particulièrement affectée par ce phénomène, notamment au cours de l'été 2003. Le département de Moselle se place en 31<sup>ème</sup> position pour les

---

<sup>1</sup> Début d'application de cette procédure aux sinistres résultant de "*mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols*".

<sup>2</sup> La base de Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques naturels et technologiques est la référence du Ministère de l'écologie en matière de centralisation des informations sur les risques naturels à l'échelon communal (PPR, reconnaissances cat-nat, atlas des zones inondables, Document d'information communale des populations sur les risques majeurs)

coûts cumulés d'indemnisation<sup>1</sup>. Ce département, d'une superficie de 6 261 km<sup>2</sup> compte 1 023 500 habitants. Au total, à la date du 15 juillet 2008, 194 des 730 communes y ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle sécheresse, pour des périodes allant de mai 1989 à mars 2006, correspondant à un taux de sinistralité de 26,6 %.

Afin d'établir un constat scientifique objectif à l'échelle de tout le département et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDAT) a souhaité réaliser une carte de l'aléa retrait-gonflement dans le but de définir les zones les plus exposées au phénomène. 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 des argiles à l'échelle départementale. L'intérêt d'une telle étude est multiple :

- compréhension de la corrélation entre la nature géologique des terrains et la répartition statistique des sinistres, à l'échelle départementale, puis régionale quand tous les départements limitrophes seront étudiés ;
- élaboration d'un document de prévention, en matière d'aménagement du territoire, destiné à la fois à l'État (pour l'établissement ultérieur de Plans de Prévention des Risques naturels prenant en compte l'aléa retrait-gonflement), aux communes, aux particuliers et surtout aux maîtres d'ouvrages 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 futures déclarations de sinistres.

La présente étude a été réalisée par le Service Géologique Régional Lorraine en collaboration avec le Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM. Le financement est assuré à hauteur de 25 % par la dotation de service public du BRGM, le complément étant financé par le Fonds national de prévention des risques naturels majeurs, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Préfecture de la Moselle, le suivi technique étant assuré par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE).

Cette étude s'intègre dans un programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux qui concernera à terme l'ensemble du territoire métropolitain. Une quarantaine de départements (les plus touchés par le phénomène) sont déjà couverts par de telles cartes d'aléa à ce jour.

---

<sup>1</sup> Données CCR de novembre 2006, sécheresse 2003 comprise

## 2. Méthodologie

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

Les phénomènes de retrait-gonflement sont dus pour l'essentiel à des variations de volume de formations argileuses sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau, comme rappelé en annexe 1 et schématisé sur l'illustration 1. Ces variations de volume se traduisent par des mouvements différentiels de terrain, susceptibles de provoquer des désordres au niveau du bâti.

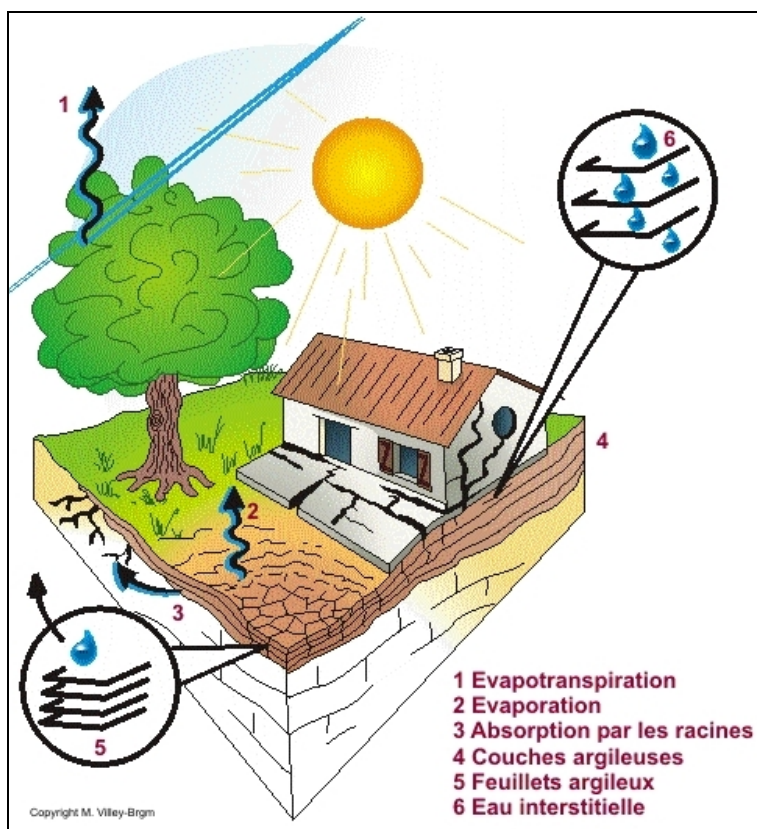


Illustration 1 – Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche

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 de causalité, on distingue classiquement des facteurs de prédisposition et des facteurs de déclenchement.

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

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

## **2.1.1. Facteurs de prédisposition**

### ***2.1.1.1. Contexte hydrogéologique Nature du sol***

La nature du sol constitue un facteur de prédisposition fondamental dans le mécanisme de retrait-gonflement : seules les formations géologiques présentant des minéraux argileux sont sujettes au phénomène et leur susceptibilité dépend de leur lithologie, de leur géométrie, de leur minéralogie et de leur comportement géotechnique.

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

La majorité des dossiers consultés montre que les sinistres sont corrélés à la présence d'une formation argileuse ou marneuse bien définie, ce qui conforte le concept adopté. Cependant, il est important de signaler qu'une carte géologique en tant que telle ne suffit pas à déterminer la répartition des sols argileux sujets au retrait-gonflement. En effet, de telles cartes ne prennent pas toujours en compte les éventuelles transformations locales du sol (principalement sous l'effet de l'altération de la roche), et les différents faciès des formations les plus superficielles ne sont pas toujours cartographiés avec précision.

En particulier, dans le département de la Moselle, certaines formations principalement calcaires sont susceptibles de s'altérer localement sous l'effet de phénomènes de karstification qui peuvent se traduire par la présence en surface de poches argileuses qui, généralement, ne sont pas identifiées sur les cartes géologiques, mais dont la seule présence suffit à expliquer certains sinistres ponctuels.

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

En moindre proportion mais non négligeable, la géométrie de la formation argileuse influe sur la susceptibilité au retrait-gonflement. Les effets du phénomène seront d'autant plus importants que la formation sera en position superficielle et que les niveaux argileux en son sein seront épais et continus. Une alternance de niveaux argileux et de lits plus perméables (sableux, par exemple), sièges de circulations d'eau temporaires, constitue également une configuration défavorable, car à l'origine de fréquentes variations de teneur en eau dans les parties argileuses.

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

Cette composition minéralogique dépend étroitement des conditions de dépôt et d'évolution diagénétique (ensemble des processus qui affectent un dépôt sédimentaire initial pour le transformer en roche). On peut donc approcher cette connaissance par une reconstitution des conditions paléogéographiques ayant présidé à la mise en place des différentes formations (dépôt sédimentaire initial). De façon plus quantitative, mais dont la valeur n'est que ponctuelle, la connaissance de la composition minéralogique d'une formation argileuse se détermine directement par des analyses diffractométriques 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 grand nombre de mesures pour caractériser de manière statistique le comportement de chacune des formations, qui peuvent être par nature hétérogènes.

### **2.1.1.2. Contexte hydrogéologique**

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

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

### **2.1.1.3. Géomorphologie**

La topographie 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 le drainage par phénomène gravitaire, 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 qui affleurent sur le flanc des vallées peuvent occasionner, localement, un fluage lent du versant et la formation de loupes argileuses. Ce phénomène vient s'ajouter aux désordres consécutifs à la seule dessiccation du sol.

D'autre part, il arrive souvent qu'une maison construite sur un terrain en pente soit plus sujette au problème de retrait-gonflement, en raison d'une dissymétrie des fondations lorsque celles-ci sont ancrées à une cote identique à l'amont et à l'aval. Le bâtiment se trouve alors enterré plus profondément du côté amont. De ce fait, les fondations situées à l'aval, étant en position plus superficielle, seront davantage sensibles aux variations de teneur en eau du sol. Cet effet est même parfois renforcé par une différence de nature du sol situé à la base des formations amont et aval, la couche d'altération superficielle suivant généralement plus ou moins la topographie.

Par ailleurs, les zones de plateau ont pu être soumises à des phénomènes de karstification qui se traduisent par l'existence de cavités karstiques formées aux dépens de formations calcaires et remplies d'argiles résiduelles sujettes au phénomène de retrait-gonflement. Ceci peut concerner notamment les calcaires très fissurés du Bajocien qui affleurent à l'ouest du département de la Moselle.

### **2.1.1.4. Végétation**

Il est avéré que la présence de végétation arborée à proximité d'une maison peut constituer un facteur déclenchant du phénomène de retrait-gonflement, même s'il n'est souvent qu'un facteur aggravant de prédisposition. En effet, les racines soutirent par succion (mécanisme d'osmose) l'eau du sol. Cette succion crée un gradient de la teneur en eau du sol, qui peut se traduire par un tassement localisé du sol autour de l'arbre. Si la distance au bâtiment n'est pas suffisante, cela entraînera des désordres dans les fondations. On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois ou une fois et demie sa hauteur, mais ceci est variable selon les espèces arborées.

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 peuvent avoir une influence jusqu'à 4 voire 5 m de profondeur. Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a, de ce fait, davantage besoin d'eau.

Ainsi, on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été (Habib, 1992). En France, les arbres considérés comme les plus sujets à influencer sur les phénomènes de retrait seraient les chênes, les peupliers, les saules, les cyprès et les cèdres. Des massifs de buissons ou d'arbustes situés près des façades (et notamment la vigne vierge) peuvent cependant aussi causer des dégâts.

### **2.1.1.5. Défauts de construction**

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

L'examen de dossiers d'expertises réalisées dans le département de la Moselle confirme que de nombreuses maisons déclarées sinistrées présentent des défauts de conception ou de réalisation des fondations (souvent trop superficielles, hétérogènes ou fondées dans des niveaux différents) et il est probable que des fondations réalisées dans les règles de l'art auraient pu, dans de tels cas, suffire à limiter fortement, voire à éviter l'apparition de ces désordres. Cependant, l'examen des dossiers de sinistres montre que des constructions fondées sur semelles ancrées à plus de 0,80 m d'épaisseur ont aussi été affectées par le phénomène, en particulier lorsque des arbres sont plantés trop près des bâtiments. Par ailleurs, il est à noter que les désordres ne se limitent pas aux maisons récentes, mais concernent aussi des bâtiments anciens qui semblaient avoir été épargnés jusque là.

### **2.1.2. Facteurs de déclenchement**

#### **2.1.2.1. Phénomènes climatiques**

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

Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapotranspiration. En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contrôlent en effet les variations de teneur en eau dans la tranche superficielle des sols. 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 certaines stations météorologiques mais sa répartition spatiale est difficile à appréhender 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 (Vincent *et al.*, 2007). 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 évaporation 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. Un autre paramètre difficile à estimer de façon systématique est le volume d'eau transféré de la zone non saturée à la nappe phréatique, ainsi que le rythme de ce transfert.

### **2.1.2.2. Facteurs anthropiques**

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

Inversement, une fuite dans un réseau enterré ou une infiltration des eaux pluviales en pied de façade peut entraîner un mouvement consécutif à un gonflement des argiles. Ainsi, il convient de signaler que des fuites de canalisations enterrées, souvent consécutives à un défaut de conception et/ou de réalisation au niveau des raccordement avec le bâti, constituent une source fréquente de sinistre. Une étude statistique récente (Vincent *et al.*, 2006) conduite par le bureau d'études CEBTP-Solen à partir d'un échantillon de 994 maisons sinistrées a ainsi montré que ce facteur pouvait être mis en cause dans près d'un tiers des cas étudiés.

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

## **2.2. MÉTHODOLOGIE**

La méthodologie de cartographie de l'aléa développée par le BRGM a été mise au point à partir d'études similaires menées d'abord dans le département des Alpes de Haute-Provence (Chassagneux *et al.*, 1995 ; Chassagneux *et al.*, 1996) et des Deux-Sèvres (Vincent *et al.*, 1998), puis dans l'Essonne (Prian *et al.*, 2000) et en Seine-Saint-Denis (Donsimoni *et al.*, 2001). Elle a été validée par le Ministère de l'écologie (actuel MEEDDAT) et est désormais appliquée dans le cadre d'un programme qui permettra d'obtenir des résultats homogènes au niveau national. En ce qui concerne la région Lorraine, la cartographie du département de Meurthe-et-Moselle

a été réalisée en 2005-06 (Barchi *et al.*, 2006) et a fait l'objet d'un porté à connaissance auprès des communes du département courant 2008. Celle de la Meuse a été achevée en juillet 2008 (Zornette *et al.*, 2008) et est en cours de validation. Celle des Vosges est en instance de réalisation et devrait être disponible courant 2009.

### **2.2.1. Cartographie des formations argileuses ou marneuses**

La cartographie des formations argileuses et marneuses du département a été réalisée à partir des cartes géologiques du BRGM et des coupes de forage de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) gérée par le BRGM, complétées et actualisées par quelques données ponctuelles issues des rapports d'expertise de sinistres. Cette cartographie a été réalisée à l'échelle 1/50 000 (qui correspond donc à l'échelle de validité de la donnée brute), numérisée, puis synthétisée et présentée hors texte à l'échelle 1/150 000.

La première étape a consisté à cartographier toutes les formations argileuses ou 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. Des regroupements ont été réalisés dans une seconde étape, en considérant que des natures lithologiques voisines laissaient supposer des comportements semblables vis à vis du phénomène de retrait-gonflement. Cela a permis d'aboutir à la carte départementale synthétique des formations argileuses au sens large.

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

L'étude des formations argileuses retenues a amené à qualifier, pour chacune d'entre elles, la proportion de matériau argileux présent dans la formation, ce qui constitue sa caractérisation lithologique.

L'analyse des notices des cartes géologiques, complétée par une revue bibliographique, a permis de définir les caractéristiques minéralogiques des formations retenues, et en particulier de répertorier la présence et la proportion des minéraux gonflants (smectites, interstratifiés...) dans la fraction argileuse.

La caractérisation du comportement géotechnique des formations argileuses du département a été essentiellement établie sur la base du dépouillement et de la synthèse des nombreux rapports d'expertise de sinistres réalisés par différents bureaux d'études.

Pour des formations géologiques qui s'étendent au delà du département et pour lesquelles les données sont rares, nous avons repris les caractéristiques recueillies à l'occasion de l'étude effectuée dans le département voisin de Meurthe-et-Moselle.

### **2.2.3. Examen des autres facteurs de prédisposition et 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 météorologiques et de la répartition spatiale des déficits pluviométriques n'est pas apparue non plus comme un élément discriminant à l'échelle du département. Ce critère n'a donc pas été pris en compte dans l'élaboration de la carte de susceptibilité.

Le contexte hydrogéologique a fait l'objet d'une analyse spécifique sur la base d'éléments issus des notices de cartes géologiques et de rapports du BRGM sur le sujet. L'influence des nappes est cependant difficile à mettre en évidence à une échelle départementale dans la mesure où elle dépend souvent de conditions très locales. C'est pourquoi, ce critère n'a pas non plus été retenu dans l'élaboration de la carte de susceptibilité.

Enfin, le facteur géomorphologique n'a pas été non plus pris en compte dans la cartographie, même s'il s'agit d'un élément pouvant conditionner la survenance d'un sinistre, dans la mesure où des défauts de réalisation et de conception de fondations sont plus fréquents sur des terrains en pente et s'ajoutent à de fortes variations de teneur en eau entre l'aval et l'amont de la construction. Ainsi, il a été jugé préférable d'établir la cartographie en partant des contours des formations lithologiques plutôt que de se baser sur un découpage en unités géomorphologiques homogènes.

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

La carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement en notant chacune des formations argileuses et marneuses du département, après évaluation du degré de sensibilité de ces formations. Les critères utilisés pour établir cette hiérarchisation sont les caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique de ces formations. Pour ce faire, certains bureaux d'études, maîtres d'œuvres, assureurs, experts et unités d'enseignement en géologie nous ont laissé un accès à leurs données géotechniques et minéralogiques. Cette recherche de donnée a été complétée par des prélèvements de terrain analysés ensuite en laboratoire.

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

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

Pour ce faire, un recensement des sinistres liés à la sécheresse a été effectué auprès des 730 communes de Moselle, et plus particulièrement sur les 194 communes du département qui avaient été concernées par au moins un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre des *"mouvements de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols"*, pris entre octobre 1992 et juin 2008.

Ces données ont été complétées en premier lieu par l'ensemble des dossiers archivés en Préfecture, au Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de Protection Civile (SIRACEDPC). De plus, les dossiers conservés par

la Caisse Centrale de Réassurance, certaines mutuelles d'assurance et plusieurs bureaux d'études ont pu être consultés et exploités. Après élimination des doublons (sinistres récurrents sur un même site ou données identiques issues de sources différentes), ce sont 2 564 sites de sinistres qui ont été recensés dont 2 546 ont pu être localisés avec précision (sur cartes topographiques de l'IGN à l'échelle 1/25 000). Ils sont répartis sur 239 communes (dont 188 des 194 qui avaient fait l'objet d'une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle à la date de l'enquête) et l'échantillon peut donc être considéré comme représentatif de l'occurrence spatiale du phénomène dans le département de la Moselle.

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

Pour chacun des sinistres recensés, la nature de la formation géologique affectée a été déterminée par superposition avec la carte des formations argileuses et marneuses du département. Ceci a permis de déterminer le nombre de sinistres recensés pour chacune des formations géologiques susceptibles et, par suite, de calculer une densité de sinistres par formation (en pondérant par la surface d'affleurement de chacune des formations, afin d'obtenir des chiffres comparables entre eux).

Dans un souci de rigueur et étant donnée la grande diversité du taux d'urbanisation d'un point à un autre du département, il est apparu nécessaire, conformément à la méthodologie adoptée au niveau national, de pondérer ces densités de sinistres par le taux d'urbanisation de chacune des formations géologiques. Ce taux a été calculé après numérisation du contour des zones urbanisées du département (à partir des cartes topographiques de l'IGN à l'échelle 1/25 000).

Ainsi, une hiérarchisation des formations géologiques argileuses et marneuses a été réalisée en fonction du taux de sinistralité ramené à 100 km<sup>2</sup> de formation géologique réellement urbanisée.

### **2.2.7. Carte d'aléa**

La carte départementale d'aléa a été établie à partir des contours de la carte de synthèse des formations argileuses ou marneuses : le niveau d'aléa vis à vis du phénomène de retrait-gonflement a été défini en croisant, pour chaque formation, la note de susceptibilité et la densité de sinistres ramenée à 100 km<sup>2</sup> de formation urbanisée, en donnant toutefois un poids deux fois plus important à la susceptibilité. La carte obtenue est numérisée et son échelle de validité est le 1/50 000.



### 3. Présentation du département de Moselle

Correspondant à la partie du territoire lorrain annexé à l'Allemagne en 1871, le département de la Moselle – dont le chef lieu est Metz – fut créé et rattaché administrativement à la région Lorraine au cours de l'année 1919. Il regroupe certains territoires de l'ancien département de la Moselle ainsi que de l'ancien département de la Meurthe, et doit son nom à la principale rivière qui le traverse (illustration 2). Sa superficie de 6 261 km<sup>2</sup> le place au trente-cinquième rang des départements français.

Le département comprend 730 communes, regroupées en 51 cantons et 9 arrondissements. Cinq communes comptent plus de 20 000 habitants. La population de la Moselle (1 023 447 habitants, ce qui en fait le vingtième département pour le poids démographique, avec une densité moyenne de 165 habitants/km<sup>2</sup>, soit 1,75 fois la moyenne nationale) est inégalement répartie dans l'espace en raison de l'importance du tissu urbain qui se concentre essentiellement dans les vallées de la Moselle et de la Sarre. De par sa situation géographique, au nord-est de la Lorraine, et ses frontières communes avec le Luxembourg et l'Allemagne, la Moselle jouit d'une situation privilégiée au sein de l'espace européen.

#### 3.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

Le département de la Moselle, situé en bordure orientale du bassin parisien, offre un paysage contrasté. Il est principalement constitué par le plateau lorrain, vaste étendue au relief peu accentué et entaillé de petites vallées, encadré par les anciens massifs à l'est (Hunsrück, Vosges) et par la vallée de la Moselle à l'ouest (illustration 3).

Le développement industriel (sidérurgie, houille) a donné naissance à de nombreuses villes d'importance moyenne (Forbach, Thionville...). Cependant, l'aire urbaine de Metz reste le noyau d'urbanisation du département, avec 439 000 habitants<sup>1</sup>, et concentre également les industries, services et voies de communication.

Le Pays-Haut minier : Le nord-est du département fait partie d'un large plateau calcaire boisé, creusé de nombreux vallons abrupts et sinueux, dont d'altitude moyenne est de 400 m. Ce plateau intègre aussi le nord du département de Meurthe-et-Moselle. Le Pays-Haut est délimité à l'ouest par la plaine de la Woëvre (Meuse), à l'est par la vallée de la Moselle qu'il domine, au nord par la Belgique et le Luxembourg, et enfin au sud par la vallée du Rupt de Mad. Loin d'être uniforme, le Pays Haut présente deux types de paysages :

- Le plateau minier et agricole : le Pays-Haut a conservé une importante activité agricole malgré le développement, depuis plus d'un siècle, de l'activité minière (bassin ferrifère lorrain). L'industrie sidérurgique – qui a occupé une large partie de la population – a transformé le paysage des vallées étroites et boisées dans lesquelles elle s'était implantée.

---

<sup>1</sup> INSEE, RPG 99

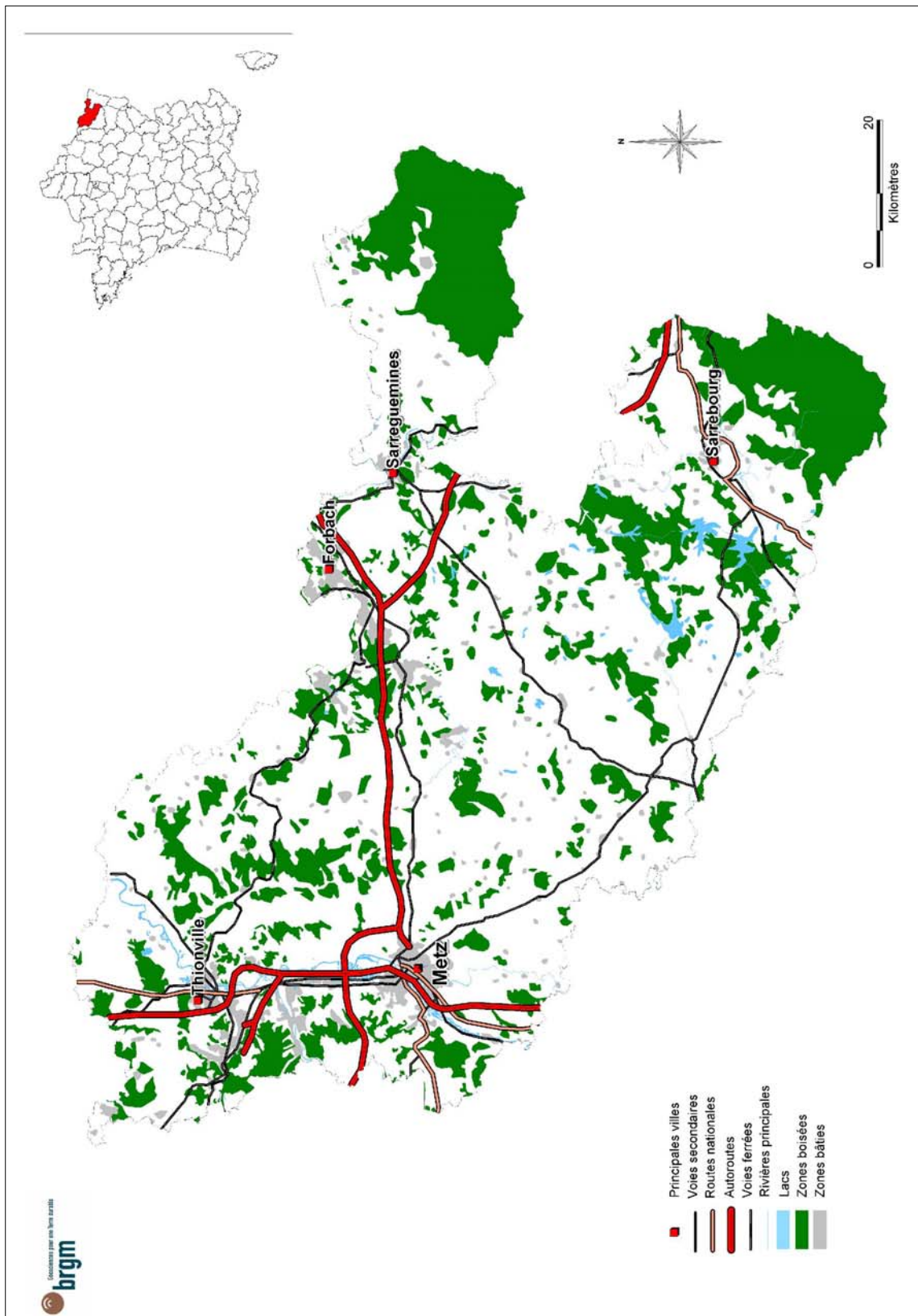


Illustration 2 – Carte de présentation du département de la Moselle (données BD Carto IGN)

- Un paysage de friches industrielles (usines désaffectées, citées ouvrières) qui se multiplient tant dans la vallée de la Fensch (Fameck, Uckange...) que dans celle de l'Orne (Rombas, Gandrange...), stigmates de la crise profonde que traversent ces vallées à la suite de la disparition des activités sidérurgiques.

Le sillon mosellan : de direction principale sud-nord, depuis le sud de Nancy jusqu'à la frontière germano-luxembourgeoise au nord, il constitue, par sa continuité physique, économique et son flux de communications, l'épine dorsale de la région Lorraine. L'urbanisation et le développement économique se sont concentrés principalement sur sa rive gauche, formant aujourd'hui une métropole d'un million d'habitants. La rive droite reste en grande partie rurale, à l'exception du pôle industriel d'Ennery.

Les côtes bordant la rive gauche du fleuve sont entaillées par les vallées boisées des nombreux affluents de la Moselle. C'est de là que - depuis l'ère préhistorique - était extrait le minerai de fer. La conjonction de sols fertiles et de conditions climatiques propices, liées à l'orientation du relief, a créé un paysage particulier de vergers et de villages de "côtes". Au nord du département, dans le val de Sierck, la Moselle s'encaisse dans le massif schisteux rhénan, et ses coteaux sont recouverts de vignes.

Le plateau lorrain : C'est un paysage aux larges ondulations tirant leurs origines de l'alternance de couches résistantes calcaires et d'autres moins résistantes, marnes et argiles. Ces couches sont relevées à l'est et en pente douce vers l'ouest. A l'écart des grands axes de communication, ce plateau est resté agricole (culture céréalière et élevage bovin). La région est rurale, on y retrouve de nombreux petits villages typiques de la Lorraine, appelés villages-rues.

Le plateau est drainé par quelques cours d'eau sinueux, tous affluents de la Moselle, les principaux étant la Seille, la Nied ainsi que la Canner. La partie la plus orientale du plateau est un secteur humide qui abrite étangs, forêts et prairies, et présente une réelle richesse écologique. On y trouve également les affleurements et exploitations de sel abondants dans le Saulnois, comme le rappelle la toponymie (Château-Salins, Marsal).

La dépression de la Warndt : Au nord-est du département, la dépression de la Warndt donne à la fois son nom à sa forme géologique particulière (demi-boutonnière) ainsi qu'au massif forestier qui la recouvre. Un long talus sépare clairement le plateau lorrain calcaire de cette cuvette gréseuse.

Située au cœur du bassin sarro-lorrain, cette région a été marquée par l'exploitation du charbon, durant deux siècles, qui a laissé des marques profondes dans le paysage fortement urbanisé et industrialisé (Stiring-Wendel, Freyming-Merlebach, Forbach).

Les Basses Vosges mosellanes : Elles sont composées d'une multitude de vallons qui les individualisent du reste du paysage. Les altitudes varient entre 400 et 450 m, mais se relèvent vers le sud (1 008 m au Donon). Le manteau forestier est très dense (forêt de Hanau) dans les Basses Vosges mosellanes mais laisse apparaître la couverture gréseuse de l'ancien massif, notamment sur les pentes où les éboulis tapissent le sol. C'est un territoire rural où les anciennes activités (scieries, verreries...) ont cédé la place à un tourisme vert.

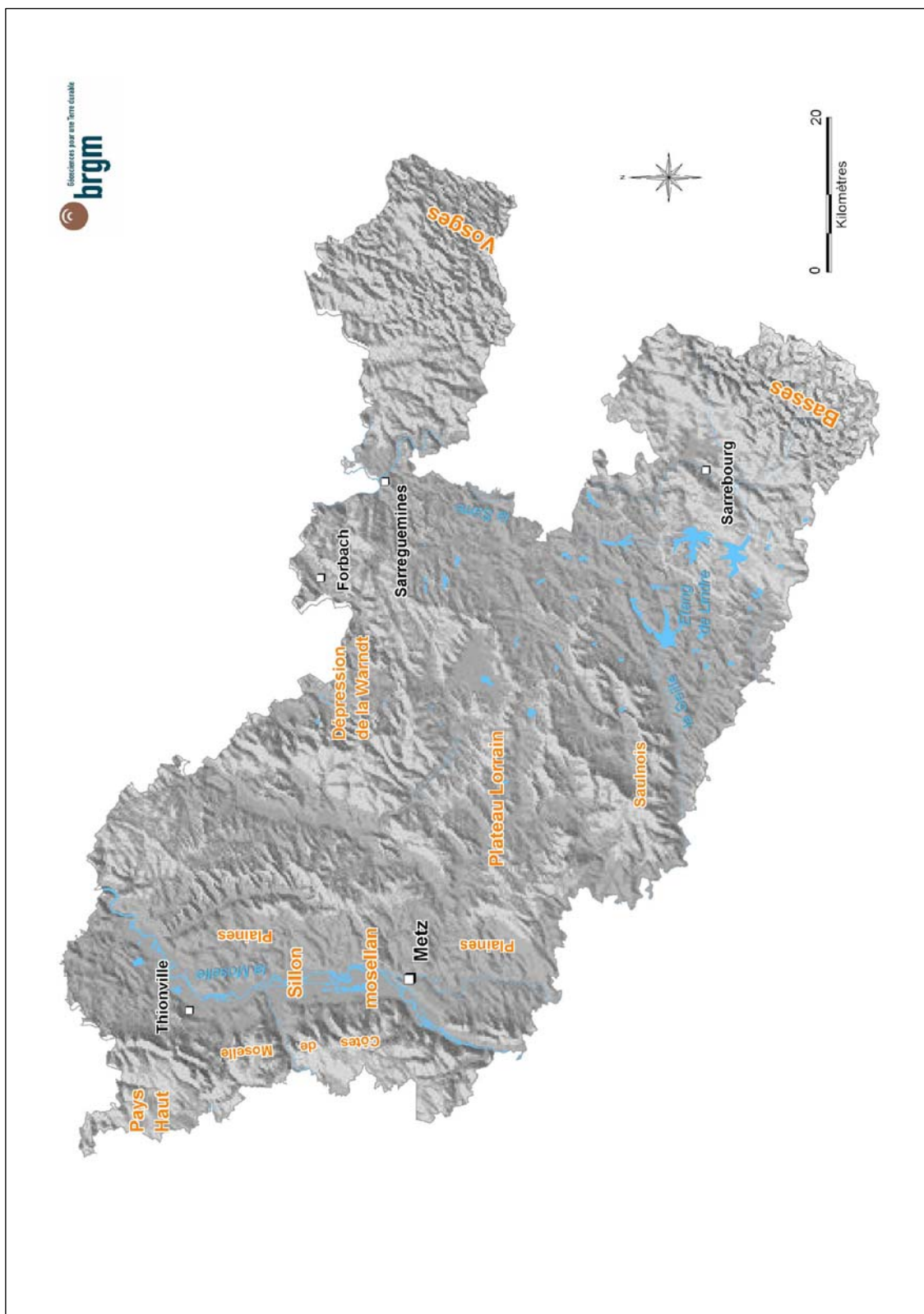


Illustration 3 – Géomorphologie du département de la Moselle (d'après le Modèle Numérique de Terrain de l'IGN)

Les principaux cours d'eau drainant le département de la Moselle sont les suivants :

#### **- La Moselle**

Elle prend sa source dans le massif des Vosges sur la commune de Bussang, à une altitude de 731 m. Affluent du fleuve Rhin, la Moselle draine un bassin versant de 11 479 km<sup>2</sup>. Lorsque celle-ci quitte le territoire français à Apach en Moselle, elle a parcouru près de 313 kilomètres. A la frontière française, le débit annuel moyen s'établit à 160 m<sup>3</sup>/seconde.

#### **- La Seille**

Au sortir de l'étang de Lindre, la Seille s'étend jusqu'à sa confluence avec la Moselle – à Metz – sur une longueur de 138 kilomètres. Son bassin versant est de 1 288 km<sup>2</sup>. Le débit moyen annuel de la Seille à Metz est de 9,81 m<sup>3</sup>/seconde. Les fluctuations saisonnières sont marquées et les débits mensuels moyens varient de 20 m<sup>3</sup>/seconde en hiver à 3 m<sup>3</sup>/seconde au mois d'août.

#### **- La Sarre**

La Sarre, affluent de la Moselle, prend sa source dans le massif des Vosges, au pied du Donon. Elle parcourt 223 kilomètres avant de quitter la France, à proximité de Sarreguemines. La superficie de son bassin versant sur le territoire français correspond à 3 807 km<sup>2</sup>. Lorsque la Sarre entre sur le territoire allemand, son débit annuel moyen est de 40,5 m<sup>3</sup>/seconde.

#### **- L'Orne**

Depuis sa source dans les côtes de Meuse à 350 m d'altitude, l'Orne traverse la Meuse et la Meurthe-et-Moselle avant de pénétrer en Moselle pour rejoindre le cours d'eau du même nom. Sa longueur atteint 91 km et la superficie de son bassin versant est de 1 268 km<sup>2</sup>. Le débit annuel moyen s'établit, à Rosselange, à 12,6 m<sup>3</sup>/seconde.

### **3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE**

Le département de la Moselle, de par sa position géographique, subit des influences continentales assez marquées, caractérisées par des hivers parfois rudes, des gelées tardives, des étés assez chauds et orageux, des automnes courts, et des précipitations abondantes. Ce climat est caractéristique des "climats océaniques dégradés à influence continentale sensible".

#### **3.2.1. La normale saisonnière**

Les saisons contrastées peuvent subir de rapides changements dus à l'orientation des vents dominants. Ainsi l'influence océanique apporte de longues périodes de précipitations, tandis que l'influence continentale peut engendrer de fortes amplitudes thermiques (descente d'air froid polaire provenant de l'anticyclone sibérien possible en hiver).

La température moyenne annuelle de la Moselle est de 10,3°C, avec des étés assez chauds (température moyenne de 19°C pour la période juillet-août) et des hivers froids (température moyenne de 2°C en janvier et 3°C en décembre et février).

En ce qui concerne la partie orientale du département (Pays de Bitche et partie vosgienne) de légères variations se font sentir avec des hivers un peu plus froids que dans la vallée de la Moselle et des orages sensiblement plus fréquents en été.

Le graphique (illustration 4) correspond aux enregistrements effectués sur la station météorologique de Metz-Aigny sur la période 1971 – 2000. Le climat ainsi caractérisé (précipitations et températures mini et maxi) est assez représentatif de celui de tout le département de Moselle.

### Normales de températures et de précipitations à Metz-Aigny

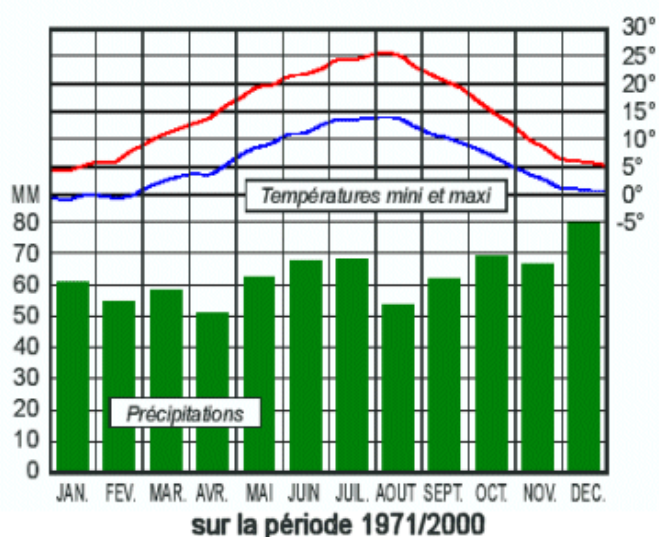


Illustration 4 – Précipitations et températures mini et maxi sur Metz-Aigny – période 1971/2000  
(Météo France)

### 3.2.2. La sécheresse de 2003

Lors de l'été 2003, la Moselle a connu la canicule à l'instar de nombreux autres départements français.

La période de sécheresse a commencé dès le mois d'avril avec des précipitations déficitaires de 30 % à 50 % par rapport aux normales saisonnières. Les températures élevées du mois de mai (supérieures à 25°C) ont confirmé cette tendance. Le mois de juin a, quant à lui, été le plus chaud enregistré sur les 58 dernières années à la station

de Metz-Aigny. Il a par ailleurs bénéficié d'un ensoleillement remarquable de 254 heures. En juillet, le déficit en termes de cumul des pluies a été d'autant plus grave que le nombre de jours avec des températures supérieures à 30°C a doublé par rapport à la normale, ce qui s'est traduit par des rendements agricoles catastrophiques. Des records absolus ont été atteints au mois d'août : 11 jours avec des températures supérieures à 35°C (la température maximale de 39,9°C a été enregistrée à Courcelles-Chaussy), des déficits pluviométriques de l'ordre de 40 % à 60 % sur l'ensemble du département, et un ensoleillement de 307 heures à Metz. Cette sécheresse s'est poursuivie en septembre, où le cumul des heures d'ensoleillement a été deux fois plus important que la moyenne mesurée sur les 60 dernières années. Ce n'est qu'au mois d'octobre que les précipitations ont retrouvé un solde excédentaire, avec une arrivée brusque de la fraîcheur se traduisant par une moyenne mensuelle des températures inférieures de 2°C à la normale.



## 4. Identification et cartographie des formations géologiques à dominante argilo-marneuse

### 4.1. DOCUMENTS ET MÉTHODOLOGIE UTILISÉS

L'objectif est de disposer d'une carte des formations géologiques à dominante argilo-marneuse du département de la Moselle, afin d'identifier les zones sensibles au retrait-gonflement.

La première étape a consisté à cartographier toutes les formations argilo-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. Des regroupements ont été réalisés dans une seconde étape, en considérant que des natures lithologiques voisines laissent supposer des comportements semblables vis à vis du phénomène de retrait-gonflement. Cela a permis d'aboutir à la carte départementale synthétique des formations argileuses au sens large.

#### 4.1.1. Documents utilisés

Cette cartographie a été réalisée à partir des cartes géologiques du BRGM à l'échelle 1/50 000<sup>1</sup> et de la carte départementale géologique harmonisée établie spécifiquement dans le cadre de la présente étude (J. Roger, 2007). Les cartes à 1/50 000, levées pour la plupart entre la fin des années cinquante et celle des années soixante-dix (la plus récente datant de 1989) avec une représentation répondant aux connaissances de l'époque, peuvent présenter localement des lacunes en ce qui concerne notamment les formations superficielles et leur fiabilité ponctuelle est parfois limitée. Elles ont été partiellement complétées par la consultation de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) gérée par le Service Géologique Régional (BRGM) ainsi que d'études effectuées dans le cadre de diagnostics de sinistres retrait-gonflement, même si toutes les données disponibles n'ont pu être intégrées en raison de leur nombre très élevé. Par ailleurs, l'analyse des publications scientifiques portant sur la zone d'étude a permis d'améliorer la connaissance de la lithologie et de la minéralogie des formations. Cette cartographie a été réalisée à l'échelle 1/50 000 (qui correspond donc à l'échelle de validité de la donnée brute), numérisée, puis synthétisée.

L'assemblage (illustration 5) des cartes géologiques comporte tout ou partie des 24 coupures suivantes : Longwy / Audun-Le-Roman (113), Thionville / Waldwisse (114), Briey (137), Uckange (138), Boulay-Moselle (139), Forbach (140), Chambley (163), Metz (164), Saint-Avoid (165), Sarreguemines (166), Bitche / Walsbronn (167), Lembach (168), Pont-à-Mousson (193), Nomeny (194), Château-Salins (195), Sarre-Union (196), Buxviller (197), Haguenau (198), Nancy (230), Parroy (231), Sarrebourg (232), Saverne (233), Cirey-sur-Vézouze (270), Molsheim (271).

La référence des cartes et notices est présentée en fin de bibliographie.

---

<sup>1</sup> Ces cartes constituent la partie essentielle des données de base prises en compte pour la réalisation de cette synthèse cartographique.

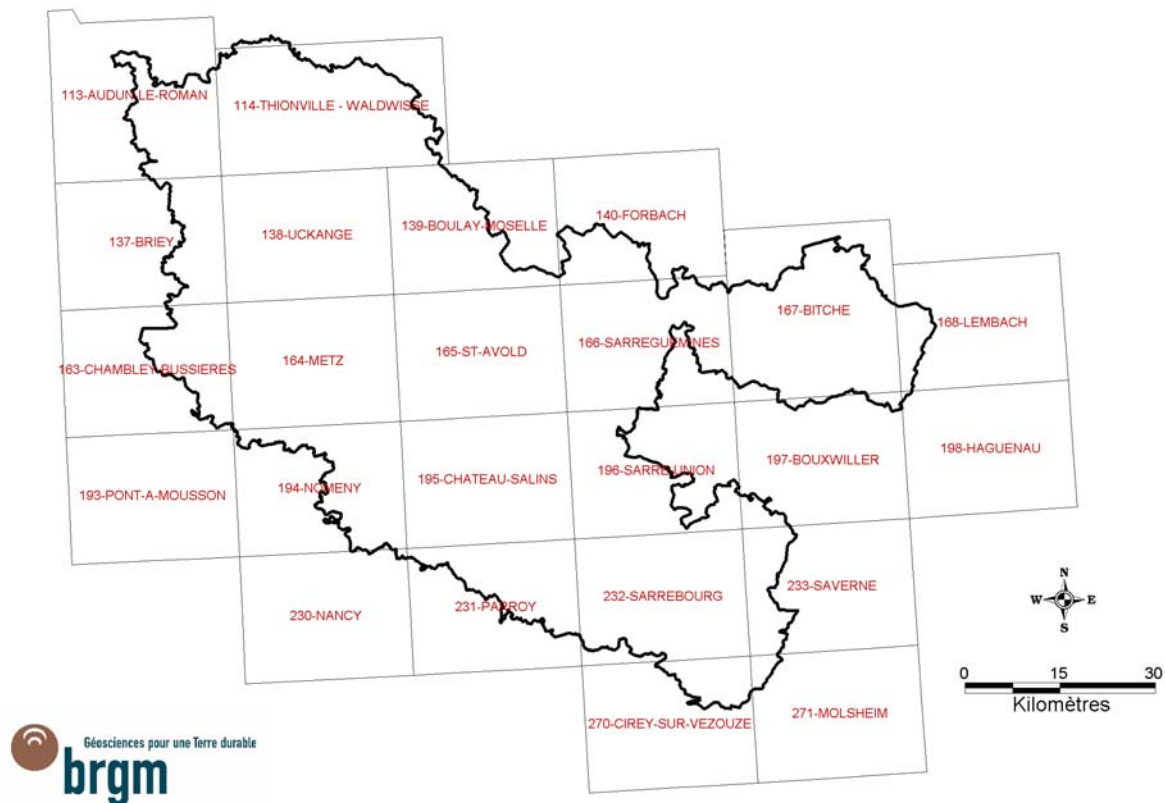


Illustration 5 – Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 de la Moselle

A partir des cartes géologiques à 1/50 000, nous avons identifié les formations argileuses et marneuses ainsi que toute formation pouvant renfermer des intercalations ou des lentilles argileuses et marneuses.

#### 4.1.2. Méthodologie d'établissement de la carte des formations argileuses au sens large

Une carte de ces différentes formations a été établie en homogénéisant et raccordant entre elles les 24 coupures géologiques à l'échelle 1/50 000. Elle sert de support à l'élaboration de la carte finale de l'aléa retrait-gonflement.

Dans certains cas, les argiles ou marnes constituent la majeure partie de la formation retenue. C'est par exemple le cas des *Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées* ou des *Argiles à Promicroceras* qui présentent un faciès argilo-marneux sur la quasi-totalité de leur épaisseur. Mais, dans la majorité des cas, les formations

géologiques argileuses ou marneuses du département de la Moselle sont très hétérogènes. Il peut s'agir :

- soit de formations intrinsèquement hétérogènes, qui sont constituées d'un mélange de différents matériaux dont des argiles ou des marnes, mais également des éléments plus grossiers (limons, sables, graves...). L'argile est soit mélangée avec les autres constituants, soit présente sous forme de niveaux individualisés, séparés les uns des autres par des lits intercalaires non argileux, répartis selon une séquence complexe et qui peut présenter des variations spatiales. Dans ces conditions, il n'est pas possible, à l'échelle départementale, de distinguer précisément les zones contenant de l'argile de celles où elle est totalement absente. L'ensemble de ces formations par nature hétérogènes a été considéré comme argileux ;
- soit de formations à la base très peu argileuses, mais qui, du fait de leur altération, présentent en de nombreux secteurs des faciès argileux, notamment dans les premiers mètres de sol (cas notamment des *Calcaires et Marnes à Gryphées*). Aussi, il a été décidé de considérer l'ensemble de ces formations comme argileuses, d'autant plus qu'elles ont occasionné un nombre de sinistres non négligeable.

L'hétérogénéité de ces formations est bien sûr prise en considération lors de la caractérisation de leur susceptibilité vis-à-vis du retrait-gonflement, notamment au travers de la note lithologique.

La carte des formations argileuses de la Moselle constitue finalement une représentation interprétée des zones potentiellement sujettes au phénomène de retrait-gonflement, en fonction des données actuellement disponibles au travers de la représentation cartographique des formations superficielles du département.

Dix-neuf formations sont ainsi retenues sur cette carte, présentée également en illustration hors-texte à l'échelle 1/150 000.

## 4.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Une carte géologique très simplifiée, extraite de la carte de France à l'échelle 1/1 000 000, résume cette présentation (illustration 6). L'histoire géologique de la région Lorraine correspond à celle de la bordure orientale du Bassin de Paris.

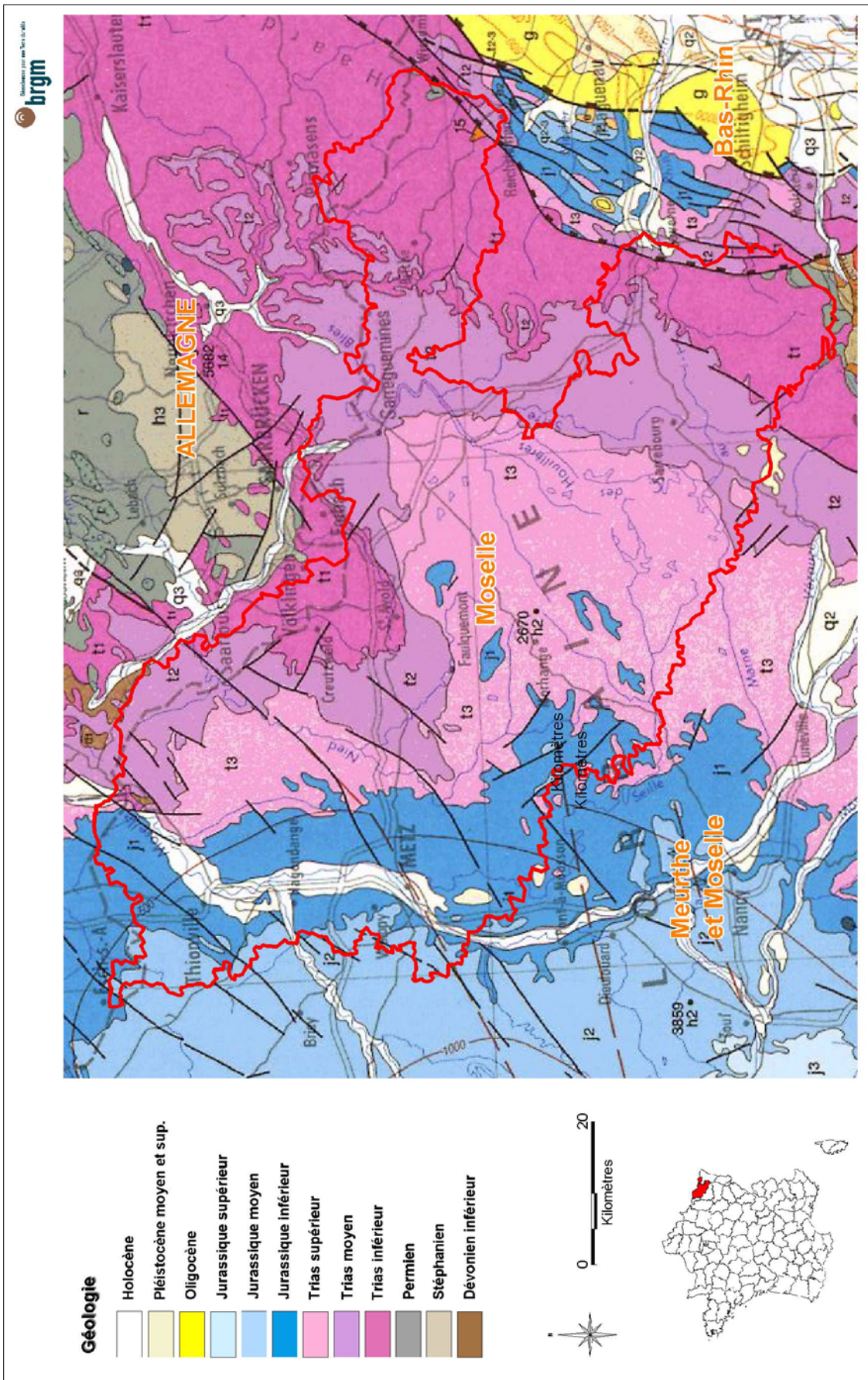


Illustration 6 – Extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000

Après l'orogénèse hercynienne, l'érosion qui se développe au début du Mésozoïque transforme la bordure orientale du futur bassin en une vaste dépression ceinturée de reliefs en cours de démantèlement.

Deux grands cycles sédimentaires vont alors se succéder :

- du Permien au Keuper,

- au Permien, sous climat de type tropical, les dépressions tectoniques sont comblées de formations détritiques, tandis que le Trias inférieur montre encore des faciès fluviaux auxquels succèdent les *Grès coquilliers* du Muschelkalk inférieur ;

- au Muschelkalk moyen et supérieur, la région est transgressée progressivement par la Mer germanique qui dépose d'abord des séries argilo-évaporitiques lagunaires, puis franchement marines, calcaires ;

- la Lettenkohle annonce la tendance de cette mer au confinement (dolomitisation) ;

- au Keuper, le confinement du domaine marin se poursuit en régime d'aridité renforcée (faciès argilo-évaporitique des *Marnes irisées*). Le tout est entrecoupé, surtout au Keuper moyen, de courtes périodes de variations climatiques qui se traduisent par des épisodes gréseux (*Grès à roseaux*, *Grès rhétiens* ou *infraliasiques*) ou dolomitiques (*Dolomie de Beaumont*) (Durand, 1972).

- pendant le Jurassique,

- au Lias, la Mer germanique progresse à nouveau vers l'ouest et réalise sa jonction avec d'autres domaines marins septentrionaux tandis que la subsidence du bassin océanique (futur Bassin de Paris) s'accroît. D'abord faible à l'Hettangien avec le faciès calcaire des *Calcaires à gryphées*, elle devient plus forte au Lotharingien (marnes et argilites à ammonites) et ne présente plus que de minces épisodes carbonatés (*Calcaire ocreux*, *Calcaire à bélemnites*). Au Pliensbachien et au Toarcien la tendance régressive est nette avec une sédimentation à dominante argileuse et gréseuse (*Argiles à Amaltheus*, *Grès médioliasiques*, *Schistes carton*, *Grès médioliasiques*, *Grès supraliasiques*) ;

- au Dogger, la région est à nouveau transgressée par pulsions successives. Une mer chaude venant du sud par le seuil morvano-vosgien instaure tout d'abord un régime complexe de plate-forme superficielle et de barrière à sédimentation essentiellement carbonatée, souvent récifale (*Calcaires à polypiers*), puis péri-récifale (*Oolithes miliaires*) qui devient franchement marine (*Marnes à Rynchonelles*, *Argiles de la Woëvre*). Les derniers dépôts émergés dans le secteur du département de la Moselle datent de la fin du Jurassique.

Alors que les dépôts sédimentaires d'âge triasique semblent à première vue épais et homogènes, ceux d'âge jurassique présentent de fortes variations latérales de faciès. Ainsi, une formation peut-elle être représentée ponctuellement par une dominante marno-argileuse et latéralement à courte distance par une dominante calcaire oolithique.

L'évolution est ensuite strictement continentale, avec la mise en place de la grande surface d'érosion du Cénozoïque Tertiaire, l'installation du réseau hydrographique en

liaison avec les mouvements épirogéniques (soulèvement des Vosges, subsidence du centre du bassin, effondrement du Fossé rhénan), puis le dégagement du modelé actuel (phases périglaciaires et inter-périglaciaires du Cénozoïque Quaternaire).

Toute la tectonique du revêtement sédimentaire de la Lorraine est étroitement tributaire de son soubassement ancien. Deux accidents prennent en particulier une importance de premier plan. La faille de Metz qui marque en profondeur la limite septentrionale du bassin houiller lorrain, et la faille de Vittel, plus remarquable par sa longueur que par ses rejets toujours modestes, puisqu'elle se prolonge vers l'ouest jusqu'au Pays de Bray et vers l'est à travers les Vosges et le Fossé alsacien, jusqu'au nord de la Forêt Noire.

### **4.3. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES AU SENS LARGE**

Ce chapitre dresse l'inventaire des formations géologiques argileuses *s. l.* du département de la Moselle retenues dans le cadre de cette étude (illustration 7). Une brève description en est présentée, basée principalement sur les notices des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000, ainsi que sur la Synthèse Géologique du Bassin de Paris (Mégnyen, 1980) pour ce qui concerne spécifiquement la Lorraine.

Les formations sont décrites depuis les plus récentes jusqu'aux plus anciennes.

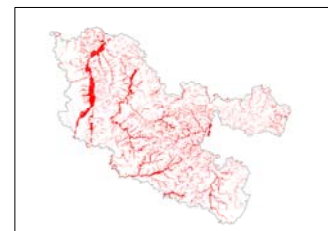
#### **4.3.1. Formations superficielles du Quaternaire**

Ces formations quaternaires se présentent en général sous forme soit de lambeaux localisés, soit d'une véritable couverture dont l'épaisseur peut varier de quelques décimètres à plusieurs mètres. Elles peuvent ainsi ne pas être représentées sur les cartes géologiques. En effet, une carte géologique est une représentation interprétative correspondant à des critères de choix du ou des auteurs en fonction des attentes de la communauté scientifique à l'époque de la réalisation de la carte.

De plus, l'échelle du 1/50 000 est souvent mal adaptée à la représentation de plaquages superficiels de faible extension, constitués d'argiles d'altération qui peuvent s'exprimer sous différentes formes : poche d'argile, karst, zone fracturée, lentille de colluvions, etc.

Toutefois, l'importance du débit de la Moselle a créé une large zone d'épanchement d'alluvions de part et d'autre du cours d'eau, avec un système de terrasses pouvant être très larges selon les endroits, ainsi qu'un lit majeur relativement bien marqué.

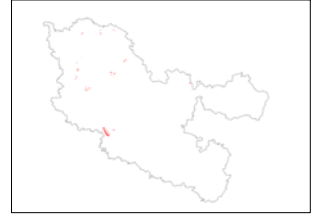
##### **4.3.1.1. Alluvions fluviales récentes à actuelles, Holocène [Fz]**



Ces alluvions constituent une couverture de matériaux généralement fins et présentent des éléments issus des différents termes des étages érodés : Bajocien, Bathonien, Toarcién. Ailleurs, la tendance argileuse, toujours

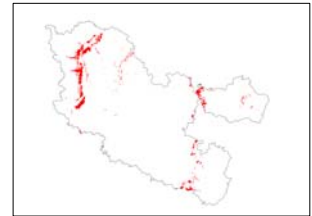
présente, peut être plus forte. Localement, de la tourbe peut exister. Les alluvions récentes se rencontrent dans les vallées alluviales des principaux cours d'eau qui traversent le département.

**4.3.1.2. Dépôts de versants : éboulis, colluvions, Holocène [E/GP]**



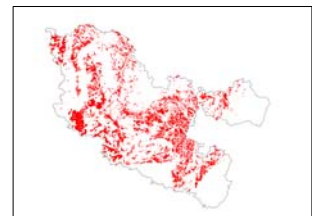
D'épaisseur variable, ces formations sont fréquentes sur le front de côte bajocienne et masquent la plus grande partie des couches du Lias. Elles sont essentiellement constituées de blocs ou de fragments calcaires anguleux enrobés dans une matrice argilo-limoneuse provenant de l'altération des calcaires. Elles sont formées de colluvions (processus de gélifraction ou de solifluxion) et d'éboulis désordonnés (mis en place par gravité) ou ordonnés (éléments plus fins, à litage sensiblement parallèle à la pente), ces derniers étant localement dénommés « grouines ».

**4.3.1.3. Alluvions anciennes, Pléistocène [Fy-P]**



La partie supérieure de cette formation est constituée de limons sablo-argileux dont l'épaisseur est souvent plurimétrique ; la partie inférieure est composée de sables et graviers. Les alluvions anciennes se répartissent en terrasses principalement de part et d'autre des plaines alluviales de la Moselle et de la Sarre.

**4.3.1.4. Limons des plateaux et ferricrètes [LP/LP-Fe]**



Les loëss typiques sont rares en Lorraine. Les quelques placages loëssiques sont des sédiments éoliens, appelés à tort limons, brun à beige clair, très homogènes et bien moins argileux que les limons d'altération. Leur épaisseur ne dépasse guère 2 mètres.

Sur certains plateaux et versants en pente douce, il est possible d'observer des couvertures de limons argileux brun-beige à brun-gris. Les affleurements étant rares, il est difficile de distinguer les loëss des limons d'altération. Ces derniers masquent largement les différentes couches du Trias et du Jurassique, et sont constitués de 50 à 70 % de limons et d'argile, la fraction sableuse étant généralement inférieure à 10 %. Dans la plupart des cas, le passage au substratum altéré est progressif.

Sur le plateau bajocien, ils sont très souvent associés à du minerai de fer en grains, dit de fer fort, dans les fentes karstiques (ferricrètes).

### 4.3.2. Formations du Jurassique

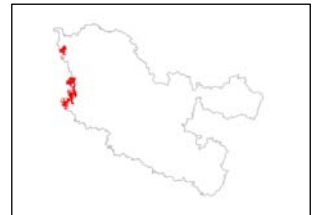
#### 4.3.2.1. *Marnes à rhynchonelles, Bathonien moyen à supérieur [j3b]*

Les *Marnes à rhynchonelles* constituent une formation essentiellement marno-argileuse, caractérisée par l'abondance des brachiopodes (Rhynchonelles). Elles sont couronnées par les *Caillasses à Anabacia*, complexe de moins de 10 mètres d'épaisseur de calcaires et marno-calcaires, aquifères. Cette couche n'affleure que dans l'extrême partie occidentale du département de Moselle.



#### 4.3.2.2. *Marnes du Jarnisy et de Gravelotte, Bajocien supérieur [j2b2]*

En raison des fortes variations latérales de faciès, ce complexe est localement représenté par des calcaires oolithiques, des marnes très calcaires ou des marnes très argileuses. Les *Marnes du Jarnisy* n'apparaissent qu'en bordure occidentale du département. Leur faciès est très argileux. Elles présentent de rares intercalaires calcaires.



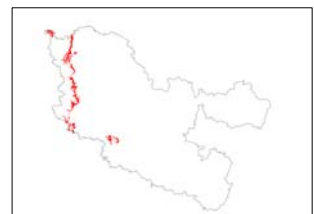
#### 4.3.2.3. *Marnes de Charences, Bajocien inférieur [j2a]*

Les *Marnes de Charences* reposent par un contact franc sur la *Formation ferrugineuse (Minette de Lorraine)*. Elles marquent l'apparition d'une sédimentation détritique fine, essentiellement argilo-sableuse et micacée. Cette accumulation monotone, pauvre en macrofaune, ne présente que de rares bancs décimétriques de biocalcarénites gréseuses et quelques niveaux conglomératiques à galets aplatis d'un calcaire fin gréseux gris enrobé d'une patine ferrugineuse. Il faut noter un changement de faciès dans cette couche qui marque la base du Bajocien. Les marnes disparaissent en effet au sud de la faille de Metz, et laissent la place uniquement à des calcaires sableux et calcaires à entroques (calcaires d'Ottange et calcaires de Haut Pont). Seule la partie de la couche située au nord de la faille de Metz a donc été prise en compte comme présentant une composante argileuse significative.



#### 4.3.2.4. *Schistes carton, Marnes à septaria et Grès supraliasiques, Toarcien [I4]*

Les *Schistes carton* sont des shales très finement feuilletés, gris-noirâtre, pyriteux et bitumineux ; la matrice noire est constituée d'argiles et de matière organique. Les épaisseurs varient de 5-10 mètres à 25 mètres en général, les plus fortes étant en Lorraine du Nord. A l'état sain, ils sont très compacts. A l'état altéré, ils deviennent très friables et se transforment rapidement en argile plastique où subsistent quelques nodules résiduels. Cette altération provoque des problèmes de stabilité de pentes et des désordres causés par le gonflement (Rakotondratsima, 1995 ; Montjoie et Schroeder, 2007).



La première phase d'altération par fissuration provoque des gonflements indépendants de la présence des minéraux argileux. Les fissurations par rupture de liens inter particules sont dues aux pressions capillaires et se produisent lorsque la valeur de succion appliquée dépasse celle de la pression d'entrée d'air du matériau. Ce phénomène, mis en évidence lors de la dessiccation du matériau, prend toute son ampleur lors du retour à l'état d'équilibre ultérieur.

La deuxième phase d'altération est due à des transformations minéralogiques. L'oxydation de la pyrite en est la principale ; la production d'acide sulfurique et de sulfates de fer ferriques provoque l'attaque d'autres minéraux pour former du gypse, de la jarosite et de la goethite. Ceci provoque à nouveau un gonflement et une dégradation du matériau.

Les *Marnes à septaria* sont des argilites sableuses micacées à nodules calcaires de type septaria, dont l'épaisseur varie de 40 à 60 mètres dans toute la Lorraine.

Les *Grès supraliasiques* sont composés soit de grès argilo-micacés, soit de calcaire sableux, soit de marnes gréseuses micacées (psammitiques parfois). L'épaisseur est d'une dizaine de mètres en Lorraine centrale.

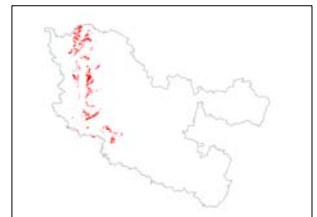
#### **4.3.2.5. Grès médioliasiques, Domérien supérieur [I3c]**

En Lorraine centrale, les *Grès médioliasiques* sont constitués de siltites argileuses calcaires alternant avec des bancs plus ou moins distincts de marnes silteuses. En Moselle, les faciès sont constitués de grès et de marnes sableuses (cartes géologique d'Uckange et Thionville à 1/50 000). L'épaisseur moyenne est de 10 à 15 mètres.



#### **4.3.2.6. Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées, Carixien à Domérien inférieur [I3a-b]**

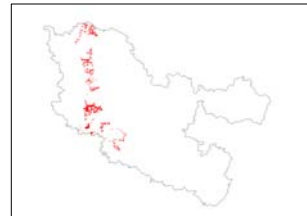
La puissante série des *Marnes à Amalthées* du Domérien inférieur correspond à un grès argileux, micacé, à passées calcareuses, et à des marnes sableuses, relativement dures et de couleur gris-bleuâtre, s'altérant en brun-roux. Elle est bien représentée, en particulier au pied de la cuesta correspondant à la côte de Moselle. Son épaisseur, comprise en moyenne entre 80 et 100 mètres dans la zone d'affleurement, fluctue très sensiblement (100 m à Metz, 180 m à Thionville, 30 m vers Delme).



En dessous, les *Marnes à Zeilleria numismalis* schistoïdes présentent localement de minces bancs lenticulaires carbonatés. L'épaisseur de cette couche est variable (1 à 13 mètres) et cette formation peut localement disparaître.

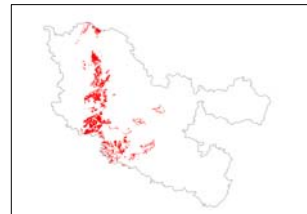
#### **4.3.2.7. Argiles à *Promicroceras*, Lotharingien [I2b1]**

Les *Argiles à Promicroceras* sont des argilites feuilletées gris-bleu, parfois sableuses, finement micacées, à nodules calcaires souvent phosphatés. La puissance de la formation atteint une cinquantaine de mètres vers Thionville (Moselle) alors qu'elle se réduit à une trentaine en Lorraine centrale. Les affleurements sont rares et souvent temporaires.



#### **4.3.2.8. Calcaire et Marnes à gryphées, Hettangien-Sinémurien [I1-2a]**

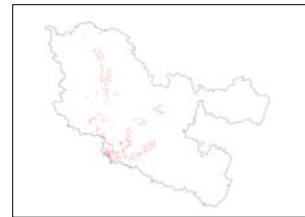
Le *Calcaire à gryphées* correspond en Lorraine à une alternance monotone souvent décimétrique de calcaires et de marnes gris-bleus. Les faciès sont de plus en plus marneux du sud vers le nord de la Lorraine avec toutefois une importante intercalation gréseuse au nord d'Hettange (Moselle). L'épaisseur des interbanco marno-argileux est généralement inférieure à 50 centimètres, mais en Lorraine septentrionale, elle peut parfois atteindre 2 mètres. Des passées feuilletées bitumineuses ont été localement observées. L'épaisseur globale de la formation varie fortement de quelques mètres à près de 40 mètres.



### **4.3.3. Formations du Trias**

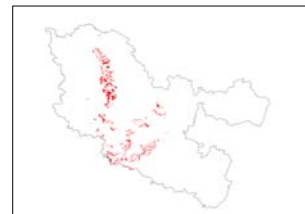
#### **4.3.3.1. Argilites rouges de Levallois, Rhétien supérieur [t7b]**

Argilites rouges lie-de-vin, d'une puissance moyenne de 4 à 10 m en Lorraine centrale, pratiquement azoïques, onctueuses au toucher, souvent feuilletées, elles constituent un ensemble homogène. Bien que les coupes de bonne qualité soient très rares, leur faciès caractéristique fait de ces argilites un niveau repère cartographique remarquable sur toute la Lorraine.

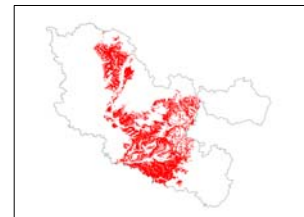


#### **4.3.3.2. Grès infraliasiques, Rhétien inférieur [t7a]**

Les *Grès infraliasiques* présentent deux lithofaciès principaux, des grès fins à stratifications obliques et des argilites feuilletées noirâtres, silteuses, finement micacées. Les grès sont bien développés à la base, et constituent un banc massif pouvant dépasser les 15 mètres d'épaisseur. Ils sont surmontés par un niveau de conglomérat de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, au dessus duquel les argiles noires prédominent. En surface, les argiles s'effritent en petites paillettes, grasses au toucher, qui sont très caractéristiques de la formation. Localement le faciès argileux peut représenter jusqu'à plus de 50 % de la formation. La puissance des grès rhétiens est de 20 à 30 mètres en Lorraine centrale, et bien plus faible dans le nord et le sud. Il est à noter que les altérites formées aux dépens de ces matériaux sont sableuses, argilo-sableuses et argilo-limoneuses, leur puissance pouvant être supérieure à 2 mètres.



#### **4.3.3.3. Marnes irisées et Grès à roseaux, Keuper moyen et supérieur [t6b-c]**

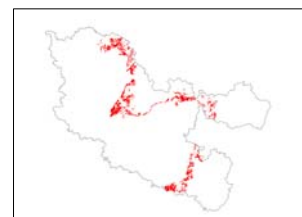


Le groupe des *Marnes irisées* comprend trois ensembles :

- les *Marnes irisées supérieures* (40 à 70 mètres) comprennent les *Argiles bariolées dolomitiques* au sommet ; puis les *Argiles de Chanville* à la base (10 à 20 mètres d'argilites uniformément rouges et aisément reconnaissables dans les labours) ;
- les *Marnes irisées moyennes* forment un ensemble de 30 à 40 mètres de puissance comprenant la *Dolomie de Beaumont*, les *Argiles bariolées intermédiaires* et le *Grès à roseaux*. Les *Grès à roseaux* sont des grès fins très argileux, micacés, à stratifications obliques et à nombreuses passées argileuses. Un niveau argileux de quelques mètres d'épaisseur, identique aux *Marnes irisées inférieures* sépare les grès de la dolomie massive ;
- les *Marnes irisées inférieures* (100 à 200 mètres d'épaisseur) constituent une accumulation d'argilites de couleurs variées fortement chargées de gypse et d'anhydrite.

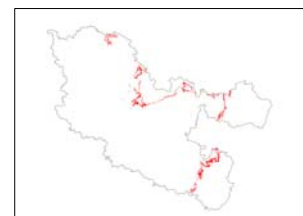
Bien que cartographiées séparément sur les feuilles à 1/50 000, ces trois formations ont été ici réunies.

#### **4.3.3.4. Dolomies marneuses et marnes bariolées, Lettenkohle et Keuper inférieur [t6a]**



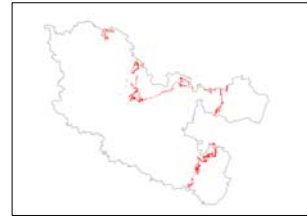
Les argiles de la Lettenkohle, aussi appelées *Marnes à plantes*, constituent une masse intercalée entre deux niveaux de dolomie. Le lithofaciès le plus fréquent est une argilite feuilletée vert-noirâtre, très pauvre en carbonates. Les argiles passent souvent vers le haut à des silts, parfois des grès fins, micacés, plus ou moins riches en débris végétaux ligniteux. L'épaisseur varie de 15 à 20 mètres en moyenne en Lorraine septentrionale à moins de 10 mètres vers les Vosges.

#### **4.3.3.5. Marno-calcaires à cératites, Muschelkalk supérieur**



Bien qu'à dominante calcaire, la couche à cératite se distingue par un développement important de bancs marneux. Ainsi, dans la partie supérieure de la couche, les niveaux de marne dépassent 1 mètre d'épaisseur. Les marnes sont grises ou gris-verdâtre par altération. On y trouve d'abondants spécimens qui représentent toutefois assez peu d'espèces. La puissance moyenne de cette alternance de bancs de calcaires et marnes est d'environ 50 mètres.

#### **4.3.3.6. Couches blanches, couches grises et couches rouges, Muschelkalk moyen [t4]**



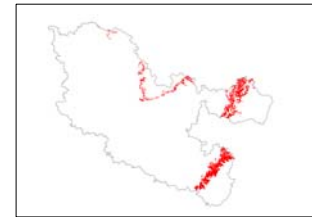
Les couches rouges, localement appelées *Argiles de Pexonne*, sont des argiles bariolées rouges (teinte dominante), vertes et grises, très finement micacées, et à imprégnations gypseuses.

Le passage aux couches grises se distingue par le changement de couleur très brutal lié à la variation de faciès. Les couches grises sont des marnes plus ou moins dolomitiques renfermant des niveaux salifères (gisements exploités), de l'anhydrite en bancs massifs et du gypse. Les puissances extrêmes varient de 10 à 80 mètres.

Les couches blanches sont des calcaires dolomitiques blanchâtres à passages caverneux, vacuolaires, à imprégnations de gypse ou d'anhydrite. La puissance moyenne est de 5 à 10 mètres.

L'épaisseur totale moyenne du Muschelkalk moyen est de 70 à 80 mètres. Cette formation est localisée sur la façade orientale du département.

#### **4.3.3.7. Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier, Muschelkalk inférieur [t3]**



Ensemble de couches plus ou moins marneuses, généralement silteuses, avec quelques intercalations gréseuses et dolomitiques, les *Marnes à Myacites* sont intermédiaires entre le *Grès coquillier* et les faciès franchement dolomitiques de la partie supérieure du Muschelkalk inférieur.

La carte géologique à 1/50 000 ne différenciant pas ces différents niveaux, c'est la totalité de ce complexe dit de Volmunster qui est ici prise en considération. Les sondages réalisés dans la région de Volmunster font état d'une épaisseur de 56 mètres, et 43 mètres au forage de Héming, au sud-est du département.

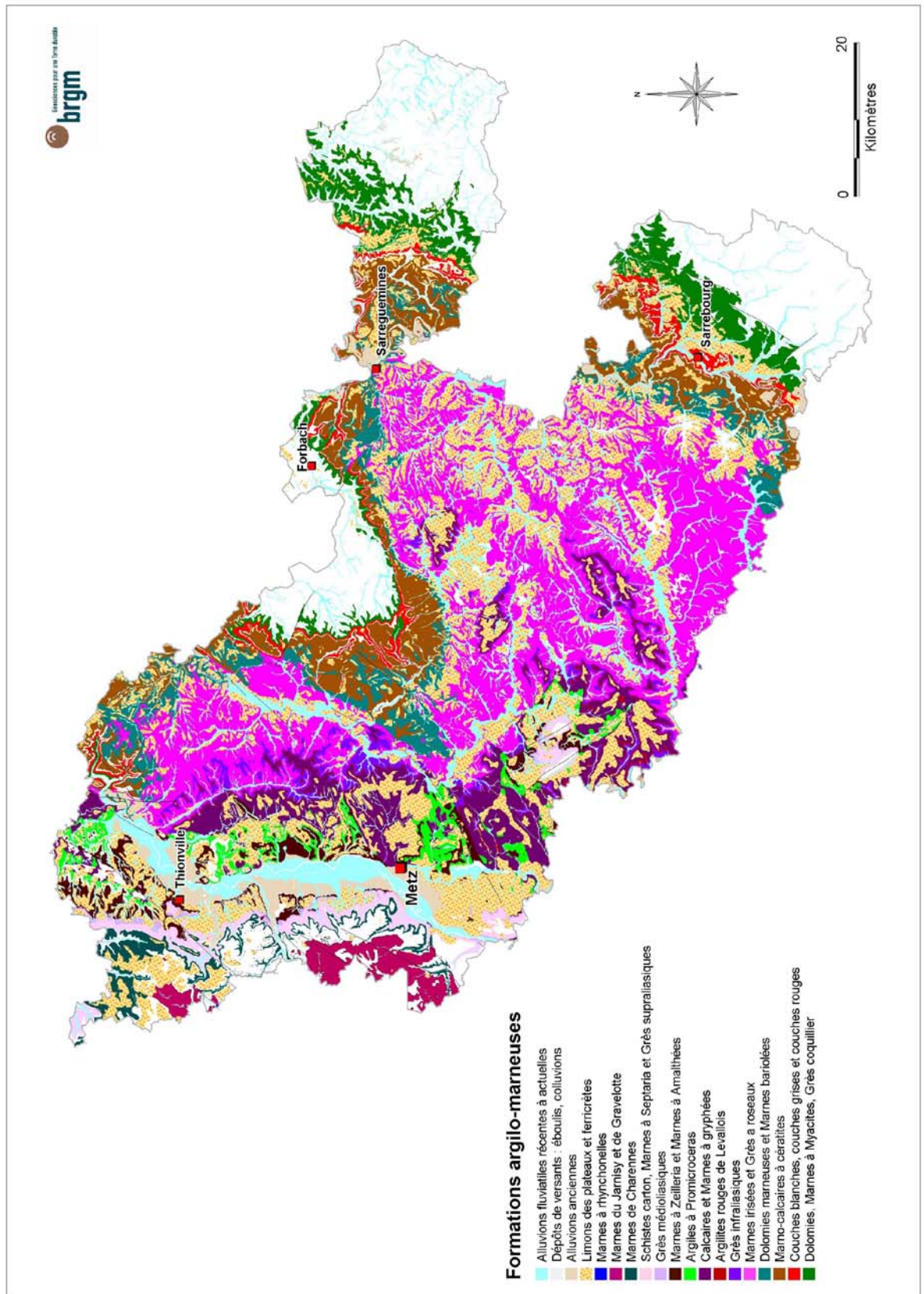


Illustration 7 – Carte départementale synthétique des formations argilo-marneuses

#### **4.4. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE : LES DIFFÉRENTS AQUIFÈRES DE MOSELLE**

L'abaissement du niveau des nappes en période de sécheresse ou, au contraire, leur élévation après une période de précipitations peut éventuellement se traduire par des modifications de teneur en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations géologiques argileuses ou marneuses, et contribuer ainsi au déclenchement de mouvements de terrain différentiels.

Toutefois, les variations piézométriques des principales nappes du département jouent un rôle limité dans la variation de teneur en eau des argiles superficielles, phénomène qui est plus imputable à l'action prépondérante de l'évapotranspiration. Il n'est cependant pas exclu que des petites nappes superficielles (localisées dans des alluvions ou des lentilles sableuses), puissent jouer localement un rôle plus important. En effet, dans le cas d'une nappe à faible profondeur, les phénomènes de remontées capillaires atténuent la dessiccation de la zone non saturée. Inversement, en cas de baisse généralisée du niveau de la nappe, la dessiccation de la zone non saturée sera d'autant plus importante. Par ailleurs, dans le cas d'une alternance de couches argileuses et sableuses, les niveaux sableux seront sujets à des fluctuations rapides de teneur en eau, qui influenceront directement sur la teneur en eau des argiles sus-jacentes, donc sur le retrait ou le gonflement de ces dernières.

Vis-à-vis de la problématique du retrait-gonflement des argiles, les nappes de Moselle peuvent être classées en deux grands ensembles. D'une part, les nappes « profondes et continues » (comme celle des grès vosgiens et des calcaires jurassiques), et d'autre part les nappes plus « superficielles » des formations alluviales.

##### **4.4.1. Les nappes « profondes et continues »**

###### ***La nappe des grès vosgiens***

Les grès du Trias inférieur affleurent à la périphérie des Vosges cristallines. Dans sa partie captive, la nappe des grès vosgiens présente une évolution piézométrique très lente. L'eau se minéralise de plus en plus au fur et à mesure que l'on s'éloigne des zones d'affleurement. Cette nappe constitue une des principales ressources en eau de la Lorraine. Dans tout le Bassin Parisien ce vaste ensemble hydrogéologique représente une superficie de l'ordre de 40 000 km<sup>2</sup>. L'épaisseur moyenne des grès est de l'ordre de 200 mètres. Cette nappe est largement exploitée pour l'alimentation en eau mais d'autres domaines sont également concernés (thermalisme, géothermie, stockage de gaz).

###### ***Les calcaires du Muschelkalk***

Les calcaires du Muschelkalk supérieur sont généralement épais de 30 à 40 mètres mais ils comportent des niveaux de dolomies et de calcaires argileux. A l'affleurement, ces roches forment un aquifère fissuré, parfois karstique. La nappe est drainée par de nombreux cours d'eau lorrains. Les eaux minérales de Vittel et de Contrexéville sont issues des calcaires dolomitiques du Muschelkalk moyen.

### ***Les grès rhétiens***

Les grès du Rhétien inférieur, à l'est de l'axe Nancy-Metz, peuvent atteindre 30 mètres de puissance et sont découpés en plusieurs systèmes aquifères isolés par des failles. Cette nappe n'est pas un réservoir important mais présente un intérêt non négligeable pour l'alimentation en eau potable des petites collectivités.

### ***Les calcaires du Dogger***

Ces calcaires du Bajocien et du Bathonien forment les côtes de Moselle. Ils ne sont séparés du minerai de fer que par un mince écran de marnes micacées. Très fissurés, souvent karstiques, ils constituent l'un des plus volumineux réservoirs d'eau de la Lorraine. Cette eau est largement utilisée pour les collectivités et l'industrie. Les réserves exploitables peuvent être évaluées entre 300 et 600 millions de mètres cube par an.

## **4.4.2. Les nappes « superficielles »**

### ***Les alluvions de la Moselle***

La nappe alluviale de la Moselle est de loin la plus importante. Son épaisseur moyenne est de 4 mètres (4,55 mètres à Cattenom au nord du département). Elle constitue la principale ressource en eau potable des collectivités de la vallée de la Moselle.

Les nappes de la Moselle et de la Meurthe réunies fournissent chaque année plus de 160 millions de mètres cube d'eau potable.

### ***Les nappes « perchées » des limites de plateaux***

Les formations aquifères peuvent supporter des petites nappes "perchées". Ainsi, les calcaires du Dogger présentent une nappe importante, notamment aux alentours du bassin ferrifère. Elle est alimentée par l'infiltration des cours d'eau et les précipitations, et est drainée par les affluents de rive gauche de la Moselle (Rupt de Mad, etc.).

Toutefois, le fort gradient hydraulique provoqué par l'incision des cours d'eaux engendre une activité karstique parfois importante. Le débit dans ces calcaires fissurés et karstifiés est donc très variable.



## 5. Caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des formations retenues

### 5.1. CRITÈRES DE HIÉRARCHISATION

#### 5.1.1. Critères retenus

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

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

#### 5.1.2. Méthode de classification

Rappelons que le document de base utilisé pour élaborer la carte de susceptibilité est la carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département (illustration 7), laquelle a été établie en tenant compte essentiellement de la nature lithologique des formations.

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

- la nature lithologique des terrains constituant en majorité la formation ;
- la composition minéralogique de sa phase argileuse, évaluée à partir de la proportion de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) ;
- le comportement géotechnique du matériau, évalué à partir de la réactivité du sol vis à vis de l'eau, caractérisée par la valeur de bleu, et dans une moindre mesure par l'importance du retrait possible (mesures de retrait linéaire) en cas de dessèchement, ainsi que par l'étendue de son domaine plastique, évaluée par son indice de plasticité.

Dans le but d'obtenir un moyen pratique de hiérarchisation entre les différentes formations, la règle adoptée a consisté à utiliser des *valeurs seuils*, couramment admises dans la littérature, distinguant quatre degrés de susceptibilité (faible, moyenne, forte et très forte). Pour permettre la réalisation de calculs, les grandes classes lithologiques distinguées ont également été affectées d'une note. Les

caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des dix-neuf formations sont successivement présentées dans les paragraphes suivants.

Les sources des données ici présentées proviennent du BRGM et de la bibliographie scientifique, mais également de l'aimable collaboration volontaire de bureaux d'études et organismes privés ou publics. Les dossiers ont été en partie transmis par les communes en retour de courrier d'enquête, et en partie consultés en archives soit directement auprès de certains bureaux d'étude (ANTEA, Fondasol), soit auprès de l'administration (service de protection civile à la préfecture, DDE, Caisse Centrale de Réassurance), soit auprès de certains maîtres d'ouvrage (LGV Est, assurances).

## **5.2. CRITÈRE LITHOLOGIQUE**

### **5.2.1. Définition du critère lithologique et barème**

Ce premier critère, de nature essentiellement qualitative, est utilisé pour caractériser la lithologie des matériaux dominants dans la formation. Il permet de distinguer les terrains essentiellement argileux, de ceux où l'argile est minoritaire. Ce critère intègre donc l'hétérogénéité des formations. L'épaisseur de la formation entre également en ligne de compte, puisque les formations argileuses peu épaisses présentent un potentiel de retrait ou de gonflement moindre que les formations puissantes. Par convention, la note maximale est attribuée à une argile ou une marne épaisse et continue et la note minimale à une formation hétérogène, présentant des termes argileux non prédominants et discontinus, par exemple sous forme de poches ou de lentilles.

Cette caractérisation lithologique des formations est établie sur la base de l'expertise du géologue régional et ne peut être totalement dépourvue d'une certaine subjectivité dans son appréciation. Le barème utilisé pour distinguer les différentes classes lithologiques est précisé dans le tableau de l'illustration 8.

### **5.2.2. Caractérisation lithologique des formations argileuses ou marneuses du département de Moselle**

La note lithologique de chacune des formations argileuses ou marneuses a été déterminée à partir des notices des différentes cartes géologiques à 1/50 000, dont on retrouve les principaux éléments dans le paragraphe 4.3. Les notes lithologiques attribuées à chacune des formations sont présentées sur l'illustration 9.

Au final, parmi les dix-neuf formations géologiques argileuses ou marneuses du département, quatre d'entre elles obtiennent une note de 4, qui correspond aux formations essentiellement argileuses de plus de 3 m d'épaisseur.

Six formations reçoivent une note de 3, ce qui signifie que leur composante argileuse est dominante dans la formation.

Six formations obtiennent une note de 2, ce qui indique que le terme argileux n'est pas prédominant.

Trois formations ont une note de 1 (*Dépôts de versants : éboulis, colluvions, Alluvions anciennes et Limons des plateaux et ferricrètes*) ce qui traduit bien le fait que l'argile y est minoritaire par rapport aux autres éléments plus grossiers.

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

*Illustration 8 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la nature lithologique de la formation géologique*

N°	Code	Nom de la formation argileuse	Note lithologique
1	Fz	Alluvions fluviatiles récentes à actuelles	2
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	1
3	Fy-z	Alluvions anciennes	1
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	1
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	3
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	3
7	j2a	Marnes de Charennes	3
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	4
9	l3c	Grès médioliasiques	2
10	l3a-b	Marnes à Zeillera et Marnes à Amalthées	4
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	4
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	2
13	t7b	Argilites rouges de Levallois	3
14	t7a	Grès infraliasiques	2
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	4
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	3
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	2
18	t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	3
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	2

*Illustration 9 – Note lithologique des formations argileuses retenues*

### 5.3. CRITÈRE MINÉRALOGIQUE

#### 5.3.1. Définition du critère minéralogique et barème

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

Le critère minéralogique est basé sur le pourcentage moyen de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) présents dans la phase argileuse. Les notes de 1 à 4 sont attribuées en fonction des coupures suivantes (illustration 10) :

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

*Illustration 10 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la minéralogie de la phase argileuse de la formation géologique*

#### 5.3.2. Source des données

D'une façon générale, les dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ne présentent aucune caractérisation qualitative et quantitative des minéraux argileux composant les formations géologiques identifiées comme sensibles. De rares 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, les analyses aux rayons X étant relativement coûteuses.

Les éléments tirés de la bibliographie sur ce thème sont inégalement répartis selon les formations considérées. Toutefois, nous avons trouvé quelques données dans différents rapports, principalement du bureau d'études ANTEA. Ces données étant cependant en nombre insuffisant pour caractériser l'ensemble des formations, une campagne d'échantillonnage complémentaires a dû être effectuée spécifiquement dans le cadre de la présente étude.

Trente-et-un échantillons, prélevés lors de cette campagne, ont ainsi fait l'objet d'une analyse diffractométrique aux rayons X. La méthode utilisée est présentée en **annexe 5** avec les diffractogrammes et résultats détaillés.

Rappelons que cet échantillonnage, bien que trop limité pour pallier l'hétérogénéité des formations en question, donne tout de même des indices fiables et réels sur la composition minéralogique de ces formations. La localisation des prélèvements

effectués est précisée sur la carte de l'illustration 11 et les résultats des analyses sont résumés ci-après, chacune des dix-neuf formations argileuses ayant pu être analysée :

- 1- *Alluvions fluviales récentes à actuelles* : échantillons P3 et P4 ;
- 2- *Dépôts de versants : éboulis, colluvions* : échantillon P 11 ;
- 3- *Alluvions anciennes* : échantillons P1 et P2 ;
- 4- *Limons des plateaux et ferricrètes* : échantillons P20 et P38 ;
- 5- *Marnes à rhynchonelles* du Bathonien moyen : échantillon P34 ;
- 6- *Marnes du Jarnisy et de Gravelotte* du Bajocien supérieur : échantillon P26 ;
- 7- *Marnes de Chareennes* du Bajocien inférieur : échantillons P23 et P41 (prélevé lors d'un forage à Liverdun) ;
- 8- *Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique* du Toarcien : échantillons P21 et P31 ;
- 9- *Grès médioliasiques* du Domérien supérieur : échantillon P18 ;
- 10- *Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées* du Carixien à Domérien inférieur : échantillon P22 ;
- 11- *Argiles à Promicroceras planicosta* du Lotharingien inférieur : échantillons P5 et P40 ;
- 12- *Calcaires et Marnes à gryphées* de l'Hettangien p.p. et Sinémurien s.s. : échantillon P8 ;
- 13- *Argilites rouges de Levallois* du Rhétien supérieur : échantillons P6 et P7 ;
- 14 - *Grès infraliasiques* du Rhétien inférieur : échantillons P16 et P17 ;
- 15- *Marnes Irrisées* du Keuper moyen : échantillons P12, P27 et P28 ;
- 16- *Dolomies marneuses et Marnes bariolées* de la Lettenkohle ou Keuper inférieur : échantillons P37 et P39 ;
- 17 - *Calcaires à cératites* du Muschelkalk supérieur : échantillon P36 ;
- 18- *Couches blanches, couches grises et couches rouges* du Muschelkalk moyen : échantillons P9 et P10 ;
- 19- *Dolomies, Marnes à Myacites et Grès coquillier* du Muschelkalk inférieur : échantillons P14 et P15.

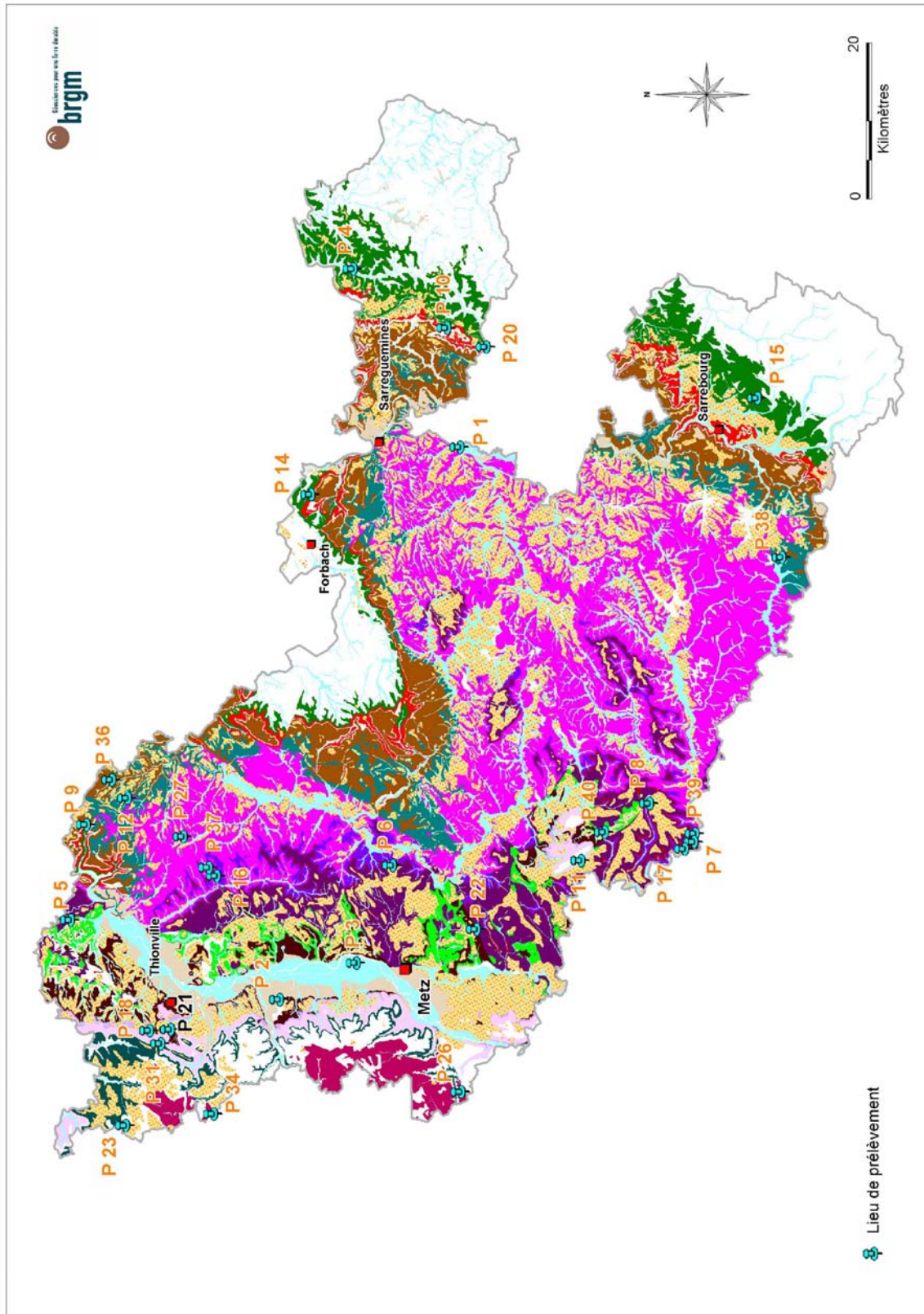


Illustration 11 – Localisation des prélèvements réalisés pour analyse minéralogique

### **5.3.3. Caractérisation minéralogique des formations argileuses ou marneuses du département de Moselle**

L'ensemble des données ayant servi à la caractérisation minéralogique des formations argileuses ou marneuses du département est synthétisé en annexe 5. La détermination du pourcentage moyen de minéraux gonflants a été faite en prenant en compte l'ensemble des données recueillies.

Il est à noter que les données recueillies sont pour l'essentiel des résultats d'analyses diffractométriques aux rayons X, valeurs factuelles qui permettent une hiérarchisation des matériaux selon un critère purement local mais ne sont pas nécessairement représentatifs de l'ensemble de la formation géologique, lorsque celle-ci présente de fortes variabilités spatiales.

Les notes minéralogiques sont représentées sur l'illustration 12. Au final, aucune formation n'a été caractérisée par une note minéralogique maximale de 4.

Cinq formations ont été caractérisées par une note de 3, attestant d'une forte susceptibilité de la formation au retrait-gonflement de par sa phase argileuse. Il s'agit des :

- *Limons des plateaux et ferricrètes ;*
- *Marnes à rhynchonelles ;*
- *Marnes du Jarnisy et de Gravelotte ;*
- *Argilites rouges de Levallois ;*
- *Marnes irisées et Grès à roseaux .*

Ces formations affleurent sur plus de 2 470 km<sup>2</sup> dans le département, soit environ 40 % de la superficie totale.

Une note minéralogique de 2 a été attribuée à onze formations.

Enfin, trois formations ont reçu une note minéralogique de 1.

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

N°	Code	Nom de la formation géologique	Source	illite	l-non gonflants / vermiculite	Chlorite	kaolinite	Minéraux gonflants (smectite + I-S)	Moyenne
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	P 3	7	15	5	18	55 %	47,5 %
			P 4	45	0	10	5	40 %	
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	P 11	24	0	10	45	21 %	15,5 %
			RG 54	45	0	15	30	10 %	
3	Fy-z	Alluvions anciennes	P 1	41	0	9	12	38 %	34 %
			P 2	10	0	10	50	30 %	
4	LP-F	Limos des plateaux et ferricrètes	P 20	39	0	5	9	47 %	53,75 %
			P 38	45	0	0	5	50 %	
			ANTEA	8	traces	0	32	60 %	
			RG 54	16	0	0	26	58 %	
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	P 34	15	0	5	25	55 %	50 %
			RG 54	30	0	5	20	45 %	
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	P 26	15	0	5	30	50 %	57,5 %
			RG 54	15	0	0	20	65 %	
7	j2a	Marnes de Charennes	P 23	31	0	5	15	49 %	33 %
			P 41	25	10	10	35	20 %	
			RG 54	35	0	7,5	27,5	30 %	
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	P 21	25	0	15	40	20 %	27 %
			P 31	16	0	7	34	43 %	
			RG 54	20	3	8	51	18 %	
9	l3c	Grès médioliasiques	P 18	25	0	8	48	19 %	19 %
10	l3a-b	Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées	P 22	15	0	10	55	20 %	17 %
			RG 54	25	0	15	46	14 %	
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	P 5	10	0	15	42	33 %	30 %
			P 40	65	0	0	3	27 %	
			ANTEA	10	0	0	45	45 %	
			ANTEA	16	0	0	64	20 %	
			RG 54	30	0	15	30	25 %	
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	P 8	10	0	5	30	55 %	37,8 %
			ANTEA	16	0	0	38	46 %	
			ANTEA	8	0	0	52	40 %	
			RG 54	70	0	0	20	10 %	
13	t7b	Argilites rouges de Levallois	P 6	10	0	5	25	60 %	55 %
			P 7	15	0	5	30	50 %	
			RG 54	30	0	0	20	50 %	
14	t7a	Grès infraliasiques	P 16	32	0	5	20	43 %	26 %
			P 17	19	0	10	56	15 %	
			RG 54	80	0	0	0	20 %	
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	P 12	65	0	5	0	30 %	50,25 %
			P 27	44	0	5	7	44 %	
			P 28	14	0	1	5	80 %	
			RG 54	35	10	0	8	47 %	
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	P 37	30	0	10	5	55 %	43,5 %
			P 39	65	0	0	3	32 %	
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	P 36	65	0	10	0	25 %	25 %
18	t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	P 9	75	0	0	15	10 %	28 %
			P 10	27	0	4	5	64 %	
			RG 54	35	30	0	25	10 %	
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	P 14	55	0	5	10	30 %	42,5 %
			P 15	30	0	5	10	55 %	

Illustration 12 – Résultat des analyses minéralogiques spécifiques à chaque formation argileuse du département de la Moselle

N°	Code	Nom de la formation géologique	Minéraux gonflants (smectite + I-S)	Note minéralogique
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	47,5 %	2
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	15,5 %	1
3	Fy-z	Alluvions anciennes	34 %	2
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	53,75 %	3
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	50 %	3
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	57,5 %	3
7	j2a	Marnes de Charences	33 %	2
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	27 %	2
9	l3c	Grès médioliasiques	19 %	1
10	l3a-b	Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées	17 %	1
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	30 %	2
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	37,8 %	2
13	t7b	Argilites rouges de Levallois	55 %	3
14	t7a	Grès infraliasiques	26 %	2
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	50,25 %	3
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	43,5 %	2
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	25 %	2
18	t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	28 %	2
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	42,5 %	2

Illustration 13 – Note minéralogique des formations argileuses retenues

## 5.4. CRITÈRE GÉOTECHNIQUE

### 5.4.1. Définition du critère géotechnique et barème

Ce critère permet d'intégrer dans l'analyse de la susceptibilité le comportement géotechnique du matériau vis à vis du retrait-gonflement.

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

#### 5.4.1.1. Généralités sur les expertises de sinistres

Les expertises de sinistres qui ont pu être consultées indiquent que le type d'essais effectués sur le terrain dépend des bureaux d'études et varie en fonction de l'objectif assigné à l'étude. Généralement, la reconnaissance de sol se fait par sondage à la

tarière (le plus souvent manuelle), parfois en fouille directe. Les essais géotechniques remplissent deux objectifs :

- déterminer les caractéristiques intrinsèques du sol : les essais utilisés sont généralement les limites d'Atterberg (qui permettent de déterminer l'indice de plasticité, IP), le retrait linéaire, l'essai au bleu de méthylène (qui traduit la capacité d'adsorption du sol) et le coefficient de gonflement, éventuellement complétés par une analyse granulométrique pour déterminer le passant à 80 µm ;
- caractériser l'état du sol, et notamment son état de dessiccation en effectuant des mesures de teneurs en eau, généralement à plusieurs profondeurs. En comparant ces valeurs avec les limites d'Atterberg du matériau, il est possible de savoir dans quel état de consistance se trouve le matériau *in situ* (état solide avec ou sans retrait, plastique ou liquide). D'autres essais peuvent également être mis en œuvre, comme la mesure du rapport de gonflement.

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

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

Les principaux essais dont les résultats ont été ici utilisés pour caractériser le comportement géotechnique du matériau vis à vis du phénomène de retrait-gonflement sont la valeur de bleu, le retrait linéaire, et l'indice de plasticité. Ces essais sont présentés dans les paragraphes suivants, sachant que les deux essais les plus représentatifs de l'aptitude d'un sol au retrait-gonflement sont la valeur de bleu et le retrait linéaire.

#### **5.4.1.2. Indice de plasticité (IP)**

Il est calculé à partir des limites d'Atterberg (essais les plus souvent trouvés en archives) 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 (WL) et la limite de plasticité (Wp) 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 susceptibilité d'une argile au retrait-gonflement varie en fonction de l'indice de plasticité IP de la manière suivante (Chassagneux *et al.*, 1998), même si les bornes inférieures de 12 et 25 % paraissent à l'usage vraisemblablement sous-estimées et si l'expérience montre que ce paramètre n'est pas

un critère très pertinent pour l'évaluation de la susceptibilité d'un matériau vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement (Illustration 14) :

Indice de plasticité	Susceptibilité	Note
IP < 12	faible	1
12 ≤ IP < 25	moyenne	2
25 ≤ IP < 40	forte	3
IP ≥ 40	très forte	4

*Illustration 14 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de l'indice de plasticité de la formation géologique*

#### **5.4.1.3. 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 des Laboratoires des Ponts et Chaussées, 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 de bleu, notée Vb et exprimée en grammes de bleu par 100 g de matériau.

On considère généralement (Chassagneux *et al.*, 1998) que la sensibilité d'un matériau argileux varie de la manière suivante en fonction de la valeur de bleu (Illustration 15) :

Valeur de bleu	Susceptibilité	Note
< 2,5	faible	1
2,5 à 6	moyenne	2
6 à 8	forte	3
> 8	très forte	4

*Illustration 15 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de la valeur au bleu de la formation géologique*

Les valeurs au bleu disponibles pour certaines formations concernées dans la présente étude se sont révélées assez nombreuses. Ce paramètre permet, avec le concours avantageux des limites d'Atterberg, une analyse statistique du comportement au retrait-gonflement.

#### **5.4.1.4. Retrait linéaire (RI)**

La valeur du retrait linéaire est un indicateur de l'importance du retrait volumique possible d'un sol lors de son assèchement. Initialement, le sol est saturé en eau. Lorsque la teneur en eau diminue, son volume total diminue, puis se stabilise. Ce

processus de diminution de la teneur en eau se traduit par deux phases successives. Lors de la première, les grains constituant le sol se rapprochent, mais le sol reste toujours saturé : la variation de volume du sol est donc proportionnelle à la diminution de la teneur en eau. Lors de la seconde, les grains sont en contact et ne peuvent plus se rapprocher, l'élimination de l'eau ne fait plus varier le volume du sol, mais se traduit par sa désaturation. La teneur en eau correspondant à ce palier est appelée limite de retrait. Plus cette valeur est faible, plus la variation de volume peut être importante et plus le tassement induit en cas de dessiccation sera grand.

Le retrait linéaire, noté RI, correspond à la pente de la droite donnant le tassement de l'échantillon en fonction de la teneur en eau, dans la partie où cette teneur reste supérieure à la limite de retrait. Les coupures suivantes ont été proposées (Mastchenko, 2001) pour caractériser le potentiel de retrait avec ce paramètre (Illustration 16).

Retrait linéaire	Susceptibilité	Note
$RI < 0,4$	faible	1
$0,4 \leq RI < 0,65$	moyenne	2
$0,65 \leq RI < 0,75$	forte	3
$RI \geq 0,75$	très forte	4

*Illustration 16 – Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction du retrait linéaire de la formation géologique*

#### 5.4.2. Source des données

Les données géotechniques qui ont pu être recueillies et dont la synthèse figure dans ce paragraphe proviennent de plusieurs sources. Ne seront cités que les dossiers ayant pu être exploités.

- les rapports de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et surtout les études géotechniques réalisées dans le cadre d'expertises après sinistres constituent la principale source de données exploitées ;
- des études géotechniques de constructions diverses dans le département de la Moselle ;
- des études de sols réalisés dans le cadre de la construction de la Ligne Grande Vitesse (LGV) Est.

Les coordonnées complètes des bureaux d'études ayant fourni des données géotechniques sont présentées en annexe 4, conformément au protocole signé entre le BRGM et l'Union Syndicale de Géotechnique (USG). Les organismes qui ont été sollicités et qui ont accepté d'accueillir les agents du BRGM pour exploiter leurs archives et en extraire les résultats d'études de sols sont ANTEA, FONDASOL, la société URETEK (spécialisée dans le confortement par injection de résine) et Réseau Ferré de France. Dans le cas de la société FONDASOL, deux sites ont été visités (Metz-Actipole et Ludres) et des données du site de Strasbourg ont été relevées par le SGR Alsace lors de la visite des archives. L'ensemble de ces données a été mis à disposition du BRGM dans le cadre d'un partenariat spécifique élaboré durant la réalisation du programme.

Nous souhaitons remercier l'ensemble des partenaires qui nous ont aimablement permis d'accéder à leurs dossiers d'archives dans leurs locaux et ont facilité ce travail de recensement. Nos remerciements s'adressent en particulier à la Préfecture de Moselle, à la Caisse Centrale de Réassurance, à la SNCF, aux assurances MAAF, Matmut et MACIF, ainsi qu'aux bureaux d'études ANTEA et FONDASOL pour nous avoir donné l'accès à un très grand nombre de documents utiles à ce travail. En revanche, malgré des demandes réitérées, les dossiers du CETE de l'Est, du LRPC et de CEBTP-Solen n'ont pu être consultés.

Quelques données recueillies ont dû être rejetées, notamment lorsque la caractérisation de la géologie de l'échantillon était insuffisante pour établir une corrélation fiable avec les formations argileuses ou marneuses retenues. Cependant, de manière générale, la précision de la localisation et de la description géologique des échantillons analysés (à partir de la base des sinistres ou de plans détaillés toujours présents) a permis l'exploitation de la grande majorité des données.

Les analyses de sols ainsi recensées et exploitées dans le cadre de la présente étude sont en définitive au nombre de 1 325 dans le département de la Moselle, après élimination des doublons issus de sources distinctes.

L'illustration 16 précise le nombre de documents fournis par les organismes qui nous ont fait parvenir des dossiers.

Organisme fournisseur de données	Nombre de rapports
ANTEA	8
FONDASOL	127
BRGM (archives SGR)	12
LGV Est	11
CCR	5
Communes	40
DDE Moselle	1
MAAF	9
MACIF	24
MATMUT	3
Préfecture	10
RG 54	2
URETEK	22
<i>Total</i>	274

Illustration 17 – Source des données géotechniques

Organisme	Nombre de rapports	Données exploitées	Observations
BRGM	2	10	Données de construction + analyses mvts de terrain
Bureaux d'études	236	813	Données de construction + expertise
Organismes d'état	36	502	Données de construction + expertise
<i>Total</i>	274	1 325	

Illustration 18 – Nombre de données géotechniques exploitées

### 5.4.3. Caractérisation géotechnique des formations argileuses ou marneuses du département de la Moselle

La synthèse des données géotechniques exploitées dans le cadre de cette étude pour la caractérisation géotechnique des formations, et les notes géotechniques attribuées sont présentées sur l'illustration 19. Au total, les 274 rapports qui ont pu être utilisés fournissent 1 325 résultats d'essais de caractérisation géotechnique. Les données qui avaient été recueillies dans le cadre de l'établissement de la carte d'aléa retrait-gonflement des sols argileux de Meurthe-et-Moselle (78 valeurs de bleu et 1647 indices de plasticité pour l'essentiel) sont rappelées ici car elles permettent utilement de compléter la caractérisation de certaines de ces formations géologiques qui se prolongent largement sur ces deux départements limitrophes.

Afin de hiérarchiser les résultats issus des différents types d'essais, le nombre d'échantillons a été pris en compte pour chaque type d'essai, ainsi que la variabilité des résultats (évaluée à partir de la dispersion des valeurs entre un minimum et un maximum). Dans la mesure où aucune valeur de retrait linéaire n'a pu être recueillie, une importance plus forte a été accordée aux valeurs de bleu, qui caractérisent mieux la susceptibilité du matériau au retrait-gonflement que les limites d'Atterberg.

Le dépouillement des données (illustration 18) montre l'absence de données géotechniques quantifiées pour deux formations identifiées (*Marnes à rhynchonelles* et *Dépôts de versants : éboulis et colluvions*). Cette lacune s'explique essentiellement par la faible urbanisation de ces formations et leur faible sinistralité (un seul sinistre pour les deux formations). C'est pourquoi les résultats issus du département voisin sont directement pris en compte pour ces deux formations, l'absence de changement latéral de faciès pour les *Marnes à Rhynchonelles* permettant d'attribuer sans ambiguïté la note géotechnique obtenue en Meurthe-et-Moselle (illustration 19).

La distribution des caractérisations géotechniques des autres formations est assez variable. Neuf formations sont concernées par plus de 50 essais géotechniques (dont quatre formations à plus de 100), et huit autres entre 20 et 50 essais, ce qui donne une idée de la variabilité de leurs caractéristiques géotechniques et permet une caractérisation relativement fiable.

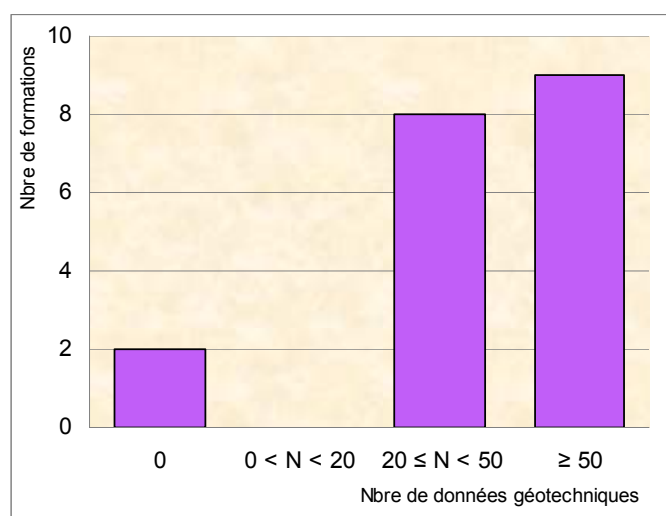


Illustration 19 – Distribution des données géotechniques par formation

N°	Code	Nom de la formation géologique	Valeurs de bleu (vb) g/100g				Indice de plasticité (IP) %				Note géotechnique	Meurthe-et-Moselle	
			nb val.	moy.	min.	max.	nb val.	moy.	min.	max.		moy.VB	moy. IP
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	61	1,7	0,11	7,5	26	30,6	10	61	2	4,6	23,4
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions		3,8				28,2			2	3,8	28,2
3	Fy-z	Alluvions anciennes	20	1,1	0,11	4,34	8	28,9	18	40	1	-	26,4
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	68	2,5	0,19	8,23	71	24,6	8	52	2	3,7	24,3
5	j3b	Marnes à rhynchonelles		7,2				27,1			3	7,2	27,1
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	30	3,0	0,19	10,3	5	29,8	26	35	2	11,6	3,0
7	j2a	Marnes de Charences	13	4,3	0,28	6,6	13	25,3	17	45	2	6,1	28,5
8	I4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	21	3,7	0,57	9,46	124	24,6	5	44	2	2,0	25,9
9	I3c	Grès médioliasiques	13	2,1	1,6	2,4	39	24,6	15	39	1	2,3	15,9
10	I3a-b	Marnes à Zelleria et Marnes à Amalthées	44	3,8	1,61	8,04	43	26,8	12	45	2	4,5	26,4
11	I2b1	Argiles à Promicroceras	35	4,7	2,81	8,5	82	32,3	15	50	3	5,6	27,9
12	I1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	221	3,0	0,23	9,88	64	25,6	12	47	2	-	24,3
13	t7b	Argillites rouges de Levallois	7	5,1	3,3	10	14	29,4	14	48	2	-	31,1
14	t7a	Grès infraliasiques	7	4,5	0,9	6,2	15	26,6	16	37	2	-	29,0
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	30	4,8	2,06	10,18	53	26,0	7	47	2	3,6	25,1
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	28	4,6	1,73	8,46	47	26,8	9	45	2	-	27,0
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	11	6,7	6,7	6,7	9	32,0	17	51	3	-	-
18	14	Couches blanches, couches grises et couches rouges	8	3,1	1,44	4,66	39	23,4	4	51	2	-	-
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	11	0,8	0,13	1,5	20	18,5	12	26	1	-	14,5
			Total des données				673						

N B : Les données en rouge proviennent du rapport retrait gonflement de Meurthe-et-Moselle

Illustration 20 – Synthèse des données géotechniques (Indice de plasticité, Valeurs au bleu)

Les résultats indiquent qu'aucune des formations identifiées comme argileuses n'a reçu la note maximale de 4. Trois formations obtiennent la note géotechnique de susceptibilité forte (3) : il s'agit des *Marnes à rhynchonelles* (données Meurthe-et-Moselle), des *Argiles à Promicroceras* du Lotharingien inférieur et des *Marno-calcaires à cératites* du Muschelkalk supérieur.

Treize formations sont caractérisées par une note géotechnique de 2.

Trois ont reçu la note minimale (1) : il s'agit des *Alluvions anciennes*, des *Grès médioliasiques* et des *Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier* du Muschelkalk inférieur.

Les formations présentent donc principalement une susceptibilité géotechnique moyenne à forte, caractéristique de l'ensemble des formations du Quaternaire, du Tertiaire ainsi que du Secondaire.

Il faut noter que ces attributions sont nécessairement influencées par le choix des regroupements de formations argileuses, la grande variabilité des matériaux au sein d'une même formation et le nombre d'analyses disponibles. Au final, l'attribution de la note de susceptibilité géotechnique suppose une interprétation, et donc une part de subjectivité, à partir des données quantifiées déduites de moyennes "brutes".

## 6. Élaboration de la carte de susceptibilité

### 6.1.1. Détermination d'un degré de susceptibilité

Au total, chaque formation a été caractérisée par trois notes, une pour chacun des critères pris en compte selon les classifications présentées précédemment. La moyenne des trois notes obtenues permet de calculer, pour chaque formation, un degré de susceptibilité générale vis à vis du retrait-gonflement.

Pour les formations dont l'une des caractéristiques n'a pu être évaluée, la moyenne est effectuée à partir des deux autres notes. La moyenne ainsi obtenue est potentiellement comprise entre 1 et 4. Les classes de susceptibilité déterminées à partir de la valeur moyenne ainsi calculée sont les suivantes :

Note moyenne	Degré de susceptibilité
valeur $\leq$ 2	Faible (niveau 1)
2 < valeur $\leq$ 3	Moyen (niveau 2)
valeur > 3	Fort (niveau 3)

Illustration 21 – Barème d'évaluation de la susceptibilité globale d'une formation argileuse

### 6.1.2. Susceptibilité des formations argileuses ou marneuses

Le calcul du degré de susceptibilité des dix-neuf formations argileuses ou marneuses identifiées dans le département de la Moselle aboutit au classement présenté sur l'illustration 21.

Cette hiérarchisation des formations argileuses et marneuses, établie sur la base de critères purement physiques, conduit ainsi à identifier :

- aucune formation fortement susceptible vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement ;
- onze formations moyennement susceptibles au retrait-gonflement ;
- huit formations faiblement susceptibles au retrait-gonflement.

N°	Code	Nom de la formation géologique	Note litho	Note minéralo	Note géotech	Moyenne	Susceptibilité
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	2	2	2	2,0	faible
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	1	1	2	1,3	faible
3	Fy-z	Alluvions anciennes	1	2	1	1,3	faible
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	1	3	2	2,0	faible
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	3	3	3	3,0	moyen
6	j2b2	Marnes du Jamisy et de Gravelotte	3	3	2	2,7	moyen
7	j2a	Marnes de Charennes	3	2	2	2,3	moyen
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	4	2	2	2,7	moyen
9	l3c	Grès médioliasiques	2	1	1	1,3	faible
10	l3a-b	Marnes à Zelleria et Marnes à Amalthées	4	1	2	2,3	moyen
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	4	2	3	3,0	moyen
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	2	2	2	2,0	faible
13	t7b	Argilites rouges de Levallois	3	3	2	2,7	moyen
14	t7a	Grès infraliasiques	2	2	2	2,0	faible
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	4	3	2	3,0	moyen
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	3	2	2	2,3	moyen
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	2	2	3	2,3	moyen
18	t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	3	2	2	2,3	moyen
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	2	2	1	1,7	faible

N B : Les données en rouge proviennent du rapport retrait gonflement de Meurthe-et-Moselle

Illustration 22 – Degré de susceptibilité des formations

### 6.1.3. Carte de susceptibilité

La carte départementale de susceptibilité a été tracée à partir de la carte synthétique des formations argileuses ou marneuses (illustration 7), en attribuant à chacune des formations géologiques la classe de susceptibilité définie précédemment. Cette carte est présentée sur l'illustration 23 et en carte hors-texte n° 2 à l'échelle 1/150 000.

Les formations argileuses et marneuses sont classiquement représentées par deux couleurs (jaune et orange) selon leur degré respectif de susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement (faible ou moyen).

Les zones blanches de la carte correspondent aux formations *a priori* non argileuses, et donc théoriquement non sujettes au phénomène de retrait-gonflement. Toutefois, on ne peut exclure que ces formations soient recouvertes localement de placages superficiels argileux ou contiennent des poches d'argile<sup>1</sup> liées en particulier à l'hétérogénéité de formations essentiellement sableuses pouvant contenir localement des lentilles d'argile ou encore à l'altération de formations carbonatées.

Le graphique (illustration 22), et le tableau (illustration 24), indiquent quelles sont les superficies caractérisées par des degrés de susceptibilité faible et moyen, ainsi que les zones *a priori* non sujettes au phénomène car correspondant à des formations considérées comme "non argileuses" et au réseau hydrographique.

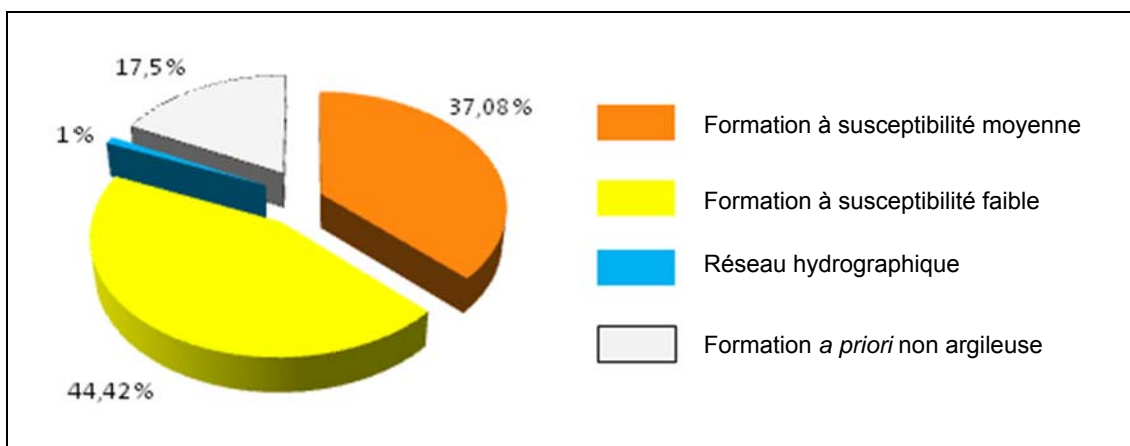


Illustration 23 – Répartition des surfaces concernées par classe de susceptibilité

On remarque que les formations de susceptibilité faible couvrent plus de 2 760 km<sup>2</sup> de la superficie totale du département (44,4 %), tandis que celles de susceptibilité moyenne représentent environ 2 305 km<sup>2</sup> du département (37 %).

On rappelle ici que près de 18,5 % de la superficie du département n'est *a priori* pas susceptible aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles, ce qui correspond aux formations considérées comme non argileuses et au réseau hydrographique.

<sup>1</sup> non représentées sur la carte géologique actuelle

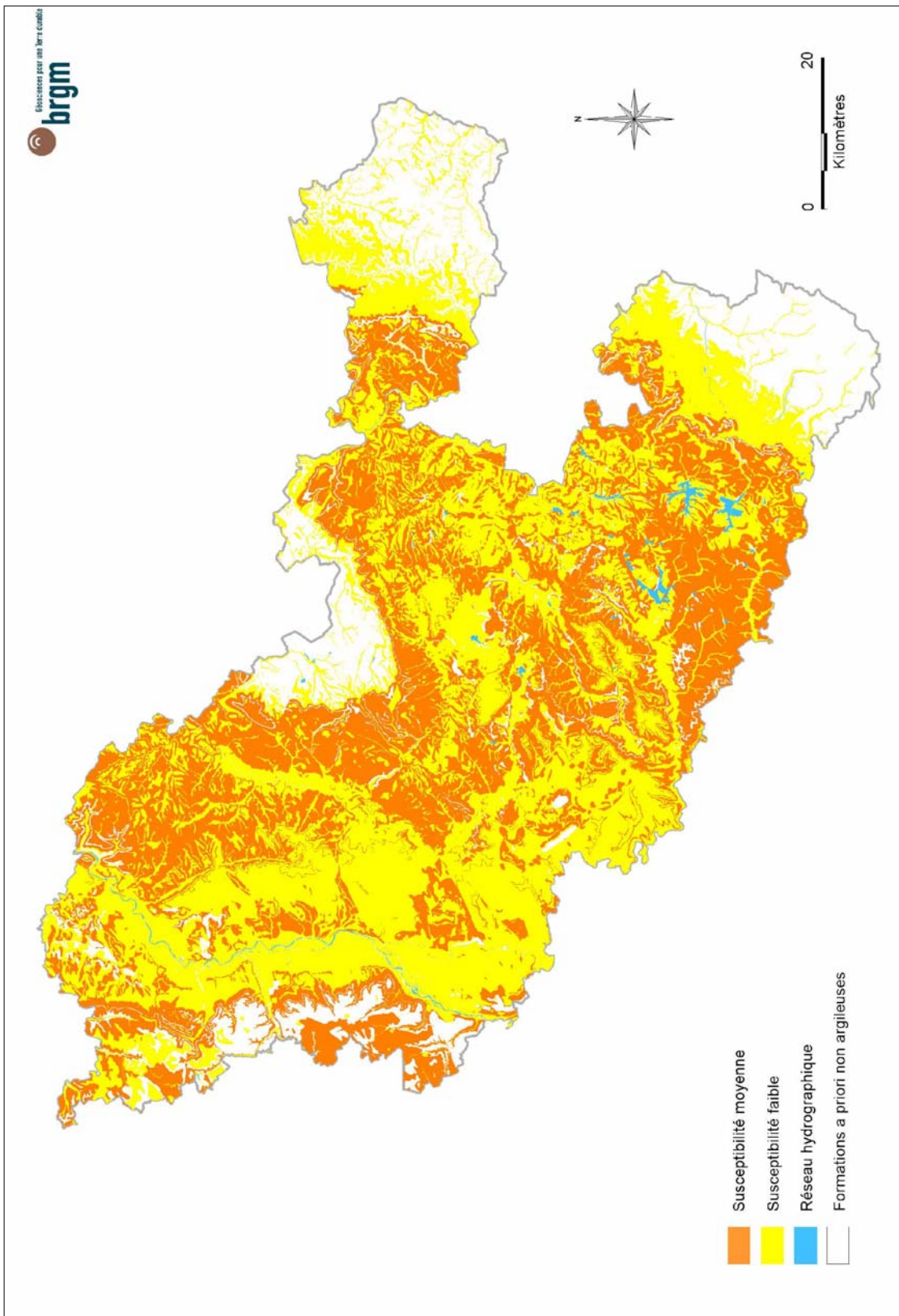


Illustration 24 – Carte de susceptibilité du département de la Moselle

L'illustration 24 présente les résultats établis précédemment en classant les formations par niveau de susceptibilité et en précisant les surfaces concernées.

N°	Code	Nom de la formation géologique	Superficie km <sup>2</sup>	% de la superficie totale	Susceptibilité
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	0,13	0,00	<b>moyenne</b>
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	88,14	1,41	<b>moyenne</b>
7	j2a	Marnes de Charences	71,39	1,14	<b>moyenne</b>
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	88,90	1,42	<b>moyenne</b>
10	l3a-b	Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées	102,22	1,63	<b>moyenne</b>
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	92,54	1,48	<b>moyenne</b>
13	t7b	Argilites rouges de Levallois	38,32	0,61	<b>moyenne</b>
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	1110,60	17,74	<b>moyenne</b>
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	243,62	3,89	<b>moyenne</b>
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	380,51	6,08	<b>moyenne</b>
18	t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	99,64	1,59	<b>moyenne</b>
<b>Total des formations en susceptibilité moyenne</b>			<b>2 316,01</b>	<b>37,00 %</b>	

1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	715,98	11,47	<b>faible</b>
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	8,11	0,13	<b>faible</b>
3	Fy-z	Alluvions anciennes	160,36	2,57	<b>faible</b>
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	1205,13	19,30	<b>faible</b>
9	l3c	Grès médioliasiques	18,12	0,29	<b>faible</b>
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	287,37	4,60	<b>faible</b>
14	t7a	Grès infraliasiques	121,56	1,95	<b>faible</b>
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	256,97	4,12	<b>faible</b>
<b>Total des formations en susceptibilité faible</b>			<b>2 773,59</b>	<b>44,30 %</b>	

Total formations argileuses	5 089,60	81,30 %
-----------------------------	----------	---------

Réseau hydrographique	62,18	1 %
Formations <i>a priori</i> non argileuses	1 109,22	17,70

Total département	6 261	100 %
-------------------	-------	-------

Illustration 25 – Classement des formations par susceptibilité et surfaces d'affleurement



## **7. Recensement et localisation des sinistres – détermination du critère densité de sinistres**

### **7.1. PROCÉDURE DE DEMANDE DE RECONNAISSANCE DE L'ÉTAT DE CATASTROPHE NATURELLE**

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

Les dossiers techniques des communes sont collectés par la Préfecture qui les transmet à la Commission Interministérielle statuant sur la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

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

- les désordres ne doivent pas relever d'une cause autre que la sécheresse ou la réhydratation des sols ;
- 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 ou le gonflement par réhydratation ;
- le niveau de fondation doit se trouver dans la zone de sol subissant la dessiccation ;
- l'évolution des désordres doit être corrélée dans le temps avec celle du phénomène climatique exceptionnel.

Depuis décembre 2000, l'analyse du contexte climatique est confiée à Météo France et effectuée sur la base d'un suivi de l'état hydrique des sols. Celui-ci est calculé dans 92 stations de référence au moyen d'un modèle à double réservoir, sur la base d'une réserve utile de 200 mm, dont on suit le niveau de remplissage au pas de temps décennal. La comparaison de l'état hydrique des sols (qui dépend essentiellement des précipitations et de l'évapotranspiration) par rapport aux moyennes trentenales, permet d'identifier les périodes de sécheresse exceptionnelles qui ont d'abord été définies comme étant des périodes de quatre trimestres consécutifs pour lesquels la réserve en eau du sol est inférieure à la normale, avec au moins une décennie située au cours du premier trimestre (janvier à mars, période de recharge hivernale) où la réserve en eau est inférieure à 50 % de la normale. Ces critères ont été modifiés pour la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle concernant les sinistres survenus au cours de l'été 2003.

Les études menées en vue de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ne sont habituellement réalisées que sur quelques cas de désordres de bâtis par commune. L'ensemble des sinistres d'une commune est rarement pris en compte et il n'est pas rare qu'un seul sinistre permette de classer l'ensemble de la commune en état de catastrophe naturelle. Par ailleurs, dès lors qu'une commune a été reconnue une fois, il n'est pas exigé d'étude géotechnique supplémentaire pour définir une nouvelle période de reconnaissance.

De surcroît, ces études préalables sont généralement très succinctes. Une visite de terrain permet de réaliser un bref audit des sinistres, de noter les dates d'apparition des premiers désordres (pour les comparer avec les chroniques pluviométriques), 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, complété éventuellement par des observations de terrain ou des sondages, permet de préciser la nature des formations géologiques environnant les sinistres et de déterminer celle qui a été à l'origine des désordres.

Ces dossiers techniques ne constituent donc qu'une première approche, souvent très sommaire, du problème. Après reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle dans la commune, des études plus approfondies sont généralement réalisées 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 alors 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.

Dans le département de la Moselle, différents bureaux d'études ont réalisé des dossiers techniques pour établir la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou expertiser des sinistres pour le compte des compagnies d'assurance. D'après les dossiers que nous avons recueillis, les bureaux d'études suivants sont notamment intervenus : ANTEA, CETE, Compétence Géotechnique, DP Sondages, FONDASOL, Géopratique, GEOTECH.

## **7.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTRÉES**

### **7.2.1. Localisation des communes sinistrées**

A la date du 15 juillet 2008, 194 communes du département de Moselle ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre de "*mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols*", pour des périodes comprises entre le 1<sup>er</sup> mai 1989 et le 31 mars 2006.

Ces 194 communes représentent près de 27 % des 730 communes mosellanes, et couvrent également environ 27 % de la superficie totale du département.

Depuis la sécheresse de l'été 2003, de nombreuses communes ont effectué une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle à la Préfecture, et certaines décisions ont été tardives. C'est le cas pour les communes de Tarquimpol et Vittersbourg, qui ont été reconnues officiellement en état de catastrophe naturelle pour cette période de sécheresse, respectivement les 11 juin 2008 et 26 juin 2008.

Le tableau suivant indique les dates des arrêtés reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce phénomène en Moselle :

Arrêtés interministériels	nombre de communes	Arrêtés interministériels	nombre de communes
20/10/1992	4	22/11/2005	44
20/08/1993	1	09/01/2006	10
27/05/1994	2	06/02/2006	2
18/07/1995	1	02/03/2006	1
28/07/1995	2	30/03/2006	5
03/11/1997	1	16/06/2006	2
02/02/1998	3	27/07/2006	1
10/08/1998	1	03/08/2006	2
18/09/1998	1	10/11/2006	1
16/04/1999	1	22/02/2007	3
22/06/1999	1	18/10/2007	3
25/08/2004	71	11/06/2008	1
11/01/2005	1	26/06/2008	2
27/05/2005	43	TOTAL	210

*Illustration 26 – Arrêtés interministériels et occurrences*

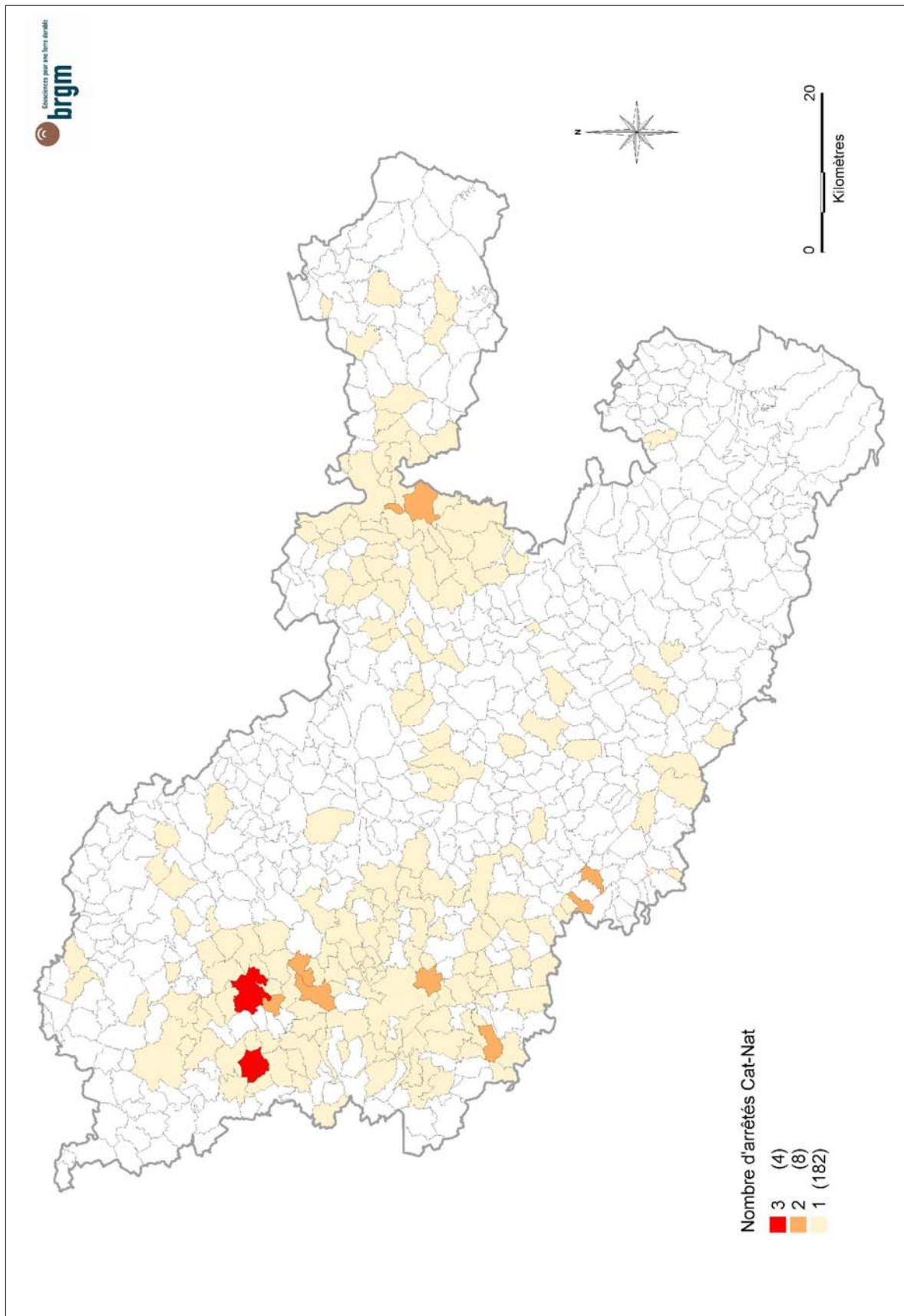
Au final, ce sont 210 arrêtés interministériels publiés au JO (Journal Officiel) qui ont concerné des communes du département pour ce phénomène naturel.

D'après les données disponibles sur le site internet « prim.net » du MEEDAT, ce nombre d'occurrences reconnues place le département à la 40<sup>ème</sup> position des départements français les plus touchés, loin cependant derrière le Sud-Ouest (1 353 occurrences reconnues en Haute-Garonne, 1 205 dans le Gers, 824 en Dordogne). Si l'on se réfère au classement des départements français en terme de coût d'indemnisation, la Moselle occupait la 31<sup>ème</sup> place en novembre 2006, derrière les départements très urbanisés de la région parisienne (données fournies par la CCR). Ce décalage s'explique en partie par le taux d'urbanisation plus faible de la Moselle, mais également par la nature des terrains affleurants.

La liste des communes concernées est présentée en Annexe 2, ainsi que les périodes de reconnaissance, les dates des arrêtés interministériels et les dates de leur parution au Journal Officiel. La localisation des 194 communes de Moselle ayant fait l'objet d'au moins un arrêté de catastrophe naturelle, pour des problèmes de retrait-gonflement des argiles, donne un aperçu de la répartition géographique des zones affectées par le phénomène (illustration 26).

Force est de constater que cette répartition est inégale sur l'ensemble du territoire mosellan. Deux noyaux de concentration se démarquent :

- la vallée de la Moselle et les plaines limitrophes où la proportion de communes sinistrées est très élevée (la durée de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle dépasse les 7 années pour les communes d'Argancy, Bousse, Clouange et Vitry-sur-Orne) ;
- la vallée de la Sarre dans la région de Sarreguemines regroupe de nombreuses communes ayant obtenu cette reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.



*Illustration 27 – Localisation des communes concernées par un ou des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse (à la date du 15 juillet 2008)*

Quelques communes situées sur le plateau lorrain ont également été reconnues pour ce phénomène, principalement dans la vallée de la Seille et de la Nied.

On note qu'à ce jour, aucune commune de la région des Basses Vosges (à l'extrême est du département) n'a fait l'objet d'une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour le phénomène de retrait-gonflement des argiles.

### **7.2.2. Analyse des périodes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle**

Au 15 juillet 2008, 27 arrêtés ministériels (données du MEEDAT, juillet 2008) reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour les communes du département de Moselle ont été publiés au Journal Officiel entre 1992 et 2008, au titre de "*mouvements de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols*". Ainsi, sur les 194 communes reconnues par la commission interministérielle :

- 182 communes n'ont fait l'objet que d'un seul arrêté ;
- 8 communes ont bénéficié de deux arrêtés ;
- 4 communes ont été classées trois fois en état de catastrophe naturelle (Bousse, Clouange, Rurange-lès-Thionville, Vitry-sur-Orne).

Ceci est important au regard de la mise en application du système de modulation de franchise mis en place en septembre 2000 et qui prévoit une augmentation de la franchise à chaque nouvel arrêté (calculé désormais sur les 5 dernières années, suite à l'arrêté du 4 août 2003, et non plus depuis 1995 comme initialement), à défaut d'élaboration de documents de prévention de type Plans de prévention des risques naturels (PPRN).

Les données fournies en annexe 2 et synthétisées sur l'illustration 329 indiquent par ailleurs que la durée de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle varie fortement d'une commune à l'autre et d'un arrêté à l'autre. Certains arrêtés couvrent des périodes de plusieurs années consécutives alors que d'autres concernent quelques mois seulement. C'est pourquoi il est préférable de raisonner non pas seulement en nombre d'arrêtés par commune mais plutôt en nombre de mois reconnus par commune.

L'analyse de ces données indique que pour certaines communes, les périodes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ont été continues : la fin d'une période correspondant à un arrêté était immédiatement suivie par le début de la période concernée par l'arrêté suivant, hormis la sécheresse survenue en 2003.

- 4 communes ont été reconnues pendant au moins 5 ans, de façon continue entre 1989 et 1998 ;
- 8 communes ont bénéficié de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour une durée totale comprise entre 1 à 5 ans ;
- 182 communes ont été reconnues pour une durée inférieure à 1 an, dont 181 uniquement pour la sécheresse de 2003 (illustrations 27, 28, et 29).

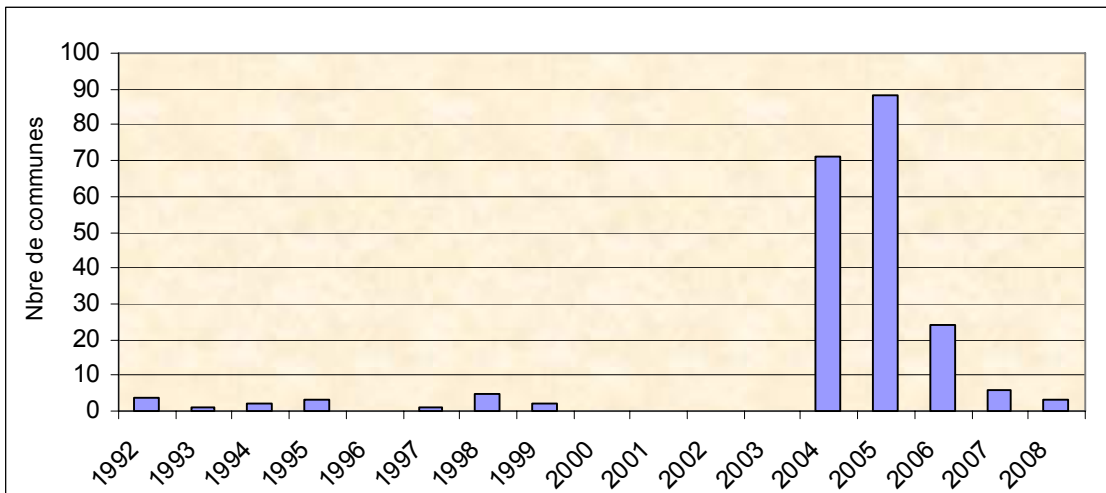


Illustration 28 – Nombre de communes reconnues en état de catastrophe naturelle sécheresse pour la période 1989-2008

Il convient de noter que certaines déclarations de sinistres sont tardives, ce qui peut en partie expliquer que les périodes de déficit hydrique et les dates de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ne sont pas toujours parfaitement corrélées.

En effet, après une période de dessiccation intense et profonde des sols, le retour à un état hydrique normal est lent et il subsiste souvent en profondeur des zones de sol argileux anormalement desséchées qui restent sensibles à des variations saisonnières, même de faible amplitude. En d'autres termes, un déficit hydrique intense est nécessaire pour amorcer les premiers mouvements différentiels du sol mais ensuite, la structure du sol et du bâti ayant été fragilisée, de faibles amplitudes hydriques suffisent à provoquer la réouverture ou l'aggravation des premières fissures. C'est pourquoi certains propriétaires réagissent avec retard et déclarent des sinistres à une période où les précipitations sont revenues à un niveau normal.

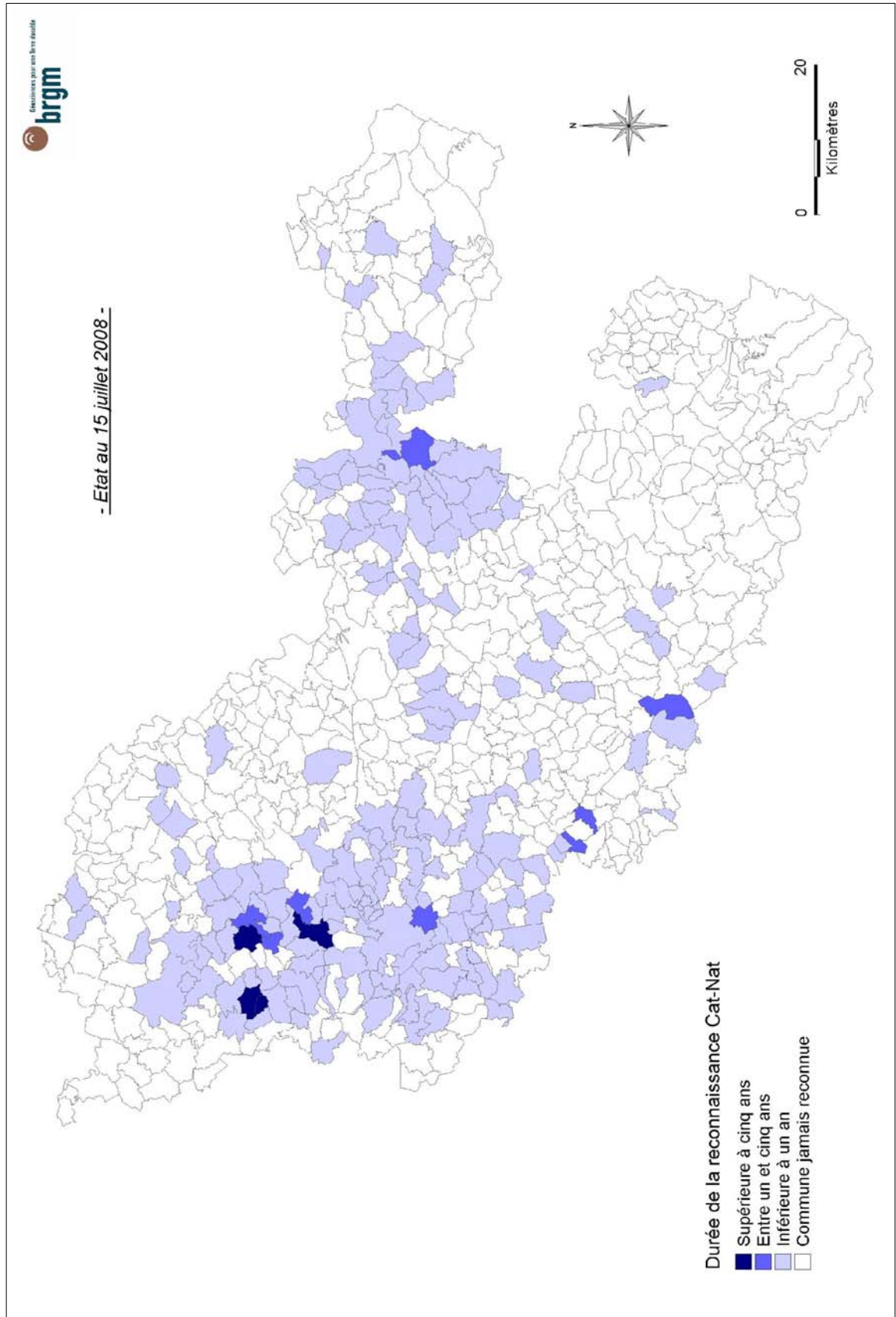


Illustration 29 – Localisation des communes concernées et durée de reconnaissance cat-nat

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

Communes	Nbre arrêtés	Durées totale (mois)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alaincour-la-Côte	2	8																		
Alsting	1	3																		
Altwiller	1	3																		
Amnéville	1	3																		
Ancy-sur-Moselle	1	3																		
Antilly	1	3																		
Argancy	2	107																		
Arry	1	3																		
Ars-Laquenexy	1	3																		
Ars-sur-Moselle	1	3																		
Attilloncourt	1	3																		
Augny	1	3																		
Ay-sur-Moselle	2	56																		
Le ban-St-Martin	1	3																		
Barst	1	3																		
Bazoncourt	1	3																		
Bertrange	1	3																		
Bettelainville	1	3																		
Beux	1	3																		
Beyren-les-Sierck	1	3																		
Bezange-la-Petite	1	3																		
Biding	1	3																		
Blanche-Eglise	1	3																		
Boulay-Moselle	1	3																		
Bousse	3	115																		
Bouzonville	1	3																		
Budling	1	3																		
Chailly-les-Ennery	2	52																		
Charly-Oradour	1	3																		
Chateau-Salins	1	3																		
Chatel-st-Germain	1	3																		
Chérisey	1	3																		
Clouange	3	92																		
Coin-les-Cuvry	1	3																		
Courcelles-Ch.	1	3																		
Courcelles / nied	1	3																		
Créhange	1	3																		
Delme	2	56																		
Diebling	1	3																		
Dieuze	1	3																		
Elvange	1	3																		
Enchenberg	1	3																		
Ennery	1	3																		
Epping	1	3																		
Ernestviller	1	3																		
Les Etangs	1	3																		
Faily	1	3																		
Fameck	1	3																		
Farschviller	1	3																		
Faulquemont	1	3																		
Fèves	1	3																		
Fey	1	3																		
Fleury	1	3																		
Flévy	1	3																		
Florange	1	3																		
Folking	1	3																		
Folschviller	1	3																		
Foville	1	3																		
Frauenberg	1	3																		
Gandrang	1	3																		
Goin	1	3																		
Grosbiederstroff	1	3																		
Gros-rederching	1	3																		
Grundviller	1	3																		
Le val-de-Guebl.	1	3																		
Guénange	1	3																		
Guenviller	1	3																		
Haboudange	1	3																		
Hambach	2	40																		
Hauconcourt	1	3																		
Hilsprich	1	3																		
Holving	1	3																		
Hundling	1	3																		
Illange	1	3																		
Ippling	1	3																		
Jury	1	3																		
Jussy	1	3																		
Kalhausen	1	3																		
Kappelking	1	3																		
Kédange / Canner	1	3																		
Kerbach	1	3																		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

Communes	Nbre arrêtés	Durées totale (mois)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Kirviller	1	3																		
Landroff	1	3																		
Laning	1	3																		
Laquenexy	1	3																		
Laumesfeld	1	3																		
Lemberg	1	3																		
Lemud	1	3																		
Lessy	1	3																		
Liocourt	1	3																		
Lixing-les-Rouhling	1	3																		
Lorry-les-Metz	1	3																		
Lorry-Mardigny	1	3																		
Loupershouse	1	3																		
Loutzwiller	1	3																		
Louvigny	1	3																		
Lucy	1	3																		
Luppy	1	3																		
Luttange	1	3																		
Maizeroy	1	3																		
Maizery	1	3																		
Maizieres-les-Metz	1	3																		
Malroy	1	3																		
Marange-Silvange	1	3																		
Marieulles	2	3																		
Mariy	1	3																		
Metz	1	3																		
Metzeresche	1	3																		
Metzervisse	1	3																		
Metzing	1	3																		
Mey	1	3																		
Monneren	1	3																		
Montdidier	1	3																		
Montigny-les-Metz	1	3																		
Montoy-Flanville	1	3																		
Morhange	1	3																		
Moulins-les-Metz	1	3																		
Moyenvic	1	37	■	■	■	■														
Neufgrange	1	3																		
Noisseville	1	3																		
Nouilly	1	3																		
Ogy	1	3																		
Orny	1	3																		
Pange	1	3																		
Peltre	2	13								■	■									
Pierrevillers	1	3																		
Plappeville	1	3																		
Plesnois	1	3																		
Pontoy	1	3																		
Pont pierre	1	3																		
Pouilly	1	3																		
Pournoy-la-Chétive	1	3																		
Pournoy-la-Grasse	1	3																		
Puttelange-aux-Lacs	1	3																		
Ranguevaux	1	3																		
Remelfing	1	3																		
Rémering-les-P.	1	3																		
Rémilly	1	3																		
Retonfey	1	3																		
Richeling	1	3																		
Rodalbe	1	3																		
Rodemack	1	3																		
Rombas	1	3																		
Rosselange	1	3																		
Rouhling	1	3																		
Rurange	3	39								■	■	■								
Sailly-Achatel	1	3																		
Sainte-Barbe	1	3																		
Saint-Epvre	1	3																		
St-jean-Rohrbach	1	3																		
St-julien-les-Metz	1	3																		
Saint-Jure	1	3																		
Ste-Marie-aux-Ch.	1	3																		
Sainte-Ruffine	1	3																		
Sanry-les-Vigy	1	3																		
Sarralbe	1	3																		
Sarreguemines	1	3																		
Sarreinsming	1	3																		
Schorbach	1	3																		
Scy-chazelles	1	3																		
Seingbouse	1	3																		
Semécourt	1	3																		

Communes	Nbre arrêtés	Durées totale (mois)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Servigny-les-Raville	1	3																		
Servigny-les-Ste B.	1	3																		
Silly-sur-Nied	1	3																		
Solgne	1	3																		
Tarquimpol	1	3																		
Tenteling	1	3																		
Terville	1	3																		
Théding	1	3																		
Thionville	1	3																		
Trémery	1	3																		
Valmestroff	1	3																		
Valmont	1	3																		
Vantoux	1	3																		
Vany	1	3																		
Vaux	1	3																		
Verny	1	3																		
Vic-sur-Seille	1	3																		
Vieux-Lixheim	1	3																		
Vigny	1	3																		
Vitry-sur-Orne	3	84																		
Vittersbourg	1	3																		
Volstroff	1	3																		
Vry	1	3																		
Waldweistroff	1	3																		
Wiesviller	1	3																		
Willerswald	1	3																		
Wittring	1	3																		
Woelfling	1	3																		
Woippy	1	3																		
Woustviller	1	3																		
Yutz	1	3																		
Zetting	1	3																		

Illustration 30 – Durée de reconnaissance par commune de l'état de catastrophe naturelle sécheresse pour la période 1989-2006

### 7.3. COLLECTE DES DONNÉES DE SINISTRES

Le recensement des sinistres a été réalisé à partir de plusieurs sources d'informations jugées complémentaires :

- la consultation des dossiers de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle disponibles à la Préfecture de Moselle, ainsi qu'à la Caisse Centrale de Réassurance ;
- une enquête auprès de l'ensemble des communes de Moselle ;
- la consultation de dossiers communiqués par des assureurs, des bureaux d'études, et des experts d'assurance ;
- des visites de terrain sur des communes où la détermination de l'origine des sinistres était problématique.

A chaque étape, les doublons (sinistres successifs sur un même site ou donnée redondante issue de sources parallèles) ont été éliminés avant insertion dans la base de données. La principale source d'informations provient d'une enquête réalisée auprès de l'ensemble des communes de Moselle, reconnues ou non en état de catastrophe naturelle au jour de l'envoi. Cette enquête a été effectuée par envoi d'un courrier (lettre, tableau et carte à remplir, fiche explicative du phénomène recensé) adressé en date du 17 novembre 2007 à tous les maires du département par l'intermédiaire de la Préfecture.

Une relance a du être effectuée auprès des communes n'ayant pas répondu ainsi que des demandes de compléments d'information par fax au mois d'avril 2008. Enfin, pour les communes reconnues en état de catastrophe naturelle, des relances téléphoniques et visites en mairie ont de nouveau été réalisées directement par le BRGM au mois de mai et au mois de juin 2008.

Finalement, 2 564 sites de sinistres ont été recensés, dont 2 546 (soit 99,3 % d'entre eux) localisés avec précision sur les fonds topographiques de l'IGN à 1/25 000. Cela a permis de calculer automatiquement les coordonnées (en système Lambert II étendu) de chacun des sites. Ce travail a été conduit grâce aux cartes de localisation renvoyées par les communes, aux cartes des dossiers d'expertises post-sinistres, ainsi que par la consultation de deux sites Internet : [www.mappy.fr](http://www.mappy.fr) et [www.viamichelin.fr](http://www.viamichelin.fr).

Les 241 communes qui ont répondu positivement à l'enquête se répartissent de la façon suivante :

- 182 communes reconnues en état de catastrophe naturelle à la date du 15 juillet 2008, soit un taux de réponse de 94 % pour ces dernières ;
- 59 communes qui ont effectué des démarches en vue de cette reconnaissance, mais pour lesquelles la procédure n'a pas abouti ou est encore en instance.

Malgré les relances et les visites en mairie, six communes ayant pourtant bénéficié d'un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle lié au phénomène étudié n'ont pas répondu à l'enquête et six autres ont affirmé à plusieurs reprises n'avoir jamais eu de sinistres sur leur territoire.

Le nombre de sinistres par commune est variable (Illustration 310) :

- 20 % des communes n'ont signalé qu'un seul sinistre ;
- 69 % des communes interrogées présentent moins de 20 sinistres ;
- 2 communes totalisent plus de 100 sinistres chacune.

Nombre de sinistres localisés	Nombre de communes	Proportion relative par rapport aux communes sinistrées (en %)
+ de 100	2	1%
51 à 100	2	1%
21 à 50	24	10%
11 à 20	39	16%
6 à 10	47	20%
2 à 5	79	33%
1	48	20%
<i>Total</i>	241	100%

*Illustration 31 – Nombre de sinistres recensés par commune dans le département de Moselle*

La carte de l'illustration 31 présente la répartition géographique des 2 546 sinistres sécheresse pris en compte dans l'étude. L'analyse de cette carte indique que les communes les plus sinistrées sont situées dans l'axe mosellan, ainsi que dans la vallée de la Sarre.

La liste des sinistres avec leurs coordonnées en projection Lambert II étendu est présentée en annexe 3. Pour des raisons de confidentialité, les noms et adresses des propriétaires ne figurent pas dans ce tableau.

Il est à noter que 1 433 des 2 546 sinistres localisés se sont produits durant l'été 2003, ce qui représente 56 % des sinistres recensés. Ce résultat, bien que devant être nuancé par l'absence de précision des communes quant à la date d'apparition des fissures, met en relief l'ampleur du phénomène de retrait-gonflement au cours de l'été 2003 dans le département.

Toutefois, il convient de rappeler que le recensement effectué ne peut-être considéré comme exhaustif. La plupart des données recueillies ont été communiquées par les communes, lesquelles ne peuvent avoir connaissance de tous les sinistres survenus sur leur territoire. En effet, certains ont été déclarés directement aux assureurs, une fois acquise la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

Par ailleurs, certains sinistres comptabilisés peuvent présenter une autre cause que le retrait-gonflement (défaut de construction, vétusté, tassement de remblais, reptation des talus, etc..), ce qui n'apparaît pas toujours dans les expertises géotechniques consultées.

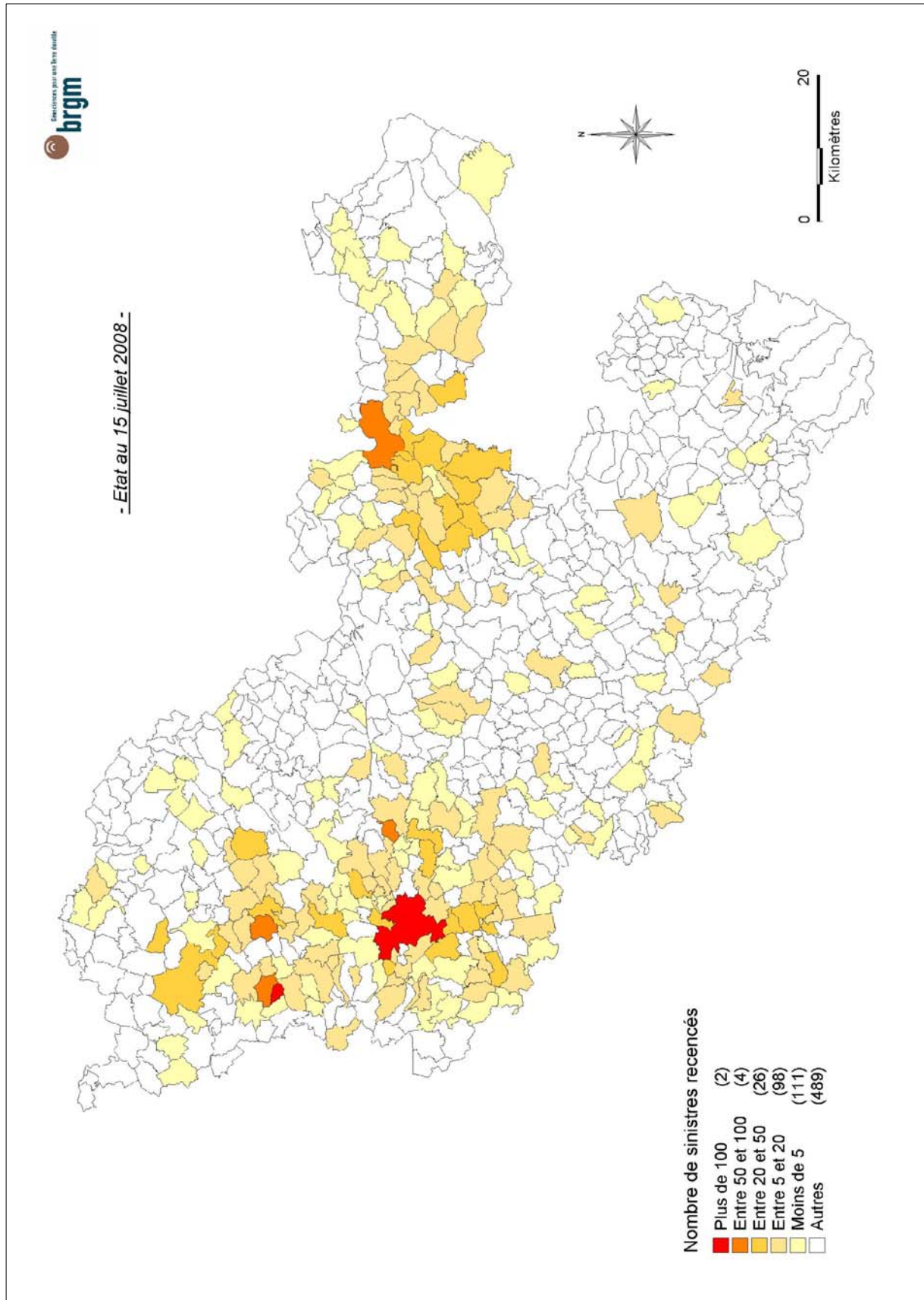


Illustration 32 – Localisation par commune des sinistres recensés en Moselle

#### 7.4. REPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION GEOLOGIQUE ET DENSITE DE SINISTRES

La nature géologique des terrains affleurants constitue le principal facteur de prédisposition au phénomène de retrait-gonflement, ce qui conduit à étudier la répartition des sinistres par formation géologique. Pour chacun des 2 546 sinistres recensés et localisés, le croisement avec la carte géologique synthétique des formations argileuses et marneuses a permis de déterminer la nature de la formation concernée (illustration 32). Pour chaque formation argileuse ou marneuse sont ainsi indiquées : le nombre de sinistres, la superficie de la formation, et la densité de sinistres pour 100 km<sup>2</sup> urbanisés (illustration 33).

Il apparaît que 97,9 % des sinistres sont localisés sur des formations identifiées comme argileuses ou marneuses. La densité de sinistres est onze fois plus importante pour les formations argileuses ou marneuses que pour les formations *a priori* non argileuses. Ces résultats attestent d'une bonne corrélation entre la carte de répartition des sinistres et celle des faciès argileux.

Une seule formation argileuse ne présente aucun sinistre. Il s'agit des *Marnes à rhynchonelles*, lesquelles affleurant en marge du département sur une superficie de 0,15 km<sup>2</sup> seulement, quasi vierge d'urbanisation pour l'instant, ce qui suffit à expliquer cette absence de sinistralité (en l'absence de construction, aucun sinistre ne peut se produire).

D'une manière générale, les 52 sinistres qui sont localisés sur des formations *a priori* non argileuses peuvent être le résultat de plusieurs facteurs :

- certaines formations considérées comme non argileuses dans le cadre de l'étude peuvent contenir localement des lentilles ou des placages d'argiles non cartographiés ;
- quelques sinistres attribués au retrait-gonflement des argiles peuvent provenir en réalité d'autres phénomènes (tassement de remblais ou de sols compressibles, fluages sur des colluvions instables, défauts de construction, chocs thermiques sur les enduits de façade, etc.) ;
- certains contours de cartes géologiques peuvent être localement inexacts, et certains sinistres localisés apparemment en dehors des formations argileuses se trouvent en réalité en limites d'affleurement de ces formations ;
- quelques sinistres peuvent avoir été mal localisés.

Parmi les formations argileuses ou marneuses, 4 formations identifiées (soit 20 % d'entre elles) expliquent près de 55 % des sinistres. Ces mêmes formations présentent chacune plus de 250 sinistres : il s'agit des *Limons des plateaux et ferricrètes*, des *Schistes carton*, *Marnes à Septaria et Grès supraliasique*, des *Calcaires et Marnes à gryphées*, et des *Marnes irisées et Grès à roseaux*. Il convient cependant de noter que les *Limons des plateaux et ferricrètes* affleurent sur une superficie très étendue (plus de 1 200 km<sup>2</sup>), tandis que les *Schistes carton*, *Marnes à Septaria et Grès supraliasique* n'affleurent que sur 89 km<sup>2</sup>, et que cet écart est sensiblement le même en ce qui concerne les surfaces urbanisées dans chacune de ces deux formations géologiques.

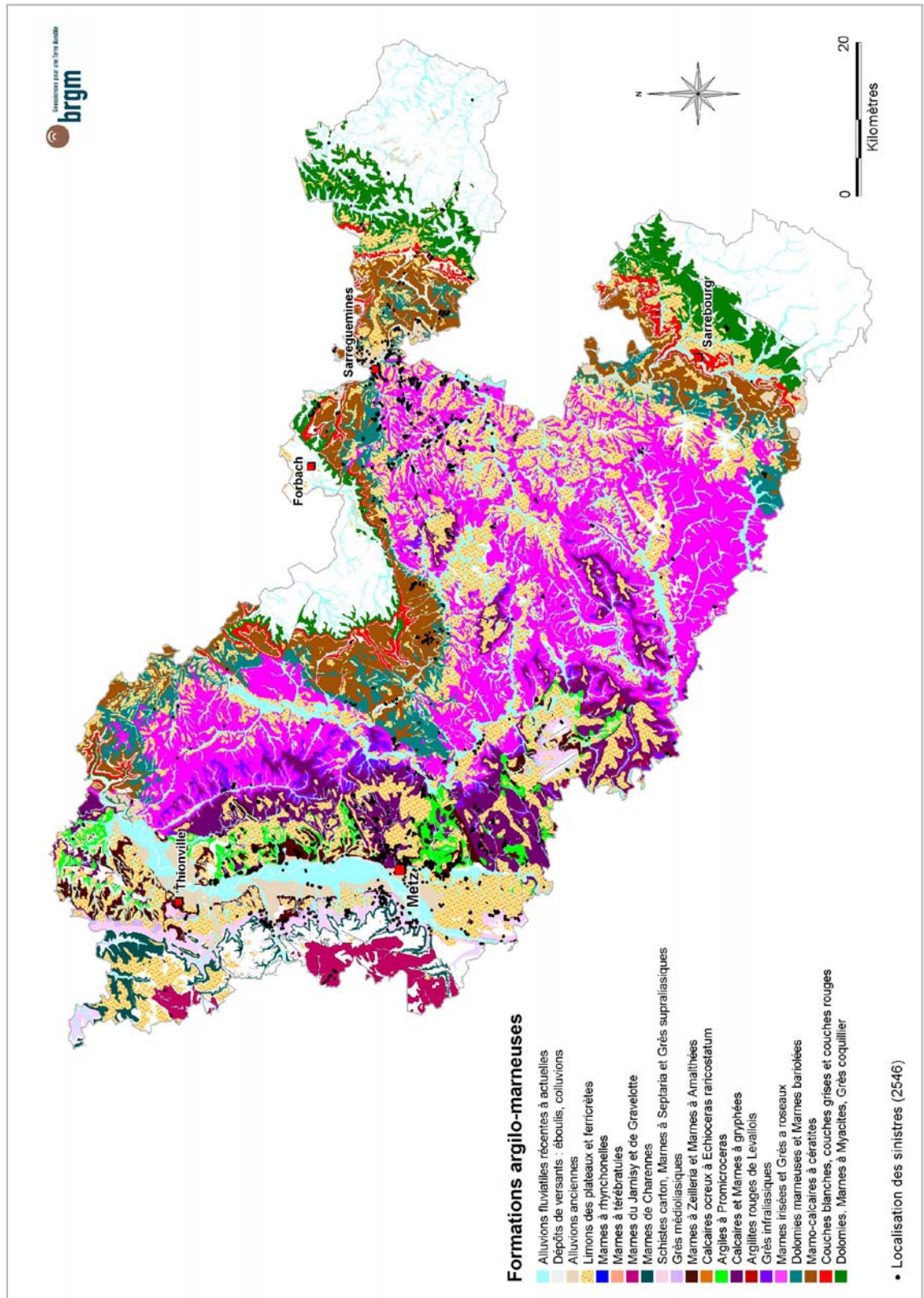


Illustration 33 – Carte de répartition des sinistres par formation géologique

Code	Nom de la formation géologique	Superficie de la formation (km <sup>2</sup> )	% de la superficie totale	Nombre de sinistres recensés et localisés
Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	715,98	11,44	130
E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	8,11	0,13	1
Fy-z	Alluvions anciennes	160,36	2,56	115
LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	1205,13	19,25	467
j3b	Marnes à rhynchonelles	0,13	0,00	0
j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	88,14	1,41	19
j2a	Marnes de Charennes	71,39	1,14	9
l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	88,90	1,42	269
l3c	Grès médioliasiques	18,12	0,29	110
l3a-b	Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées	102,22	1,63	208
l2b1	Argiles à Promicroceras	92,54	1,48	211
l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	287,37	4,59	284
t7b	Argilites rouges de Levallois	38,32	0,61	20
t7a	Grès infraliasiques	121,56	1,94	37
t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	1110,60	17,74	365
t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	243,62	3,89	79
t5b	Marno-calcaires à cératites	380,51	6,08	109
t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	99,64	1,59	21
t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	256,97	4,10	40
Total formations argileuses		5 090	81,30	2 494
Réseau hydrographique		62	1,00	-
Formations <i>a priori</i> non argileuses		1 109	17,70	52
				2 546

Illustration 34 – Répartition des sinistres par formation géologique

## 7.5. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTÉE A LA SURFACE URBANISÉE

Étant donné que les surfaces d'affleurement des différentes formations géologiques sont extrêmement variables, il est important de raisonner sur les densités de sinistres par formation géologique (ramenées à 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement). Cependant, il faut garder à l'esprit que l'urbanisation n'est pas uniforme sur l'ensemble du département, ce qui peut constituer des biais pour l'analyse sur les densités de sinistres par formation. En effet, une formation géologique s'étendant principalement en milieu rural sera nécessairement moins touchée qu'une formation aussi susceptible mais s'étendant dans un site très urbanisé.

Ainsi, les densités de sinistres par formation géologique ont été ramenées à 100 km<sup>2</sup> de surface effectivement urbanisée, conformément à la méthodologie retenue au niveau national.

### 7.5.1. Détermination de la densité de sinistres par formation

Les contours des zones urbanisées du département ont été tracés à partir des cartes topographiques IGN à l'échelle 1/25 000. Ils ont ensuite été numérisés (illustration 34) et superposés à la carte synthétique des formations argileuses et marneuses. Ceci a permis de calculer, pour chacune des dix-neuf formations retenues, la surface d'affleurement qui se trouve être réellement urbanisée. Ces contours sont donnés à titre indicatif et peuvent présenter quelques décalages avec la réalité, notamment dans les secteurs urbanisés très récemment.

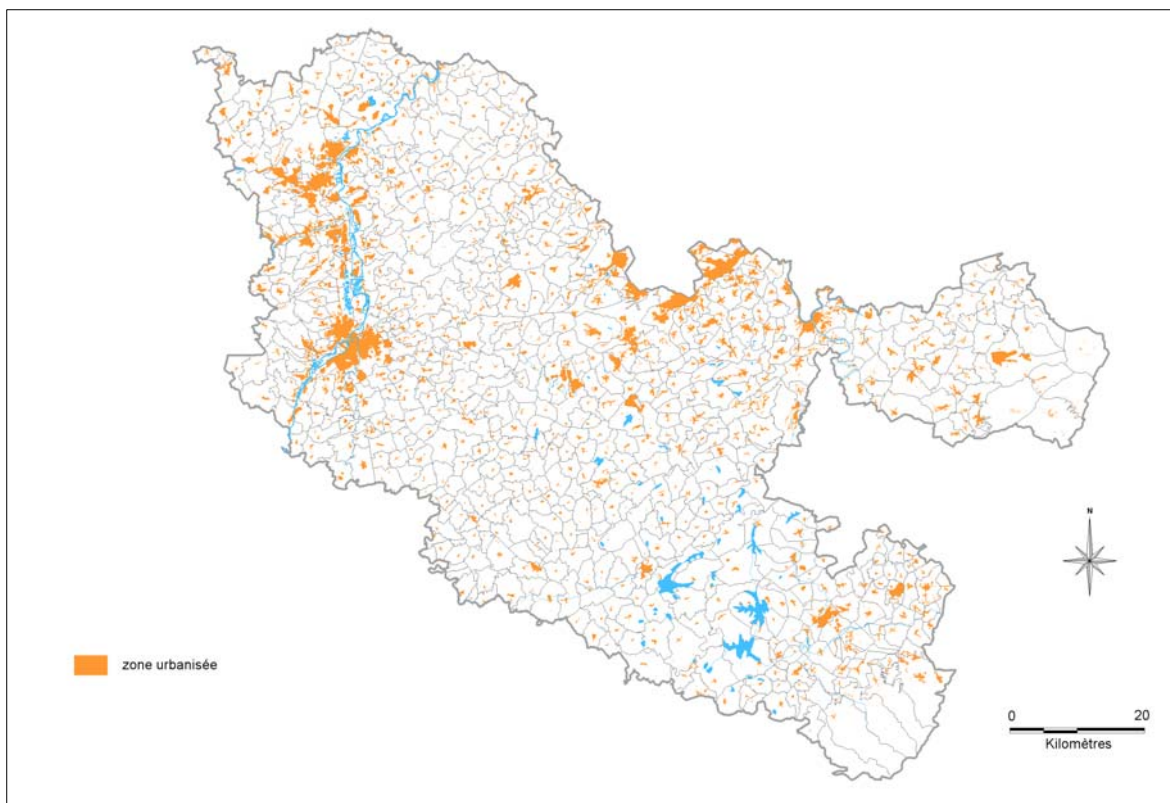


Illustration 35 – Extension des surfaces urbanisées du département de Moselle

La surface totale des zones urbanisées du département a été ainsi estimée à 418,09 km<sup>2</sup>, soit environ 6,13 % de la superficie totale.

La superposition de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses avec celle des zones urbanisées permet d'estimer la surface totale occupée par les zones urbanisées dans les formations retenues. Elles correspondent à 339,46 km<sup>2</sup>, soit environ 6,6 % de leur surface totale d'affleurement.

Les surfaces urbanisées et le nombre de sinistres recensés sont indiqués pour chaque formation dans le tableau de l'illustration 35. Ces éléments permettent de calculer des densités de sinistres par formation géologique.

Ainsi, les formations comptant les valeurs supérieures de densité de sinistres ramenée à 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée sont :

- *Argiles à Promicroceras* ;
- *Grès médioliasiques* ;
- *Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées* ;
- *Argilites rouges de Levallois*.

Outre la formation des *Marnes à rhynchonelles* (qui affiche une sinistralité nulle, mais jugée non significative du fait de l'absence totale d'urbanisation sur cette formation dans le département), cinq formations argileuses ont une densité de sinistres très faible :

- *Dépôts de versants : éboulis, colluvions* ;
- *Couches blanches, couches grises et couches rouges* ;
- *Alluvions anciennes* ;
- *Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier* ;
- *Alluvions fluviales récentes à actuelles*.

Le taux d'urbanisation semble le plus à même de caractériser la sinistralité. Son utilisation modifie sensiblement la hiérarchisation des formations argileuses en termes de densité de sinistres. En effet, la formation géologique des *Limons de plateaux et ferricrètes* comporte le plus grand nombre de sinistres (467 désordres recensés et localisés) et affleure sur un cinquième du département de Moselle, alors qu'en se référant à la densité de sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de formation affleurante urbanisée (illustration 35), cette couche est rétrogradée à la 9<sup>ème</sup> place, avec un taux de sinistralité classé faible.

### **7.5.2. Détermination du critère densité de sinistres**

La densité de sinistres rapportée à 100 km<sup>2</sup> d'affleurement réellement urbanisé s'élève en moyenne à 1 050 pour l'ensemble du département, alors qu'elle est de 65 pour les autres formations jugées non argileuses (illustration 35). A titre indicatif, cette densité de sinistre calculée pour l'ensemble des formations argileuses de 49 départements déjà traités à ce jour (qui expliquent à eux seuls plus de 90 % de la sinistralité constatée par retrait-gonflement des sols argileux s'élève en moyenne à 1 085 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de formation affleurante urbanisée.

Afin de hiérarchiser les formations argileuses selon leur degré de sinistralité, c'est cet ordre de grandeur qui est retenu ici comme référence pour l'attribution des notes caractérisant la sinistralité des formations argileuses du département, à savoir un seuil moyen de 1 050 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> urbanisés. Les notes de sinistralité sont ainsi attribuées, conformément à la méthodologie retenue au niveau national sur la base suivante :

- *note 1* : moins de 1 050 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité inférieure à la moyenne des zones argileuses) ;
- *note 2* : entre 1 050 et 2 100 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité supérieure à la moyenne des zones argileuses et inférieure à deux fois cette moyenne) ;
- *note 3* : plus de 2 100 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité supérieure à deux fois la moyenne).

La note caractérisant ainsi la sinistralité des formations argileuses du département est indiquée dans la dernière colonne de l'illustration 35.

N°	Code	Nom de la formation géologique	Superficie de la formation (km²)	% de la superficie totale	Surfaces urbanisées (km²)	Taux d'urbanisation	Nombre de sinistres recensés et localisés	Densité de sinistres pour 100 km² (urbanisés)	Note densité de sinistres
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	715,98	11,44	56,85	7,94	130	229	1
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	8,11	0,13	0,79	9,77	1	127	1
3	Fy-z	Alluvions anciennes	160,36	2,56	51,94	32,39	115	221	1
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricités	1205,13	19,25	64,23	5,33	467	727	1
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	0,13	0,00	0,00	0,00	0	NS	NS
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	88,14	1,41	4,68	5,38	19	406	1
7	j2a	Marnes de Charennes	71,39	1,14	2,53	3,50	9	356	1
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	88,90	1,42	17,75	19,97	269	1 515	2
9	l3c	Grès médioliasiques	18,12	0,29	3,81	21,05	110	2 887	3
10	l3a-b	Marnes à Zelleria et Marnes à Amalthées	102,22	1,63	9,02	8,82	208	2 306	3
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	92,54	1,48	6,00	6,49	211	3 517	3
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	287,37	4,59	18,72	6,51	284	1 517	2
13	t7b	Argillites rouges de Levallois	38,32	0,61	0,90	2,34	20	2 222	3
14	t7a	Grès infraliasiques	121,56	1,94	2,38	1,96	37	1 555	2
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	1110,60	17,74	35,84	3,23	365	1 018	1
16	t6a	Dolomies mameuses et Marnes bariolées	243,62	3,89	14,58	5,98	79	542	1
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	380,51	6,08	20,72	5,44	109	526	1
18	l4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	99,64	1,59	11,09	11,13	21	189	1
19	l3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	256,97	4,10	17,40	6,77	40	230	1
<b>Total formations argileuses</b>			<b>5 090</b>	<b>81,30</b>	<b>337,62</b>	<b>6,66</b>	<b>2 494</b>	<b>1 050</b>	
Réseau hydrographique			62	1,00	-	-	-	-	
Formations a priori non argileuses			1 109	17,70	80,38	7,39	52	65	
<b>Total département</b>			<b>6 261</b>	<b>100,00</b>	<b>418</b>	<b>6,72</b>	<b>2 546</b>	<b>609</b>	

Illustration 36 – Densité de sinistres par formation ramenée à 100 km² de surface urbanisée et détermination de la note densité de sinistres

Pour la formation des *Marnes à rhynchonelles*, la surface urbanisée est quasi nulle, et aucun sinistre n'a été enregistré. La densité de sinistres ainsi calculée ne peut donc pas être considérée comme significative (à titre de comparaison, dans le département voisin de Meurthe-et-Moselle où cette formation est bien davantage développée, la densité de sinistres qui y avait été constatée en 2006 s'élevait à 2 397 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée, ce qui est sans doute plus proche de la réalité. Pour cette formation et conformément à la pratique adoptée au niveau national, aucune note de densité de sinistres n'est attribuée puisque le résultat du calcul brut est considéré comme non significatif. Au final, seule la note de susceptibilité sera prise en compte dans le calcul de l'aléa.

L'illustration 36 présente les formations géologiques classées par densité de sinistres, et rappelle les niveaux de susceptibilité déterminés dans la partie 6 de ce rapport.

Les résultats montrent que parmi les 4 formations ayant obtenu une note maximale de densité de sinistres (3), on retrouve :

- trois formations dont la susceptibilité a été considérée comme moyenne (*Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées, Argiles à Promicroceras, Argilites rouges de levallois*);
- une formation classée en susceptibilité faible (*Grès médioliasiques*).

Trois formations ont reçu une note de densité de sinistres moyenne (égale à 2), les *Schistes cartons, Marnes à Septaria et Grès supraliasiques* (déjà classés en susceptibilité moyenne), les *Calcaires et Marnes à gryphées* et les *Grès infraliasiques*.

Enfin, les onze formations caractérisées par une faible sinistralité (note 1) avaient été caractérisées pour la moitié d'entre elles par une susceptibilité faible et pour l'autre moitié par une susceptibilité moyenne. La corrélation entre la note de densité de sinistres et la susceptibilité de la formation est donc relativement satisfaisante. Il est d'ailleurs à noter que sur 18 formations argileuses qui se prolongent dans le département voisin de Meurthe-et-Moselle (où 3 006 sinistres avaient été recensés et localisés lors de l'étude réalisée en 2005-06), treize d'entre elles reçoivent une note de sinistralité identique dans les deux départements.

N°	Code	Nom de la formation géologique	Superficie de la formation (km²)	% de la superficie totale	Surfaces urbanisées (km²)	Taux d'urbanisation	Nombre de sinistres recensés et localisés	Densité de sinistres pour 100 km² (urbanisés)	Note densité de sinistres	Susceptibilité
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	715,98	11,44	56,85	7,94	130	229	1	faible
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	8,11	0,13	0,79	9,77	1	127	1	faible
3	Fy-z	Alluvions anciennes	160,36	2,56	51,94	32,39	115	221	1	faible
4	LP-F	Limons des plateaux et ferrifères	1205,13	19,25	64,23	5,33	467	727	1	faible
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	0,13	0,00	0,00	0,00	0	NS	NS	moyen
6	j2b2	Marnes du Jamisy et de Gravelotte	88,14	1,41	4,68	5,38	19	406	1	moyen
7	j2a	Marnes de Charennes	71,39	1,14	2,53	3,50	9	356	1	moyen
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	89,90	1,42	17,75	19,97	269	1 515	2	moyen
9	l3c	Grès médioliasiques	18,12	0,29	3,81	21,05	110	2 887	3	faible
10	l3a-b	Marnes à Zellieria et Marnes à Amalthées	102,22	1,63	9,02	8,82	208	2 306	3	moyen
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	92,54	1,48	6,00	6,49	211	3 517	3	moyen
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	287,37	4,59	18,72	6,51	284	1 517	2	faible
13	l7b	Argilles rouges de Levallois	38,32	0,61	0,90	2,34	20	2 222	3	moyen
14	l7a	Grès infraliasiques	121,56	1,94	2,38	1,96	37	1 555	2	faible
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	1110,60	17,74	35,84	3,23	365	1 018	1	moyen
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes baioliées	243,62	3,89	14,58	5,98	79	542	1	moyen
17	t5b	Marno-calcaires à céraittes	380,51	6,08	20,72	5,44	109	526	1	moyen
18	l4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	99,64	1,59	11,09	11,13	21	189	1	moyen
19	l3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	256,97	4,10	17,40	6,77	40	230	1	faible
			5 090	81,30	337,62	6,66	2 494	1 050		
Total formations argileuses										
Réseau hydrographique			62	1,00	-	-	-	-	-	-
Formations a priori non argileuses			1 109	17,70	80,38	7,39	52	65		
Total département			6 261	100,00	418	6,72	2 546	609		

Illustration 37 – Classement des formations par densité de sinistres ramenée à la surface urbanisée et rappel de la susceptibilité

## 8. Carte d'aléa

### 8.1. DÉTERMINATION DU NIVEAU D'ALÉA

L'aléa retrait-gonflement des argiles est, par définition, la probabilité d'occurrence du phénomène. Le niveau d'aléa a été ici évalué, de manière purement qualitative, pour chaque formation argileuse et marneuse, en combinant la susceptibilité et la densité de sinistres.

La susceptibilité des formations argileuses et marneuses identifiées a été caractérisée à partir de la moyenne des notes attribuées pour chacun des critères lithologique, minéralogique et géotechnique, comme indiqué au chapitre 6. L'indice de susceptibilité ainsi obtenu a été décliné en trois classes, qualifiées respectivement par une susceptibilité faible, moyenne et forte, et prend donc la valeur 1, 2 ou 3.

Pour le facteur densité de sinistres, le critère utilisé est la densité de sinistres rapportée à 100 km<sup>2</sup> d'affleurement réellement urbanisé. Selon la valeur de cette densité par rapport aux valeurs seuils qui sont respectivement 1 050 (densité moyenne de sinistre des formations argileuses ou marneuses dans les départements déjà traités à ce jour) et 2 100 (double de cette valeur moyenne), la note de densité de sinistres ainsi attribuée prend la valeur 1 (moins de 1 050 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> de surface urbanisée dans la formation), 2 (entre 1 050 et 2 100 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> urbanisés) ou 3 (plus de 2 100 sinistres pour 100 km<sup>2</sup> urbanisés).

Étant donné que la susceptibilité des formations géologiques a été définie en se basant sur trois critères différents (lithologique, minéralogique et géotechnique) et qu'elle représente une caractéristique intrinsèque de la formation, il a été décidé d'accorder deux fois plus de poids à l'indice de susceptibilité qu'à la note de densité de sinistres, et ce, conformément à la méthodologie retenue au niveau national. Pour chaque formation argileuse ou marneuse, on calcule donc un indice d'aléa en additionnant la note de densité de sinistres et le double de la note de susceptibilité. La valeur ainsi obtenue est un entier potentiellement compris entre 3 et 9. Les formations sont ensuite hiérarchisées en prenant en compte les coupures suivantes, qui permettent de définir trois niveaux d'aléa (faible, moyen et fort) :

- aléa faible : note d'aléa égale à 3, 4 ou 5
- aléa moyen : note d'aléa égale à 6 ou 7
- aléa fort : note d'aléa égale à 8 ou 9

Concernant la formation dont la note de sinistralité a été jugée non significative, le niveau d'aléa sera uniquement établi à partir de la note de susceptibilité.

Le classement ainsi obtenu est présenté sur le tableau de l'illustration 37.

Il apparaît que, comme dans le département voisin de Meurthe-et-Moselle, aucune formation n'a été classée en aléa fort vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Cinq formations sont considérées en aléa moyen, résultants d'une susceptibilité moyenne associée à une densité de sinistres forte (ou non significative concernant les *Marnes à rhynchonelles*) pour quatre d'entre elles, et moyenne pour la dernière.

Ce sont les *Marnes à rhynchonelles*, les *Schistes carton*, *Marnes à Septaria et Grès supraliasiques*, les *Marnes à Zeilleria* et *Marnes à Amalthées*, les *Argiles à Promicroceras* et enfin les *Argilites rouges de Levallois*.

Quatorze formations, couvrant au total 76,15 % de la superficie départementale, sont considérées comme présentant un aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Elles résultent d'une susceptibilité faible ou moyenne assortie d'une sinistralité faible.

Parmi ces formations, on peut citer les *Limons des plateaux et ferricrètes* qui affleurent sur près de 1 200 km<sup>2</sup>, soit 19,25 % de la superficie départementale totale, ainsi que les *Marnes irisées et Grès à roseaux*, qui affleurent sur 1 106 km<sup>2</sup>, correspondant à 17,74 % de la superficie du département.

## 8.2. CARTE D'ALÉA

La carte départementale d'aléa a été réalisée à partir de la carte synthétique des formations à dominante argileuse ou marneuse, en attribuant à chacune des formations identifiées la classe d'aléa définie ci-dessus. Elle est présentée sur l'illustration 40 et en carte hors-texte à l'échelle 1/150 000 (où les sinistres, les zones urbanisées et les contours des communes sont également reportés). Son échelle de validité est le 1/50 000, puisque les contours sont issus des cartes géologiques de même échelle.

Les zones blanches de la carte correspondent aux formations *a priori* non argileuses, et donc théoriquement dépourvues de tout aléa. Elles couvrent 17,70 % de la superficie départementale (18,30 % en y intégrant le réseau hydrographique). Il n'est toutefois pas exclu que, sur ces derniers secteurs considérés d'aléa *a priori* nul, se trouvent localement des zones argileuses d'extension limitée, notamment issues de l'hétérogénéité de certaines formations essentiellement sableuses ou à l'altération localisée de formations carbonatées. Ces placages ou lentilles argileuses, non cartographiés sur les cartes géologiques (et pour la plupart non cartographiables à l'échelle départementale), sont susceptibles de provoquer localement des sinistres.

Les formations argileuses ou marneuses sont représentées par trois couleurs (jaune et orange) selon leur niveau d'aléa retrait-gonflement (qualifié respectivement de faible ou moyen).

L'illustration 38 présente de façon schématique la répartition des surfaces d'affleurement par classe d'aléa à l'échelle départementale. L'illustration 39, quant à elle, précise le classement des formations par niveau d'aléa décroissant.

N° Code	Nom de la formation géologique	Superficie (km²)	Note lithologique	Note minéralogique	Note géotechnique	Moyenne	Susceptibilité	Note de susceptibilité	Note densité de sinistres	Indice aléa	Aléa
1 Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	715,98	2	2	2	2,0	faible	1	1	3	1
2 E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	8,11	1	1	2	1,3	faible	1	1	3	1
3 Fy-z	Alluvions anciennes	160,36	1	2	1	1,3	faible	1	1	3	1
4 LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	1205,13	1	3	2	2,0	faible	1	1	3	1
5 j3b	Marnes à rhynchonelles	0,13	3	3	3	3,0	moyen	2	NS	4	2
6 j2b2	Marnes du Jamisy et de Gravelotte	88,14	3	3	2	2,7	moyen	2	1	5	1
7 j2a	Marnes de Charennes	71,39	3	2	2	2,3	moyen	2	1	5	1
8 l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	88,90	4	2	2	2,7	moyen	2	2	6	2
9 j3c	Grès médioliasiques	18,12	2	1	1	1,3	faible	1	3	5	1
10 l3a-b	Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées	102,22	4	1	2	2,3	moyen	2	3	7	2
11 l2b1	Argiles à Promicroceras	92,54	4	2	3	3,0	moyen	2	3	7	2
12 l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	287,37	2	2	2	2,0	faible	1	2	4	1
13 l7b	Argilites rouges de Levallois	38,32	3	3	2	2,7	moyen	2	3	7	2
14 l7a	Grès infraaliasiques	121,56	2	2	2	2,0	faible	1	2	4	1
15 l6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	1110,60	4	3	2	3,0	moyen	2	1	5	1
16 l6a	Dolomies mameuses et Marnes bariolées	243,62	3	2	2	2,3	moyen	2	1	5	1
17 l5b	Marno-calcaires à cératites	380,51	2	2	3	2,3	moyen	2	1	5	1
18 l4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	99,64	3	2	2	2,3	moyen	2	1	5	1
19 l3	Dolomies, Marnes à Myactes, Grès coquillier	256,97	2	2	1	1,7	faible	1	1	3	1
Total formations argileuses		5090									
Total département		6261									

Illustration 38 – Calcul du niveau d'aléa des formations argileuses et mameuses

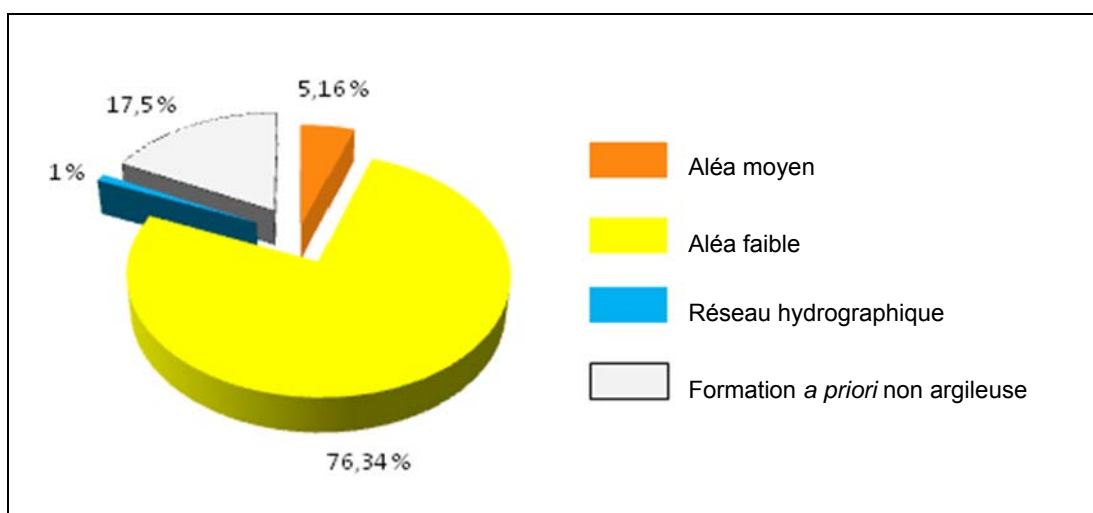


Illustration 39 – Comparaison de la superficie des formations en fonction de la classe d'aléa

N°	Code	Nom de la formation géologique	Superficie km²	% de la superficie totale	Aléa
5	j3b	Marnes à rhynchonelles	0,13	0,00	<b>moyen</b>
8	l4	Schistes carton, Marnes à Septaria et Grès supraliasique	88,90	1,42	<b>moyen</b>
10	l3a-b	Marnes à Zeilleria et Marnes à Amalthées	102,22	1,63	<b>moyen</b>
11	l2b1	Argiles à Promicroceras	92,54	1,48	<b>moyen</b>
13	t7b	Argilites rouges de Levallois	38,32	0,61	<b>moyen</b>
Total des formations en aléa moyen			322,11	5,14	
1	Fz	Alluvions fluviales récentes à actuelles	715,98	11,44	<b>faible</b>
2	E	Dépôts de versants : éboulis, colluvions	8,11	0,13	<b>faible</b>
3	Fy-z	Alluvions anciennes	160,36	2,56	<b>faible</b>
4	LP-F	Limons des plateaux et ferricrètes	1205,13	19,25	<b>faible</b>
6	j2b2	Marnes du Jarnisy et de Gravelotte	88,14	1,41	<b>faible</b>
7	j2a	Marnes de Charences	71,39	1,14	<b>faible</b>
9	l3c	Grès médioliasiques	18,12	0,29	<b>faible</b>
12	l1-2a	Calcaires et Marnes à gryphées	287,37	4,59	<b>faible</b>
14	t7a	Grès infraliasiques	121,56	1,94	<b>faible</b>
15	t6b-d	Marnes irisées et Grès à roseaux	1110,60	17,74	<b>faible</b>
16	t6a	Dolomies marneuses et Marnes bariolées	243,62	3,89	<b>faible</b>
17	t5b	Marno-calcaires à cératites	380,51	6,08	<b>faible</b>
18	t4	Couches blanches, couches grises et couches rouges	99,64	1,59	<b>faible</b>
19	t3	Dolomies, Marnes à Myacites, Grès coquillier	256,97	4,10	<b>faible</b>
Total des formations en aléa faible			4767,49	76,15	
Total formations argileuses			4 855,63	81,50 %	
Réseau hydrographique			62,18	1 %	
Formations a priori non argileuses			1 087,81	17,50 %	
Total département			6 261	100 %	

Illustration 40 – Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa

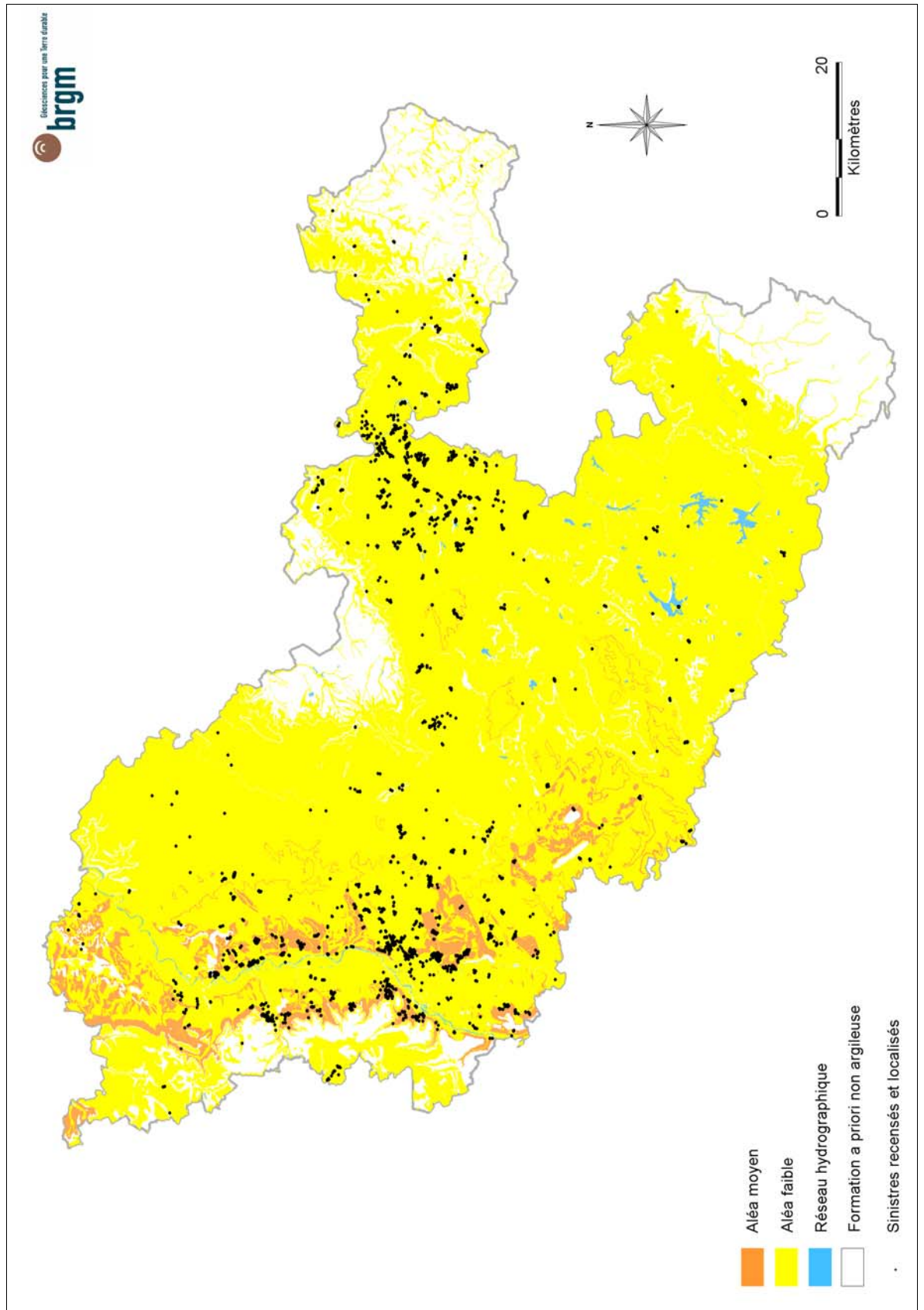


Illustration 41 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement de la Moselle

### **8.3. SYNTHÈSE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE**

Le département de la Moselle se caractérise par une forte prédisposition à l'aléa retrait-gonflement, puisque seulement 18,30 % de la superficie du département est *a priori* non argileux (y compris le réseau hydrographique). L'aléa faible (76,15 % de la superficie départementale) est prépondérant sur l'aléa moyen (5,14 %) ce qui constitue des proportions inversées par rapport à la susceptibilité. La prise en compte de la répartition spatiale de la sinistralité par formation géologique a donc permis de corriger significativement la carte de susceptibilité initiale.

Cette carte d'aléa est valide à l'échelle 1/50 000 et une de ses finalités est de servir de support à la prévention du risque à l'échelle départementale. Le niveau d'aléa correspond ainsi à la probabilité d'occurrence d'un sinistre, en un lieu donné, estimée de façon qualitative.

Si l'on souhaite raisonner à l'échelle d'un projet de construction, l'hétérogénéité des formations, telle qu'elle se manifeste à l'échelle départementale, amène à considérer le niveau d'aléa d'une formation comme une probabilité plus ou moins grande de rencontrer, au niveau de la parcelle considérée, des argiles sujettes au phénomène de retrait-gonflement. Cela souligne ainsi l'importance de réaliser une étude de sol avant tout projet de construction dans une zone soumise à aléa : la description de la formation et sa caractérisation vis à vis du phénomène de retrait-gonflement, telles qu'elles ont été conduites dans cette étude, peuvent alors servir de guide pour analyser les résultats obtenus sur la parcelle et les replacer dans le contexte plus général de la formation géologique identifiée.

### **8.4. COMPARATIF AVEC LA CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DU DÉPARTEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE**

La cartographie de l'aléa retrait-gonflement du département de la Meurthe-et-Moselle a été réalisée en 2006 (Barchi *et al.*, 2006). La comparaison entre ces deux départements est justifiée car la plupart des formations géologiques, dont celles à composante argileuse, se prolongent d'un département à l'autre.

Les résultats concernant la susceptibilité, le taux de sinistralité ainsi que le niveau d'aléa sont généralement similaires dans les deux départements, bien que le département de Meurthe-et-Moselle compte au final beaucoup plus de sinistres (3 006) que la Moselle. Ceci s'explique en partie par une urbanisation plus importante sur les formations argileuses.

Seules deux formations argileuses présentes dans les départements de Moselle et de Meurthe-et-Moselle montrent des disparités quant au niveau final d'aléa : il s'agit des *Mano-calcaires à cératites* du Muschelkalk supérieur (t5b) et des *Marnes du Jarnisy et de Gravelotte* du Bajocien supérieur (j2b2).

La couche de *Marno-calcaires à Cératites*, qui n'avait pas été retenue comme potentiellement argileuse dans le département de Meurthe-et-Moselle, présente après vérifications les mêmes caractéristiques géotechniques et minéralogiques qu'en Moselle. Seul le taux de sinistralité amène donc des différences. Après comparaison, il

apparaît en fait que l'urbanisation est très faible sur cette couche en Meurthe-et-Moselle, ce qui explique une très faible sinistralité, alors qu'elle est plus importante en Moselle. Il convient donc de prendre en compte cette formation comme susceptible à l'aléa retrait-gonflement, comme cela aurait dû être le cas pour le département de Meurthe-et-Moselle.

Concernant les *Marnes du Jarnisy et de Gravelottes* du Bajocien supérieur, la différence provient de la note géotechnique, plus faible en Moselle qu'en Meurthe-et-Moselle, qui a conduit à juger le niveau de susceptibilité de cette formation moyen en Moselle alors qu'il avait été considéré fort en Meurthe-et-Moselle. Dans les deux cas cependant, cette formation s'avère peu sinistrée jusqu'à présent, ce qui explique que son niveau d'aléa soit inférieur à celui attribué pour sa susceptibilité. Le nombre de données géotechnique exploitées (30 données en Moselle contre seulement 6 en Meurthe-et-Moselle) a permis de caractériser de manière plus précise le comportement géotechnique de cette formation prise dans son ensemble et conduit à une meilleure représentativité des résultats obtenus en Moselle, ce qui laisse penser que le niveau d'aléa attribué dans ce dernier département est probablement plus réaliste.

Toutefois, les changements de faciès fréquents à cet endroit dans ces couches du Bajocien peuvent expliquer quelques disparités. Contrairement aux *Marno-calcaires à cératites*, nous ne pouvons donc pas remettre en cause les résultats obtenus lors de l'étude concernant la Meurthe-et-Moselle.



## 9. Conclusion

L'objectif de cette étude était d'établir une carte de l'aléa lié au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de Moselle. La démarche retenue est fondée essentiellement sur une interprétation de la carte géologique et sur la synthèse d'un grand nombre d'informations concernant la susceptibilité au phénomène des formations à dominante argileuse, ainsi que sur la localisation des sinistres liés aux mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une méthodologie générale développée par le BRGM à la demande du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, en concertation avec la profession des assureurs. Mise au point lors d'études similaires menées dans les Alpes de Haute-Provence et les Deux-Sèvres, elle a ensuite été appliquée à une quarantaine d'autres départements, dont celui limitrophe de la Meurthe-et-Moselle. D'autres études départementales sont en cours de réalisation, ce programme devant couvrir à terme l'ensemble du territoire métropolitain.

La démarche de l'étude a d'abord consisté en l'établissement, à partir de la carte géologique départementale harmonisée, réalisée dans une première phase de l'étude, d'une cartographie synthétique des formations argilo-marneuses affleurantes à sub-affleurantes. La carte synthétique recense en définitive dix-neuf formations, dont l'une des caractéristiques est la forte hétérogénéité, liée à leurs conditions de dépôts ou leur altération superficielle.

Les formations ainsi identifiées ont été hiérarchisées vis-à-vis de leur susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement. Cette classification a été établie sur la base de trois caractéristiques principales quantifiables : la nature lithologique dominante des formations, la composition minéralogique de leur phase argileuse (proportion de minéraux gonflants de type smectites et interstratifiés smectites/illite) et leur comportement géotechnique (évalué principalement à partir de la valeur de bleu et de l'indice de plasticité).

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

En définitive, la carte départementale d'aléa a été établie à partir de la carte synthétique des formations à dominante argilo-marneuse, en se basant sur leur hiérarchisation qui combine leur susceptibilité et la sinistralité associée. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des sinistres, en calculant pour chaque formation une densité de sinistres, rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée, ceci afin de permettre des comparaisons fiables entre elles. Au total, ce sont 2 564 sinistres répartis dans 194 communes du département de Moselle qui ont ainsi été recensés dont 2 546 ont pu être localisés avec suffisamment de précision.

Cet échantillon, bien qu'assurément non exhaustif, paraît très largement représentatif du phénomène tel qu'il a été observé à ce jour dans le département.

En appliquant au département de Moselle la méthodologie mise au point au niveau national, deux niveaux d'aléa (moyen et faible) ont été distingués afin de caractériser les formations argileuses ou marneuses vis à vis du phénomène de retrait-gonflement, aucune formation n'ayant été identifiée en aléa fort, ceci par comparaison avec d'autres départements déjà traités selon la même méthodologie. Sur une superficie départementale totale de 6 216 km<sup>2</sup> :

- 5,14 % sont classés en aléa moyen ;
- 76,15 % sont classés en aléa faible ;
- 18,70 % sont considérés comme présentant un aléa *a priori* nul (y compris le réseau hydrographique).

Il n'est toutefois pas exclu que, sur ces derniers secteurs, se trouvent localement des zones argileuses d'extension limitée, notamment dues à l'hétérogénéité de certaines formations essentiellement sableuses mais présentant des lentilles argileuses ou à l'altération localisée de formations carbonatées. Ces placages ou lentilles argileuses, non cartographiés sur les cartes géologiques (et pour la plupart non cartographiables à l'échelle départementale), sont susceptibles de provoquer localement des sinistres.

Cette carte d'aléa retrait-gonflement des terrains argileux du département de la Moselle, dont l'échelle de validité est le 1/50 000 et qui est présentée sous format papier hors texte à l'échelle 1/150 000, pourra servir de base à des actions d'information préventive dans les communes les plus touchées par le phénomène. Elle constitue également le préalable à l'élaboration de Plans de prévention des risques naturels (PPRN), 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, en fonction du niveau de celui-ci. Cet outil réglementaire devra insister sur l'importance des études géotechniques comme préalable à toute construction nouvelle dans les secteurs concernés par les formations géologiques à aléa identifié, notamment en raison de la forte hétérogénéité des formations du département. A défaut, il conviendra de mettre en œuvre des règles constructives type par zones d'aléa, visant à réduire le risque de survenance de sinistres.

## 10. Bibliographie

### Références principales citées dans le texte

**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 P18-592

**Barchi P.**, avec la collab. de **Magalhaes S., Capron A.** (2006) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département du Meurthe-et-Moselle. Rapport BRGM/RP-54820-FR, 150 p., 21 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.

**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 collab. de **Ducreux G.H.** (1995) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols (sécheresse/pluie) dans la région de Manosque (Alpes de Haute Provence). Échelle 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 R39218*, 33 p., 6 fig., 1 tabl., 4 ann., 1 pl. h.-t.

**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 R40355*, 33 p., 6 fig., 1 tabl., 1 ann., 1 pl. h.-t.

**Donsimoni M., Clozier L., Vincent M.**, avec la collaboration de **Motteau M., Gallas J.-C.** (2001) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Seine-Saint-Denis. BRGM/RP-51198-FR, 125 p., 7 fig., 13 tabl., 2 ann., 5 pl. h.-t.

**Douard J.-Y.** (1973) – Caractéristiques géotechniques de quelques formations du Trias et du Lias lorrains, 2<sup>e</sup> sujet. *DES Univ. Nancy*, 22 p.

**Durand M.** (1972) – Propriétés géotechniques des marnes et argiles du Trias supérieur de Lorraine. *Thèse Univ. Nancy*, 225 p.

**Gall J.-C., Haguenauer B., Hilly J., Perriaud J.** (1975) – Environnements continentaux et marins du Trias et du Jurassique de l'Est du Bassin de Paris. *Excursion 8, IXe congrès international de sédimentologie, Nice*, 56 p.

**Habib P.** (1992) – Les sécheresses de 1989 et 1990. *Rev. Fr. Géotech.*, 58, p. 7-30.

**Hanzo M., Guérin-Franiatte S.** (1985) – Une coupe continue dans le Lias inférieur et moyen de Lorraine septentrionale. Etude des sondages de Cattenom. *Cahiers Inst. Cath. Lyon*, 14, p. 175-189

**Kochert F., Michaux L., Michaux G. et coll.** (1995) – Moselle, le guide. Casterman, Tournai, Serpenoise, Metz, 345 p.

**Lucas G., Bronner A.** (1961) – Evolution des argiles sédimentaires dans le bassin triasique. *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, 14, 4, p. 137-147

**Lucas G.** (1962) – La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etude des argiles du Trias. *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, 23, 232 p.

**Lucas G.** (1963) – Sédimentologie : rapport 3<sup>ème</sup> thème ; *coll. Sur le Trias, mém. BRGM*, 15, p. 581-593

**Mastchenko A.** (2001) – Sécheresse et sols argileux. Projet industriel Alpha Sol. *École des Mines d'Alès*, 74 p., 9 ann.

**Mégnyen C.** (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mémoire BRGM n°101, n°102, n°103

**Montjoie A., Schroeder C.** (2007) – Phénomènes de gonflement-retrait dans les marnes ou « schistes cartons » du Toarcien. *Revue Française de Géotechnique* n° 120-121, 4<sup>ème</sup> trim. 2007, pp. 183-187

**Pellenard P.** (2002) – Contrôle géodynamique de la sédimentation argileuse du Callovien-Oxfordien moyen dans l'Est du bassin de Paris : influence eustatique et volcanique. *C.R.Acad. Sci. Paris*, 328, p. 807-813

**Prian J.-P., Donsimoni M., Vincent M. avec la collab. de Denis L., Gallas J.-C., Marty F., Motteau M.** (2000) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Essonne. BRGM/RP-50376-FR, septembre 2000, 273 p., 32 fig., 11 tabl., 6 ann., 3 cartes h.-t.

**Rakotondratsima L.Y.G.** (1995) – Mécanismes de gonflement et d'altération des Schistes carton. Thèse INPL, Nancy. 233 p.

**Roger J.** (2007) – Carte géologique harmonisée du département de la Moselle. Rapport géologique. BRGM/RP-55492-FR, 105 p., 3 fig., 2 tabl., 4 pl. h.-t.

**Tran Ngoc Lan** (1977) – Un nouvel essai d'identification des sols : l'essai au bleu de méthylène. *Bull. Liaison Labo. Ponts et Chaussées*, 88, pp. 136-137

**Vigouroux A.** (1977) – Propriétés géomécaniques des argiles raides fissurées. *Thèse Inst. Nat. Polytech. Lorraine Nancy*

**Vincent M., Bouchut J., Fleureau J.M. (LMSSMat), Masrouri F. (LAEGO), Oppenheim E. (CEBTP Solen), Heck J.V. (CSTB), Ruaux N. (CSTB), Le Roy S., Dubus I., Surdyk N.** (2006) – Etude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux et de ses interactions avec le bâti. Rapport final. BRGM/RP-54862-FR. 378 p., 308 ill.

**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 tabl., 6 ann., 2 cartes h.-t.

**Vincent M., Le Roy S., Dubus I., Surdyk N.** (2007) - Suivi expérimental des profils hydriques et des déplacements verticaux dans des sols argileux sujets au phénomène de retrait-gonflement. *Revue Française de Géotechnique* n° 120-121, 4<sup>ème</sup> trim. 2007, pp. 45-58

**Zornette N.**, avec la collab. de **Hamoud A. et Beaujoin S.** (2008) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Meuse. Rapport BRGM/RP-56295-FR, 118 p., 54 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.

### **Autres références thématiques**

**AFNOR** (1995 a) – Géotechnique. Essais de reconnaissance des sols. AFNOR, T1.

**AFNOR** (1995 b) – Essai de gonflement à l'oedomètre. 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. *Ann. Inst. Tech. BTP.*, Sols et Fondations, 514 p.

**Amars S., Baguelin F., Canepa Y.** (1987) – Influence de la nappe sur les paramètres mesurés des sols. 9<sup>e</sup> ECSMFE, 1, p. 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, p. 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. *Rev. Fr. Géotech.*, 78, p. 31-50.

**Biddle P.G.** (1983) – Patterns of soil drying and moisture deficit in the vicinity of trees on clay soils. *Géotechnique*. Vol. XXXIII, pp. 107-126.

**Blondeau** (1993) – Gonflements de remblais. Utilisation de matériaux de démolition. *Sycodés Informations*, 21, p. 39-41.

**Caillère S., Hénin, S., Rautureau M.** (1989) – Les argiles. *Éd. 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.

**Choisnel E., Noilhan J.** (1995) – La prévention des sécheresses. *La Recherche*, 272, vol. 26, p. 34-40.

**Coquet Y.** (1995) – Étude *in situ* des phénomènes de retrait-gonflement des sols. Application à deux sols tropicaux peu gonflants. Thèse Univ. 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.

**Driscoll R.** (1983) – The influence of vegetation on the swelling and shrinking of clay soils in Britain. *Geotechnique*. Vol. XXXIII, pp. 93-105.

**Filliat G.** (1981) – La pratique des sols et fondations – Éditions du Moniteur. N°/ISBN : 2-86282-162-4.

**Flavigny E.** (1992) – Discussion de l'article « Retrait-gonflement des argiles, proposition de méthodologie ». *Rev. Fr. Géotech.*, n° 57, 59, p. 75-78.

**Gillot J.S.** (1987) – Clay in engineering geology. *In Elsevier (Éd.): Developments in Geological Engineering*, 41, 469 p.

**Havard M.** (1996) – Travaux de terrassements et ouvrages en terre. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'Étude de l'École des Ponts, Paris, 11/12/1996.

**Holtzapffel T.** (1985) – Les minéraux argileux : préparation, analyse diffractométrique et détermination. *Mém. Soc. Géol. Nord*, 12, 136p.

**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.

**Lautrin D.** (1989) – Utilisation pratiques des paramètres dérivés de l'essai au bleu de méthylène dans les projets de génie civil. *Bull. Liaison Labo. P. et Ch.*, 160, p. 29-41.

**Madsen M.T., Müller-Vonmoos M.** (1989). The swelling behaviour of clays. *In Elsevier (Éd.): Applied Clay Science*, 4, p. 143-156.

**Madiou H., Lechani M., Hannachi N.** (1997) – Patholex : un système expert pour la pathologie dans la construction. Le cas de la sécheresse. *Sécheresse*, 3, 8, p. 201-206.

**Magnan D.** (1993) – Caractérisation *in situ* des sols gonflants : l'essai expansol. Thèse de doctorat Univ. Joseph Fourier, Grenoble 1.

**Magnan J.P. et Youssefian G.** (1989) – Essai au bleu de méthylène et classification géotechnique des sols. *Bull. Liaison Labo. Ponts et Chaussées*, 159, 93-104.

**Meisina C., Chassagneux D., Leroi E., Mouroux P.** (1998) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. Proposition de méthodologie. Article et présentation au 8<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement.

**Millot G.** (1964) – Géologie des argiles. 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*. Édit. La Documentation Française, Paris.

**Mouroux P., Margron P., Pinte J.C.** (1988) - La construction économique sur sols gonflants. *Manuel et méthodes* n°14, 125 p., BRGM Éditeur.

**Mariotti M.** (1976) – Le gonflement des sols argileux surconsolidés (aspects du phénomène, influence sur les structures, précautions à envisager). *Mines et Géologie*, 39, p. 13-28.

**Noël C.** (1991) – Tassement de sols d'assise de fondations consécutifs à la sécheresse. L'expertise dans le cadre de la garantie « catastrophes naturelles ». *SNEIC-INFO*, 4.

**Norie A., Vincent M.** (2000) - Établissement de Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles : « mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux » - Approche méthodologique dans le département des Deux-Sèvres. *Rapport BRGM/RP-50591-FR*, 14 p., 4 fig., 4 ann..

**Parcevaux P.** (1980) – Étude microscopique et macroscopique du gonflement de sols argileux. Mém. Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 266 p.

**Pejon O.J., Le Roux A., Guignard D.** (1997) – Comportement à l'eau des roches argilo-marneuses, suivi du gonflement, importance de la minéralogie et des textures. *Bull. Int. Eng. Geol.*, 55, p. 105-119.

**Philiponnat G.** (1991) – Retrait-gonflement des argiles, proposition de méthodologie. *Rev. Fr. Géotech.*, 57, p. 5-22.

**Philiponnat G.** (1987) – Sols expansifs en France. Identification et recommandations pour les fondations. 6<sup>e</sup> Int. Conf. Exp. Soils, 7-10, New Delhi.

**Piantone P.** (1986) – Minéralogie et cristalochimie des phyllosilicates : application à l'étude des altérations hydrothermales. Rap. BRGM 86 DAM 019 GMX, 61 p.

**Plat E.**, avec la collaboration de **Imbault M.** et **Barchi P.** (2007) - Établissement de Plans de Prévention des Risques concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de Meurthe-et-Moselle. *Rapport BRGM/RP-55298-FR*, 32 p., 3 ill., 1 carte hors-texte, 2 ann., 1 CD-ROM.

**Robinet J.C., Pakzad M., Plas F.** (1994) – Un modèle rhéologique pour les argiles gonflantes. *Rev. Fr. Géotech.*, 67, p. 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 Labo. P. et Ch.*, 163, p. 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. *Bull. Liaison Labo. P. et Ch.*, 204, p. 65-85.

**Taibi S.** (1994) – Comportement mécanique et hydraulique des sols partiellement saturés. Thèse de doctorat, École Centrale, Paris.

**Taylor R.K., Smith T. J.** (1986) – The engineering geology of clay minerals: swelling, shrinking and mudrock breakdown. *Clays Min.*, 21, p. 235-260.

**Tessier D.** (1990) – Organisation des matériaux argileux en relation avec leur comportement hydrique. In Decarreau (Éd.) : Matériaux argileux : structure, propriétés et applications.

**Toulemont M.** (1996) – Bilan des dommages dus à la sécheresse comme catastrophe naturelle. « Le comportement des sols et des ouvrages pendant et après les périodes de sécheresse ». Journées d'étude de l'École des Ponts, Paris, 11-12 décembre 1996.

**Toulemont M., Cojean R., Faccendini J.P.** (1994) – Cartographie prévisionnelle des sols sensibles à la sécheresse : un outil d'information préventive. *Mappemonde*, 4, p. 2-4.

**Vincent M.** (2003) – Retrait-gonflement des sols argileux : méthode cartographique d'évaluation de l'aléa en vue de l'établissement de PPR. – 3<sup>ème</sup> Conférence SIRNAT – Forum des Journées pour la Prévention des Risques Naturels, Orléans, janvier 2003. Actes du Colloque, 7p., 5 fig.

**Vincent M.** (2003) – Le risque de retrait-gonflement des argiles. – Cahiers de l'IAURIF, n°138, octobre 2003, pp.95-101.

**Vincent M.** (2005) – Cartographie sous SIG de l'aléa retrait-gonflement des argiles à des fins préventives - France – Systèmes d'information géographique et gestion des risques, publication ISTD, janvier 2005, pp.12-15.

**Vincent M.** (2005) – Prévention du risque sécheresse : cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles et établissement de plans de prévention des risques. – *Géologues* (revue officielle de l'Union Française des Géologues), 146, septembre 2005, pp.43-47.

**Vincent M.** (2006) – Retrait-gonflement des sols argileux : un aléa géologique lié aux conditions climatiques – *Géosciences*, 3, mars 2006, pp.50-55.

**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.*, Paris, 305, série II, p. 511-516.

**Waschkoski** (1999) – Expertises géotechniques « sécheresse 1990 » en vue d'une reconnaissance de catastrophe naturelle. *Geo.* p. 38-39.

### **Cartes géologiques à 1/50 000**

**Goguel J., Guillaume M.** (1959) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Château-Salins (195). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique J. Goguel, M. Guillaume, M. Lemoine (1959).

**Goguel J., Guillaume M., Guillaume L.** (1959) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Sarre-Union (196). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique J. Goguel, M. Guillaume, L. Guillaume, M. Lemoine (1959).

**Goguel J., Guillaume M., Guillaume L., Meyer G., Schumacher E., Van Werveke L., Segond R.** (1960) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Avold (165). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique J. Goguel, M. Guillaume, L. Guillaume, G. Meyer, E. Schumacher, L. Van Werveke, M. Lemoine (1960).

**Goguel J., Guillaume M., Limasset J.Cl.** (1967) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Sarreguemines (166). Orléans : BRGM, 12p. Carte géologique J. Goguel, J.G. Blanalt, G. Legagneur, N. Théobald, G. Heintzmann, B. Klinkhammer, L. Guillaume, G. Meyer, E. Schumacher, L. Van Werveke (1967).

**Goguel J., Maubeuge P.L.** (1959) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Longwy / Audun-le-Roman (113). Orléans : BRGM, 8 p. Carte géologique par P.L. Maubeuge, M. Lemoine (1959).

**Goguel J., Maubeuge P.L., Clermonté J.** (1965) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Chambley (163). Orléans : BRGM, 8 p. Carte géologique par J., Goguel (1965).

**Goguel J., Théobald N.** (1955) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Boulay-Moselle (139). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique J. Goguel, N. Théobald, M. Lemoine (1955).

**Goguel J., Théobald N.** (1959) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Thionville / Waldwisse (114). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique J. Goguel, N. Théobald, M. Lemoine (1959).

**Goguel J., Théobald N., Heintz E., Hillard F.** (1959) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Uckange (138). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique N. Théobald, E. Heintz, F. Hillard, L. Lemoine (1959).

**Goguel J., Théobald N., Schömer R., Britz K., Manderscheid G.** (1955) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Forbach (140). Orléans : BRGM, 6 p. Carte géologique J. Goguel, N. Théobald, R. Schömer, K. Britz, G. Manderscheid, M. Lemoine (1955).

**Guillaume L., Guillaume M., Limasset J.Cl.** (1968) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Sarrebourg (232). Orléans : BRGM, 11 p. Carte géologique par L. Guillaume, M. Guillaume, J.Cl. Limasset (1968).

**Laugier R., Marchal Cl., Maréchal B.** (1972) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Parroy (231). Orléans : BRGM, 11 p. Carte géologique par R. Laugier, Cl. Marchal, B. Maréchal (1972).

**Le Roux J., Bellowini J.P., Pitonon B., Steiner P.** (1982) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Briey (137). Orléans : BRGM, 32 p. Carte géologique par J. Le Roux, Fauvel P.J., Vincent P.L. (1982).

**Maubeuge P. L.** (1972) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Metz (164). Orléans : BRGM, 7 p. Carte géologique P. L. Maubeuge (1972).

**Maubeuge P.L.** (1973) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), Nomeny (194). Orléans : BRGM, 11 p. Carte géologique par P.L. Maubeuge (1973).

**Ménillet F., Coulombeau C., Geissert F., Konrad H.J., Schwoerer P.** (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Lembach (168). Orléans : BRGM, 91 p. Carte géologique F. Ménillet, E.W. Benecke, E. Schumacher, L. Van Werveke, A. Leppia, H. Thürach, H.J. Konrad, H. Illies, G. Rinck, P. Schwoerer (1989).

**Ménillet F., Durand M., Clermonté J., Von Eller J.P., Juteau T., Hollinger J., Maïaux C., Lougnon J.** (1978) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Cirey-sur-Vézouze (270). Orléans : BRGM, 48 p. Carte géologique par F. Ménillet, M. Durand, J. Clermonté, H. Bücking, J. Hollinger, J.P. Von Eller, T. Juteau, Y. Chapetier, P.J. Fauvel, B. Haguénauer (1978).

**Merillet F., Théobald N., Cavelier Cl., Geissert F., Boudot J.P., Thévenin A., Dillmann F., Schwoerer P., Blumenroeder J., Sittler Cl.** (1970) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Haguenau (198). Orléans : BRGM, 48 p. Carte géologique L. Simler, J. Both, J.R. Daum, G. Aubois, L. Van Wervek (1970).

**Merillet F., Théobald N., Lillié F., Vogt H., Boudot J.P., Thévenin A., Schwoerer P., Loughon J.** (1975) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Molsheim (271). Orléans : BRGM, 82 p. Carte géologique N. Théobald, J.G. Blanalt, J.P. Van Eller, F. Lillié, T. Juteau, S. Mihara, J. Schirardin, L. Van Werveke, E. Schumacher, H. Bucking, A. Steur, H. Vogt, G. Maire, G. Rinck (1975).

**Merillet F., Vogt H., Boudot J. P., Hoff M., Geissert F., Schwoerer P., Loughon J.** 1979) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Saverne (233). Orléans : BRGM, 61 p. Carte géologique F. Merillet, H.Vogt, M. Letterman, G. Rinck, C. Sittler, E. Schumacher, H. Buckling, B. Weigand, G. Dubois, J. Jund, J. Fourquoire, J. Humbert (1979).

**Merillet F., Vogt H., Boudot J.P., Petry F., Thévenin A., Geissert F., Schwoerer P.** (1979) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Bouxwiller (197). Orléans : BRGM, 59 p. Carte géologique F. Merillet, H.Vogt, R. Reichelt, E. Schumacher, L. Van Werveke, E. Haug, H., Bucking, J.J. Gross, J. Schirardin, A. Thévenin, F. Pétry (1979).

**Théobald N., Perriaux J., Langenfeld F., Both J.** (1967) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Bitche / Walsbronn (167). Orléans : BRGM, 12 p. Carte géologique J. Goguel, J.G. Blanalt, N. Théobald, E. Schumacher, L. Van Werveke (1967).

**Vincent P.L., Allemmoz M., Clermonté J., Le Roux J., Guillaume Ch., Vogt J.** (1987) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Pont-à-Mousson (193) Orléans : BRGM, 34 p. Carte géologique par P.L. Vincent, P Renaud, Cl. Boehm, J. Le Roux, P. Steiner (1987).

**Vincent P.L., Le Roux J., Haguenauer B., Flageollet J.C., Gury M., Timbal J. , Billoret R., Guillaume Ch., Thomas A., Ricour J.** (1976) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Nancy (230). Orléans : BRGM, 44 p. Carte géologique coordination générale par P.L. Vincent (1976).

### **Sites internet**

<http://www.argiles.fr> : site internet sur l'aléa retrait-gonflement des sols argileux développé par le BRGM, affichant les cartes d'aléa déjà publiées, par commune et par département

<http://www.brgm.fr> et <http://www.infoterre.fr> : sites internet du BRGM

<http://www.meteofrance.fr> : site internet de Météo France

<http://www.prim.net> : site internet du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDAT), sur la

prévention des risques majeurs, affichant les risques naturels et technologiques ainsi que les reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle

<http://www.mappy.fr> et <http://www.viamichelin.fr> : sites Internet d'itinéraires routiers et cartes urbaines



## **Annexe 1**

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

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

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

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

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

Ce processus est réversible. Un départ d'eau entraîne une diminution du volume du minéral. 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 :  $IP = W_L - W_P$ . 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'aspérer 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**

### **Liste des 194 communes de Moselle reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols et dates des périodes de reconnaissance – Etat au 15 juillet 2008**

Données transmises par la Préfecture de Moselle et complétées par le site [www.prim.net](http://www.prim.net) (au 15 juillet 2008)

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57010	ALAINCOURT-LA-COTE	01/05/1989	30/09/1993	28/07/1995	09/09/1995
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57013	ALSTING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57015	ALTVILLER	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57019	AMNEVILLE	01/07/2003	30/09/2003	22/02/2007	10/03/2007
57021	ANCY-SUR-MOSELLE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57024	ANTILLY	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
		01/05/1989	31/12/1997	10/08/1998	22/08/1998
57028	ARGANCY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
		01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
57030	ARRY	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
57031	ARS-LAQUENEXY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57032	ARS-SUR-MOSELLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57036	ATTILLONCOURT	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57039	AUGNY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57043	AY-SUR-MOSELLE	01/05/1989	30/09/1993	27/05/1994	10/06/1994
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57049	LE BAN-SAINT-MARTIN	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57052	BARST	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57055	BAZONCOURT	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57067	BERTRANGE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57072	BETTELAINVILLE	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57075	BEUX	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57076	BEYREN-LES-SIERCK	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57077	BEZANGE-LA-PETITE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57082	BIDING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57090	BLANCHE-EGLISE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57097	BOULAY-MOSELLE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57102	BOUSSE	01/05/1989	31/10/1996	02/02/1998	18/02/1998
		01/11/1996	31/08/1998	22/06/1999	14/07/1999
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57106	BOUZONVILLE	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57118	BUDLING	01/07/2003	30/09/2003	22/02/2007	10/03/2007
57125	CHAILLY-LES-ENNERY	01/05/1989	31/05/1992	20/10/1992	05/11/1992
		01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57129	CHARLY-ORADOUR	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57132	CHATEAU-SALINS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57134	CHATEL-SAINT-GERMAIN	01/07/2003	30/09/2003	03/08/2006	24/08/2006
57139	CHERISEY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57143	CLOUANGE	01/05/1989	30/09/1993	28/07/1995	09/09/1995
		01/10/1993	30/09/1996	03/11/1997	16/11/1997
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57146	COIN-LES-CUVRY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57155	COURCELLES-CHAUSSY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57156	COURCELLES-SUR-NIED	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57159	GREHANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57171	DELME	01/05/1989	31/05/1992	20/10/1992	05/11/1992
		01/06/1992	31/12/1993	18/07/1995	03/08/1995
57176	DIEBLING	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57177	DIEUZE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57190	ELVANGE	01/07/2003	30/09/2003	18/10/2007	25/10/2007
57192	ENCHENBERG	01/07/2003	30/09/2003	18/10/2007	25/10/2007
57193	ENNERY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57195	EPPING	01/07/2003	30/09/2003	06/02/2006	14/02/2006
57197	ERNESTVILLER	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57200	LES ETANGS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57204	FALLY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57206	FAMECK	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57208	FARSCHVILLER	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57209	FAULQUEMONT	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57211	FEVES	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57212	FEY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57218	FLEURY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57219	FLEVY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57221	FLORANGE	01/07/2003	30/09/2003	18/10/2007	25/10/2007
57222	FOLKLING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57224	FOLSCHVILLER	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57231	FOVILLE	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57234	FRAUENBERG	01/07/2003	30/09/2003	16/06/2006	14/07/2006
57242	GANDRANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57251	GOIN	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57260	GROSBLIEDERST ROFF	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57261	GROS-REDERCHING	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57263	GRUNDVILLER	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57267	LE VAL-DE-GUEBLANGE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57269	GUENANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57271	GUENVILLER	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
57281	HABOUDANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57289	HAMBACH	01/05/1989	31/05/1992	20/10/1992	05/11/1992
		01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
57303	HAUCONCOURT	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57325	HILSPRICH	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57330	HOLVING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57340	HUNDLING	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57343	ILLANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57348	IPPLING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57351	JURY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57352	JUSSY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57355	KALHAUSEN	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57357	KAPPELKINGER	01/07/2003	30/09/2003	02/03/2006	11/03/2006
57358	KEDANGE-SUR-CANNER	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57360	KERBACH	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57366	KIRVILLER	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57379	LANDROFF	01/07/2003	30/09/2003	03/08/2006	24/08/2006
57384	LANING	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
57385	LAQUENEXY	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
57387	LAUMESFELD	01/07/2003	30/09/2003	22/02/2007	10/03/2007

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57390	LEMBERG	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57392	LEMUD	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57396	LESSY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57406	LIOCOURT	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57408	LIXING-LES-ROUHLING	01/01/2006	31/03/2006	26/06/2008	05/07/2008
57415	LORRY-LES-METZ	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57416	LORRY-MARDIGNY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57419	LOUPERSHOUSE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57421	LOUTZVILLER	01/07/2003	30/09/2003	10/11/2006	23/11/2006
57422	LOUVIGNY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57424	LUCY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57425	LUPPY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57426	LUTTANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57431	MAIZEROY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57432	MAIZERY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57433	MAIZIERES-LES-METZ	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57438	MALROY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57443	MARANGE-SILVANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57445	MARIEULLES	01/05/1989	31/12/1992	20/08/1993	03/09/1993
		01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57447	MARLY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57463	METZ	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57464	METZERESCHE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57465	METZERVISSE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57466	METZING	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57467	MEY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57476	MONNEREN	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57478	MONTDIDIER	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
57480	MONTIGNY-LES-METZ	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57482	MONTOY-FLANVILLE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57483	MORHANGE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57487	MOULINS-LES-METZ	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57490	MOYENVIC	01/05/1989	31/05/1992	20/10/1992	05/11/1992
57499	NEUFGRANGE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57510	NOISSEVILLE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57512	NOUILLY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57523	OGY	01/07/2003	30/09/2003	06/02/2006	14/02/2006
57527	ORNY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57533	PANGE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57534	PELTRE	01/01/1996	30/10/1996	02/02/1998	18/02/1998
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57543	PIERREVILLERS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57545	PLAPPEVILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57546	PLESNOIS	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57548	PONTOY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57549	PONTPIERRE	01/07/2003	30/09/2003	25/11/2005	13/12/2005
57552	POUILLY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57553	POURNOY-LA-CHETIVE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57554	POURNOY-LA-GRASSE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57556	PUTTELANGE-AUX-LACS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57562	RANGUEVAUX	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57568	REMELFING	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
57571	REMERING-LES-PUTTELANGE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57572	REMILLY	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57575	RETONFEY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57581	RICHELING	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57587	RODALBE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57588	RODEMACK	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57591	ROMBAS	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57597	ROSSELANGE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57598	ROUHLING	01/07/2003	30/09/2003	16/06/2006	14/07/2006

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57602	RURANGE-LES-THIONVILLE	01/01/1996	30/09/1996	02/02/1998	12/02/1998
		01/10/1996	31/12/1998	16/04/1999	02/05/1999
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57605	SAILLY-ACHATEL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57607	SAINTE-BARBE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57609	SAINTE-EPVRE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57615	SAINTE-JEAN-ROHRBACH	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57616	SAINTE-JULIEN-LES-METZ	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57617	SAINTE-JURE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57620	SAINTE-MARIE-AUX-CHENES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57624	SAINTE-RUFFINE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57626	SANRY-LES-VIGY	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57628	SARRALBE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57631	SARREGUEMINES	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57633	SARREINSMING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57639	SCHORBACH	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57642	SCY-CHAZELLES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57644	SEINGBOUSE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57645	SEMECOURT	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57648	SERVIGNY-LES-RAVILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57649	SERVIGNY-LES-SAINTE-BARBE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57654	SILLY-SUR-NIED	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57655	SOLGNE	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57664	TARQUIMPOL	01/07/2003	30/09/2003	11/06/2008	14/06/2008
57665	TENTELING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57666	TERVILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57669	THEDING	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005

Code INSEE	Commune	Date Début	Date Fin	Date Arrêté	Date JO
57672	THONVILLE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57677	TREMERY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57689	VALMESTROFF	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57690	VALMONT	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57693	VANTOUX	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57694	VANY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57701	VAUX	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57708	VERNY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57712	VIC-SUR-SELLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57713	VIEUX-LIXHEIM	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57715	VIGNY	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57724	VITRY-SUR-ORNE	01/05/1989	31/12/1992	27/05/1994	10/06/1994
		01/10/1993	31/10/1996	18/09/1998	03/10/1998
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57725	VITTERSBOURG	01/07/2003	30/09/2003	26/06/2008	05/07/2008
57733	VOLSTROFF	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57736	VRV	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57739	WALDWEISTROFF	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57745	WIESVILLER	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
57746	WILLERWALD	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57748	WITTRING	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57750	WOELFLING-LES-SARREGUEMINES	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57751	WOIPPY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
57752	WOUSTVILLER	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
57757	YUTZ	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
57760	ZETTING	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005



## **Annexe 3**

### **Liste des sinistres "sécheresse" recensés dans le cadre de cette étude**

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1	ALAINCOURT-LA-COTE	LP-F	893586.67	2440834.65	2003	
2		LP-F	893546.57	2440810.59	2003	
3		LP-F	893668.12	2440908.09	2003	
4		LP-F	893590.1	2440880.48	2003	
5		LP-F	893496.04	2440857.56	2003	
6		LP-F	893622.3	2440806.01	2003	
7		LP-F	893602.02	2440849.2		
8	ALGRANGE	I4	870058.18	2491748.43		
9	ALSTING	t3	940142.41	2474638.58	2003	
10		t3	940173	2474665.62	2003	
11		t3	940549.13	2474078.92	2003	
12		t3	940750.76	2474111.34	2003	
13		t3	939255.2	2475065.11	2003	
14		t3	940421.38	2474174.24	2003	
15		t4	940291.81	2474032.06	2003	
16		t3	939249.82	2475401.6	2003	
17		t3	939751.85	2474843.77	2003	
18		t3	939463.94	2474915.72	2003	
19		t4	939503.58	2474752	2003	
20				941128.61	2474676.39	2003
21			Fz	940723.73	2474276.89	2003
22	ALTVILLER	t6b-d	921515.81	2461666.34		
23	AMNEVILLE	I3a-b	877353.03	2479354.29	2003	
24	ANCERVILLE	LP-F	896357.25	2455289.51		
25	ANCY-SUR-MOSELLE	LP-F	872129.56	2457740.45		
26		Fz	872224.99	2457707		
27		LP-F	872049.59	2457665.75		
28	ANTILLY	I1-2a	885146.94	2473456.59		
29		I1-2a	885158.97	2473465.87		
30		LP-F	884001.61	2473519.14		
31		I1-2a	885304.13	2473495.77		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
32	ARGANCY	I3a-b	881824.37	2473400.45	
33		I2b1	882639.4	2474536.16	
34		I2b1	882665.41	2474536.16	
35		LP-F	881898.04	2472316.64	
36		I3a-b	881807.07	2473378.68	
37		I2b1	882639.4	2474531.8	
38		I3a-b	881828.72	2473391.74	
39		LP-F	881885.09	2472312.29	
40		I3a-b	881820.02	2473404.69	
41		I3a-b	881794.01	2473404.69	
42		LP-F	881880.74	2472325.35	
43		I2b1	882695.77	2474570.87	
44		I2b2	881802.72	2473435.05	
45		I3a-b	881837.43	2473426.46	
46		LP-F	881867.79	2472351.35	
47		I3a-b	881824.37	2473409.04	
48		I3a-b	881824.37	2473409.04	
49		I3a-b	881824.37	2473409.04	
50		I3a-b	881824.37	2473409.04	
51		LP-F	881876.38	2472307.93	
52		I2b2	881768	2473426.46	
53		I2b2	881846.02	2473461.06	
54		I2b2	881824.37	2473474.12	
55		I2b2	881807.07	2473456.82	
56		I2b2	881828.72	2473448.11	
57		I2b2	881859.08	2473443.76	
58		LP-F	881902.39	2472359.95	
59		I3a-b	881876.38	2473435.05	
60		I3a-b	881837.43	2473413.39	
61		I3a-b	881811.42	2473417.75	
62		LP-F	881872.03	2472351.35	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
63	ARGANCY	I3a-b	881811.42	2473413.39		
64		I2b1	882656.7	2474531.8		
65		LP-F	881863.44	2472307.93		
66		I3a-b	881850.38	2473417.75		
67		LP-F	881902.39	2472342.65		
68		I2b1	882648.11	2474549.22		
69		I2b1	882648.11	2474531.8		
70		LP-F	881876.38	2472333.94		
71		LP-F	881859.08	2472368.65		
72		I2b2	881833.08	2473443.76		
73		I3a-b	881820.02	2473417.75		
74		LP-F	881854.73	2472329.7		
75		ARRY	I3c	871685.61	2450637.96	
76			I4	872353.88	2450330.8	2003
77	I4		872325.81	2450353.26	2003	
78	LP-F		872241.6	2450398.28	2003	
79	ARS-LAQUENEXY	I2b1	886983.69	2461999.04	2003	
80		I2b1	887098.83	2462040.4	2003	
81		LP-F	887233.79	2461968.45	2003	
82		LP-F	887395.78	2461988.16	2004	
83	I1-2a	887467.73	2462344.46	2003		
84	ARS-SUR-MOSELLE	LP-F	872987.32	2459671.95	2003	
85		I4	873330.11	2459986.78	2003	
86		I4	873376.05	2459945.42	2003	
87	LP-F	872456.3	2459790.87			
88	ATTILLONCOURT	t6b-d	897265.2	2428267.29		
89		Fz	897152.12	2428477.29		
90		Fz	897163.23	2428444.06		
91	AUGNY	Fy-z	876179.86	2458428.09	2003	
92		Fy-z	875665.68	2459644.33	2003	
93		LP-F	876370.04	2458151.64	2003	
94		Fy-z	876384.94	2458598.22	2003	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
95	AY-SUR-MOSELLE	I3a-b	881764.79	2478975.3	
96		Fz	881709.34	2478289.39	
97		Fz	881711.29	2478259.83	
98		Fz	881707.51	2478331.89	
99		I3a-b	881702.01	2479147.15	
100		I3a-b	881744.52	2479289.56	
101		I3a-b	881903.54	2479139.82	
102		Fz	881668.67	2478241.38	
103		Fz	880833.13	2478744.22	
104		I3a-b	881977.43	2479073.26	
105		I3a-b	882012.6	2478892.13	
106		I3a-b	881824.03	2479182.32	
107		I3a-b	881735.24	2479117.59	
108		I3a-b	881807.41	2479195.27	
109	BAERENTHAL		979840.04	2454385.69	
110	BARST	t6b-d	928822.23	2461649.49	2003
111		t6b-d	928597.11	2461628.64	2003
112		t6b-d	928576.25	2461707.81	2003
113		t6b-d	928576.25	2461712.05	2003
114		t6b-d	928663.78	2461636.89	2003
115		t6b-d	928572.13	2461737.02	2003
116		t6b-d	928563.77	2461753.75	2003
117		t6b-d	928947.34	2461591.06	2003
118	BAZONCOURT	t6b-d	894502.06	2457855.82	
119		t6b-d	894552.24	2457954.24	
120		t6b-d	894652.37	2458018.62	
121		t6b-d	894807.15	2457760.96	
122		t6b-d	894743.68	2457983.79	
123		t6b-d	894617.54	2458141.21	
124		t6b-d	894564.73	2457987.35	
125		Fz	894678.04	2458050.93	
126	BELLES-FORETS	t6b-d	933643.8	2433911.34	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
127	BELLES-FORETS	t6b-d	934763.93	2432970.51	
128		Fz	934411.17	2432517.85	
129		t6b-d	933529.12	2433890.72	
130		t6b-d	934993.18	2432479.59	
131		t6b-d	934613.96	2432864.76	
132		Fz	934514.06	2432558.98	
133		LP-F	880193.62	2486238.42	
134	BERTRANGE	Fy-z	880122.7	2485777.74	
135		Fz	881742.68	2486434.1	
136		Fz	879916.82	2486100.02	
137		I1-2a	880252.62	2485978.47	
138		LP-F	881109.93	2486537.1	
139		Fz	879962.42	2485949.82	
140	BETTELAINVILLE	I1-2a	888646.63	2478261.32	
141		I1-2a	889065.03	2478076.98	
142	BETTING-LES-SAINT-AVOLD	Fz	926936.11	2468600.42	1990
143	BETTILLER	t3	961733.79	2464810.3	
144	BEUX	t7a	891543.01	2452148.07	
145		t7b	891257.05	2451770.34	2003
146		t7b	891303.91	2451752.47	2003
147		t7a	891242.27	2451938.99	2003
148		t7a	891291.88	2451978.05	2003
149	BEYREN-LES-SIERCK	I1-2a	888066.23	2504439.29	
150		I2b1	886570.44	2504347.52	
151		I1-2a	888113.09	2504423.14	
152		I1-2a	888098.66	2504394.27	
153		I2b1	886620.16	2504464.96	
154		I2b1	886780.33	2504464.96	
155	BEZANGE-LA-PETITE	t6b-d	914627.67	2423226.78	2003
156		t6b-d	914579.55	2423206.16	2003

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
157	BEZANGE-LA-PETITE	t6b-d	914643.02	2423341.69	2003
158		t6b-d	914636.14	2423283.37	2003
159		t6b-d	914636.14	2423048.4	2003
160	BIDING	LP-F	925251.05	2460462.35	
161		LP-F	925255.75	2460467.16	
162		LP-F	925265.25	2460467.16	
163		LP-F	925269.04	2460456.73	
164		LP-F	925266.17	2460451	
165		LP-F	925259.53	2460449.17	
166		LP-F	925252.88	2460449.17	
167		LP-F	925248.18	2460453.87	
168		LP-F	925257.69	2460455.82	
169		LP-F	925265.25	2460458.57	
170		t4	959533.87	2459516.36	
171	t4	959628.96	2459485.43		
172	t4	959521.96	2459540.19		
173	t4	959867.03	2460051.74		
174	t4	959983.55	2459875.65		
175	t4	959369.58	2459713.88		
176	t4	959417.24	2459692.45		
177		959207.81	2459759.13		
178	t4	959662.3	2459625.77		
179	t4	959490.22	2459740.46		
180	t4	959473.84	2459685.58		
181	t4	959596.54	2459597.93		
182	t4	959588.29	2459553.6		
183	BIONCOURT	t7a	895870.34	2429227.13	
184		t7a	895568.45	2428931.66	
185		t7b	895926.82	2429413.88	
186		t7a	895792.32	2429412.16	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
187	BIONCOURT	t7a	895810.19	2429360.49	
188		t7a	895861.86	2429443.55	
189		t7b	895893.25	2429465.89	
190	BIONVILLE-SUR-NIED		902509.06	2464551.03	
191			902494.4	2464545.19	
192		t5b	902257.93	2465631.52	
193		Fz	902287.15	2464177.31	
194			902879.81	2464118.88	
195			902780.59	2464121.86	
196			902783.45	2464174.33	
197			902780.59	2464191.86	
198			902144.05	2465432.97	
199		BLANCHE-EGLISE	LP-F	918441.96	2430101.05
200	BLIES-GUERSVILLER	Fy-z	947580.93	2472243.32	
201		Fy-z	947477.82	2472095.87	
202		Fy-z	947869.3	2472021.51	
203	BOULANGE	j2b2	862089.55	2493160.81	
204	BOURGALTROFF	LP-F	925195.48	2439082.91	2003
205		LP-F	925042.54	2438865.12	2003
206	BOUSSE	l2b1	880973.48	2482786.39	2003
207		l2b1	880974.39	2482797.39	2003
208		l1-2a	881340.21	2481738.9	2003
209		l1-2a	881022.97	2482160.85	2003
210		l2b1	880901.87	2482691.07	2003
211		l2b1	880879.87	2482766.68	1991
212		l2b1	880873.46	2482789.6	1996
213		l1-2a	880870.71	2482134.27	2003
214		l1-2a	880931.2	2482171.85	2003
215		l2b1	880978.06	2482710.31	2003
216		Fy-z	880765.19	2482181.93	2003
217	BOUSSE	Fy-z	880515.66	2483122.99	1989
218		l1-2a	881350.4	2481521.56	2003
219		l2b1	880908.29	2482657.04	1995
220		Fz	880629.43	2482746.98	1996
221		l2b1	880878.04	2482586.01	1996
222		l2b1	881038.55	2482634.59	1996
223		l2b1	881063.3	2482650.28	1996
224		l1-2a	880930.4	2482510.28	1996
225		l1-2a	881310.08	2481758.26	1996
226		l1-2a	880500.2	2482988.14	1990
227		Fz	880880.56	2482887.55	1996
228		l1-2a	880867.62	2482536.52	1976
229		l1-2a	880671.02	2482781	1991
230		l1-2a	881292.2	2481731.45	1989
231		l1-2a	880455.98	2483034.66	1995
232		l2b1	881095.61	2482676.29	1989
233		LP-F	881342.84	2481839.95	1995
234		Fy-z	880809.76	2483201.92	1989
235		Fy-z	880475.22	2483323.25	1996
236		l1-2a	880348.4	2483282.81	1993
237		Fy-z	880513.83	2483189.09	1990
238		Fy-z	880446.81	2483339.75	1996
239		Fy-z	880399.95	2483297.47	1995
240		l2b1	880842.87	2482782.84	1993
241		Fz	880741.82	2482771.84	1993
242		l2b1	880912.76	2482615.68	1995
243		Fz	880761.07	2482773.67	1996
244		l2b1	880909.89	2482674.46	1991
245		l2b1	880987.11	2482749.84	1996
246		l2b1	881012.77	2482757.17	1996

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
247	BOUSSE	l1-2a	880983.44	2482157.99	1980	
248		l1-2a	880992.72	2482150.54	1995	
249		Fy-z	880446.81	2483161.48	1996	
250		l1-2a	880799.68	2482475.91	1995	
251		l2b1	880922.84	2482641.35	1995	
252		l1-2a	880945.87	2482470.41	1991	
253		l1-2a	880693.93	2482893.16	1990	
254		l1-2a	880833.7	2482150.54	1989	
255		l1-2a	881385.12	2481676.34	1996	
256		BOUZONVILLE	t5b	906615.62	2485908.01	2003
257			LP-F	905323.87	2485445.61	2003
258	BREIDENBACH	t3	969837.27	2470189.35		
259		t3	969844.02	2470116.95		
260		t3	969889.51	2470098.39		
261		t3	969823.86	2470133.79		
262	BROUCK	t6a	904293.57	2467226.75		
263		t6a	904227.58	2466971.27		
264	BROUDERDORFF	t3	950344.19	2421499.33		
265		t3	950392.53	2421515.6		
266		t3	950431.71	2421478.13		
267		t3	950453.02	2421508.38		
268		t3	950280.37	2421524.42		
269		t3	950262.61	2421536.91		
270		t3	950216.33	2421567.15		
271		t3	950268	2421599.23		
272		t3	950588.33	2421638.41		
273		t3	950604.37	2421704.18		
274		t3	950666.58	2421855.52		
275		t3	950698.66	2421795.03		
276		t3	950732.45	2421754.01		
277	BUDLING	t6b-d	891997.27	2490575.6	2003	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
278	CHAILLY-LES-ENNERY	l3a-b	884141.72	2474823.72	2003
279		l3a-b	884112.05	2474862.33	2003
280		l3a-b	884093.95	2474898.42	2003
281		l2b1	884110.22	2475035.33	2003
282		l2b1	884065.19	2475017.22	2003
283		l2b1	884045.37	2475096.51	2003
284		l2b1	884135.42	2475121.82	2003
285		l2b1	884293.99	2474601.23	2003
286		l2b1	884169.68	2474739.86	2003
287		l3a-b	884115.6	2475001.99	2003
288		CHARLY-ORADOUR	l2b1	884789.83	2471237.42
289	CHATEAU-SALINS	t6b-d	907089.7	2432535.38	
290	CHATEL-SAINT-GERMAIN	Fy-z	875116.44	2463406.73	2003
291		l4	873847.72	2464029.4	2006
292		Fz	874691.74	2463865.8	2003
293		l4	874225.11	2463794.88	
294		l4	874250.66	2463769.34	
295		l4	873962.52	2463705.06	
296		l4	873994.49	2463709.42	
297		l4	875359.67	2463461.26	
298		l4	873693.63	2464061.71	
299		l4	873217.6	2465338.34	
300	CHEMERY-LES-DEUX	t6b-d	899364.3	2486313.69	
301	CHEMINOT	LP-F	878669.41	2445181.57	2003
302	CHERISEY	l1-2a	885129.64	2453171.27	
303		l1-2a	885287.74	2453030.81	
304		t7b	885380.77	2453304.29	
305		l1-2a	885021.14	2453166.92	
306		l1-2a	885044.4	2453162.8	
307		l1-2a	885268.61	2453155.92	
308	CLOUANGE	l3c	873740.49	2480508.56	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
309	CLOUANGE	I4	873729.38	2480536.4	
310		I3c	874075.03	2480909.89	
311		I4	873592.7	2480523.34	
312		I4	873510.55	2480439.59	
313		j2a	873559.24	2480964.31	
314		I3c	873948.31	2480893.16	
315		I3c	873818.4	2480921.34	
316		I3c	873942.82	2480833.24	
317		I3c	873635.66	2480441.31	
318		I4	873640.24	2480889.04	
319		I4	873689.05	2480641.46	
320		I3c	873918.76	2480926.84	
321		I4	873760.88	2480677.32	
322		I3c	873969.74	2480937.15	
323		I4	873749.31	2480849.05	
324		I3c	873714.48	2480487.02	
325		I4	873872.36	2480983.55	
326		I3c	873749.31	2480988.25	
327		I3c	873777.15	2480944.14	
328		I3c	873948.89	2480916.3	
329		I4	873603.12	2480447.61	
330		I4	873545.15	2480440.62	
331		I4	873770.16	2480709.85	
332		I4	873730.75	2480830.49	
333		I3c	873552.14	2480405.91	
334		I4	873821.26	2480793.37	
335		I4	873786.43	2480751.56	
336		I3c	874113.64	2480895.45	
337		I3c	873730.75	2480494.01	
338		I3c	873781.85	2480893.16	
339		I3c	874002.28	2480907.02	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
340	CLOUANGE	I4	873818.97	2480770.11	
341		I3c	873661.21	2480470.86	
342		I3c	873911.77	2480846.65	
343		I4	873689.05	2480925.58	
344		I4	873575.28	2480445.32	
345		I3c	873953.47	2480881.47	
346			873632.34	2481014.26	
347		I4	873679.77	2480644.89	
348		I4	873589.6	2480715.01	
349		I4	873640.24	2480892.82	
350		I4	873582.27	2480503.06	
351		I4	873772.57	2480832.55	
352		I4	873628.67	2480855.7	
353		j2a	873582.27	2480839.43	
354		I4	873682.4	2480905.65	
355		j2a	873563.14	2480890.3	
356		I4	873713.11	2480829.12	
357		I4	873676.33	2480829.12	
358		I4	873601.4	2480834.04	
359		I3c	873784.94	2480938.07	
360		I3c	873810.72	2480930.17	
361		I4	873806.94	2480776.87	
362		I3c	873965.16	2480900.26	
363		I3c	873662.47	2480452.08	
364		I3c	873737.17	2480998.56	
365		I4	873810.6	2480770.46	
366		I4	873777.84	2480830.84	
367		I4	873682.17	2480829.46	
368		I3c	873785.74	2480887.09	
369		I4	873711.05	2480933.03	
370		I4	873781.73	2480703.67	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
371	CLOUANGE	I3c	873788.38	2480936.93		
372		I3c	873984.86	2480906.79		
373		I3c	873859.07	2480799.33		
374		I4	873662.47	2480798.07		
375		I4	873699.25	2480765.3		
376		I4	873654.68	2480799.33		
377		I4	873734.65	2481011.62		
378		j2a	873539.31	2480833.36		
379		I3c	874041.23	2480914.7		
380		I4	873625.81	2480497.9		
381		I4	873684.81	2480969.69		
382		I3c	874009.84	2480870.13		
383		I3c	874025.53	2480893.73		
384		I3c	873768.67	2480963.16		
385		j2a	873579.98	2480884.45		
386		I3c	873834.21	2480864.86		
387		I4	873887.94	2480974.96		
388				873634.97	2480995.93	
389		I3c		873983.6	2480891.1	
390		I3c		873969.17	2480821.56	
391		Fz		874236.45	2480304.05	
392		I4		873712.99	2480773.32	
393		I4		873821.14	2480760.83	
394		I4		873574.37	2480441.88	
395		I4		873595.1	2480709.51	
396		I4		873596.48	2480447.49	
397		I3c		873814.16	2480916.07	
398		I4		873764.32	2480694.27	
399		I4		873883.58	2480967.4	
400		I3c		873857.23	2480902.21	
401		Fy-z		874041.57	2480426.64	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
402	CLOUANGE	I3c	873918.18	2480838.4		
403		I3c	874105.27	2480886.97		
404		I3c	873997.12	2480946.66		
405		Fy-z	874189.94	2480290.76		
406		Fy-z	873850.24	2480303.37		
407		Fy-z	873835.01	2480299.13		
408		I4	873663.04	2480776.07		
409		Fz	873861.36	2479819.43		
410		I3c	873761.57	2480974.27		
411		I3c	873822.52	2480875.86		
412		I3c	873808.66	2480924.44		
413		I3c	874072.05	2480917.45		
414		I3c	874084.54	2480903.59		
415		I3c	873622.83	2480448.87		
416		I3c	873958.4	2480911.83		
417		I3c	873567.38	2480405.91		
418		I3c	873883.58	2480817.66		
419		I3c	874081.79	2480924.32		
420		I4	873657.54	2480717.76		
421		I3c	873977.76	2480939.56		
422		I4	873797.54	2480767.71		
423		I4	873561.88	2480443.25		
424		I3c	873929.3	2480850.89		
425		I4	873791.59	2480745.48		
426		I4	873683.89	2480785.35		
427		Fy-z	873487.87	2480175.97		
428		Fy-z	873047.36	2480045.82		
429		I3c	874037.79	2480894.65		
430		COIN-LES-CUVRY	I3a-b	879514.35	2455191.56	
431			LP-F	879828.83	2455265.11	
432			LP-F	879761.7	2455158.9	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
433	COIN-LES-CUVRY	LP-F	879746.12	2455086.27		
434		LP-F	878526.77	2455077.68		
435		LP-F	878453.22	2454956.35		
436	COLLIGNY	LP-F	891323.04	2463056.61		
437	CORNÉY-SUR-MOSELLE	LP-F	874033.09	2454553.07		
438		LP-F	872950.2	2455340.04		
439		Fy-z	872610.63	2455177.12		
440		LP-F	872569.27	2454931.6		
441		LP-F	872674.9	2455177.12		
442		LP-F	873266.75	2455785.02		
443	COURCELLES-CHAUSSEY	t6a	897657.59	2464336.79		
444		t6b-d	897550.93	2464588.15	2003	
445		t6b-d	896383.6	2464274.69	2003	
446		t6b-d	896332.28	2464396.36	2003	
447		t6b-d	897477.95	2464536.82	2003	
448		t6b-d	896713.21	2464193.69	2003	
449		Fz	897056.46	2464490.88	2003	
450		t6b-d	897683.37	2464690.92	2003	
451		t6b-d	896786.19	2464272.06	2003	
452		t6b-d	896948.3	2463809.89	2003	
453		t6a	897585.99	2464399	2003	
454		t6b-d	896861.81	2463928.81	2003	
455		t6b-d	896691.56	2464163.91	2003	
456		t6a	897810.31	2464404.38	2003	
457		t6b-d	897264.51	2464415.27	2003	
458	t6b-d	896915.88	2463918.04	2003		
459	t6b-d	896715.96	2464142.25	2003		
460	COURCELLES-SUR-NIED	l2b1	890125.7	2459746.41		
461	CRAINCOURT	LP-F	892650.99	2438355.64		
462	CREHANGE	t5b	910156.79	2459686.84		
463		t5b	910523.75	2460063.65		
464	CREHANGE	t5b	910698.92	2461306.59		
465		t5b	910229.54	2460447.22		
466		t5b	910467.61	2460232.29		
467		t5b	910272.5	2460467.04		
468		t5b	910484.11	2459505.13		
469		LP-F	910622.96	2461617.42		
470		t5b	910655.96	2459713.3		
471		t5b	910510.57	2459432.38		
472		t5b	910487.43	2460189.33		
473		t5b	910394.86	2460182.69		
474		t5b	910302.29	2460149.69		
475		t5b	909836.11	2460100.08		
476		t5b	910655.96	2459600.91		
477		t5b	910179.93	2460787.72		
478		t5b	910183.25	2460172.83		
479		t5b	910824.6	2461442.24		
480		t5b	910027.9	2458896.78		
481		DELME	LP-F	897509.34	2439719.11	1989
482			LP-F	897873.44	2439365.09	1989
483		DIANE-CAPELLE	t6b-d	938211.15	2424476.25	2003
484	ELVANGE	t5b	907863.49	2459099.34		
485		t5b	907924.78	2459148.37		
486		t5b	907991	2459225.7	2003	
487	ENCHENBERG	t3	966210.98	2457709.4	2003	
488		t3	965738.5	2458402.77	2003	
489		t3	965752.59	2458219	2003	
490		t3	965757.17	2458146.82	2003	
491		t3	965675.72	2458039.82	2003	
492	ENNERY	l3a-b	882994.45	2476652.1		
493		l3a-b	883044.05	2476400.86		
494		l3a-b	882820.76	2476797.95		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
495	ENNERY	l3a-b	883220.83	2476760.71		
496		l3a-b	882836.34	2476797.95		
497		l3a-b	883223.93	2477049.08		
498		l3a-b	883165.04	2476785.46		
499		Fy-z	882461.02	2476807.23		
500		Fy-z	882423.79	2476794.85		
501		l3a-b	882482.79	2476825.79		
502		l3a-b	883459.7	2477104.87		
503		l3a-b	883090.57	2476757.62		
504		l3a-b	882808.39	2476931.3		
505		l3a-b	882724.64	2476624.26		
506		l3a-b	882833.25	2476810.32		
507		l3a-b	883372.86	2477201		
508		l3a-b	883192.99	2477011.16		
509		EPPING		964187.83	2467196.62	2003
510			t3	963233.83	2468372.43	2003
511			t3	963829.69	2468665.83	2003
512	ERNESTVILLER	t6b-d	938208.63	2462294.51		
513		t6b-d	938185.94	2462325.33		
514		Fz	938169.67	2462360.96		
515		LP-F	938189.15	2462182.58		
516		t6b-d	939559.49	2461418.87		
517		t6b-d	939514.12	2461052.37		
518		t6b-d	939629.26	2461446.48		
519		t6b-d	939450.88	2461211.27		
520		t6b-d	939491.44	2460920.96		
521		t6b-d	939572.44	2461277.84		
522		LP-F	938252.39	2462180.97		
523		t6b-d	939421.67	2461141.62		
524		ERSTROFF	t6b-d	924810.54	2451484.95	
525			t6b-d	924770.9	2451529.29	
526			t6b-d	924934.27	2451782.6	
527	LP-F		924919.15	2451990.31		
528	ERSTROFF	t6b-d	925256.43	2451484.95		
529		LP-F	924929.69	2451954.11		
530	ETZLING	t4	937383.05	2474676.5	2003	
531	FAILLY	l2b1	886619.82	2469438.71	2003	
532		l1-2a	886614.43	2469330.78	2003	
533		l1-2a	886486.69	2469224.58	2003	
534		l2b1	886630.7	2469508.94	2003	
535		l2b1	886481.31	2469352.32	2003	
536		l2b1	886070.93	2469244.4	2003	
537		l2b1	886585.68	2469462.08	2003	
538		l2b1	886600.11	2469438.71	2003	
539		l2b1	887573.71	2470032.62	2003	
540		l2b1	887564.66	2470079.48	2003	
541		l2b1	887593.53	2470011.09	2003	
542		l3a-b	887705	2470041.67	2003	
543		l3a-b	887715.89	2470012.92	2003	
544		l2b1	887580.93	2470092.08	2003	
545		l3a-b	887645.66	2470039.84	2003	
546		l3a-b	887658.26	2470020.02	2003	
547		l3a-b	887722.99	2469957.12	2003	
548		l3a-b	888012.73	2470155.1	2003	
549	l3a-b	888046.99	2470173.08	2003		
550	l3a-b	888036.1	2470196.46	2003		
551	l3a-b	888027.17	2470216.28	2003		
552	FAMECK	l4	875327.82	2482849.97		
553		l4	875260.8	2482917.11		
554		l4	875299.18	2482859.6		
555		l4	875358.53	2482815.49		
556		l4	875385.33	2482813.65		
557		LP-F	875402.52	2482805.98		
558		LP-F	875402.52	2482853.87		
559		l4	875373.88	2482861.54		
560		l4	875264.69	2482991.81		

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
561	FAMECK	I4	875174.64	2483099.04	
562		I4	875203.29	2482888.35	
563		I4	875195.73	2482901.76	
564		I4	875239.72	2482871.05	
565		I4	875166.97	2482966.83	
566		I4	875189.88	2482976.46	
567		LP-F	874922.14	2484629.09	
568	FARSCHVILLER	LP-F	932619.57	2465083.54	2003
569		LP-F	932582.45	2465055.7	2003
570		LP-F	932411.97	2464735.02	2003
571		t6b-d	932306.34	2464773.98	2003
572		t6b-d	932278.5	2464825.88	2003
573		Fz	933030.98	2464751.75	2003
574		Fz	933107.05	2464692.41	2003
575		t6a	932854.89	2465081.71	2003
576		t6a	932932.8	2464557.1	2003
577		LP-F	933058.82	2464449.64	2003
578		t6a	933025.48	2465268.91	2003
579		LP-F	934020.84	2464041.78	2003
580		Fz	934159.47	2463678.83	
581	FAULQUEMONT	t5b	911460.33	2459237.39	2003
582		t5b	910920.49	2460124.6	2003
583		t5b	911487.26	2458191.85	2003
584		LP-F	911168.76	2457488.29	2003
585		t5b	911053.62	2460367.48	2003
586		t5b	911300.17	2459867.17	2003
587		t6a	911747.21	2458528.91	
588	FEVES	LP-F	876327.54	2472784.08	
589		LP-F	876372.45	2472849.04	
590		LP-F	876390.78	2472932.33	
591		I4	876119.37	2473130.41	
592		LP-F	876405.79	2472810.77	
593	FEVES	LP-F	876404.07	2472782.47	
594		LP-F	876339.22	2472755.78	
595	FEY	LP-F	875293.34	2454653.55	2003
596		LP-F	875327.48	2454718.39	2003
597		LP-F	875413.86	2454695.02	2003
598		I3c	875370.67	2454560.06	2003
599	I3c	875440.9	2454617.57	2003	
600	FLETRANGE	t5b	910139.83	2460641.76	2003
601		t5b	910031.22	2460810.86	
602		t5b	910057.69	2460751.29	
603	FLEURY	I3a-b	881871.8	2456157.02	
604		I3a-b	881795.38	2456468.3	
605		I3a-b	881980.64	2456443.43	
606		I3a-b	881875.7	2456153.12	
607		I2b1	882278.51	2455908.75	
608		I3a-b	881776.48	2456377.1	2003
609		I2b1	882179.3	2456002.81	2003
610		I3a-b	882183.19	2456079.22	2003
611		I3a-b	882137.37	2456062.04	2003
612		I3a-b	882158.33	2456042.91	2003
613		I3a-b	882156.39	2456081.06	2003
614		I2b2	882227.07	2456092.51	2003
615		I3a-b	882091.54	2456056.31	2003
616		I3a-b	882301.54	2456224.27	2003
617		I3a-b	882293.98	2456170.88	2003
618		I3a-b	882244.26	2456226.21	2003
619		I3a-b	882240.48	2456165.15	2003
620		I3a-b	882246.21	2456146.02	2003
621		I2b2	882257.66	2456121.16	2003
622		I2b1	882345.54	2455878.73	2003
623	I2b1	882395.14	2455840.47	2003	
624	I3a-b	882017.07	2456004.76	2003	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
625	FLEURY	l2b1	882370.28	2455850.09	2003	
626		l2b1	882313	2455842.41	2003	
627		l2b2	882154.55	2455974.17	2003	
628		l2b2	882356.99	2456102.14	2003	
629		l2b1	882280.58	2456073.5	2003	
630		l3a-b	881835.6	2456035.23	2003	
631		l3a-b	881770.75	2456538.41	2003	
632		l3a-b	881898.61	2456292.09	2003	
633		l3a-b	881828.04	2456353.27	2003	
634		LP-F	882066.68	2456465.89	2003	
635		LP-F	882005.61	2456488.8	2003	
636		l3a-b	881969.3	2456288.31	2003	
637		l3a-b	881915.79	2456198.49	2003	
638		l3a-b	882024.63	2456129.75	2003	
639		l3a-b	881858.51	2456045.77	2003	
640		LP-F	882129.69	2456288.31	2003	
641		l3a-b	881766.86	2456483.07	2003	
642		LP-F	882190.76	2456269.18	2003	
643		l3a-b	881841.32	2456330.36	2003	
644		FLORANGE	LP-F	875887.83	2488050.07	2003
645		FLORANGE	LP-F	875929.19	2488057.29	2003
646		FOLKLING	t5b	932945.97	2470893.25	2003
647		FOLKLING	t5b	933001.08	2471029.02	2003
648		FOLSCHVILLER	t5b	917452.44	2461958.02	
649			t5b	917540.31	2462089.78	
650			t5b	917478.79	2462069.27	
651			t5b	917824.1	2461720.98	
652	t5b		917712.97	2461124.09		
653	t5b		917385.19	2460688.04		
654	t5b		917145.29	2462054.6		
655	t5b		916884.76	2462335.52		
656	t5b		917104.27	2462174.56		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
657	FOLSCHVILLER	t5b	917669.09	2461621.54	
658		t5b	917039.88	2462110.17	
659		t5b	917478.79	2461109.42	
660		t5b	917595.88	2461706.43	
661		t5b	917543.18	2461893.64	
662		t5b	917628.07	2461908.3	
663		FRESNES-EN-SAULNOIS	l1-2a	901474.86	2434636.09
664	l1-2a		901300.49	2434798.89	1990
665	l1-2a		901121.54	2434587.86	1990
666	GANDRANGE	LP-F	875490.05	2481755.85	
667		LP-F	875635.32	2481679.21	
668		l3a-b	875772.46	2481132.03	
669		LP-F	875547.45	2481402.64	
670		LP-F	875528.77	2481677.95	
671	GOIN	l1-2a	884216.77	2450162.5	2003
672		l1-2a	884344.17	2450229.07	2003
673		l1-2a	884281.38	2450143.48	2003
674		l1-2a	884657.97	2450111.18	2003
675		Fz	884011.35	2450173.96	2003
676		l1-2a	883994.28	2450345.12	2003
677		l1-2a	884226.28	2450231.01	2003
678		l2b1	883747.04	2450442.16	2003
679		l2b1	883806.04	2450445.94	2003
680		GROSLIEDERSTR OFF	Fy-z	942101.63	2471948.99
681	GROS-REDERCHING	t5b	957549.33	2463136.47	
682		t5b	956422.68	2463724.43	
683		t5b	956123.43	2463231.56	
684		t5b	956264.23	2463266.73	
685		t5b	956239.6	2463872.33	
686	GRUNDEVILLER	t6b-d	938663.46	2459290.44	
687		t6b-d	939087.02	2459816.87	
688		t6b-d	938331.79	2459697.84	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
689	GRUNDVILLER	LP-F	938821.68	2459498.83	
690	GUEBENHOUSE	LP-F	936654.06	2462894.61	
691		LP-F	936678.92	2462907.67	
692		t6b-d	936592.31	2462850.73	
693		t6b-d	936547.17	2462854.29	
694		t6b-d	936566.19	2462813.84	
695		t6b-d	936541.21	2462785.43	
696		t6b-d	936635.04	2462639.36	
697		t6b-d	936467.66	2462923.14	
698		t6b-d	936351.26	2463096.48	
699		t6b-d	936484.27	2463124.89	
700		t6b-d	936468.81	2463165.34	
701		Fz	936567.33	2463155.83	
702		t6b-d	920859.91	2428631.04	2003
703		t6b-d	920835.85	2428606.98	2003
704	GUEBLANGE-LES-DIEUZE	t6b-d	920713.15	2428602.4	2003
705		t6b-d	920833.56	2428667.81	2003
706		t6b-d	920755.54	2428515.21	1990
707	Fz	920646.58	2428514.07	1990	
708	GUENANGE	Fz	880879.42	2484821.56	
709		LP-F	882265.68	2485243.52	
710		LP-F	881935.73	2484935.79	
711		LP-F	881976.97	2485747.96	
712		LP-F	881732.72	2484885.03	
713		LP-F	881903.99	2485706.71	
714		l3a-b	882881.02	2484209.32	
715		Fz	880349.66	2484250.67	
716		Fz	880352.75	2484336.26	
717		Fy-z	880517.73	2484025.43	
718		l2b1	882265.68	2485960.48	
719		l2b1	880492.29	2484437.76	
720		l2b1	880625.65	2484187.09	
721		l2b2	882701.84	2484295.47	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
722	GUENANGE	l2b2	882671.71	2484362.03	
723		LP-F	882130.84	2485111.42	
724	GUENVILLER	t5b	925728.45	2465823.76	
725		LP-F	925620.64	2465690.75	
726		LP-F	925576.99	2465571.37	
727		t5b	925916.69	2466076.15	
728		LP-F	925861.58	2465631.06	
729	GUINKIRCHEN	t6b-d	899754.29	2475617.56	
730	HALSTROFF	t5b	901545.32	2495325.34	2001
731	HAMBACH	LP-F	943934.82	2462535.33	
732		Fz	943326.36	2461961.12	
733		t6b-d	943265.64	2462120.82	
734		t6b-d	943105.93	2461384.84	
735		t6b-d	942883.55	2461340.51	
736		t6b-d	943346.63	2461053.4	
737		t6b-d	943386.96	2461071.62	
738		t6b-d	943451.69	2461407.18	
739		t6b-d	943443.67	2461033.12	
740		t6b-d	943411.25	2461015.02	
741		LP-F	944088.46	2462122.89	
742		Fz	943207.09	2463697.73	
743		t6b-d	943273.77	2462227.95	
744		t6b-d	943449.63	2463723.97	
745		t6b-d	943621.48	2462373.56	
746		t6b-d	942938.2	2461370.75	
747		t6b-d	943083.7	2463639.07	
748		t6b-d	943847.98	2462331.17	
749		t6b-d	942812.75	2461362.73	
750		Fz	943661.92	2463869.58	
751		t6b-d	943554.8	2462312.84	
752		t6b-d	943148.32	2461455.76	
753		t6b-d	943823.69	2462490.76	
754		LP-F	943168.6	2461219.18	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
755	HAMBACH	Fz	944090.52	2461833.72		
756		t6b-d	942830.97	2461490.02		
757		t6b-d	942586.36	2461445.56		
758		t6b-d	942946.22	2461570.9		
759		Fz	943384.9	2461479.93		
760		Fz	943488.01	2461471.91		
761		t6b-d	943304.02	2462056.09		
762		t6b-d	942932.01	2463556.24		
763		t6b-d	943949.03	2462046.01		
764		t6b-d	942733.93	2461445.56		
765		t6b-d	943055.4	2463612.84		
766		t6b-d	942699.67	2461405.24		
767		LP-F	943914.66	2461441.55		
768		Fz	944133.03	2461811.49		
769		t6b-d	943215.11	2461447.63		
770		Fz	943916.61	2461730.61		
771		t6b-d	943718.52	2461961.12		
772		LP-F	943043.26	2461574.91		
773		HARAUCOURT-SUR-SEILLE	t6b-d	913553.14	2430927.31	
774			t6b-d	913633.22	2430926.17	
775			t6b-d	913360.55	2430891.34	
776		HAUCONCOURT	Fz	880682.36	2475798.12	2003
777	Fz		880815.6	2475837.64	2003	
778	HAUTE-KONTZ	l1-2a	889324.53	2502359.66		
779	HAVANGE	j2b2	865320.13	2493983.87	2003	
780		j2b2	865394.25	2493765.04	2003	
781	HEINING-LES-BOUZONVILLE	LP-F	909366.39	2487149.57		
782	HELSTROFF	t6a	902095.48	2469460.82		
783		t6a	902058.81	2469761.33		
784		t6a	902045.07	2469724.67		
785		t6a	902031.32	2469440.08		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
786	HELSTROFF	t6a	902322.66	2470075.7	
787		t6a	902483.29	2470640.18	
788	HILSPRICH	t6b-d	934717.07	2455537.78	
789		t6b-d	934741.47	2455552.44	
790		t6b-d	934756.02	2455513.49	
791		t6b-d	934724.4	2455518.3	
792		t6b-d	934746.28	2455535.37	
793		t6b-d	934734.14	2455530.45	
794		t6b-d	934746.28	2455520.71	
795		t6b-d	934760.95	2455494.01	
796		t6b-d	934734.14	2455496.42	
797		t6b-d	934746.28	2455506.16	
798		t6b-d	934855.81	2455688.66	
799		t6b-d	934868.07	2455698.4	
800		t6b-d	934877.81	2455705.73	
801		t6b-d	934887.55	2455710.55	
802		t6b-d	934894.76	2455713.07	
803		t6b-d	934904.5	2455722.81	
804	t6b-d	934914.24	2455730.02		
805	LP-F	935510.56	2456031.91		
806	LP-F	935500.83	2456031.91		
807	LP-F	935486.28	2456031.91		
808	LP-F	935469.21	2456031.91		
809	t6b-d	934756.02	2455893.17		
810	t6b-d	934773.09	2455897.98		
811	t6b-d	934790.16	2455910.24		
812	t6b-d	934775.5	2455919.86		
813	LP-F	934296.03	2455576.73		
814	LP-F	934305.77	2455506.16		
815	LP-F	935914.64	2455980.81		
816	LP-F	935934.12	2455992.96		

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
817	HILSPRICH	t6b-d	934722	2456207.08	
818		t6b-d	934734.14	2456185.2	
819		t6b-d	934741.47	2456233.89	
820		LP-F	935919.57	2455043.65	
821		LP-F	935963.33	2455048.58	
822		LP-F	935639.57	2455851.81	
823	HINCKANGE	Fz	899640.41	2473658.34	2003
824	HOLVING	LP-F	938348.86	2454625.71	
825		t6b-d	938605.37	2455646.96	
826		t6b-d	939336.09	2456939.28	
827		t6b-d	938900.5	2457118.35	
828		t6b-d	938900.5	2457118.35	
829		t6b-d	938600.45	2455661.51	
830		t6b-d	938469.84	2455782.49	
831		LP-F	938615	2454865.38	
832		t6b-d	938682.82	2455842.99	
833		t6b-d	938929.49	2457120.76	
834		LP-F	938431.12	2454710.49	
835		t6b-d	938648.91	2455939.8	
836		t6b-d	938641.69	2455737.7	
837		t6b-d	938634.36	2455684.42	
838		t6b-d	938532.74	2455839.32	
839		t6b-d	938859.37	2457097.73	
840		t6b-d	938663.35	2456945.35	
841		t6b-d	938622.22	2455938.54	
842		t6b-d	938605.26	2455662.66	
843		LP-F	938523	2454779.46	
844		LP-F	937283.95	2455233.14	
845		LP-F	938653.72	2454937.9	
846		Fz	938641.58	2454940.31	
847		LP-F	938639.29	2454888.75	
848		t6b-d	938785.59	2456378.25	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
849	HOLVING	t6b-d	938652.46	2456995.31	
850		t6b-d	938889.62	2457106.67	
851		t6b-d	938853.3	2456499.11	
852		Fz	891399.92	2485188.18	1975
853	HOMBOURG-BUDANGE	t6b-d	891969.32	2485032.83	2003
854		t6b-d	891878.12	2485119.1	2006
855		t6b-d	891626.65	2485035.35	2003
856		t6b-d	891927.39	2484993.42	2001
857		Fz	891466.48	2485230.11	1993
858		t6b-d	891747.4	2482831.76	2007
859		t6b-d	891963.25	2484991.24	2003
860		t6b-d	891812.82	2485130.55	1998
861		t6b-d	891691.95	2485068.92	
862		Fz	891477.48	2485226.67	
863		Fz	891487.33	2485226.67	
864		t6b-d	891667.32	2485056.66	1998
865		Fz	891429.48	2485219.34	
866		t6b-d	891778.22	2485155.18	2000
867		t6b-d	891741.33	2485136.74	2003
868		Fz	891444.25	2485227.93	2000
869	t6b-d	891789.33	2485156.44	2003	
870	t6b-d	891414.7	2485169.73	1990	
871	Fz	891518.15	2485222.66	1998	
872	HOSTE	LP-F	929328.28	2459828.67	
873		LP-F	929602.32	2459934.99	
874		LP-F	929372.96	2459845.4	
875		t6b-d	932052.46	2461876.11	
876		t6b-d	932455.28	2462043.84	
877		t6b-d	932477.62	2462043.84	
878		t6b-d	931884.73	2461344.63	
879		t6b-d	932069.3	2461887.22	
880		t6b-d	932091.64	2461909.68	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
881	HOSTE	t6b-d	932393.76	2462021.49	
882		t6b-d	932427.32	2462027.11	
883		t6b-d	932528.03	2462043.84	
884		t6b-d	929473.66	2459918.15	
885		LP-F	929445.71	2459884.58	
886		t6b-d	932393.76	2461999.15	
887		LP-F	929412.14	2459884.58	
888		t6b-d	932388.14	2462015.88	
889		LP-F	929423.37	2459851.01	
890		LP-F	929400.91	2459828.67	
891		t6b-d	932466.51	2461999.15	
892		LP-F	929412.14	2459890.2	
893		LP-F	929395.3	2459873.35	
894		t6b-d	932052.46	2461870.49	
895		t6b-d	932455.28	2462027.11	
896		t6b-d	932225.92	2461999.15	
897		t6b-d	932142.05	2461937.63	
898		t6b-d	932332.23	2462004.77	
899		t6b-d	932298.67	2462004.77	
900		HUNDLING	t6a	939597.99	2466514.03
901	t6a		939432.32	2466485.96	
902	t6a		939454.78	2466634.78	
903	t6a		939255.55	2466679.69	
904	t6a		939255.55	2466542.1	
905	t6a		939339.75	2466418.59	
906	t6b-d		938814.8	2465989.08	
907	t6a		938800.71	2467238.32	
908	t6a		938750.19	2466867.81	
909	Fz		938741.71	2466907.11	
910	t6a		938682.82	2466842.49	
911	t6a		938576.16	2466935.18	
912	t6a	938705.28	2466884.65		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
913	HUNDLING	t6a	938803.58	2466811.67		
914		t6a	938814.8	2466898.63		
915		t6b-d	938988.83	2465753.3		
916		t6a	939426.71	2466772.38		
917		t6a	938635.05	2466870.56		
918		t6a	939362.21	2466643.15		
919	HUNTING	Fy-z	889734.56	2498146.56	2003	
920		Fy-z	889558.7	2498181.62	2003	
921	ILLANGE		879173.39	2487362.78		
922			879321.3	2487151.18		
923			879527.75	2487352.59		
924			879298.27	2487551.48		
925			879568.54	2487510.69		
926			879130.09	2487490.3		
927			879550.78	2487599.94		
928			879198.83	2487401.05		
929			879392.67	2487278.69		
930			l2b1	879028.01	2488125.12	
931				879407.91	2487143.5	
932				879265.16	2487337.35	
933				879165.72	2487525.93	
934				879300.91	2487110.39	
935				879311.1	2487166.53	
936			l2b1	878966.83	2487464.75	
937				879155.52	2487439.32	
938			l2b1	879053.56	2488099.68	
939			879474.25	2488007.8		
940			879428.31	2487480.1		
941			879425.78	2487209.84		
942			879374.8	2487296.45		
943			879318.66	2487281.21		
944			879135.13	2487584.59		

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
945	ILLANGE		879410.55	2487265.86		
946			879517.55	2487265.86		
947			879303.43	2487179.25		
948			879453.85	2488114.92		
949			879104.54	2487439.32		
950			879178.43	2487604.98		
951			879517.55	2488048.7		
952			879298.27	2487469.91		
953			879423.26	2487158.85		
954			879155.52	2487367.94		
955			l2b1	879260.12	2488125.12	
956				879196.31	2487352.59	
957			l2b1	878967.74	2487463.03	
958				879102.13	2487466.24	
959		IPPLING	Fz	940885.04	2466325.56	
960	t6b-d		940508.23	2465935.35		
961	t6b-d		940566.54	2465930.42		
962	LP-F		940898.33	2467039.09		
963	t6b-d		940678.36	2466053.81		
964	JURY	l1-2a	886490.36	2459544.89		
965		l1-2a	886346.12	2459977.61		
966		l1-2a	886390	2459649.49		
967		l1-2a	886465.27	2459544.89		
968		l1-2a	886356.54	2459517.74		
969		l2b1	887219.92	2460487.67		
970		l2b1	885479.41	2459679.74		
971		l1-2a	886314.95	2459531.94		
972	l1-2a	886372.58	2459938.89			
973	JUSSY	l4	873894.58	2462479.42		
974		l4	874021.29	2462247.54		
975		l4	873900.43	2462473.58		
976		l4	874062.19	2462173.53		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
977	JUSSY	l4	873892.63	2462471.63		
978		l4	873822.52	2462413.2		
979		j2a	873506.89	2462099.52		
980		j2a	873495.2	2462105.36		
981		l4	874034.93	2462646.92		
982		l4	873995.97	2462574.86		
983		j2a	873677.59	2462399.57		
984		l4	874126.47	2462446.31		
985		l4	873888.74	2462479.42		
986		l4	874085.57	2462152.1		
987		l4	873900.43	2462317.65		
988		l4	874056.35	2462894.38		
989		l4	874068.27	2462889.8	2003	
990		KALHAUSEN	t5b	952143.93	2458273.76	
991			t5b	950484.76	2459619.7	
992	Fz		952291.49	2458592.26		
993	t5b		952584.78	2458579.66		
994	t5b		952363.44	2458102.83		
995	t5b		952681.82	2458410.56		
996	t5b		952064.76	2458167.56		
997	t5b		952606.32	2457514.41		
998	t5b		952214.04	2457714.1		
999	t5b		952392.19	2458176.5		
1000	t5b		952215.87	2457759.13		
1001	t5b		952708.97	2458494.99		
1002	t5b		952361.6	2457503.53		
1003	t5b		951778.57	2458640.84		
1004	t5b		952422.78	2457897.64		
1005	t5b	952703.47	2458451.8			
1006	t5b	952408.35	2458102.71			
1007	t5b	952588.33	2457962.37			
1008	t6a	952595.55	2457381.28			

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1009	KALHAUSEN	t5b	952662.11	2458565.22	
1010		t6a	952379.59	2457418.98	
1011	KAPPELKINGER	LP-F	934883.99	2451809.87	2003
1012		t6b-d	934647.64	2451713.52	2003
1013		t6b-d	934675.14	2451745.71	2003
1014		LP-F	934950.44	2451821.32	2003
1015		LP-F	935216.58	2451894.76	2003
1016		t6b-d	934755.45	2451628.62	2003
1017	KEDANGE-SUR-CANNER	t6b-d	890934.31	2486600.11	
1018		t7a	891868.96	2486627.49	
1019		Fz	891162.65	2486390.22	
1020		t7a	891195.3	2486389.08	
1021		t7a	891194.27	2486408.09	
1022		t7a	891201.6	2486323.89	
1023		t7a	891252.12	2486290.2	
1024		t7a	891204.81	2486132.33	
1025	KERBACH	t5b	937167.67	2473140.95	
1026	LANDROFF	Fz	913033.69	2449261.66	
1027	LANING	t7a	923600.13	2456844.19	2003
1028		t7a	923630.15	2456922.21	2003
1029		t7a	923782.18	2457232.23	2003
1030		t7b	923910.15	2457354.25	2003
1031		t7b	923866.16	2457336.14	2003
1032		l1-2a	924118.21	2457490.24	2003
1033		t7b	924144.21	2457426.19	2003
1034		LP-F	924178.24	2457708.26	2003
1035		l1-2a	924308.27	2457684.2	2003
1036		l1-2a	924412.19	2457766.23	2003
1037		l1-2a	924562.27	2457804.27	2003
1038		t7b	924071.46	2457438.34	
1039		l1-2a	924628.37	2457727.05	
1040	LAQUENEXY	LP-F	890466.42	2460611.17	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1041	LAQUENEXY	LP-F	890489.68	2460625.38	2003
1042		LP-F	890496.32	2460655.39	2003
1043		LP-F	890534.59	2460637.06	2003
1044		LP-F	890554.64	2460673.72	2003
1045		LP-F	890612.84	2460692.05	2003
1046		l1-2a	891560.43	2461003.45	2003
1047		LP-F	891274.01	2460715.31	2003
1048		LP-F	891274.01	2460728.72	2003
1049		LP-F	891272.4	2460735.36	2003
1050		l2b1	890368.12	2460457.19	2003
1051		l2b1	890389.78	2460468.88	2003
1052		l2b1	890439.73	2460482.17	2003
1053		l2b1	890428.04	2460507.14	2003
1054		l2b1	890449.69	2460515.51	2003
1055		LP-F	890414.75	2460856.92	2003
1056		LP-F	890416.36	2460873.53	2003
1057		LP-F	890924.35	2460638.78	2003
1058		LP-F	891174.1	2460632.02	2003
1059		LP-F	891297.26	2460617.13	2003
1060		LP-F	891388.92	2460607.04	2003
1061		l1-2a	891448.84	2460610.48	2003
1062		LP-F	890957.57	2460747.05	2003
1063		LP-F	890982.55	2460718.63	2003
1064		LP-F	890997.56	2460740.29	2003
1065		LP-F	891057.47	2460708.67	2003
1066		LP-F	891097.46	2460733.64	2003
1067		LP-F	891282.37	2460778.67	2003
1068		LP-F	890572.97	2460853.59	2003
1069		LP-F	890706.21	2460820.25	2003
1070		LP-F	890692.92	2460826.9	2003
1071		LP-F	890273.15	2460847.29	2003
1072		LP-F	890233.28	2460892.32	2003

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1073	LAQUENEXY	LP-F	890218.27	2460920.62	2003	
1074		LP-F	890498.04	2460852.33	2003	
1075		LP-F	890504.69	2460862.3	2003	
1076		LP-F	891110.75	2460893.92	2003	
1077		LP-F	891115.79	2460862.3	2003	
1078		LP-F	890433.08	2460661.24	2003	
1079		LP-F	891296.46	2460752.77	2003	
1080		LP-F	890405.59	2460674.53	2003	
1081		LP-F	890956.77	2460787.83	2003	
1082		LP-F	891045.1	2460784.51	2003	
1083		LP-F	890392.3	2460852.68	2003	
1084		LP-F	890385.65	2460829.42	2003	
1085		I2b1	890462.18	2459833.49	2003	
1086		LP-F	891233.22	2460812.69	2003	
1087		LP-F	891171.58	2460889.34	2003	
1088		LAUMESFELD	t6a	900454.98	2492888.83	
1089		LE BAN-SAINT-MARTIN	I3c	877744.51	2465474.33	
1090	I3c		877772.23	2465455.88		
1091	I3c		877788.96	2465424.49		
1092	I4		877546.76	2465287.7		
1093	I4		877454.31	2464945.71		
1094	I4	877472.75	2464991.88			
1095	LE VAL-DE-GUEBLANGE	LP-F	938068.86	2451626.33		
1096		LP-F	938373.15	2452639.11		
1097		LP-F	938410.95	2452620.2		
1098		t6b-d	938292.38	2452299.64		
1099		LP-F	936937.5	2451895.68		
1100		LP-F	936961.68	2451831.06		
1101		Fz	937575.87	2452911.09		
1102		t6b-d	939124.71	2452323.93		
1103		t6b-d	939041.19	2452367.01		
1104		t6b-d	939442.52	2452356.24		
1105	LEMBERG	t3	968336.66	2456369.54	2003	
1106		t3	968622.16	2456301.83	2007	
1107	LEMUD	LP-F	894379.59	2456403.11	2003	
1108		LP-F	894719.97	2456424.07	2003	
1109		LP-F	894618	2456331.16	2003	
1110	LESSY	I4	874698.96	2464169.98	2003	
1111		I4	874360.64	2464450.67	2003	
1112		I4	874405.55	2464636.04	2003	
1113		I4	874333.61	2464560.42	2003	
1114		I4	874407.39	2464463.27	2003	
1115		I4	874425.37	2464533.5	2003	
1116		I4	874648.55	2463954.02	2003	
1117		I4	874603.53	2464094.36	2003	
1118	LIDREZING	t6b-d	919772.55	2440598.3		
1119	LIEHON	I1-2a	887293.7	2451877.92		
1120		I1-2a	887006.6	2451615.1		
1121		I1-2a	887051.05	2451641.34		
1122		I1-2a	887134	2451861.65		
1123		I1-2a	886976.24	2451841.49		
1124	I1-2a	886883.32	2451738.38			
1125	LINDRE-HAUTE	t6b-d	924160.25	2433046.7	1990	
1126		t6b-d	924182.82	2433084.28	1976	
1127	LIOCOURT	I2b1	893641.89	2442091.91		
1128		E	893801.82	2442233.17		
1129		I2b1	893694.82	2442064.07		
1130	LIXING-LES-ROUHLING	t5b	939598.1	2471579.28	1990	
1131		t5b	939461.31	2471863.64	2003	
1132		t5b	939598.33	2471774.62	2003	
1133	LORQUIN	Fy-z	943626.64	2418448.63		
1134	LORRY-LES-METZ	I4	876678.23	2467100.38	2003	
1135		I4	876419.08	2467237.18	2003	
1136		Fy-z	877382.82	2466908.03		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1137	LORRY-MARDIGNY	I4	874575.57	2450119.77	
1138		I3c	874424.34	2449783.51	
1139		I4	874345.52	2448380.06	
1140		I4	874580.15	2450121.95	
1141		I4	874699.65	2450187.48	
1142		I4	874480.82	2450151.28	
1143		I3c	874627.47	2448838.1	
1144		I4	874539.48	2450054.35	
1145		I3c	874616.24	2448540.23	
1146		I4	874916.3	2450173.84	
1147		I4	874884.67	2450223.57	
1148		I4	874489.88	2448449.95	
1149		I3a-b	874643.28	2448885.42	
1150		LOUPERSHOUSE	t6b-d	934552.44	2463871.87
1151	t6b-d		934586.35	2463871.87	
1152	t6b-d		934599.87	2463878.63	
1153	t6b-d		934603.3	2463902.35	
1154	t6b-d		934572.71	2463902.35	
1155	t6b-d		934579.59	2463892.27	
1156	t6b-d		934549	2463892.27	
1157	t6b-d		934562.63	2463871.87	
1158	t6b-d		934565.96	2463888.83	
1159	t6b-d		934630.34	2462875.82	
1160	t6b-d		934657.49	2462882.58	
1161	t6b-d		934674.45	2462896.1	
1162	t6b-d		934681.21	2462909.74	
1163	t6b-d		934674.45	2462933.45	
1164	t6a		934349.19	2463461.95	
1165	t6a		934349.19	2463475.47	
1166	LP-F		934098.41	2462736.85	
1167	LP-F		934071.37	2462750.49	
1168	LP-F		933793.54	2462990.96	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1169	LOUPERSHOUSE	LP-F	932750.06	2462188.08	
1170	LOUTZVILLER	t3	968476.2	2472675.58	
1171		I2b1	881861.26	2447438.66	2003
1172		I2b1	881622.04	2447950.55	2003
1173		I2b1	882349.43	2447625.86	2003
1174		LP-F	881418.23	2447443.47	2003
1175		I2b1	882081.69	2447343.91	2003
1176		I2b1	881648.05	2447879.4	2003
1177		I2b1	881901.59	2447443.47	2003
1178		I2b1	882110.1	2447336.81	2003
1179		LUBECOURT	t6b-d	906875.69	2435388.91
1180	t6b-d		906906.74	2435419.85	2003
1181	LUCY	LP-F	902926.32	2446054.23	2003
1182		LP-F	902893.09	2446100.06	2003
1183		LP-F	902776.92	2446146	2003
1184		LP-F	902689.74	2446003.82	2003
1185		LP-F	902623.98	2446228.71	2003
1186		LP-F	902779.67	2446233.3	2003
1187		LP-F	902883.13	2446227	2003
1188	LUPPY	I2b1	893435.78	2450241.67	
1189		I2b1	893366.58	2450452.82	
1190		I2b1	893308.84	2450363.68	
1191		I2b1	893378.15	2450266.42	
1192		I2b1	893251.1	2450287.84	
1193	I2b1	893447.35	2450223.45		
1194	I2b1	893427.53	2450268.02		
1195	LUTTANGE	LP-F	889583.45	2481982.58	
1196		LP-F	889567.18	2481796.87	
1197		LP-F	889633.63	2481790.11	
1198		LP-F	889751.52	2482023.37	
1199		LP-F	889675.56	2482074.81	
1200	MAIZEROY	t6a	896270.29	2461540.43	2003

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1201	MAIZEROY	LP-F	893266.34	2464703.98		
1202		LP-F	891989.94	2464058.05		
1203	MAIZIERES-LES-METZ	Fz	878835.42	2474973		
1204		Fz	879086.55	2475587.2		
1205		I3a-b	877436.66	2475468.39		
1206		I3a-b	877316.71	2475631.19		
1207		Fy-z	878609.26	2473868.23		
1208		Fy-z	878625.3	2474055.55		
1209		Fz	879143.61	2475542.75	2003	
1210		Fz	878942.65	2475551.8	2003	
1211		Fz	878807.92	2475022.04	2003	
1212		Fz	878983.78	2475604.38	2003	
1213		Fz	878849.05	2475050.56	2003	
1214		Fy-z	878629.88	2474145.14	2003	
1215		MALROY	Fy-z	882823.97	2470565.94	2003
1216			Fy-z	882739.42	2470340.92	2003
1217	I3a-b		882644.1	2471123.76	2003	
1218	Fy-z		882750.19	2470288.8	2003	
1219	MARANGE-SILVANGE	I3c	875279.82	2475489.01		
1220		LP-F	876501.68	2476423.88		
1221		I4	874811.92	2474762.31		
1222		I3a-b	877212.91	2477338.82		
1223		I3c	875235.37	2475369.98		
1224		I3c	875314.76	2475214.05		
1225		I4	874955.82	2474418.95		
1226		I3c	875277.07	2475231.58		
1227		I3c	875279.7	2475344.43	2003	
1228		I4	875876.6	2475572.99		
1229		I4	874776.98	2474476.01	2003	
1230		I4	874207.01	2474288.23	2003	
1231		I4	875789.3	2475461.75	2003	
1232		MARIEULLES	I3c	875464.27	2451376.92	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1233	MARIEULLES	I3c	875306.86	2451440.85	
1234		I3c	875352.8	2451386.77	
1235		LP-F	875479.05	2451444.17	
1236		I3c	875047.93	2452132.72	
1237		I3c	875005.2	2452084.6	
1238		I3c	875328.17	2451152.48	2003
1239		I3c	875479.74	2451102.41	2003
1240		LP-F	875520.29	2451289.5	2003
1241		I3c	874981.6	2451772.06	2003
1242		I3c	875418.79	2451405.9	2003
1243		I3c	875472.98	2451097.26	2003
1244		I3c	875464.84	2451234.05	2003
1245		I3c	875049.31	2452004.29	2003
1246		I3c	875420.16	2451433.06	2003
1247		I3c	875367.35	2451113.53	2003
1248		I3c	875375.48	2451447.95	2003
1249		LP-F	875485.12	2451286.87	2003
1250		I3c	875087.23	2452195.85	2003
1251		LP-F	875467.48	2451309.21	2003
1252		I3c	875406.64	2451032.99	2003
1253		I4	875409.39	2450978.91	2003
1254		I3c	875482.49	2451194.07	2003
1255		I3c	874978.85	2451708.48	2003
1256		I3c	875574.49	2451068.16	2003
1257		LP-F	875577.23	2451525.74	2003
1258		LP-F	875585.37	2451536.62	2003
1259	I3c	875307.77	2451142.63	2003	
1260	MARLY	LP-F	879605.77	2458111.42	
1261		I2b1	880332.13	2458382.14	
1262		LP-F	880266.02	2458834.46	
1263		I2b2	880289.17	2457860.52	
1264		LP-F	879972.27	2458557.09	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1265	MARLY	LP-F	880246.2	2458084.96	
1266		I2b2	880213.21	2457678.93	
1267		I2b2	880223.17	2457678.93	
1268		I2b2	880196.71	2457655.79	
1269		LP-F	880100.93	2457698.75	
1270		LP-F	880084.43	2458966.44	
1271		I2b2	880338.66	2457791.21	
1272		I2b2	880266.02	2457830.85	
1273		LP-F	878641.8	2457870.37	
1274		I2b2	880216.53	2457665.75	
1275		LP-F	879958.98	2457517.16	
1276		LP-F	880193.39	2459111.71	
1277		I2b2	880477.28	2457916.66	
1278		LP-F	880034.94	2458038.79	
1279		LP-F	879876.49	2458084.96	
1280		I2b2	880157.07	2457629.44	
1281		LP-F	880008.59	2457754.89	
1282		I2b2	880279.2	2457880.34	
1283		I2b2	880460.79	2457906.69	
1284		LP-F	880140.57	2457952.98	
1285		LP-F	879925.99	2458127.92	
1286		LP-F	880087.76	2458778.32	
1287		LP-F	880140.57	2457966.15	
1288		LP-F	880299.02	2458738.68	
1289		Fz	879741.19	2458524.09	
1290		LP-F	880246.2	2458051.96	
1291		LP-F	879929.31	2458144.42	
1292		LP-F	880262.7	2458834.46	
1293	LP-F	880005.27	2457665.75		
1294	LP-F	879250.5	2460248.1		
1295	LP-F	880804.49	2457266.49		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1296	MECLEUVES	I3a-b	887659.29	2456883.03	2003
1297		I3a-b	887565.23	2456993.13	2003
1298		I2b1	887793.45	2456735.01	2003
1299	METZ	I3c	877921.97	2465929.51	
1300		I2b1	881680.13	2459399.62	
1301		Fy-z	879556.39	2463205.55	
1302		I2b1	881836.4	2459750.77	
1303		I2b1	881565.56	2463780.79	
1304		LP-F	884924.34	2462903.43	
1305		Fy-z	880534.34	2464395.68	
1306		LP-F	883692.05	2464273.2	
1307		I2b1	881760.78	2463752.38	
1308		I1-2a	882827.98	2465640.8	
1309		I2b1	881980.64	2459737.82	
1310		LP-F	881331.61	2459900.97	
1311		I2b2	882180.44	2462707.07	
1312		LP-F	881773.62	2459329.39	
1313		LP-F	883331.62	2464320.75	
1314		I3a-b	882219.28	2462629.27	
1315		I2b1	881950.28	2459749.28	
1316	LP-F	881258.75	2459946.56		
1317	I2b1	881599.59	2463824.1		
1318	I2b1	881893.45	2459864.65		
1319	I3a-b	881704.76	2463434		
1320	LP-F	881709.92	2460506.23		
1321	Fy-z	879553.3	2466516.89		
1322	I2b1	881778.43	2459468.02		
1323	I1-2a	882889.73	2465967.66		
1324	I2b1	881605.43	2463832.46		
1325	I2b1	881576.45	2463589.12		
1326	LP-F	882137.14	2463287.35		

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1327	METZ	LP-F	881709.11	2460175.35	
1328		LP-F	881342.04	2459554.4	
1329		I1-2a	883978.47	2465636.21	
1330		I2b1	881761.93	2459617.07	
1331		LP-F	885893.35	2462452.27	
1332		I1-2a	882744.57	2466169.64	
1333		I1-2a	882969.36	2465688.23	
1334		I2b1	881981.78	2459669.08	
1335		I2b1	881695.82	2463818.94	
1336		LP-F	885585.16	2462619.08	
1337		Fy-z	880316.55	2464953.39	
1338		LP-F	883591.34	2464323.27	
1339		LP-F	883609.56	2464292.45	
1340		I2b1	882011.69	2459759.47	
1341		LP-F	881504.5	2459799.46	
1342		Fy-z	878714.44	2466150.39	
1343		LP-F	885664.56	2462510.01	
1344		Fz	880950.1	2459676.76	
1345		I1-2a	882834.74	2466028.72	
1346		I2b1	881867.68	2459919.53	
1347		I2b1	881704.76	2459660.26	
1348		I2b1	881989.46	2459720.41	
1349		LP-F	885922.56	2462389.03	
1350		Fz	881087.01	2459463.2	
1351		I1-2a	882632.99	2465953.22	
1352		LP-F	881799.05	2460462	
1353		I2b1	881943.98	2459632.42	
1354		LP-F	885836.29	2462464.99	
1355		I2b1	881741.77	2462919.13	
1356		LP-F	882042.73	2463894.56	
1357		I1-2a	883902.39	2465242.33	
1358	I3a-b	882364.55	2463217.92		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1359	METZ	I2b1	881914.88	2462712.34	
1360		I2b1	881819.9	2463012.85	
1361		I2b1	881479.75	2462982.6	
1362		I3c	877987.62	2466026.66	
1363		I3c	877979.49	2466013.14	
1364		I1-2a	882799.91	2464420.77	
1365		I1-2a	882877.01	2465968.11	
1366		I1-2a	883226.67	2465436.41	
1367		I2b1	881903.19	2459744.47	
1368		I3a-b	881936.87	2463725.46	
1369		LP-F	881556.62	2459763.37	
1370		LP-F	885624	2461933.97	
1371		I1-2a	881333.91	2463438.69	
1372		LP-F	881922.44	2460312.15	
1373		I2b1	881888.3	2463030.15	
1374		I1-2a	882913.45	2465836.82	
1375		I2b1	881914.42	2462607.16	
1376		LP-F	881748.98	2459276.11	
1377		I2b1	881755.28	2459585.22	
1378		I1-2a	881432.78	2462885.45	
1379		I1-2a	882862.92	2465965.59	
1380		I2b1	882026.47	2459727.28	
1381		I2b1	881993.81	2459765.32	
1382		LP-F	881581.49	2459764.17	
1383		Fy-z	879935.61	2463038.51	
1384		I1-2a	882770.93	2466225.09	
1385		I2b1	881833.76	2459823.63	
1386		I1-2a	882935.67	2465248.75	
1387		LP-F	881644.73	2460542.43	
1388		I2b1	881893.91	2459674.35	
1389		I3a-b	882280.12	2462652.88	
1390	I2b1	881753.68	2459764.06		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1391	METZ	I2b1	881566.71	2463829.25	
1392		I1-2a	883285.22	2465977.51	
1393		Fz	880974.16	2461138.41	
1394		I3a-b	881861.49	2463727.98	
1395		Fy-z	878727.38	2465967.2	
1396		I1-2a	882754.43	2466185.91	
1397		LP-F	881711.18	2459335.23	
1398		I1-2a	883948.22	2465175.65	
1399		LP-F	881520.99	2459926.28	
1400		LP-F	883851.87	2462269.07	
1401		I1-2a	883920.15	2465598.75	
1402		I1-2a	883678.07	2465308.55	
1403		LP-F	881746.92	2460223.47	
1404		LP-F	885440.58	2461703.11	
1405		I2b1	881770.98	2459748.13	
1406		I2b1	881834.79	2459679.74	
1407		LP-F	881424.53	2459458.85	
1408		LP-F	881277.77	2459600.34	
1409		I2b2	881842.36	2463801.07	
1410		LP-F	880733.11	2461635.63	
1411		I2b1	881964.94	2459654.87	
1412		LP-F	885449.51	2462746.59	
1413		LP-F	885265.75	2462064.8	
1414		I2b1	881608.52	2459797.97	
1415		Fy-z	878416.1	2466069.85	
1416		I3a-b	877875	2465763.27	
1417	I1-2a	882527.7	2464229.32		
1418	I1-2a	884030.94	2465247.03		
1419	I2b2	881836.97	2463761.66		
1420	I2b1	881853.35	2459934.08		
1421	I2b1	881820.36	2459708.38		
1422	Fz	881093.43	2459490.58		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1423	METZ	Fz	880953.66	2459651.78	
1424		LP-F	885855.31	2462485.38	
1425		I3a-b	877876.37	2465777.59	
1426		LP-F	881337.57	2459614.09	
1427		I1-2a	883349.03	2465101.3	
1428		I2b1	881620.44	2463849.42	
1429		I2b1	881650.34	2462342.97	
1430		I1-2a	883378.02	2465433.66	
1431		I1-2a	882375.78	2464703.63	
1432		I2b1	881787.71	2459766.81	
1433		Fy-z	879600.5	2463290.33	
1434		LP-F	881336.08	2459632.08	
1435		I2b1	881685.4	2459528.74	
1436		I2b1	881657.1	2459476.95	
1437		LP-F	881966.09	2460226.68	
1438		I3a-b	881628.34	2463206.12	
1439		I1-2a	882451.51	2464725.86	
1440		I2b1	881719.2	2459408.9	
1441		LP-F	881149.22	2459901.42	
1442		I3a-b	878051.89	2465763.5	
1443		I1-2a	882460.1	2464718.53	
1444		LP-F	881338.03	2459718.23	
1445		LP-F	881415.02	2459908.64	
1446		I1-2a	884120.3	2465321.61	
1447		I1-2a	884099.22	2465318.4	
1448		I1-2a	883800.54	2464017.6	
1449	I3a-b	881845.45	2463703.23		
1450	LP-F	881891.51	2460179.59		
1451	LP-F	881751.73	2459343.48		
1452	I4	877874.08	2466106.63		
1453	LP-F	881169.16	2459944.39		
1454	LP-F	881664.55	2459308.31		

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1455	METZ	Fz	880965.34	2459636.31	
1456		I2b1	881765.37	2459422.42	
1457		I1-2a	881445.61	2463715.15	
1458		I3a-b	878053.95	2465888.03	
1459		LP-F	880592.2	2463208.07	
1460		I2b1	881783.24	2459427.46	
1461		I2b1	881961.62	2459643.53	
1462		I2b1	881956.01	2459634.83	
1463		LP-F	881376.18	2459993.65	
1464		LP-F	881183.59	2460704.2	
1465		I3a-b	882350.58	2462903.09	
1466		I2b1	881881.88	2459862.81	
1467		LP-F	881421.21	2460387.3	
1468		I1-2a	883068.23	2465034.96	
1469		I1-2a	884171.63	2465744.13	
1470		I2b1	881840.52	2459938.31	
1471		LP-F	881812.8	2460453.18	
1472		I1-2a	882770.01	2465696.25	
1473		I2b1	881838	2459861.33	
1474		I1-2a	882224.44	2464097.57	
1475		I1-2a	883443.55	2465274.75	
1476		I1-2a	883697.2	2465469.4	
1477		LP-F	883917.06	2462441.38	
1478		Fy-z	878491.83	2466378.38	
1479		I3c	877973.53	2466000.65	
1480		I2b1	881787.48	2463009.18	
1481		I2b1	882059	2462626.18	
1482		LP-F	881214.18	2459929.15	
1483		LP-F	883350.87	2464569.36	
1484		I1-2a	884060.61	2463884.25	
1485		Fz	880890.42	2461958.37	
1486		I2b1	881693.65	2459874.5	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1487	METZ	Fy-z	878296.72	2466856.7	
1488		I2b1	881789.66	2459915.17	
1489		I1-2a	883120.36	2466010.39	
1490		I2b1	881957.95	2459895.12	
1491		I3c	877868.93	2466606.14	
1492		I2b1	882030.02	2463066.46	
1493		LP-F	882570.43	2463176.22	
1494		I3a-b	878085.12	2466044.19	
1495		LP-F	881542.53	2459748.59	
1496		I1-2a	883702.02	2465552.81	
1497		LP-F	883419.95	2464701.11	
1498		I1-2a	883106.84	2465969.26	
1499		I2b1	881461.08	2463580.07	
1500		I3a-b	882380.36	2462721.73	
1501		I1-2a	881199.06	2463388.06	
1502		LP-F	883883.72	2464307.46	
1503		I3a-b	882342.56	2462724.02	
1504		I3a-b	882352.07	2462699.39	
1505		LP-F	883499.46	2464871.93	
1506		I3a-b	882387.58	2463225.48	
1507		I3a-b	882387.7	2463194.78	
1508		I2b1	881707.85	2463720.42	
1509		I2b1	881692.04	2463676.42	
1510		I2b1	881693.76	2459775.97	
1511		I2b1	881972.96	2463036.79	
1512		I2b1	881490.4	2463129.93	
1513		I1-2a	882985.97	2465277.73	
1514		I1-2a	881192.99	2463791.56	
1515		LP-F	881755.97	2459321.71	
1516		I1-2a	883220.14	2466130.46	
1517		I2b1	881865.61	2459831.54	
1518		I1-2a	882799.34	2465602.3	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1519	METZ	l2b1	881606.81	2463870.96	
1520		l3a-b	882170.02	2462666.85	
1521		LP-F	885597.99	2462549.54	
1522		l1-2a	882787.88	2465632.32	
1523		LP-F	885891.97	2462389.37	
1524		t7a	882466.29	2465525.2	2003
1525	METZERESCHE	l1-2a	888907.73	2485033.51	
1526		l1-2a	888884.82	2485074.87	
1527		l1-2a	889357.52	2485497.05	
1528		l1-2a	888939.81	2485249.24	
1529		l1-2a	888639.18	2485262.99	
1530		l1-2a	888960.55	2485100.08	
1531	METZING	Fz	888634.6	2485201.01	
1532		t6a	937416.74	2466633.29	
1533		t6a	937400.24	2466449.76	
1534		t6b-d	937497.16	2465630.94	
1535		t6a	937917.97	2466156.81	
1536		t6a	937963.34	2466154.74	
1537		t6a	937466.23	2466315.71	
1538		t6a	937519.96	2466414.7	
1539		t6a	937608.64	2466200.23	
1540		t6a	937668.44	2466239.41	
1541	MEY	t6a	938550.84	2466966	
1542		l1-2a	884680.88	2466857.5	
1543	l1-2a	884620.85	2466891.07		
1544	MONNEREN	t6b-d	895264.74	2492338.22	
1545		t6b-d	896421.64	2490616.96	
1546	MONTBRONN	t3	963735.63	2455420.35	
1547		t3	962885.31	2454934.12	
1548	MONTDIDIER	t7a	928148.46	2446052.17	
1549		t7a	928470.16	2446264.69	
1550		t7a	928422.05	2446297.91	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1551	MONTIGNY-LES-METZ	Fy-z	878768.51	2462725.51		
1552		Fy-z	878273.12	2461751.8		
1553		Fy-z	879087.93	2463081.82		
1554		LP-F	879277.65	2460762.28		
1555		Fy-z	880323.19	2461626.7		
1556		Fy-z	880361.92	2461577.2		
1557	MONTROY-FLANVILLE	l1-2a	887045.9	2464996.7		
1558		l1-2a	886920.44	2465088.92		
1559		l1-2a	887002.36	2465091.44		
1560		l1-2a	886810.34	2465158.12		
1561		l1-2a	888923.54	2465380.96		
1562		l1-2a	887015.19	2465088.92		
1563		l1-2a	888275.43	2465247.83		
1564		Fz	887125.41	2465237.52		
1565		l1-2a	886905.09	2465045.39		
1566		l1-2a	886917.92	2465088.92		
1567		l1-2a	888974.75	2465398.94		
1568		l1-2a	886782.16	2465147.81		
1569		l1-2a	887804.1	2465284.95		
1570		l1-2a	888230.64	2465249.66		
1571	MORHANGE	t6b-d	916044.64	2445290.29	2003	
1572		t6b-d	915997.89	2445333.48	2003	
1573		t6b-d	915916.89	2445319.16	2003	
1574		t6b-d	915854	2445295.68	2003	
1575		t6b-d	915961.92	2445252.6	2003	
1576		t6b-d	915792.59	2445243.55	2003	
1577		t6b-d	915857.66	2445254.32	2003	
1578		t6b-d	915907.96	2445259.7	2003	
1579		t6b-d	916107.65	2445353.3	2003	
1580		t6b-d	916019.55	2445360.52	2003	
1581		MOULINS-LES-METZ	Fz	877340.31	2461813.55	
1582			Fz	875246.25	2462388.11	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1583	MOULINS-LES-METZ	Fz	875355.32	2462414.8	
1584		Fz	875371.24	2462543.46	
1585	NELLING	LP-F	931579.41	2450469.31	2003
1586		LP-F	931625.7	2450458.2	2003
1587	NEUFGRANGE	Fz	946021.33	2464016	
1588		LP-F	945812.47	2463877.95	
1589		Fz	946028.43	2463881.5	
1590		t6a	946078.04	2464047.85	
1591		LP-F	945901.03	2463977.05	
1592		t6b-d	946106.34	2463952.3	
1593		LP-F	944208.87	2463548.79	
1594		t6b-d	944846.09	2463708.04	
1595		t6b-d	944782.28	2463708.04	
1596		LP-F	943978.7	2463534.59	
1597		t6b-d	944736.34	2463679.74	
1598		t6b-d	946701.05	2463711.59	
1599		t6b-d	946584.2	2463725.8	
1600		LP-F	945288.55	2463283.23	
1601		LP-F	943660.09	2463417.73	
1602		t6b-d	945263.81	2463506.29	
1603		t6b-d	945182.35	2463523.93	
1604		Fz	945083.25	2463722.25	
1605		t6b-d	946608.94	2463658.55	
1606		t6b-d	946747.11	2463810.69	
1607		t6b-d	946856.75	2463750.55	
1608		t6b-d	946902.81	2463757.65	
1609		t6b-d	945200.11	2463616.04	
1610		Fy-z	947586.09	2463849.65	
1611		t6b-d	944973.49	2463460.23	
1612		t6b-d	946534.59	2463821.35	
1613		t6b-d	946134.63	2463647.89	
1614		t6b-d	946325.73	2463739.89	
1615	NEUFGRANGE	t6b-d	945670.86	2464486.87	
1616		Fz	943745.1	2463053.17	
1617		LP-F	945394.76	2463311.64	
1618	NOISSEVILLE	l1-2a	887464.18	2466694.7	
1619		LP-F	887372.41	2466424.78	
1620		l1-2a	887145.68	2466664.11	
1621		l1-2a	887093.44	2466838.71	
1622		l1-2a	887494.2	2467072.32	
1623		LP-F	887513.56	2466506.35	
1624		l1-2a	887540.25	2467045.62	
1625	NOUILLY	LP-F	886027.05	2466724.95	2003
1626		l1-2a	885845.23	2466694.36	2003
1627		l1-2a	885854.28	2466532.36	2003
1628		l1-2a	886152.96	2466822.1	2003
1629		l1-2a	886194.43	2466874.23	2003
1630		l1-2a	885787.72	2466669.15	2003
1631		l1-2a	886226.85	2467034.39	2003
1632	NOVEANT-SUR-MOSELLE	l4	871402.4	2452992.09	
1633		l4	871368.03	2453315.51	
1634	OBERVISSE	t4	910071.32	2470012.57	
1635		t4	910052.19	2470014.75	
1636		t4	910065.71	2470029.42	
1637		t4	910089.19	2470019.22	
1638	OGY	l1-2a	890401.35	2463749.86	2003
1639	ORNY	l1-2a	885771.56	2454554.79	
1640		l1-2a	885940.78	2454360.37	
1641		t7b	885930.7	2454193.67	
1642		l1-2a	886176.9	2454389.35	
1643		l1-2a	885775.34	2454533.37	
1644		l1-2a	885969.88	2454280.74	
1645		l1-2a	885876.39	2454261.84	
1646		l1-2a	886116.3	2454244.2	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1647	ORNY	l1-2a	886089.83	2454271.92	
1648		l1-2a	886236.25	2454294.72	
1649		l1-2a	885893.58	2454352.12	
1650	PANGE	t6b-d	893292.69	2461720.98	
1651		t7a	893729.99	2462549.65	
1652		t7a	893752.79	2462575.43	
1653		t7a	893812.82	2462578.29	
1654		t7a	893775.7	2462589.63	
1655		t7a	893775.7	2462618.28	
1656		t7a	893795.64	2462646.8	
1657		t7a	893835.62	2462701.11	
1658		t7a	893864.26	2462535.44	
1659		t7b	893978.6	2462595.36	
1660		t7a	894149.99	2462672.58	
1661		t7a	894107.15	2462701.11	
1662		t7a	894015.72	2462746.82	
1663		t7a	893947.1	2462718.29	
1664		t7a	893944.23	2462669.72	
1665		t7a	893918.57	2462626.87	
1666		t7b	894055.71	2462729.75	
1667		l1-2a	894001.4	2462635.35	
1668		t6b-d	893109.84	2461315.3	
1669		t6b-d	893167.01	2461309.57	
1670		t6b-d	893167.01	2461809.54	
1671		t6b-d	893161.28	2461829.59	
1672		t6b-d	893395.57	2461663.81	
1673		l1-2a	892561.17	2459549.24	
1674		t7b	894058.34	2462680.03	
1675		t7a	893863.92	2462720.01	
1676	PELTRE	l2b1	884558.41	2460491.1	
1677		l2b1	884794.42	2460349.5	
1678		l2b1	884541.45	2460154.96	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1679	PELTRE	l2b1	884437.54	2460069.04	2003	
1680		l2b1	884531.94	2460133.31	2003	
1681		l2b1	884569.75	2460163.44	2003	
1682		l2b1	884777.46	2460322.12	2003	
1683		l2b1	884754.78	2460306.99	2003	
1684		l2b1	884633.91	2460119.1	2003	
1685		l1-2a	884479.01	2459788.69	2003	
1686		l2b1	884431.81	2460188.99	2003	
1687		l2b1	883718.05	2460253.15	2003	
1688		l2b1	884341.19	2459979.44	2003	
1689		l2b1	884658.42	2460149.35	2003	
1690		l2b1	884462.06	2460262.66	2003	
1691		l2b1	883703.05	2460239.97	2003	
1692		l2b1	884460.11	2460087.02	2003	
1693		l2b1	884641.47	2460126.78	2003	
1694		PHALSBOURG	t3	961725.09	2430038.96	
1695		PIERREVILLERS	l4	874750.06	2476020.95	
1696			l4	874829.11	2476048.22	
1697			l4	873953.7	2475879.12	
1698	PLAPPEVILLE	l4	877206.27	2466210.54		
1699		l4	877268.14	2466220.85		
1700		l4	877271.57	2466222.57		
1701		l4	877258.63	2465804.74		
1702		l4	876967.51	2465544.1	2003	
1703		l4	877393.47	2465795.69	2003	
1704		l4	877376.29	2465804.28	2003	
1705		l4	877400.35	2465830.06	2003	
1706		l4	877362.54	2465847.25	2003	
1707		l4	877400.35	2465869.59	2003	
1708		l4	877369.41	2465881.62	2003	
1709		l4	877403.78	2465893.65	2003	
1710		l4	877376.29	2465917.7	2003	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1711	PLAPPEVILLE	I4	877398.63	2465917.7	2003	
1712		I4	877285.32	2465929.73	2003	
1713		I4	877487.99	2466254.3	2003	
1714		I4	877443.31	2466225.09	2003	
1715		I4	877396.91	2466202.75	2003	
1716		I4	877367.69	2466182.13	2003	
1717		I4	877333.44	2466165.06	2003	
1718		I4	877285.32	2466135.84	2003	
1719		I4	876958.92	2465675.51	2003	
1720		I4	876577.64	2465828.34	2003	
1721		I4	876679.03	2465751.12	2003	
1722		I4	876783.74	2465727.06	2003	
1723		I4	877326.45	2466306.66	2003	
1724		I4	877271.57	2466279.16	2003	
1725		I4	876840.46	2466233.34	2003	
1726		I4	876794.97	2466211	2003	
1727		I4	876317.46	2465982.55	2003	
1728		I4	876329.48	2466003.17	2003	
1729		I4	876489.19	2466193.81	2003	
1730		I4	876633.43	2465676.77	2003	
1731		I4	876614.64	2465365.95	2003	
1732		I4	876618.88	2466119.46	2003	
1733		I4	876350.91	2465451.42	2003	
1734		I4	877142.8	2465573.31	2003	
1735		I4	877206.27	2466025.05	2003	
1736		I4	877147.95	2465915.07	2003	
1737		I4	877336.88	2465972.7	2003	
1738		I4	877159.87	2466060.23	2003	
1739		I4	876763.12	2466280.08	2003	
1740		PLESNOIS	I4	875074.97	2470725.3	
1741			I4	875348.56	2470523.77	
1742			I4	875304.22	2470475.77	
1743	PLESNOIS	I4	874928.9	2470385.15		
1744		LP-F	875720.1	2470296.47		
1745		I4	875644.37	2470318.58		
1746		I4	875555.58	2470385.15		
1747		I4	875457.63	2470235.41		
1748		I4	875383.62	2470253.97		
1749		Fz	875596.25	2470693.91		
1750		LP-F	875585.14	2470747.52		
1751		LP-F	875681.26	2470631.01		
1752		I4	875464.96	2470494.22		
1753		I4	875429.56	2470577.39		
1754		I4	875364.37	2470056.22		
1755		I4	874897.28	2470532.71		
1756		PONTOY	I1-2a	888987.13	2454064.44	2003
1757			I1-2a	888593.13	2453479.57	2003
1758	I1-2a		889152.68	2453942.08	2003	
1759	I1-2a		888549.94	2453668.61	2003	
1760	I1-2a		888967.42	2453988.83	2003	
1761	PONTPIERRE	t6a	914692.97	2458086.45		
1762		t6a	914874.22	2458093.32		
1763		t6a	914968.28	2458260.82		
1764	POUILLY	I2b1	881409.06	2456904.34		
1765		I2b1	881501.06	2456955.44		
1766		I2b1	881525.92	2456951.08		
1767		I3a-b	881607.72	2456940.89		
1768		I2b1	881394.51	2456831.36		
1769		I2b1	881394.51	2456824.03		
1770		I2b1	881412.04	2456813.83		
1771		I2b1	881422.24	2456796.3		
1772		I2b1	881429.57	2456784.62		
1773		I2b1	881444.12	2456762.73		
1774		I2b1	881458.78	2456746.69		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1775	POUILLY	I2b1	881468.98	2456724.7		
1776		I2b1	881277.65	2457092.69		
1777		I2b1	881292.32	2457041.59		
1778		I2b1	881328.75	2456955.44		
1779		I2b1	881352.12	2456923.36		
1780		I2b1	881150.6	2457251.94		
1781		LP-F	881083.46	2457240.14		
1782		I2b1	881086.33	2457284.02		
1783		I2b1	881061.58	2457298.68		
1784		LP-F	880995.82	2457303.03		
1785		LP-F	880860.05	2457265		
1786		LP-F	880825	2457259.15		
1787		I2b1	881505.53	2456845.91		
1788		I3a-b	881631.09	2457250.45		
1789		I3a-b	881635.45	2457292.84		
1790		I3a-b	881635.45	2457336.6		
1791		I2b2	881617.23	2457466.98		
1792		I2b2	881651.49	2457503.53		
1793		I2b1	881514.23	2456922.33		
1794		LP-F	880878.96	2457266.83		
1795		I2b1	881480.67	2456935.39		
1796		I3a-b	881632.58	2457361.81		
1797		POURNOY-LA-CHETIVE	LP-F	879246.26	2453452.42	
1798			LP-F	879310.42	2453409.69	2003
1799			LP-F	878997.99	2453471.67	2003
1800		POURNOY-LA-GRASSE	I1-2a	884080.43	2453298.44	1990
1801	I1-2a		884149.74	2453318.26	1990	
1802	I1-2a		884094.87	2453311.96	1990	
1803	I1-2a		884108.39	2453322.73	2003	
1804	I1-2a		884110.1	2453307.38	2003	
1805	I1-2a		883921.18	2453228.21	2003	
1806	I1-2a		884264.88	2453355.15	2003	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1807	POURNOY-LA-GRASSE	I1-2a	884040.91	2453248.95	2003	
1808		I1-2a	884048.12	2453085.23	2003	
1809		I1-2a	884093.03	2453448.76	2003	
1810		I1-2a	884097.62	2453495.5	2003	
1811		I1-2a	883736.73	2453519.79	2003	
1812		I1-2a	883426.37	2452799.96	2003	
1813		I1-2a	883928.4	2453115.82	2003	
1814		I1-2a	884362.04	2453444.17	2003	
1815		I1-2a	884384.61	2453279.54	2003	
1816		I1-2a	884038.16	2453110.44	2003	
1817		LP-F	883837.55	2453433.4	2003	
1818		I1-2a	883670.17	2453515.32	2003	
1819		I1-2a	884024.64	2453177	2003	
1820		I1-2a	884072.41	2453269.69	2003	
1821		I1-2a	884039.99	2453302.91	2004	
1822		PREVOCOURT	I4	899869.55	2442898.81	
1823			I4	899934.96	2442959.07	
1824	I4		899956.85	2442985.08		
1825	I4		899764.6	2442857.22		
1826	PUTTELANGE-AUX-LACS	t6b-d	934240.58	2460094.58	2003	
1827		t6b-d	935854.84	2460527.42	2003	
1828		t6b-d	935343.75	2460775.8	2003	
1829		t6b-d	935809.81	2460397.96	2003	
1830		t6b-d	937596.72	2461821.23	2003	
1831		t6b-d	936103.22	2460574.16	2003	
1832		LP-F	935320.38	2459971.42	2003	
1833		t6b-d	936155.35	2460552.63	2003	
1834		t6b-d	935851.29	2460012.78	2003	
1835		t6b-d	935919.57	2460678.53	2003	
1836		t6b-d	936086.95	2459769.79	2003	
1837	LP-F	935094.11	2460159.2			
1838	PUTTELANGE-LES-THIONVILLE	I2b1	884823.4	2505768.5		

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1839	RAHLING	LP-F	956802.01	2454297.24		
1840		LP-F	957102.98	2454579.54		
1841		LP-F	956890.68	2454525.92		
1842		LP-F	957501.9	2455396.06		
1843		LP-F	957002.62	2454871.11		
1844	RANGUEVAUX	j2a	870731.95	2484139.31		
1845	RECHICOURT-LE-CHATEAU	t5b	931723.31	2416870		
1846		Fz	931837.99	2417052.28		
1847		t5b	931745.88	2416650.26		
1848		t6a	931381.44	2416727.25		
1849		t6a	947206.41	2464880.18		
1850	REMELFING	t6a	947216.04	2464857.73		
1851		t6a	947209.62	2464665.02		
1852		t6b-d	947286.61	2464424.2		
1853		t6b-d	947293.02	2464379.29		
1854		t5b	947187.05	2465031.07		
1855		t6a	947087.61	2465104.96		
1856		t6a	947039.37	2464998.99		
1857		Fy-z	947148.56	2465201.31		
1858		Fy-z	946679.75	2465291.14		
1859		t6a	946679.75	2465365.03		
1860		Fy-z	946647.67	2465564.15		
1861		t6a	946538.48	2465586.6		
1862		Fy-z	946984.84	2465374.65		
1863		Fy-z	947630.2	2465169.12		
1864		Fy-z	947623.78	2465085.72		
1865		Fy-z	947517.81	2464902.64		
1866		Fy-z	947472.9	2465059.94		
1867		REMERING-LES-PUTTELANGE	LP-F	936713.29	2458517.68	
1868			t6b-d	937504.27	2458654.36	
1869			t6b-d	937449.62	2458693.42	
1870	Fz		936506.27	2458798.94		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1871	REMERING-LES-PUTTELANGE	LP-F	935939.96	2459029.34		
1872		LP-F	936398.92	2458490.3		
1873		t6b-d	937597.98	2458785.19		
1874		t6b-d	935568.99	2457556.92		
1875		LP-F	936508.33	2458496.14		
1876		LP-F	936443.83	2458615.29		
1877		LP-F	936311.05	2458724.7		
1878		t6b-d	937338.26	2458699.27		
1879		t6b-d	937392.91	2458626.98		
1880		t6b-d	935949.82	2458955.1		
1881		LP-F	936498.59	2458529.48		
1882		LP-F	936621.52	2458529.36		
1883		Fz	936773.9	2458267.69		
1884		Fz	936830.5	2458259.9		
1885		LP-F	935754.48	2457560.7		
1886		LP-F	935916.59	2457504.1		
1887		LP-F	935695.93	2457427.91		
1888		REMILLY	LP-F	897060.81	2453348.17	
1889			LP-F	897200.24	2453278.51	
1890			t6b-d	897569.37	2453007.33	
1891	LP-F		897349.98	2453379.1		
1892	LP-F		895857.62	2453975.54		
1893	LP-F		895867.93	2453967.75		
1894	LP-F		896534.14	2453608.92		
1895	t6b-d		897623.68	2453056.36		
1896	LP-F		896128.69	2453967.75		
1897	t6b-d		897125.31	2453696.68		
1898	LP-F		896141.52	2454238.93		
1899	LP-F		898227.91	2452901.47		
1900	RENING	LP-F	930872.64	2449110.54	2003	
1901	RETONFEY	I1-2a	889520.44	2467118.83		
1902		I1-2a	889630.65	2467071.86		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1903	RETONFEY	I1-2a	889930.82	2467308.78		
1904		I1-2a	890210.59	2467316.92		
1905		I1-2a	889841	2467214.84		
1906		I1-2a	889679.69	2467049.4		
1907		I1-2a	889497.98	2467139.22		
1908		I1-2a	889642.91	2466977.91		
1909		Fz	889379.18	2467104.17		
1910		I1-2a	889639.36	2466937.58		
1911		I1-2a	889425.23	2467130.86		
1912		I1-2a	889543.81	2467565.3		
1913		I1-2a	889770.31	2467299.27		
1914		I1-2a	889537.51	2467455.09		
1915		I1-2a	889884.65	2467255.62		
1916		I1-2a	889589.52	2467105.88		
1917		RHODES	t6b-d	935026.75	2428675.38	2003
1918		RICHE	t6b-d	914764.46	2442686.52	
1919	RICHELING	t6b-d	937760.44	2457761.3	2003	
1920		t6b-d	937837.77	2457723.5	2003	
1921		t6b-d	938091.54	2457489.55	2003	
1922		t6b-d	938129.35	2457809.88	2003	
1923		t6b-d	937776.59	2457782.84	2003	
1924		t6b-d	938221.12	2457757.64	2003	
1925		t6b-d	938140.12	2457865.67	2003	
1926		t6b-d	937931.37	2457797.28	2003	
1927		t6b-d	937882.8	2457835.09	2003	
1928		t6b-d	938185.14	2457775.62	2003	
1929		t6b-d	938258.35	2457925.02		
1930		RODEMACK	Fz	883136.51	2503945.74	2003
1931			882437.19	2504150.7		
1932	ROHRBACH-LES-BITCHE	LP-F	960977.42	2460588.71		
1933		t4	960131.68	2461439.61		
1934		t5b	959703.66	2461695.89		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
1935	ROMBAS	I4	874060.71	2478735.05		
1936		I3a-b	874328.79	2479222.65		
1937		I4	873313.95	2478978.85		
1938		I4	872673.98	2478308.4		
1939		I3a-b	874231.3	2478823.5		
1940		I3c	874429.38	2478165.19		
1941		I3a-b	874342.66	2478731.5		
1942		I3a-b	874233.01	2478368.21		
1943		I4	873328.28	2478719.01		
1944		I3a-b	874254.9	2478828.77		
1945		I3a-b	874514.51	2478411.97		
1946		I4	873750.46	2478783.06		
1947		ROSSELANGE	I4	872359.15	2479919.8	
1948		RURANGE-LES-THIONVILLE	I2b1	883970.45	2479910.86	
1949			I2b1	883986.26	2479958.18	
1950			I2b1	883996.8	2479935.38	
1951	I2b2		884142.07	2480322.39		
1952	I2b1		884283.9	2480434.43		
1953	I2b1		883956.47	2479951.07		
1954	I2b2		883625.25	2482239.44		
1955	I2b2		883305.5	2482471.9		
1956	Fz		883545.75	2482425.04		
1957	I2b2		883416.28	2482395.48		
1958	I2b2		883737.53	2482359.51		
1959	Fz		883550.33	2482417.25		
1960	I2b2		883689.18	2482175.51		
1961	I2b2		883690.79	2482317.46		
1962	I2b2		883575.3	2482027.38		
1963	Fz		883541.05	2482415.65		
1964	Fz	883558.12	2482423.55			
1965	I2b2	883506.68	2482459.41			
1966	I2b2	883553.54	2482153.63			

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1967	RURANGE-LES-THIONVILLE	l2b2	883480.21	2482620.04	
1968		l2b2	883224.73	2482292.14	
1969		l2b2	883183.25	2482298.1	
1970		l2b2	883246.04	2482369.25	
1971		l2b2	883596.96	2482109.64	
1972		l2b2	883214.07	2482467.66	
1973		l2b2	883255.55	2482196.14	
1974		l2b2	883810.4	2482420.23	
1975		l2b2	883891.05	2479989.68	
1976		l2b2	883285.22	2482244.83	
1977		l2b2	883229.42	2482261.44	
1978		l2b2	883269.75	2482294.55	
1979		l2b2	883250.73	2482216.3	
1980		l2b2	883448.82	2482194.99	
1981		l2b2	883702.47	2482264.99	
1982		l2b2	883472.54	2482168.87	
1983		l2b2	883461.88	2482234.17	
1984		l2b2	883464.17	2482183.19	
1985		l2b2	883148.77	2482299.36	
1986		SAINTE-BARBE	LP-F	890305.45	2469605.17
1987	LP-F		890538.71	2469575.84	
1988	l1-2a		889345.72	2468397.4	
1989	l1-2a		890450.73	2469932.49	2003
1990	LP-F		890221.13	2469584.44	2003
1991	LP-F		890458.06	2469792.03	2003
1992	l1-2a		889156.34	2469376.84	2003
1993	l1-2a		888987.81	2469403.65	2003
1994	l2b1		889810.87	2471032.11	2003
1995	LP-F		889293.14	2468474.96	2003
1996	LP-F		889263.81	2468602.02	2003
1997	l1-2a		889105.02	2469362.06	2003

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
1998	SAINTE-MARIE-AUX-CHENES	j2b2	866163.11	2473547.21	
1999		j2b2	866195.31	2473521.43	
2000		j2b2	866317.66	2473386.13	
2001		j2b2	866378.84	2473389.45	
2002		j2b2	866263.02	2473331.48	
2003		j2b2	866675.11	2472996.6	
2004		j2b2	867061.44	2472858.09	
2005		j2b2	867235.35	2472719.69	
2006		j2b2	867290.11	2472619.9	
2007		j2b2	867322.31	2472674.55	
2008		j2b2	867325.51	2472574.76	
2009		j2b2	866865.07	2472104.69	
2010		j2b2	867763.39	2472149.72	
2011		j2b2	867921.15	2472278.6	
2012	j2b2	867827.78	2472017.73		
2013	j2b2	867734.41	2471905		
2014	SAINT-EPVRE	LP-F	900285.08	2449619.91	
2015	SAINTE-RUFFINE	l4	874031.03	2462913.86	
2016		l4	874044.67	2462908.02	
2017	SAINT-JEAN-ROHRBACH	t6b-d	932937.49	2457426.65	
2018		t6b-d	932596.31	2457234.18	
2019		t6b-d	932765.87	2457325.6	
2020		t6b-d	932590.58	2457478.09	
2021		t6b-d	932863.14	2456568.89	
2022		t6b-d	932640.08	2456940.54	
2023		Fz	932081.67	2457295.13	
2024		LP-F	931986.35	2456931.03	
2025		LP-F	932136.9	2456845.34	
2026		t6b-d	932950.78	2457474.31	
2027		t6b-d	932689.68	2456908.23	
2028		t6b-d	932643.97	2457213.21	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2029	SAINT-JEAN-ROHRBACH	t6b-d	932886.05	2457483.82	
2030		t6b-d	932870.82	2457371.43	
2031		t6b-d	932905.07	2457319.88	
2032		Fz	932190.28	2457236.01	
2033		t6b-d	932678.23	2456837.66	
2034		t6b-d	932769.77	2457020.63	
2035		t6b-d	932815.48	2457089.25	
2036		t6b-d	932947	2457281.84	
2037	SAINT-JULIEN-LES-METZ	l1-2a	882530.45	2465661.07	
2038		l3a-b	882291.8	2466731.71	
2039		l3a-b	882342.44	2466964.97	
2040		t7a	881857.71	2465790.31	
2041		l3a-b	882514.18	2467161.22	
2042		l3a-b	882226.62	2466641.2	2003
2043		l3a-b	882266.37	2466679.23	2003
2044		l3a-b	882248.38	2466619.54	2003
2045		l3a-b	882244.72	2466601.44	2003
2046		t7b	881969.76	2465797.64	2003
2047		l3a-b	882340.61	2466986.62	2003
2048		l3a-b	882340.61	2467015.6	2003
2049		l3c	882400.3	2467154.8	2003
2050		l3c	882429.17	2467279.57	2003
2051		l3c	882421.95	2467207.28	2003
2052		l3c	882429.17	2467225.38	2003
2053		l3c	882432.84	2467243.48	2003
2054		l1-2a	882394.8	2465689.94	2003
2055		l1-2a	882141.61	2465780.45	2003
2056		l1-2a	882248.27	2465718.93	2003
2057		l3a-b	882106.32	2466313.42	2003
2058		l3a-b	882507.88	2467135.56	2003
2059		LP-F	883292.67	2467174.51	2003
2060		l1-2a	882484.39	2466320.87	2003

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2061	SAINT-JULIEN-LES-METZ	l1-2a	882390.33	2465964.68	2003
2062		l1-2a	882484.39	2465789.16	2003
2063	SAINT-JURE	l1-2a	884585.22	2445406.81	2003
2064		l1-2a	884536.87	2445368.2	2003
2065		Fz	884201.76	2445785.34	2003
2066		l1-2a	885519.17	2446244.98	2003
2067	SANRY-LES-VIGY	LP-F	886551.88	2472968.41	2003
2068		LP-F	886528.05	2472918.12	2003
2069		l1-2a	887622.63	2472265.77	2005
2070		l1-2a	887748.65	2471708.63	2003
2071	SARRALBE	Fy-z	942940.84	2453970.95	
2072		LP-F	942889.05	2455296.61	
2073		t6b-d	942559.9	2453748.58	
2074		LP-F	941947.42	2453876.55	
2075		t6b-d	942578.23	2452502.31	
2076		LP-F	941852.9	2453842.98	
2077		Fz	943282.02	2455704.82	
2078		LP-F	943178.45	2455628.63	
2079		LP-F	942718.35	2455677.44	
2080		LP-F	942620.85	2455363.52	
2081		LP-F	942803.7	2455485.42	
2082		t6b-d	943455.7	2455750.53	
2083		Fy-z	942870.72	2453785.13	
2084		LP-F	943102.26	2455491.61	
2085		LP-F	943248.56	2455451.97	
2086		t6b-d	943376.54	2455713.98	
2087		Fy-z	943330.82	2454949.13	
2088		Fy-z	943434.39	2454930.91	
2089		Fz	943608.08	2455202.1	
2090		Fz	944293.76	2455183.77	
2091	SARREGUEMINES	t6a	944004.14	2467224.58	
2092		LP-F	944424.26	2466227.5	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2093	SARREGUEMINES	LP-F	944406.73	2466206.76	
2094		Fy-z	946130.74	2467295.72	
2095		t6b-d	944766.24	2466371.39	
2096		t6b-d	944405.12	2466979.29	
2097		LP-F	944694.29	2466916.96	
2098		LP-F	944182.98	2466000.19	
2099		Fy-z	947532.13	2467931.23	
2100		t6b-d	944777.47	2466305.4	
2101		t6b-d	945381.35	2466495.58	
2102		t6b-d	945293.48	2466395.22	
2103		t6a	944162.24	2466718.87	
2104		Fy-z	946317.71	2468304.72	
2105		Fy-z	944764.64	2467270.86	
2106		t6b-d	945297.49	2466392.47	
2107		LP-F	943930.47	2465752.5	
2108		LP-F	944806.91	2466407.25	
2109		t5b	947578.41	2468850.75	
2110		t6a	945623.43	2466356.15	
2111		LP-F	943829.08	2465548	
2112		Fy-z	949284.89	2468652.89	
2113		t6a	943903.32	2467474.45	
2114		t6a	944175.07	2466740.99	
2115		LP-F	944561.74	2467062.12	
2116		LP-F	943678.08	2465694.41	
2117	Fy-z	946338.68	2468518.61		
2118	t6a	943307.45	2467480.06		
2119	LP-F	943858.64	2465603.68		
2120	t6a	944159.03	2466716.58		
2121	Fy-z	946046.07	2467377.64		
2122	t5b	947193.35	2468576.13		
2123	LP-F	945002.71	2466975.85		
2124	LP-F	945125.75	2466553.21		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2125	SARREGUEMINES	t6a	943920.96	2467297.9	
2126		t6a	943849.13	2467088.58	
2127		LP-F	944766.24	2466411.03	
2128		Fy-z	946563.8	2468033.65	
2129		Fy-z	948060.97	2468648.08	
2130		LP-F	943868.26	2465628.88	
2131		Fy-z	945927.84	2468552.07	
2132		Fy-z	943281.79	2467547.08	
2133		LP-F	944194.2	2466765.73	
2134		t6a	944179.77	2466746.6	
2135		t6a	944167.05	2466724.26	
2136		t6b-d	944136.69	2466673.05	
2137		Fy-z	946164.31	2467136.47	
2138		Fy-z	946560.6	2466883.62	
2139		Fy-z	946547.76	2466877.21	
2140		t6b-d	944414.75	2466933.57	
2141		Fy-z	947768.48	2468533.74	
2142		Fy-z	946209.1	2468294.86	
2143		t6b-d	944109.54	2466627.56	
2144		t6b-d	944803.02	2466202.52	
2145		Fy-z	945921.42	2466515.63	
2146		Fy-z	944755.01	2467258.72	
2147		Fy-z	947750.95	2468541.76	
2148		LP-F	944812.52	2466412.64	
2149		t6a	943191.62	2467599.44	
2150		t6b-d	944110.34	2466647.16	
2151		t5b	946339.25	2469100.62	
2152		LP-F	945204.8	2466500.05	
2153		LP-F	944998.7	2466965.08	
2154		LP-F	943047.73	2468098.04	
2155		Fy-z	945324.64	2467332.61	
2156		Fy-z	947267.59	2469239.59	

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2157	SARREGUEMINES	t6a	948032.21	2469199.26	
2158		t6b-d	943686.1	2465341.32	
2159		LP-F	948771.98	2469133.73	
2160		Fy-z	946319.32	2468874.92	
2161		Fy-z	947161.39	2467664.51	
2162		t6b-d	945376.66	2466816.14	
2163		Fy-z	949321.67	2468699.98	
2164		Fy-z	945323.84	2467428.85	
2165		t6b-d	944425.86	2467047	
2166		t6b-d	945387.77	2466810.53	
2167		t6b-d	945306.31	2466382.28	
2168		t5b	946278.64	2469164.55	
2169		Fy-z	946215.86	2467365.26	
2170		SARREINSMING	Fy-z	948856.53	2464777.41
2171	LP-F		948714.92	2465958.38	
2172	t5b		948297.78	2465273.61	
2173	LP-F		948845.64	2465597.26	
2174	t5b		948216.9	2464725.74	
2175	t5b		948556.13	2465280.48	2003
2176	t5b		948792.71	2465227.66	2003
2177	t5b		948634.04	2465233.85	2003
2178	SCHORBACH	Fz	970462.23	2465254.36	
2179		Fz	970387.19	2465197.76	
2180		Fz	970401.97	2465205.21	
2181		Fz	970353.96	2465170.72	
2182	SCY-CHAZELLES	I4	876036.99	2463421.74	
2183		I4	876020.04	2463421.74	
2184		I4	875994.72	2463404.78	
2185		I4	875977.76	2463399.17	
2186		I4	875957.94	2463370.98	
2187		I4	875946.71	2463351.16	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2188	SCY-CHAZELLES	I4	875938.24	2463339.94	
2189		Fy-z	876008.81	2463269.36	
2190		Fy-z	876195.1	2463492.31	
2191		I4	876550.71	2464031.35	
2192		SEINGBOUSE	t6a	928658.4	2466941.59
2193	t6a		928289.15	2467132.69	
2194	t6a		928120.96	2466236.55	
2195	SEMECOURT	I3c	876997.53	2472797.14	2003
2196		I3c	876977.36	2473047.7	2003
2197		I3c	877079.79	2472557.58	
2198		I3a-b	877199.4	2473061.1	
2199		Fy-z	876903.93	2473022.03	
2200		LP-F	876757.17	2472802.75	
2201	SERVIGNY-LES-RAVILLE	t6a	899763.57	2461185.84	
2202	SERVIGNY-LES-SAINTE-BARBE	LP-F	887153.47	2468376.09	2003
2203		LP-F	887255.44	2468389.96	2003
2204		LP-F	887274.92	2468438.19	2003
2205		LP-F	887173.87	2468314.91	2003
2206		LP-F	887118.3	2468294.52	2003
2207		LP-F	887090.46	2468269.43	2003
2208		LP-F	887417.67	2468500.28	2003
2209		LP-F	887470.48	2468792.2	2003
2210		LP-F	887456.62	2468811.68	2003
2211		LP-F	887333.35	2468742.14	2003
2212		LP-F	887312.95	2468354.67	2003
2213	SILLY-SUR-NIED	LP-F	887281.56	2468981.58	
2214		I1-2a	893269.66	2465638.39	
2215		I1-2a	893282.49	2465640.22	
2216		I1-2a	893297.04	2465638.39	
2217		I1-2a	893304.37	2465629.22	
2218		I1-2a	893289.71	2465629.22	

## Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
2219	SILLY-SUR-NIED	l1-2a	893287.99	2465621.89		
2220		l1-2a	893300.71	2465621.89		
2221		l1-2a	893322.7	2465616.51		
2222		l1-2a	893317.2	2465631.06		
2223		l1-2a	893308.04	2465643.89		
2224		l1-2a	893322.7	2465643.89		
2225		l1-2a	893342.75	2465623.72		
2226		l1-2a	893339.09	2465611.01		
2227		l1-2a	893320.87	2465634.72		
2228		l1-2a	893340.92	2465629.22		
2229		l1-2a	893329.92	2465643.89		
2230		l1-2a	893342.75	2465640.22		
2231		l1-2a	893362.8	2465620.17		
2232		l1-2a	893359.13	2465607.34		
2233		l1-2a	893348.25	2465605.51		
2234		l1-2a	893339.09	2465605.51		
2235		l1-2a	893328.09	2465611.01		
2236		l1-2a	893315.37	2465614.67		
2237		l1-2a	893304.37	2465612.84		
2238		l1-2a	893289.71	2465621.89		
2239		l1-2a	893949.27	2465318.63		
2240		l1-2a	893962.1	2465318.63		
2241		l1-2a	893969.44	2465313.13		
2242		l1-2a	893969.44	2465304.08		
2243		l1-2a	893951.11	2465302.25		
2244		l1-2a	893952.94	2465289.42		
2245		l1-2a	893958.44	2465283.92		
2246		l1-2a	893973.1	2465283.92		
2247		l1-2a	893973.1	2465294.92		
2248		l1-2a	893989.49	2465293.08		
2249	l1-2a	893996.82	2465300.42			
2250	l1-2a	894002.32	2465314.97			
2251	SILLY-SUR-NIED	l1-2a	894009.65	2465327.8		
2252		l1-2a	894029.7	2465313.13		
2253		t7b	894026.03	2465300.42		
2254		t7b	894020.53	2465291.25		
2255		t7b	894016.98	2465278.42		
2256		t7b	894004.15	2465276.59		
2257		l1-2a	893989.49	2465278.42		
2258		l1-2a	894000.48	2465283.92		
2259		l1-2a	894011.48	2465293.08		
2260		l1-2a	894016.98	2465305.91		
2261		l1-2a	894011.48	2465324.13		
2262		l1-2a	894020.53	2465305.91		
2263		l1-2a	893966	2465377.86		
2264		SOLGNE	l1-2a	889856.12	2447855	2003
2265		TARQUIMPOL	t6b-d	925049.98	2429831.02	
2266	t6b-d		925058.58	2429840.41		
2267	t6b-d		924980.78	2429839.5		
2268	t6b-d		924973.91	2429807.88		
2269	t6b-d		925014.12	2429805.36		
2270	t6b-d		925042.31	2429807.07		
2271	t6b-d		925078.28	2429908.81		
2272	TENDELING	t6a	936118.23	2468438.88		
2273		t6a	936376.35	2468450.91		
2274	TERVILLE	LP-F	875560.85	2489666.05		
2275		LP-F	875985.9	2489685.87		
2276		LP-F	875570.82	2489656.08		
2277		LP-F	875595.68	2489656.08		
2278		Fy-z	876276.67	2489765.38		
2279	THEDING	l3a-b	875168.23	2489735.59		
2280		LP-F	932593.68	2467360.57		
2281		t6a	932678.91	2468455.95		
2282		LP-F	932622.66	2467316.23		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2283	THEDING	LP-F	932576.61	2467196.74	
2284		LP-F	932399.71	2467244.74	
2285	THIMONVILLE	LP-F	897278.37	2447268.99	
2286	THIONVILLE	LP-F	874500.42	2491274	
2287		Fy-z	876559.77	2491612.09	
2288		Fy-z	878598.26	2492646.98	
2289		Fy-z	876991.34	2491736.86	
2290		LP-F	874578.44	2491378.03	
2291		LP-F	874599.17	2491398.77	
2292		Fz	878171.84	2492334.9	
2293		I4	872664.7	2491258.42	
2294		I3a-b	876247.8	2492735.31	
2295		Fy-z	876580.5	2491627.56	
2296		Fy-z	876585.77	2491674.42	
2297		Fy-z	876741.81	2492142.42	
2298		LP-F	876150.19	2491768.25	
2299		LP-F	873024.9	2490695.09	
2300		Fz	878340.6	2492403.41	
2301		Fz	877231.93	2492509.84	
2302		I4	872946.65	2490833.38	
2303		Fy-z	876749.83	2492076.55	
2304		I3c	875004.86	2491113.49	
2305		Fy-z	876710.65	2491765.73	
2306	I3c	874853.05	2491108.68		
2307	TREMERY	I3a-b	883692.96	2479082.65	
2308		I2b1	882901.19	2479262.29	
2309		I2b2	882841.5	2479216.58	
2310		I3a-b	883879.71	2479222.54	
2311		I2b2	882835.54	2479242.93	
2312		I3a-b	883656.99	2479115.65	
2313		I3a-b	883028.47	2478962.47	
2314		I2b2	883485.94	2479173.27	

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2315	VALMESTROFF	I1-2a	885808.57	2492062.34	
2316		I1-2a	885671.77	2492017.2	
2317		I1-2a	885459.25	2491737.31	
2318	VANTOUX	I1-2a	883951.43	2466350.08	
2319		I1-2a	884611.91	2466199.54	
2320		I1-2a	883890.02	2466125.87	
2321		I1-2a	884633.45	2466230.24	
2322		I1-2a	884661.06	2466230.24	
2323		I1-2a	883988.32	2466138.13	
2324		I1-2a	883926.91	2466362.34	
2325		I1-2a	883914.65	2466377.69	
2326		I1-2a	884719.37	2466264.04	
2327		VANY	I3a-b	885228.74	2468952.02
2328	I3a-b		885097.33	2469088.82	
2329	VAUX	Fz	874371.87	2461970.63	2003
2330		Fz	874304.5	2461710.56	2003
2331		Fz	874291.79	2461669.43	2003
2332		I4	874064.83	2461514.3	2003
2333		I4	874028.51	2461525.42	2003
2334		Fz	874141.59	2461454.27	2003
2335		Fz	874173.21	2461477.99	2003
2336		Fz	874146.29	2461484.29	2003
2337		I4	874105.96	2461500.1	2003
2338		I4	874020.49	2461544.44	2003
2339	I4	873982.57	2461523.81	2003	
2340	Fy-z	874135.98	2461490.59	2003	
2341	I4	873509.64	2461648.81	2003	
2342	Fz	874449.2	2461617.19	2003	
2343	Fz	874197.73	2461452.67	2003	
2344	VERNY	t7b	883248.44	2452480.89	
2345		I1-2a	882904.97	2452531.64	
2346		I1-2a	883155.87	2451889.38	

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle  
Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2347	VERNY	t7b	883084.15	2452456.95	
2348		LP-F	883100.65	2451980.46	
2349		LP-F	883118.52	2451973.01	
2350	VIC-SUR-SEILLE	t6b-d	908219.91	2429030.99	2003
2351		Fz	908254.51	2428747.78	2003
2352		Fz	908235.72	2428703.67	2003
2353		Fz	908185.31	2428750.88	2003
2354		t6b-d	908090.91	2429062.27	2003
2355	VIEUX-LIXHEIM	t4	952473.19	2430577.65	2003
2356	VIGNY	LP-F	886812.64	2447961.78	
2357		l1-2a	886496.09	2448301.13	
2358	VILLERS-STONCOURT	t6a	898515.93	2458655.39	
2359		t6b-d	902186.56	2459763.71	
2360	VITRY-SUR-ORNE	l3a-b	875365.29	2480872.42	
2361		l4	874174.01	2481325.08	
2362		l4	874197.84	2481093.31	
2363		l4	874173.21	2481234.11	
2364		l4	874179.74	2481334.13	
2365		l4	874127.38	2481209.6	
2366		l4	874135.52	2481211.2	
2367		l4	874120.74	2481370.1	
2368		l4	874169.89	2481021.13	
2369		l4	874030.69	2481117.83	
2370		l4	874224.08	2481078.42	
2371		l4	874091.29	2481111.3	
2372		l4	874130.59	2481194.82	
2373		l4	874145.37	2481107.17	1993
2374		l4	874137.12	2481102.25	1993
2375		l4	874171.61	2481030.87	1993
2376		l4	874129.33	2481103.51	1993
2377		l4	874048.45	2481113.36	1993
2378		l4	874197.04	2481106.83	1993

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2379	VITRY-SUR-ORNE	l4	874155.8	2481088.61	1993
2380		l4	874216.86	2481081.97	1993
2381		l4	874228.43	2481096.86	1993
2382		l4	874216.86	2481116.68	1993
2383		l4	874185.47	2481116.68	1993
2384		l4	874140.9	2481157.93	1993
2385		l4	874195.44	2481156.32	1993
2386		l4	874192.23	2481171.22	1993
2387		l4	874081.44	2481184.51	1993
2388		l4	874180.54	2481217.39	1993
2389		l4	874160.72	2481217.39	1993
2390		l4	874256.5	2481262.07	1993
2391		l4	874216.86	2481252.1	1993
2392		l4	874193.72	2481242.25	1993
2393		l4	874164.05	2481309.96	1993
2394		l4	874157.4	2481321.41	1993
2395		l4	874121.08	2481339.63	1993
2396		l4	874162.44	2481331.38	1993
2397		l4	874106.19	2481329.78	1993
2398		l4	874225.11	2481313.16	1993
2399		l4	874207.01	2481341.23	1993
2400		l4	874180.54	2481356.13	1993
2401		l4	874104.58	2481321.41	1997
2402		l4	874122.8	2481336.31	1997
2403		l4	874172.29	2481328.06	1997
2404		l4	874164.05	2481311.56	1997
2405		l4	874167.37	2481024.23	1997
2406		l4	874177.22	2481154.72	2003
2407		l4	874129.33	2481187.71	1997
2408		l4	874078.12	2481184.39	2003
2409		l4	874177.22	2481171.22	1997
2410		l4	874198.76	2481276.85	2003

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
2411	VITRY-SUR-ORNE	I4	874094.62	2481106.83	2003	
2412		I4	874195.44	2481242.25	2003	
2413		I3a-b	874419.99	2481579.08	1997	
2414		I3a-b	874319.28	2481612.07	1997	
2415		I3c	874317.57	2481666.61	1997	
2416		I4	874178.82	2481661.68	1997	
2417		I3c	874246.65	2481007.61	1997	
2418		I4	874079.84	2481332.98	2003	
2419		I4	874142.62	2481293.34	2003	
2420		I4	874140.9	2481027.43	2003	
2421		I4	874294.54	2481281.77	2003	
2422		I3a-b	874317.68	2481484.9	2003	
2423		I3c	874603.3	2480850.66	2003	
2424		I4	874132.65	2481091.93	2003	
2425		I3c	874560.33	2480971.3	2003	
2426		I3c	875044.27	2481531.19	2003	
2427		VITTERSBOURG	t6b-d	936304.06	2448979.36	
2428			t6b-d	936335.11	2448922.77	
2429			t6b-d	936375.2	2449008.58	
2430			t6b-d	936166.12	2448970.31	
2431	t6b-d		936063.01	2448955.65		
2432	t6b-d		936291.23	2448912.8		
2433	t6b-d		936573.41	2448875.34		
2434	t6b-d		936615.34	2448858.84		
2435	t6b-d		936055.68	2448929.18		
2436	t6b-d		936412.67	2449029.66		
2437	t6b-d		936840.92	2448660.75		
2438	t6b-d		936105.86	2448983.95		
2439	VOLMUNSTER	Fz	966213.84	2470010.05		
2440	VOLSTROFF	I2b1	886022.69	2483962.08		
2441		I1-2a	885387.07	2486511.66		
2442		LP-F	886162.69	2484083.75		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
2443	VOLSTROFF	I2b1	885247.07	2486881.03		
2444		I2b1	883948.22	2485566.25		
2445		I2b1	883815.09	2485740.62		
2446		I2b1	883918.43	2485605.21		
2447				883778.78	2485967.58	
2448			LP-F	885259.79	2486757.98	
2449		VRY	I1-2a	891228.52	2473132.82	
2450				974292.68	2472849.38	
2451	WALDHOUSE		974273.2	2472864.96		
2452			974251.66	2472835.63		
2453			974288.78	2472825.89		
2454	WALDWEISTROFF	t6b-d	901859.93	2492230.53	2003	
2455		Fy-z	902009.32	2492248.51	2003	
2456	WIESVILLER	t5b	952806.47	2464453.42	2003	
2457		LP-F	952448.33	2465839.11	2003	
2458		Fz	952745.29	2464489.39	2003	
2459		t5b	952808.3	2464518.26	2003	
2460		t5b	952846.11	2464489.39	2003	
2461			LP-F	943996.58	2457773.22	
2462	WILLERWALD	LP-F	944057.64	2457864.64		
2463		LP-F	944072.88	2457800.6		
2464		LP-F	943963.12	2457837.15		
2465		Fz	943807.65	2456301.03		
2466		t6b-d	943804.67	2457538.58		
2467		t6b-d	943682.78	2458023.09		
2468		t6b-d	943707.18	2457968.21		
2469		t6b-d	943902.17	2457459.3		
2470		LP-F	943865.62	2458023.09		
2471		Fz	944286.2	2458199.87		
2472		LP-F	944356.32	2457825		
2473		t6b-d	943228.63	2458422.36		
2474		t6b-d	943277.44	2458062.73		

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour le département de la Moselle  
Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
2475	WILLERWALD	t6b-d	943563.85	2457910.36		
2476		LP-F	944347.15	2457782.38		
2477		t6b-d	943691.94	2457764.05		
2478		Fz	943530.4	2458413.19		
2479	WITTRING	LP-F	951357.53	2461188.82		
2480		Fy-z	951394.88	2461263.4		
2481		Fy-z	951394.88	2461253.21		
2482		Fy-z	951444.03	2461371.9		
2483		Fy-z	951238.96	2461387.13		
2484		Fy-z	951433.84	2461370.18		
2485		LP-F	951354.21	2461170.14		
2486		Fz	951594	2461721.21		
2487		t5b	951477.83	2461243.12		
2488		WOELFLING-LES-SARREGUEMINES	t5b	953569.14	2465274.64	
2489			Fz	953549.55	2465239.69	
2490	t5b		953524.46	2465306.72		
2491	t5b		953507.74	2465232.71		
2492	t5b		953247.21	2464989.48		
2493	WOIPPY	Fy-z	878417.25	2467640.68		
2494		Fy-z	878406.48	2467591.54		
2495	WOUSTVILLER	LP-F	940295.82	2462608.42		
2496		LP-F	940282.07	2462592.38		
2497		LP-F	940237.27	2462560.76		
2498		LP-F	940450.6	2462595.25		
2499		t6b-d	940348.52	2462583.79		
2500		t6b-d	940037.58	2462543.58		
2501		LP-F	940078.94	2462659.52		
2502		LP-F	940109.87	2462684.73		
2503		LP-F	939966.44	2462693.89		
2504		LP-F	940214.25	2462821.18		
2505		Fz	940465.49	2462365.77		
2506		t6b-d	940698.41	2462768.47		

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre	
2507	WOUSTVILLER	Fz	940533.2	2462303.9		
2508		t6b-d	941360.38	2463117.33		
2509		LP-F	940953.09	2462677.97		
2510		t6b-d	941358.09	2463230.87		
2511		t6b-d	942000.47	2463334.09		
2512		t6b-d	941459.02	2463322.52		
2513		t6b-d	941064.45	2463222.73		
2514		LP-F	941051.85	2463306.48		
2515		t6b-d	941056.43	2463281.28		
2516		LP-F	940808.51	2463432.74		
2517		Fz	941423.39	2463790.65		
2518		LP-F	941338.5	2464023.56		
2519		LP-F	941312.15	2464027		
2520		LP-F	941315.58	2463678.25		
2521		LP-F	941133.19	2463733.25		
2522		LP-F	941124.03	2463776.9		
2523		LP-F	941118.3	2463607.11		
2524		LP-F	941066.63	2463756.27		
2525		LP-F	941243.29	2463942.1		
2526		LP-F	941265.17	2463953.56		
2527		LP-F	941218.09	2463619.71		
2528		LP-F	941301.83	2463829.6		
2529		LP-F	941289.23	2463808.98		
2530		LP-F	941242.14	2463887		
2531		LP-F	940092.69	2462683.58		
2532		LP-F	940433.64	2462747.39		
2533		XOUAXANGE	t5b	942548.67	2421548.48	2003
2534		YUTZ	l3a-b	880081.11	2489883.27	
2535	l3a-b		880195.79	2489802.04	2003	
2536	ZETTING	t5b	950467.12	2464208.47		
2537		Fy-z	950208.77	2464366.8		
2538		t5b	950447.18	2464182.47		

Liste des sinistres localisés

N°	Commune	Notation	X_L2e	Y_L2e	Premier désordre
2539	ZETTING	t5b	950308.9	2463809.89	
2540		t5b	950483.16	2463876	
2541		t5b	950385.09	2463821.92	
2542		t5b	950417.05	2463881.96	
2543		t5b	950296.87	2464372.76	
2544		t5b	950377.07	2464136.41	
2545		t5b	950515.23	2463880.01	
2546		Fy-z	949762.07	2462563.86	

## **Annexe 4**

### **Coordonnées des bureaux d'études ayant fourni des données géotechniques**

*Coordonnées de l'Union Syndicale de Géotechnique :*

**Union Syndicale de Géotechnique**

Maison de l'Ingénierie

3, rue Léon Bonnat

75 016 PARIS

*Coordonnées des bureaux d'études ayant fourni des études :*

**ANTEA :**

1, rue du parc de Brabois

54500 VANDOEUVRE-LES-NANCY

Tél. : 03 83 44 81 44

Fax : 03 83 44 45 36

**FONDASOL :**

102 impasse Henri Becquerel

54710 LUDRES

Tél. : 03 83 98 34 00

Fax : 03 83 98 33 77

1, rue des Couteliers

57070 METZ

Tél. : 03 87 74 96 77

Fax : 03 87 76 95 10

## **Annexe 5**

### **Résultats des analyses minéralogiques réalisées au cours de cette étude**

## **COORDONNEES DES ECHANTILLONS PRELEVES :**

Point	x	y
P 1	944532.75	2457096.49
P 2	877066.61	2479133.65
P 3	881543.45	2469763.41
P 4	966306.98	2470132.78
P 5	886789.49	2504616.09
P 6	893452.16	2465329.65
P 7	896339.03	2428545.25
P 8	901036.87	2433971.62
P 9	898408.58	2502687.69
P 10	959082.24	2458695.05
P 11	894046.31	2442333.33
P 12	901652.79	2497672.04
P 14	938714.56	2475273.65
P 15	950511.57	2420831.31
P 16	892171.41	2486806.35

Point	x	y
P 17	895453.66	2429705.59
P 18	873264.23	2494973.98
P 20	956747.36	2453891.35
P 21	873385.44	2492405.38
P 22	885628.7	2455105.08
P 23	861646.4	2497876.2
P 26	865782.86	2456983.41
P 27	896959.53	2490878.42
P 31	871644.94	2493596.99
P 34	863060.51	2487172.85
P 36	903927.52	2499566.07
P 37	893166.89	2487741.33
P 38	931060.19	2417812.11
P 39	897347.23	2428428.04
P 40	897525.95	2439455.28

## **ANALYSE EFFECTUEE PAR :**

Université Lille 1  
 Laboratoire Géosystèmes  
 UMR 8157 CNRS  
 59655 Villeneuve d'Ascq cedex (France)

## **METHODE UTILISEE :**

La détermination, qualitative et semi-quantitative, de la fraction argileuse < 2 mm est basée sur l'utilisation de la diffraction des rayons X.

### 1. Principe

Le principe est basé sur la diffraction d'un faisceau incident sur une structure cristalline selon la loi de Bragg :  $l = 2d \sin\theta$  où  $l$  correspond à la longueur d'onde du faisceau incident,  $d$  représente la distance inter-réticulaire du réseau cristallin analysé et  $\theta$  l'angle d'incidence du faisceau. En faisant tourner selon un angle  $\theta$  l'échantillon autour d'un axe perpendiculaire au faisceau incident, il est possible de déterminer les distances  $d$  (001) caractéristiques des différents minéraux argileux (Holtzappel, 1985).

## 2. Appareillage

L'analyse a été réalisée à l'aide d'un diffractomètre Philips de type PW 1730, muni d'une anticathode de cuivre. Les modalités expérimentales nécessitent une tension de 40 kV, une intensité de 25mA. Le balayage angulaire s'étend de 2,49 à 32,5 °2 $\theta$  pour une sensibilité réglée à 1000 coups par seconde.

## 3. Préparation des échantillons

La technique de préparation est décrite en détail par Holtzappfel (1985). Les échantillons sont mis à déliter dans de l'eau distillée. Ils sont ensuite décarbonatés par un traitement à l'acide chlorhydrique dilué à N/5. L'excès d'acide est éliminé par rinçages successifs à l'eau distillée jusqu'à défloculation du matériel. Les suspensions obtenues sont placées en piluliers. Les micro-agrégats sont éliminés par utilisation d'un micro-homogénéisateur. La séparation de la fraction granulométrique inférieure à 2 mm s'effectue en prélevant, à l'aide d'une seringue, la partie supérieure de la suspension (1,5 cm) après décantation pendant 1 h 15 min. Ces paramètres sont calculés d'après la loi de Stokes :  $t = 190 \times d^2 / X$  où t représente le temps de décantation, d le diamètre moyen des particules et X la profondeur de chute des particules de diamètre d. La fraction ainsi prélevée est centrifugée à 3500 tours/min. pendant 45 min, le culot obtenu est étalé à l'aide d'une lamelle sur une lame de verre rainurée afin d'orienter les minéraux argileux selon le plan (001).

L'analyse diffractométrique est réalisée sur trois préparations : (1) essai Naturel : échantillon séché à l'air libre, (2) essai Glycolé : échantillon saturé à l'éthylène-glycol pendant 12 heures sous vide afin de provoquer le gonflement de certains minéraux argileux, (3) essai Chauffé : échantillon chauffé à 490°C pendant 2 heures afin de provoquer la destruction de la kaolinite et la déshydratation des minéraux smectitiques (Holtzappfel, 1985).

## 4. Analyse semi-quantitative

L'identification des minéraux argileux est réalisée en confrontant la position des raies principales et des harmoniques sur les trois essais réalisés (Brindley & Brown, 1980). L'analyse semi-quantitative (Biscaye, 1965 ; Holtzappfel, 1985) est basée sur l'intégration du signal des pics principaux ( $I/I_0 = 100$ ) caractéristiques de chacun des minéraux argileux en présence à l'aide du logiciel MacDiff (Petschick, 2000). Les minéraux smectitiques sont caractérisés par un pic à 14Å sur l'essai naturel, qui gonfle à 17Å lors de l'essai glycolé et se rétracte à 10Å pour l'essai chauffé. L'illite est caractérisée par un pic basal à 10Å pour les trois essais (naturel, glycolé et chauffé). La chlorite est déterminée par la présence de 4 pics situés à 14Å, 7.1Å, 4.75Å et 3.54Å sur les trois essais. La kaolinite est caractérisée par deux pics à 7.2Å et 3.58Å sur les essais naturel et glycolé, qui disparaissent au chauffage. La sépiolite est mise en évidence par un pic à 12.3Å sur les essais naturel et glycolé.

La reproductibilité de l'analyse, basée sur 3 mesures par diffraction des rayons X à partir de 5 aliquotes d'une même préparation, est de 5% (Bout-Roumazeilles, 1995).

Composition minéralogique de l'assemblage argileux (fraction <2µm) - précision 5%

Nom	Minéraux gonflants (smectite + I-S)	illite	Interstratifiés non-gonflants / vermiculite	Chlorite	kaolinite	Minéraux accessoires
P1	38% (14+24)	41	-	9	12	Quartz ++
P2						
P3	<b>55%</b> (42+13)	7	15	4	18	Quartz +
P4	40% (5+35)	<b>45</b>	-	10	5	Quartz +
P5	33% (13+20)	10	-	15	<b>42</b>	Quartz traces
P6	<b>60%</b> (60+0)	10	-	5	25	Quartz traces
P7	<b>50%</b> (45+5)	15	-	5	30	Quartz traces
P8	<b>55%</b> (45+10)	10	-	5	30	Quartz traces
P9	10% (0+10)	75	-	15	-	
P10						
P11	21% (5+16)	24	-	10	<b>45</b>	Quartz traces

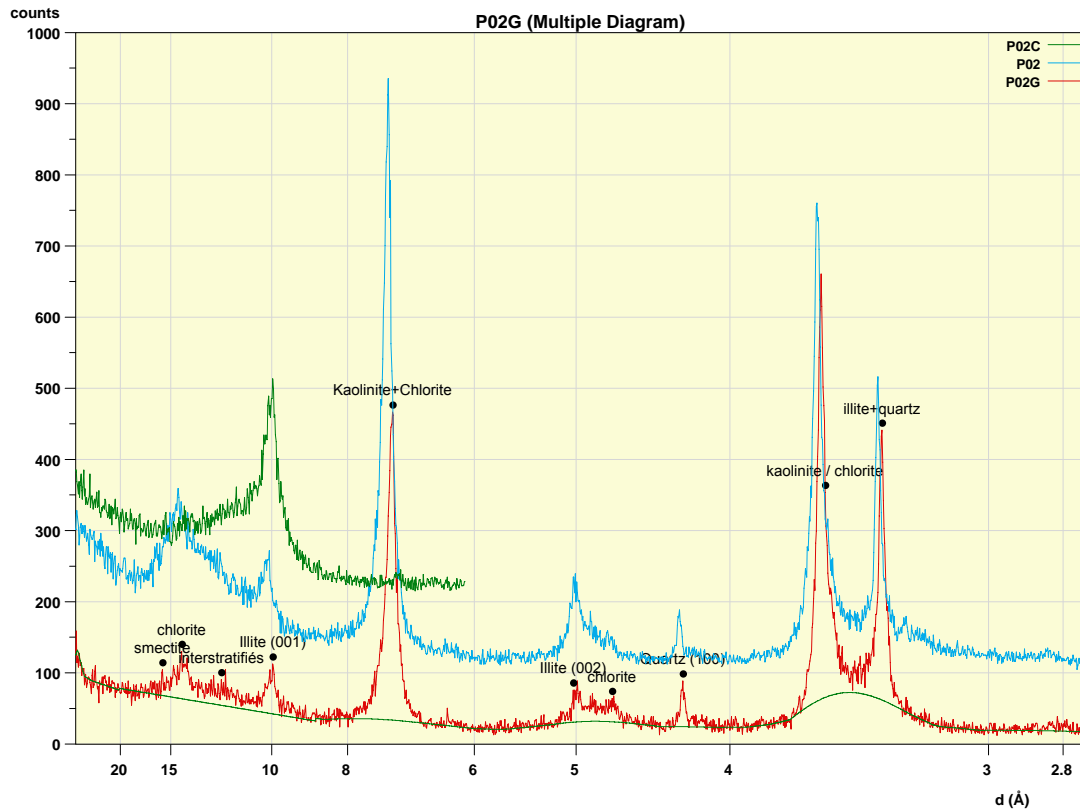
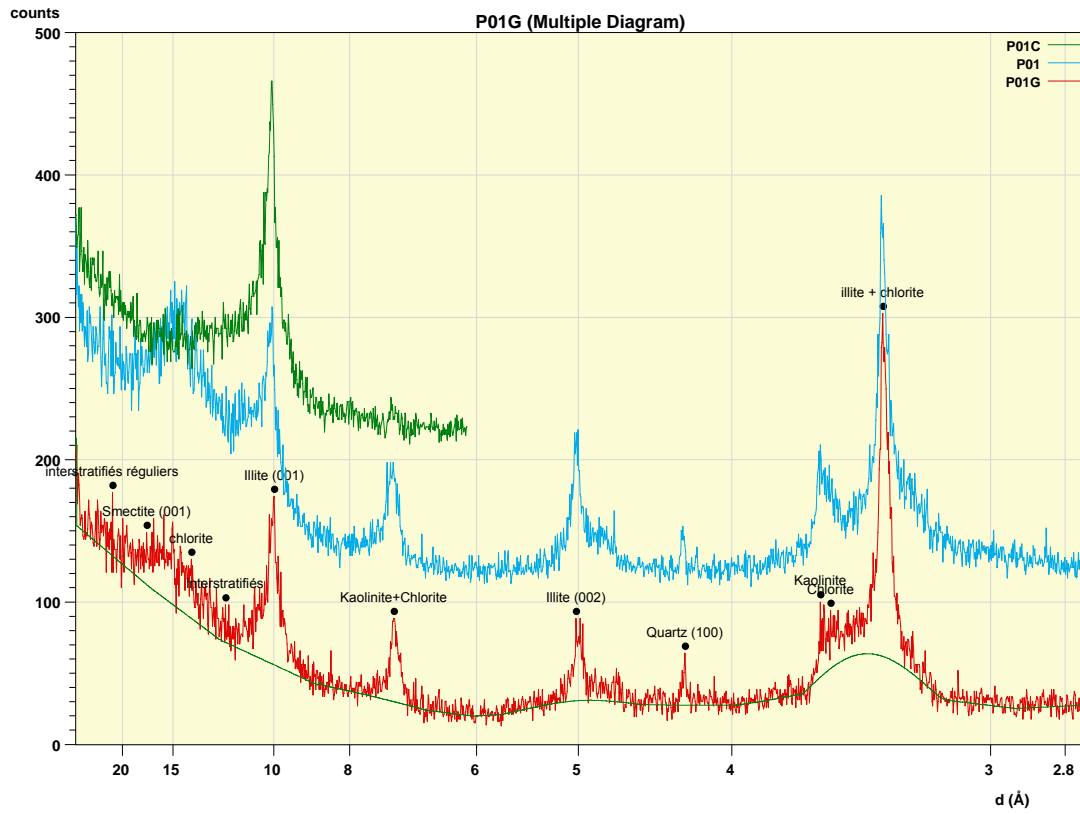
Composition minéralogique de l'assemblage argileux (fraction <2µm) - précision 5%

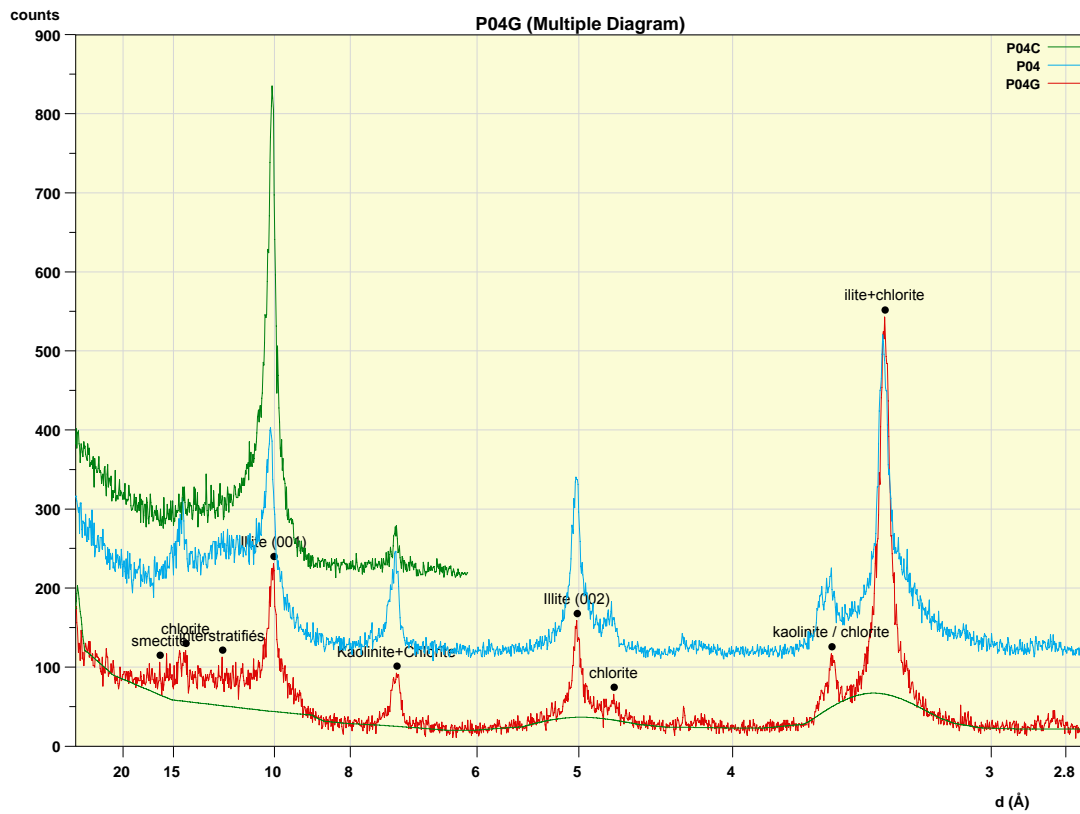
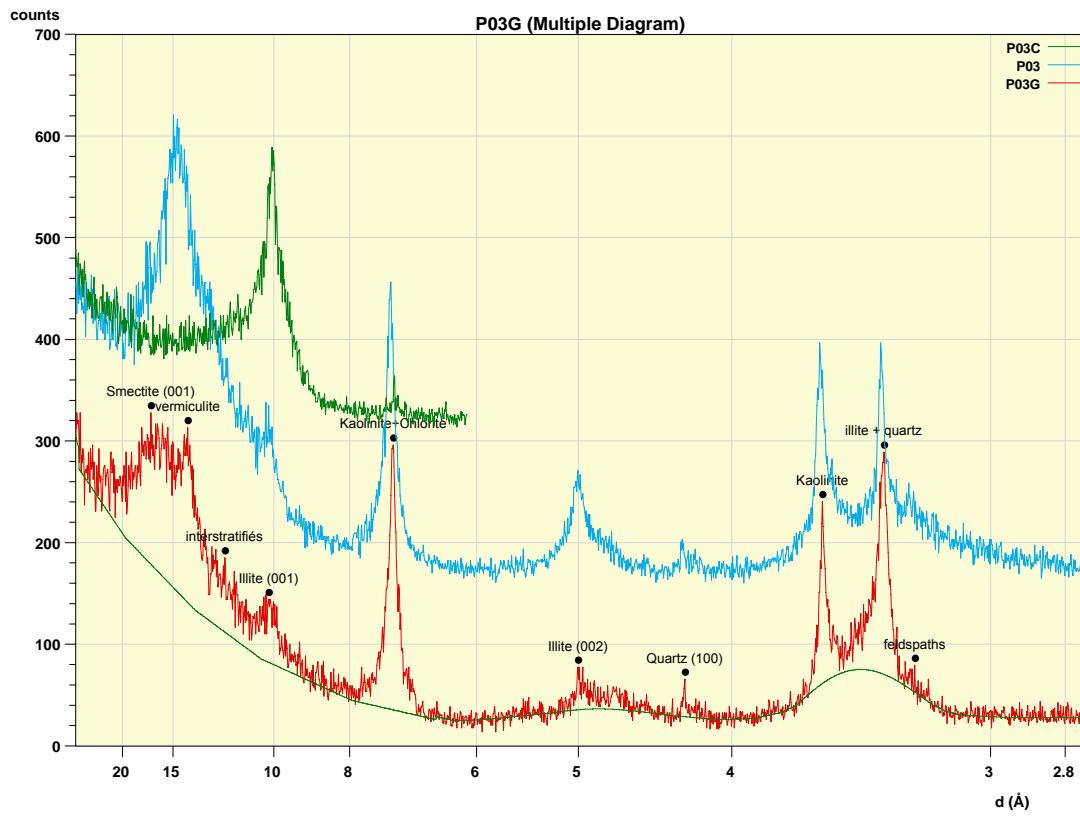
Nom	Minéraux gonflants (smectite + I-S)	illite	Interstratifiés non-gonflants / vermiculite	Chlorite	kaolinite	Minéraux accessoires
P12	30% (10+20)	65	-	5	-	Quartz +
P14	30% (5+25)	55	-	5	10	Quartz traces
P15	55% (10+45)	30	-	5	10	Quartz +
P16	43% (28+15)	32	-	5	20	Quartz +
P17	15% (3+12)	19	-	10	56	Quartz +
P18	19% (2+17)	25	-	8	48	Quartz ++
P20	47% (10+37)	39	-	5	9	Quartz ++
P21	20% (5+15)	25	-	15	40	Quartz ++
P22	20% (5+15)	15	-	10	55	Quartz +
P23	49% (19+30)	31	-	5	15	Quartz +
P26	50% (50+0)	15	-	5	30	Quartz +

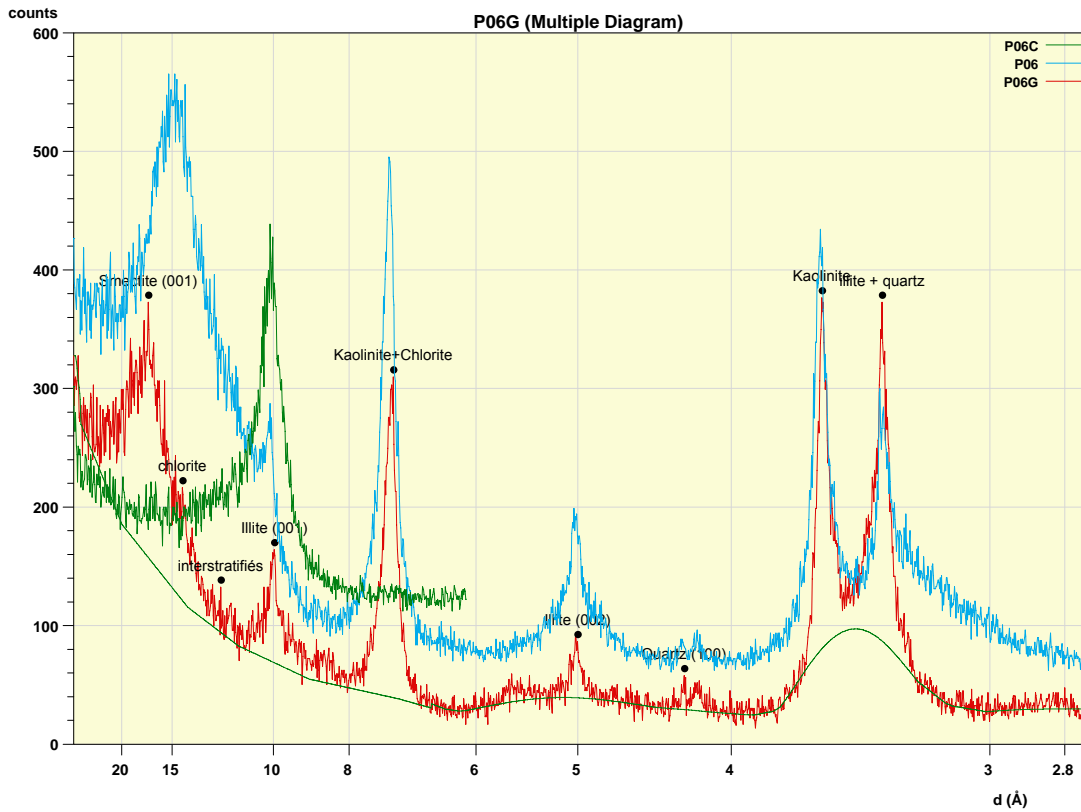
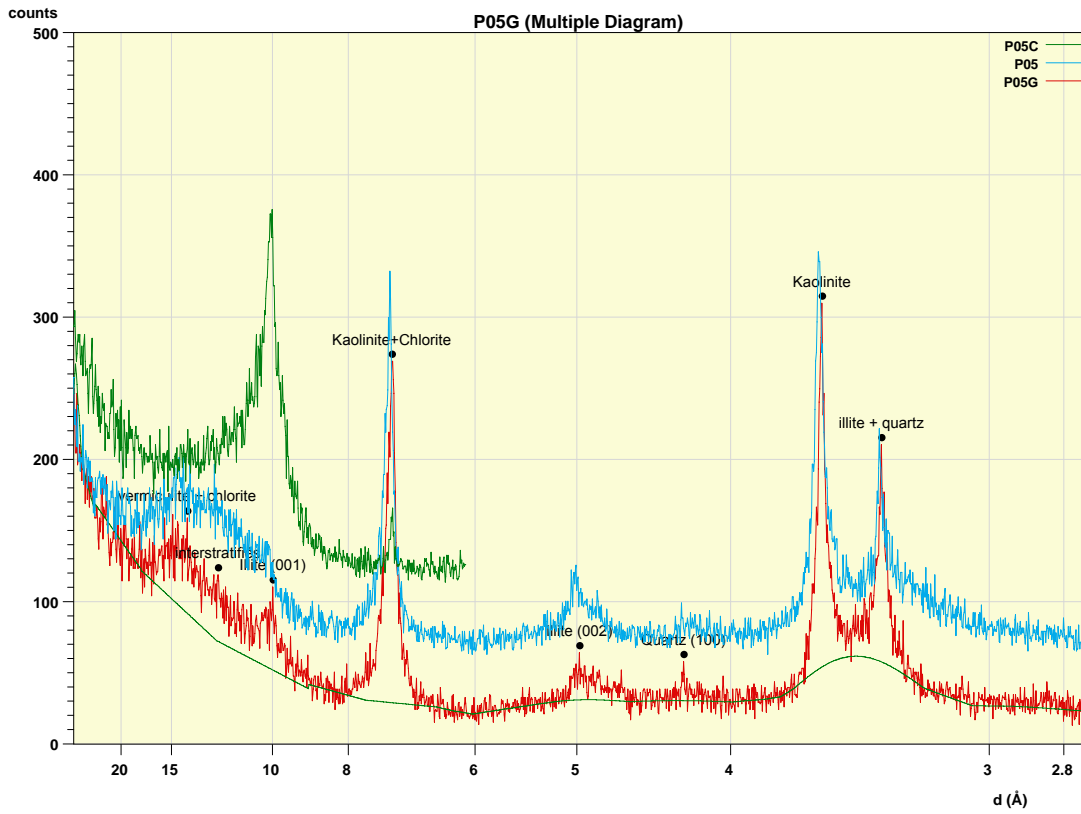
Composition minéralogique de l'assemblage argileux (fraction <2 $\mu$ m) - précision 5%

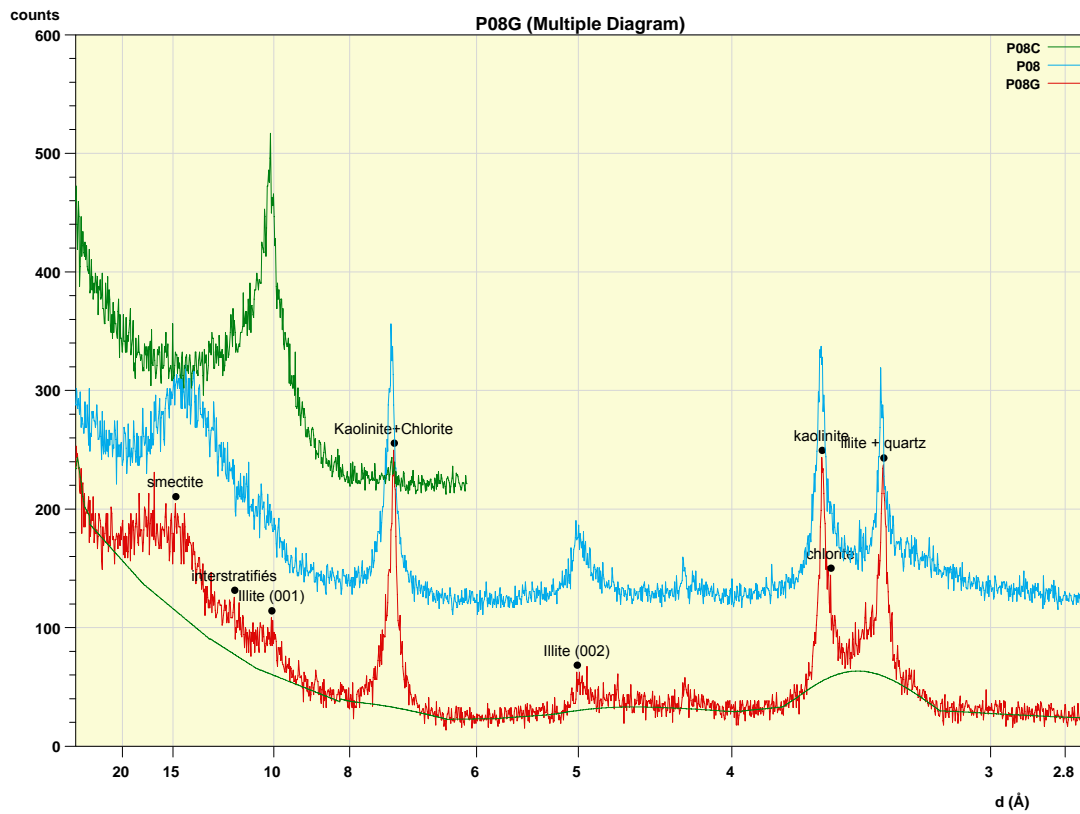
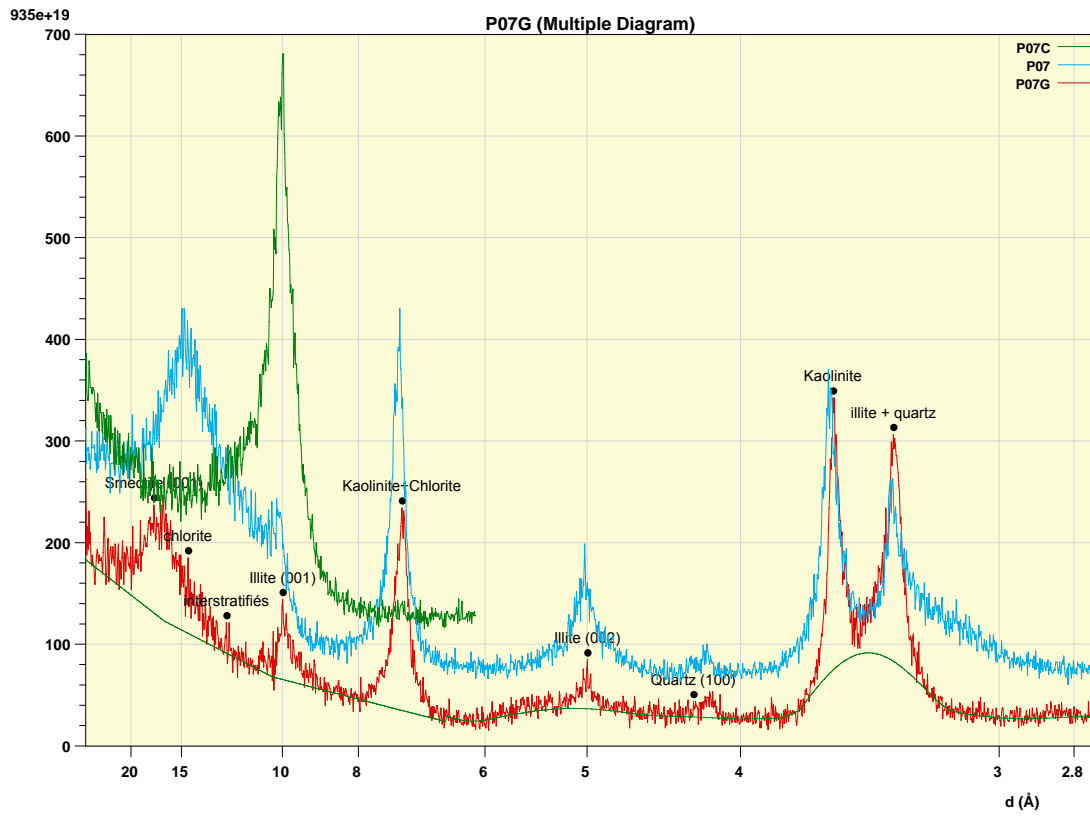
Nom	Minéraux gonflants (smectite + I-S)	illite	Interstratifiés non-gonflants	Chlorite	kaolinite	Minéraux accessoires
P27	<b>44%</b> (44+0)	<b>44</b>	-	5	7	Quartz traces
P28	<b>80%</b> (80+0)	14	-	1	5	Quartz traces
P31	<b>43%</b> (23+20)	16	-	7	34	Quartz +
P34	<b>55%</b> (50+5)	15	-	5	25	Quartz +
P36	25% (5+20)	<b>65</b>	-	10	-	Quartz traces
P37	<b>55%</b> (50+5)	30	-	10	5	Quartz traces
P38	<b>50%</b> (20+30)	45	-	-	5	Quartz +
P39	32% (5+27)	<b>65</b>	-	-	3	Quartz traces
P40	27% (10+17)	24	-	9	<b>40</b>	Quartz traces
P41	20% (5+15)	25	10	10	<b>35</b>	Quartz traces

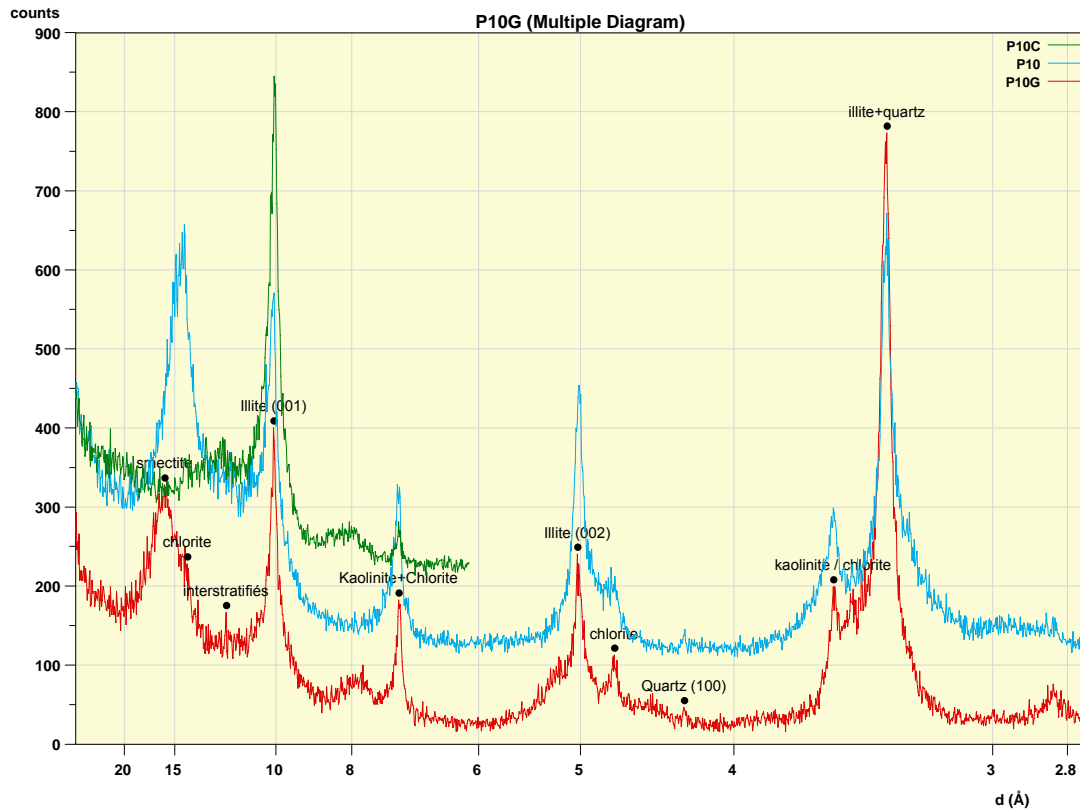
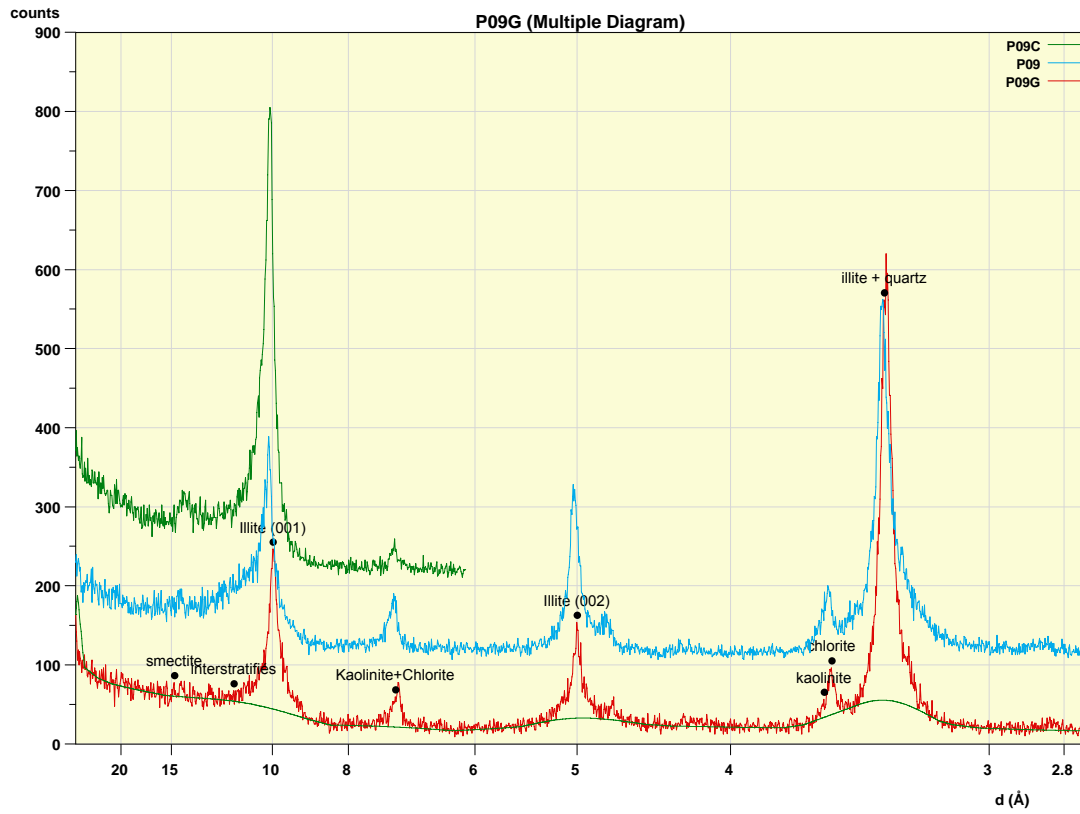
**SPECTRES DE DIFFRACTION BRUTS**

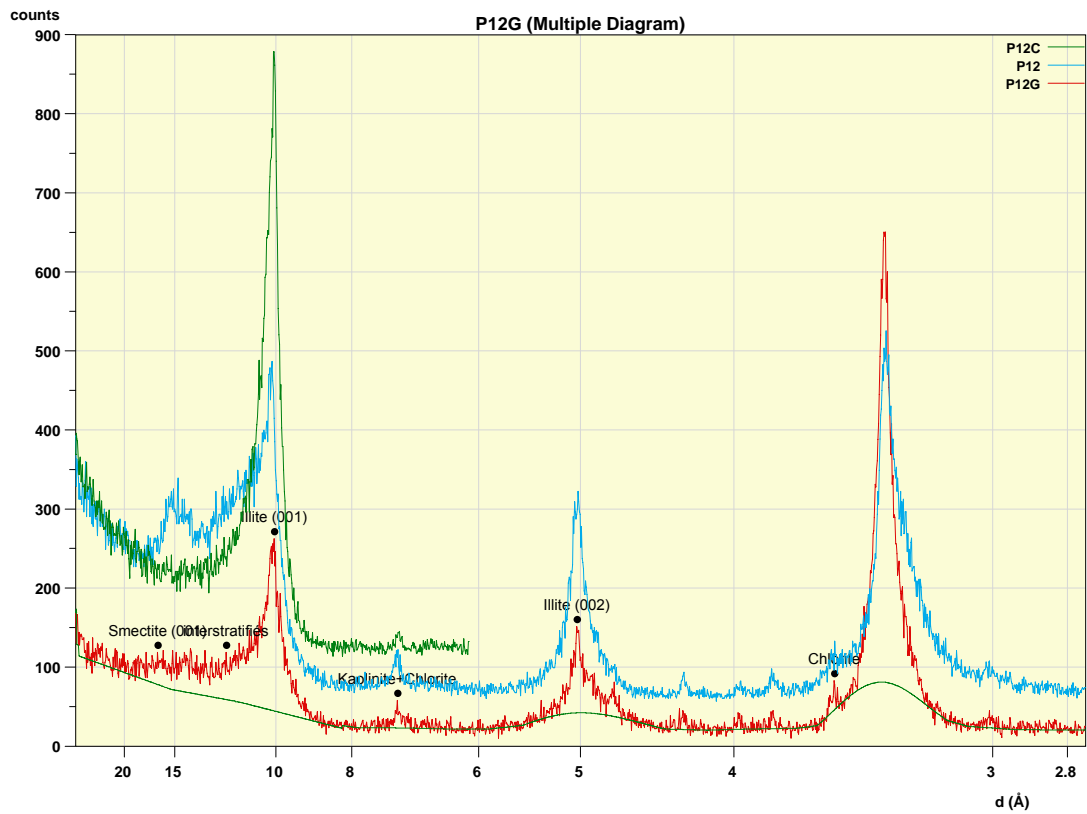
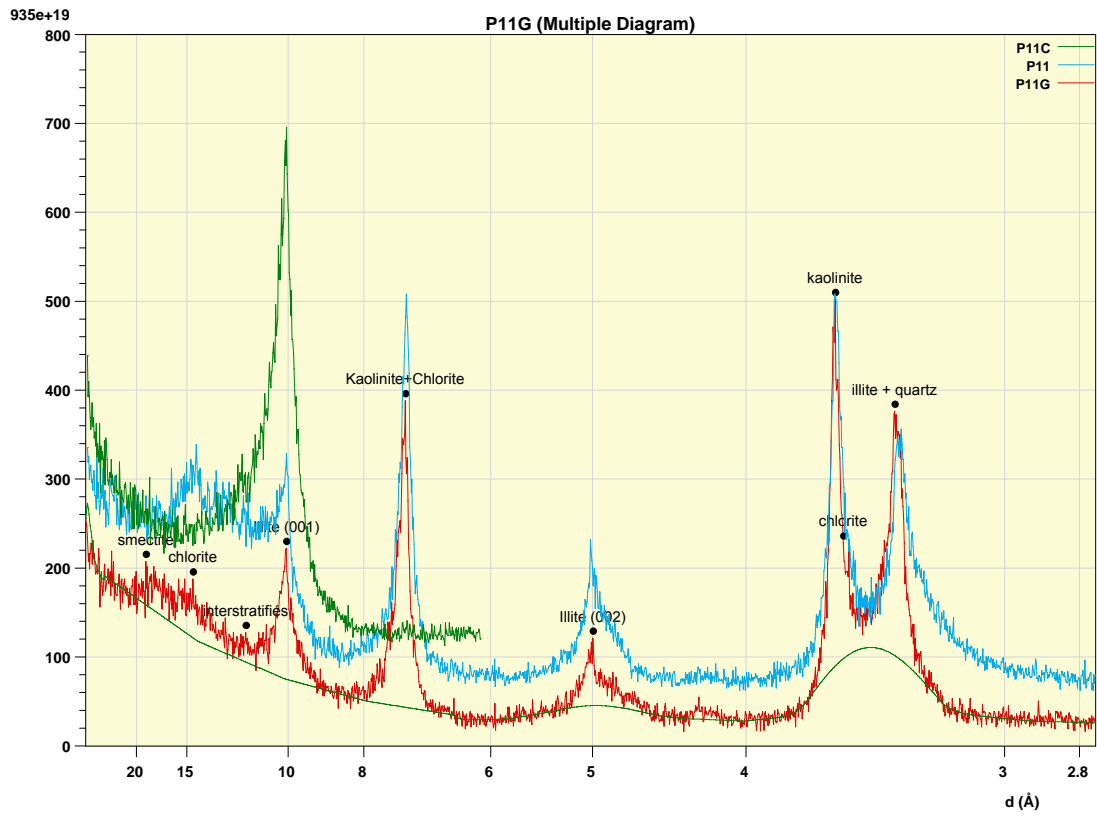


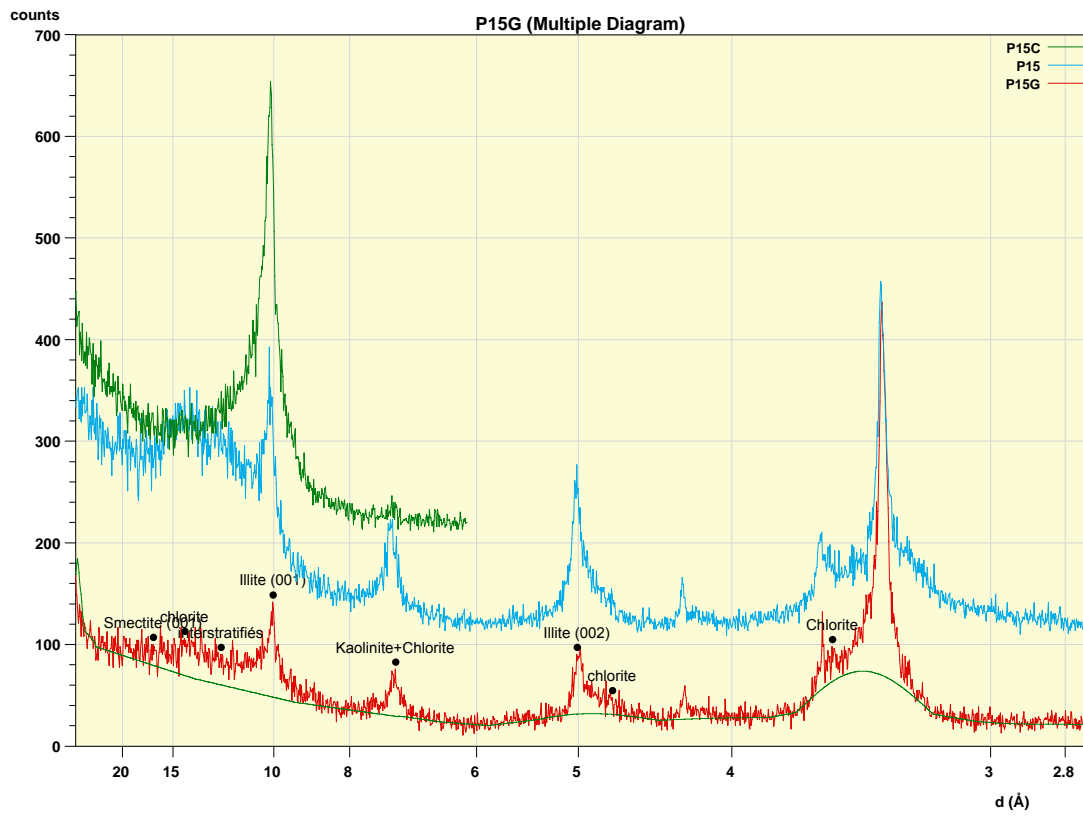
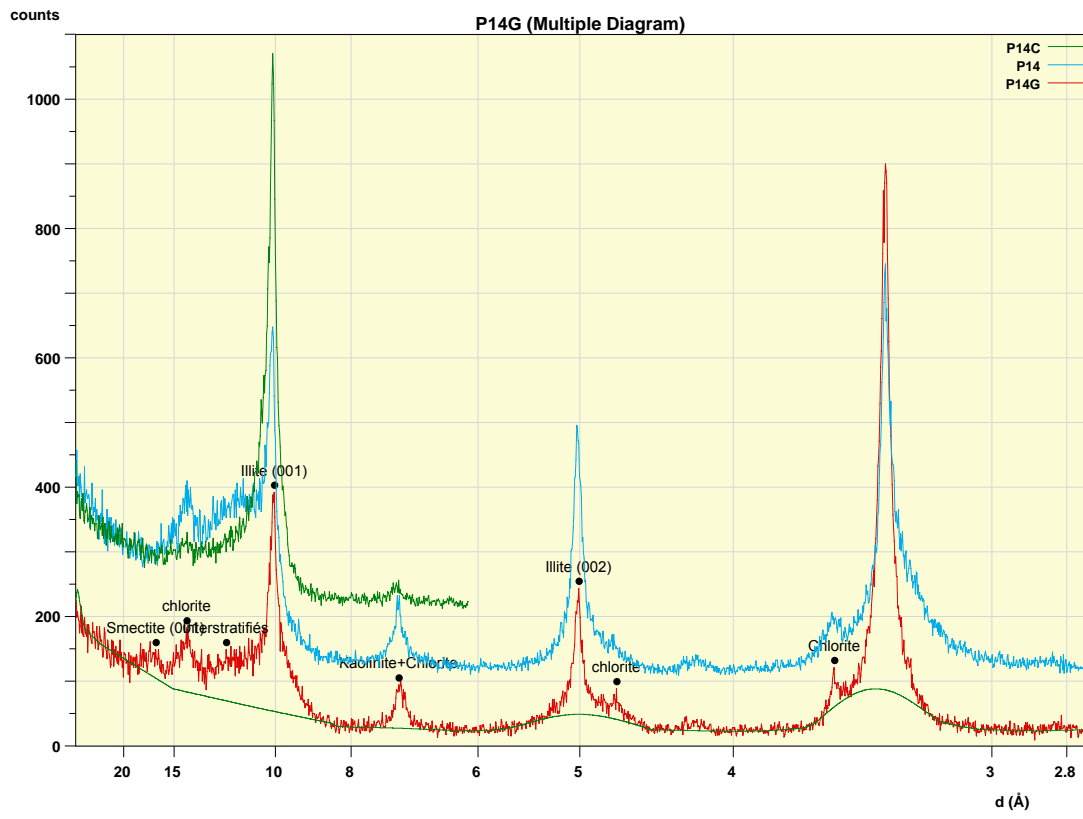


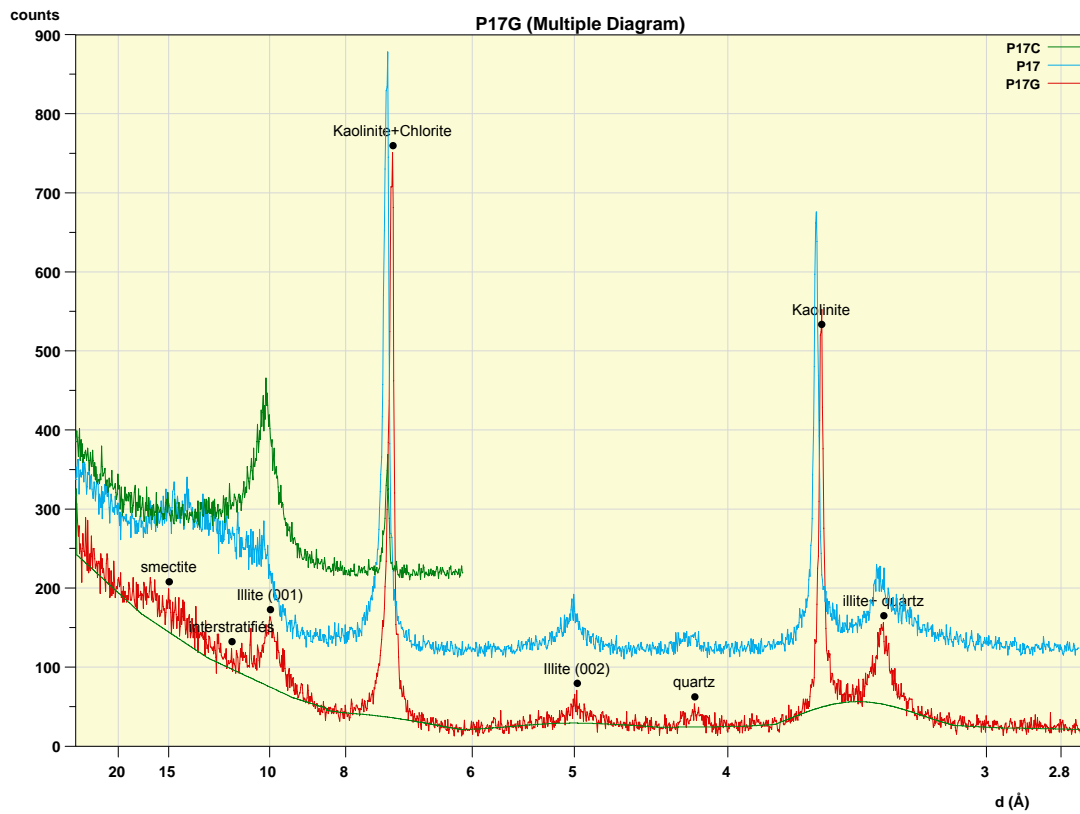
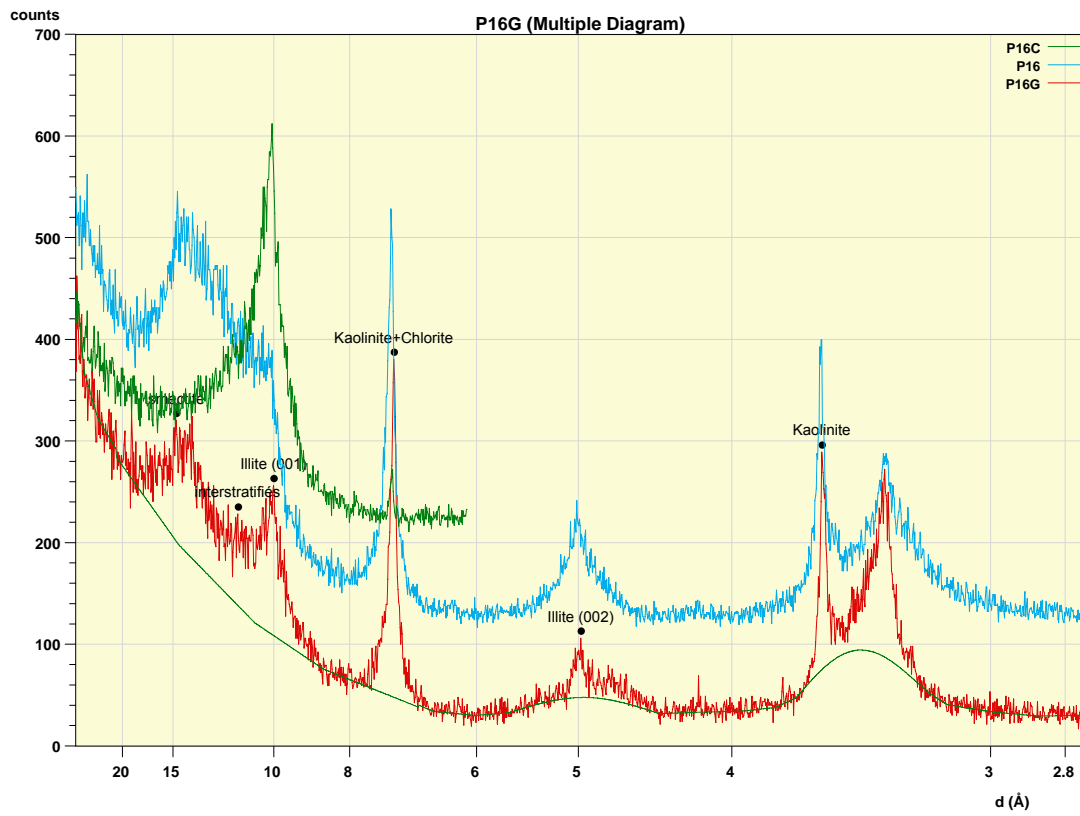


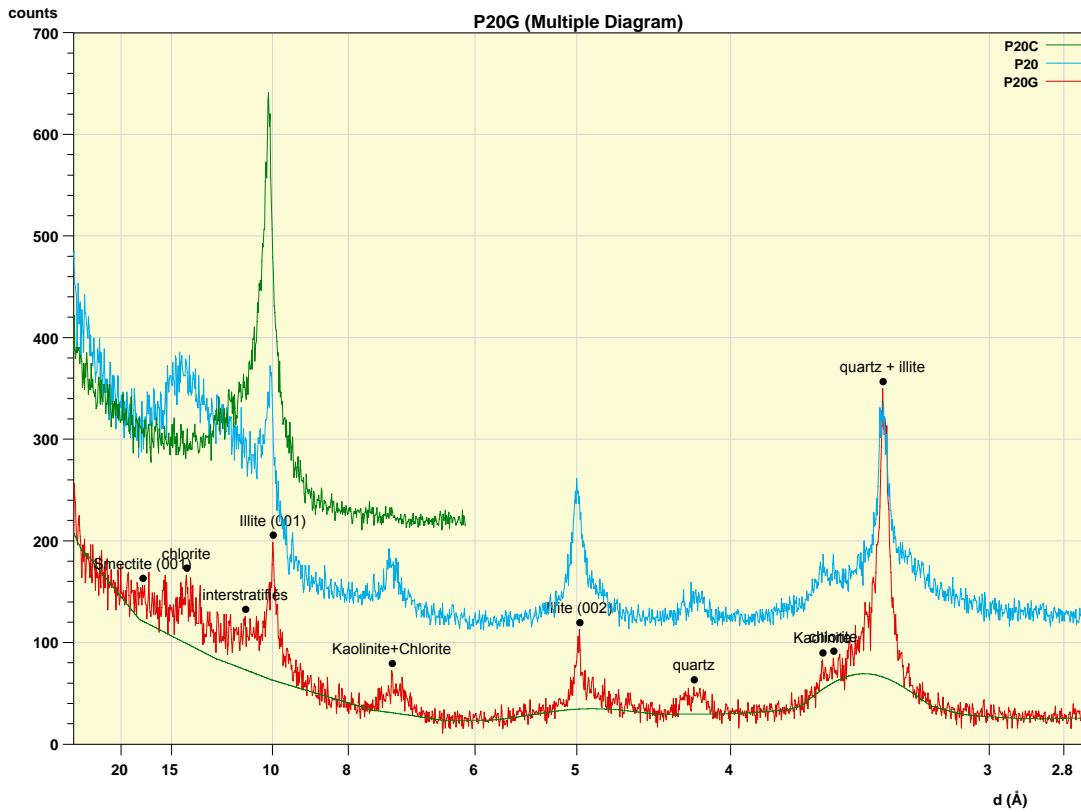
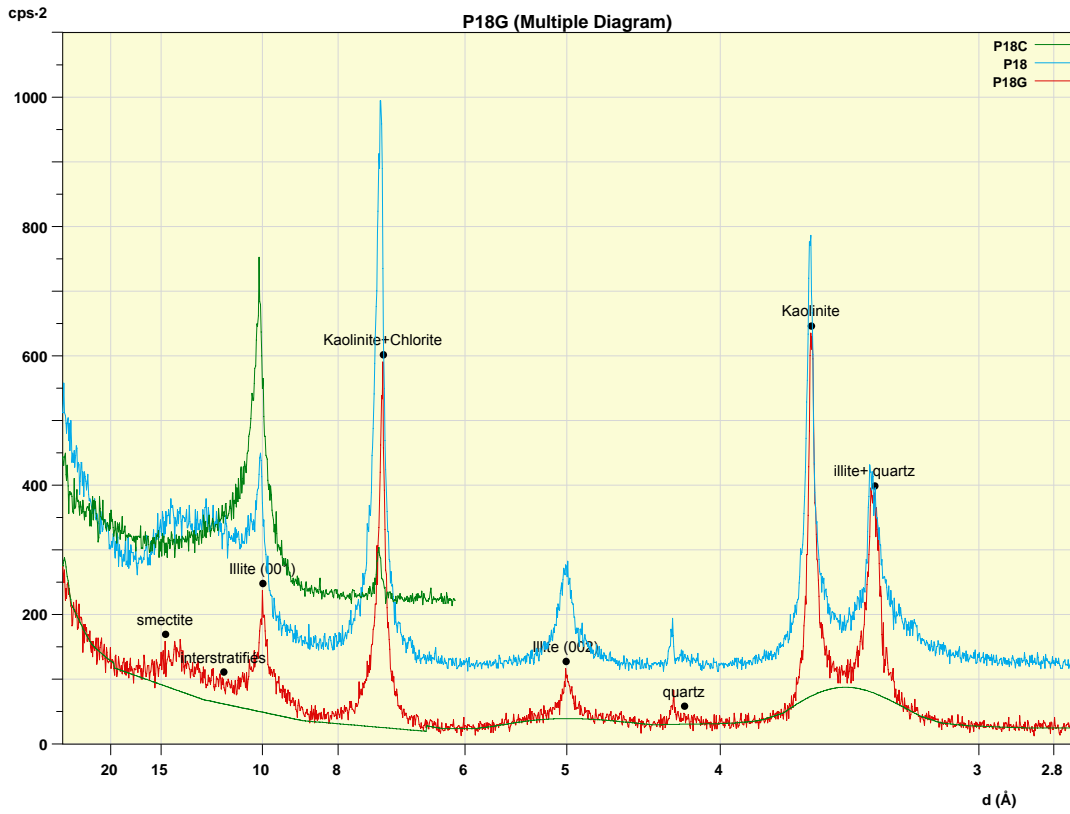


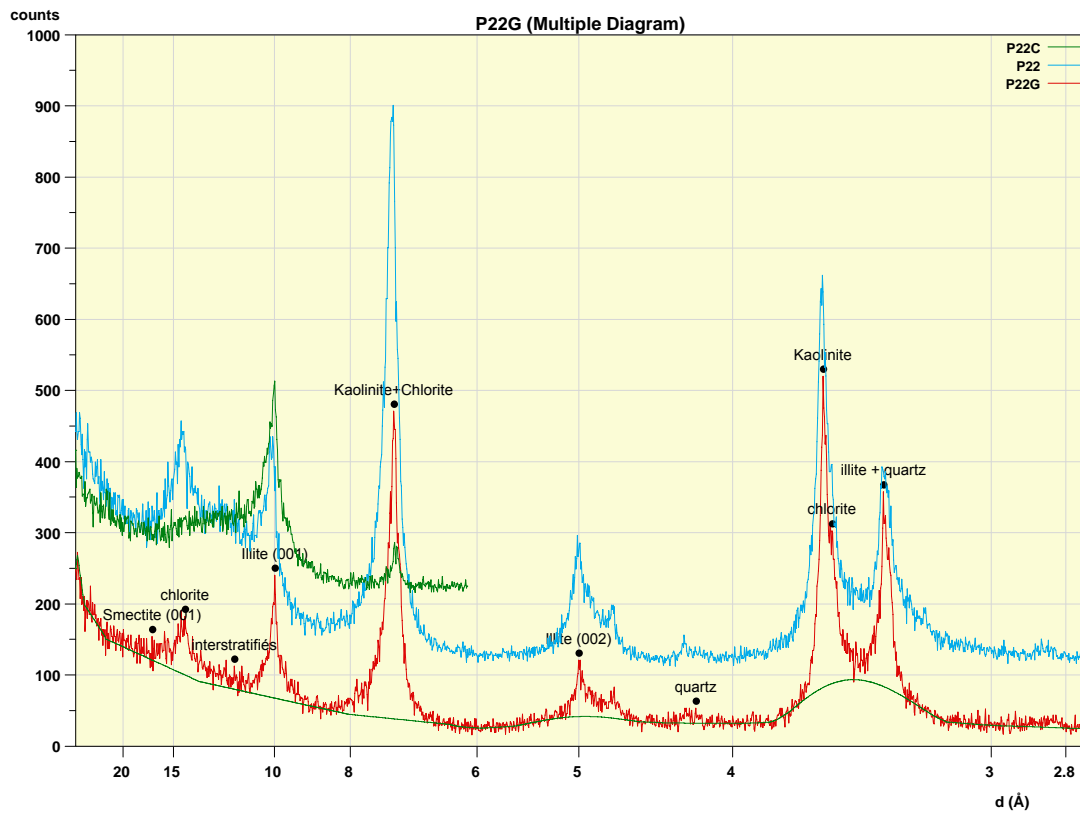
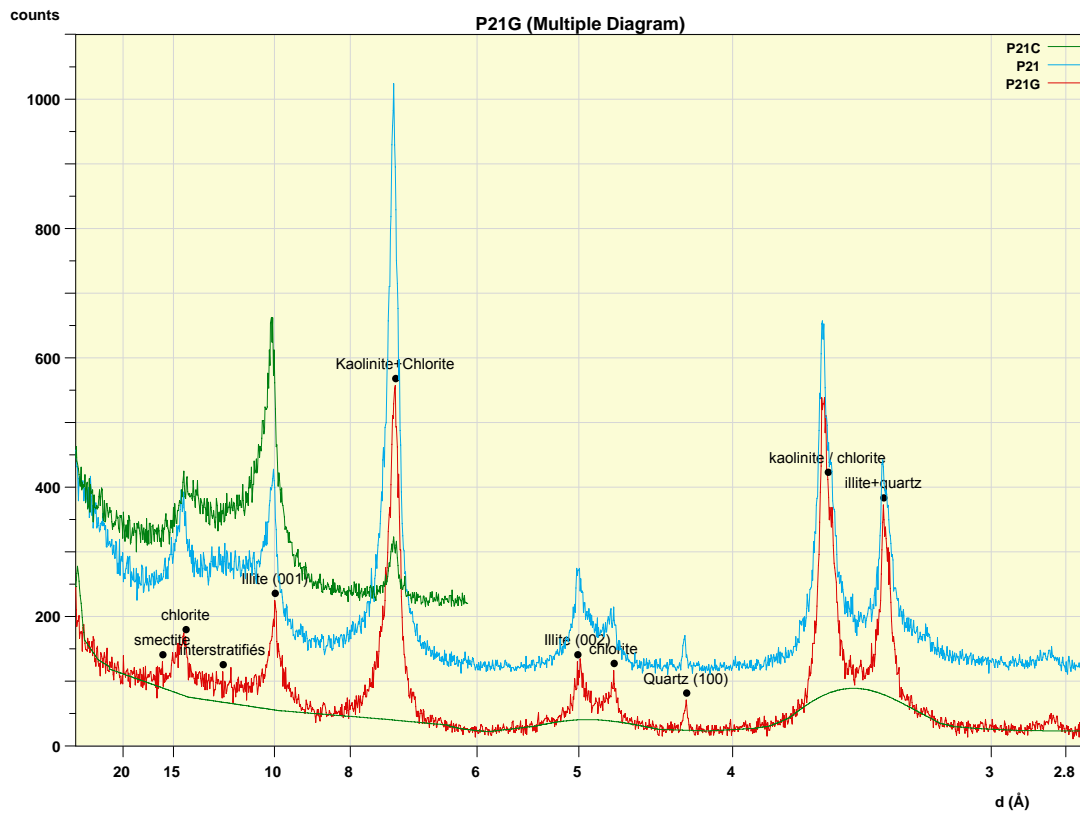


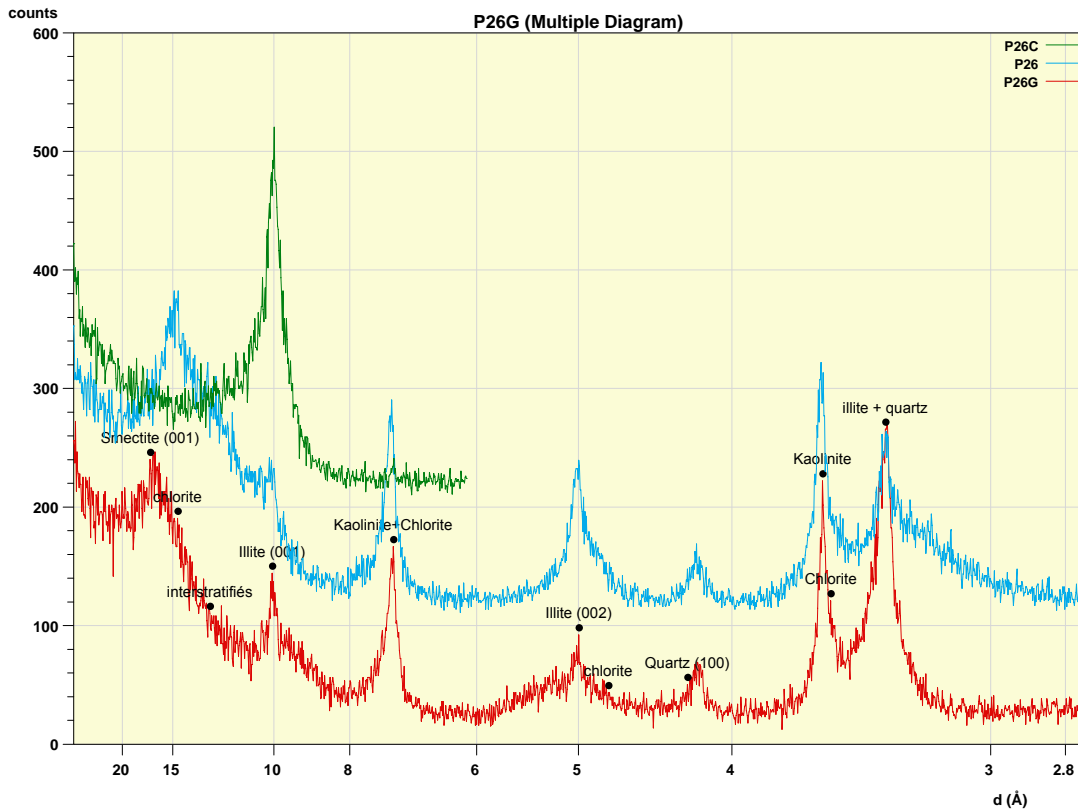
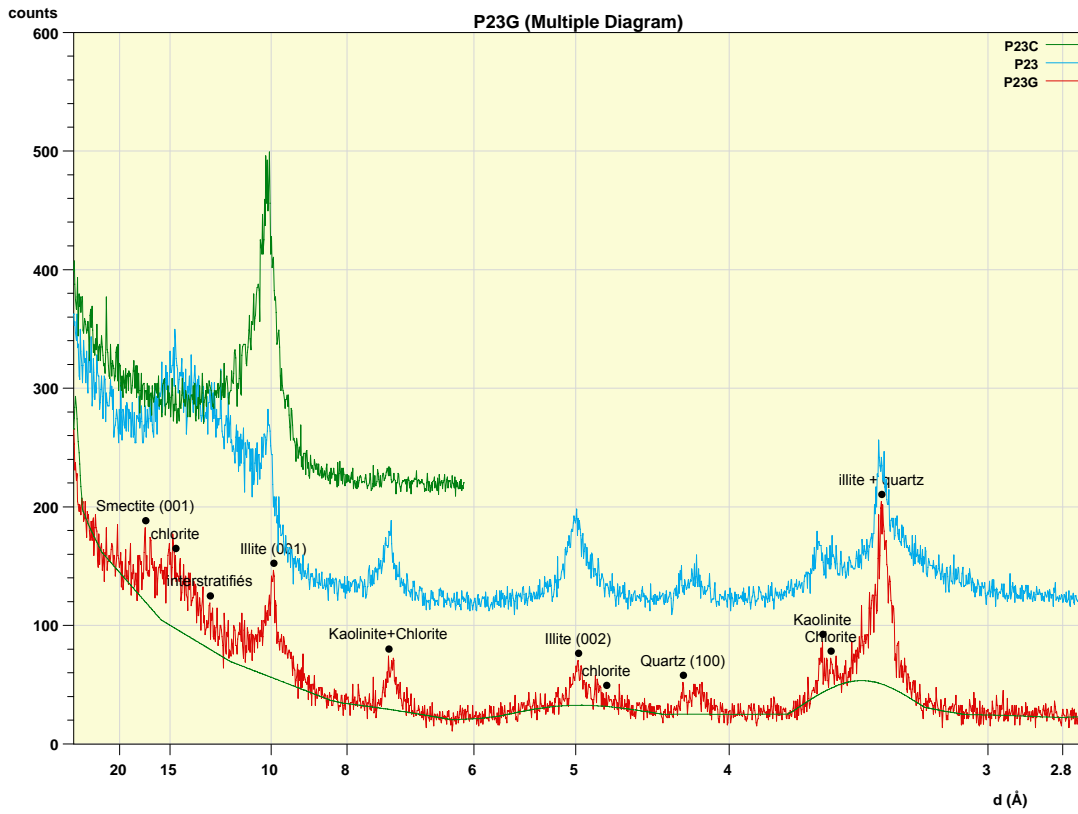


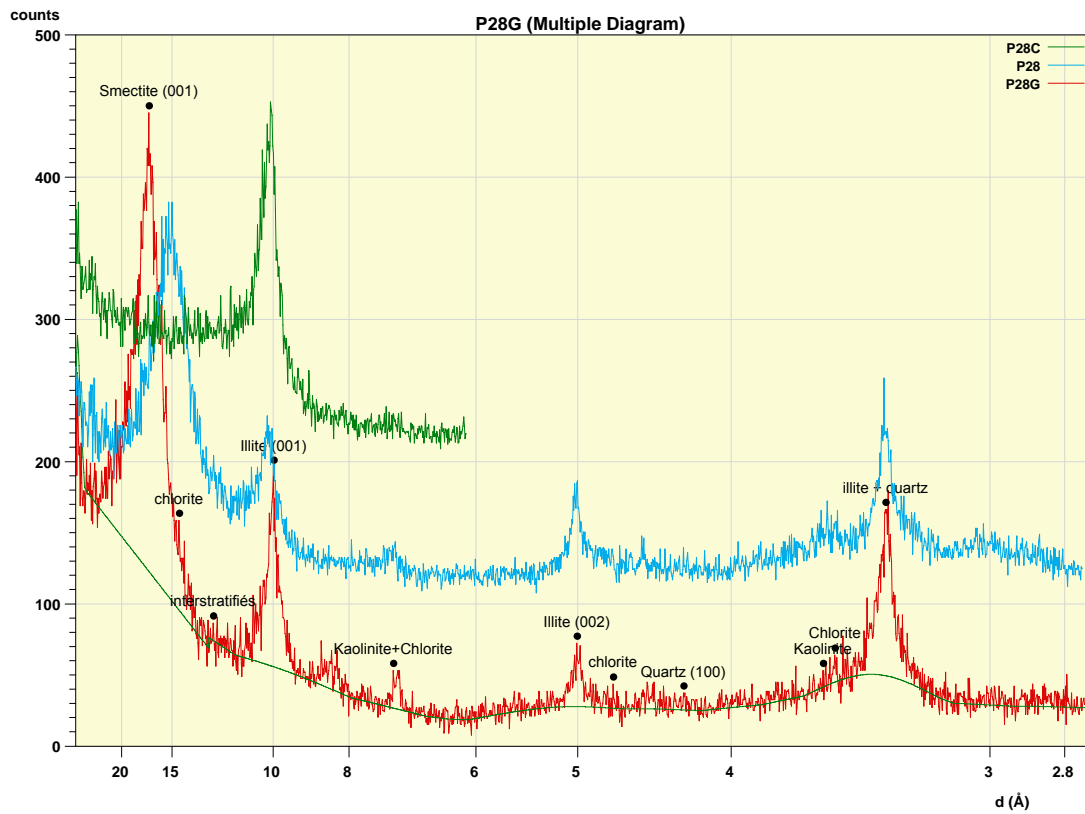
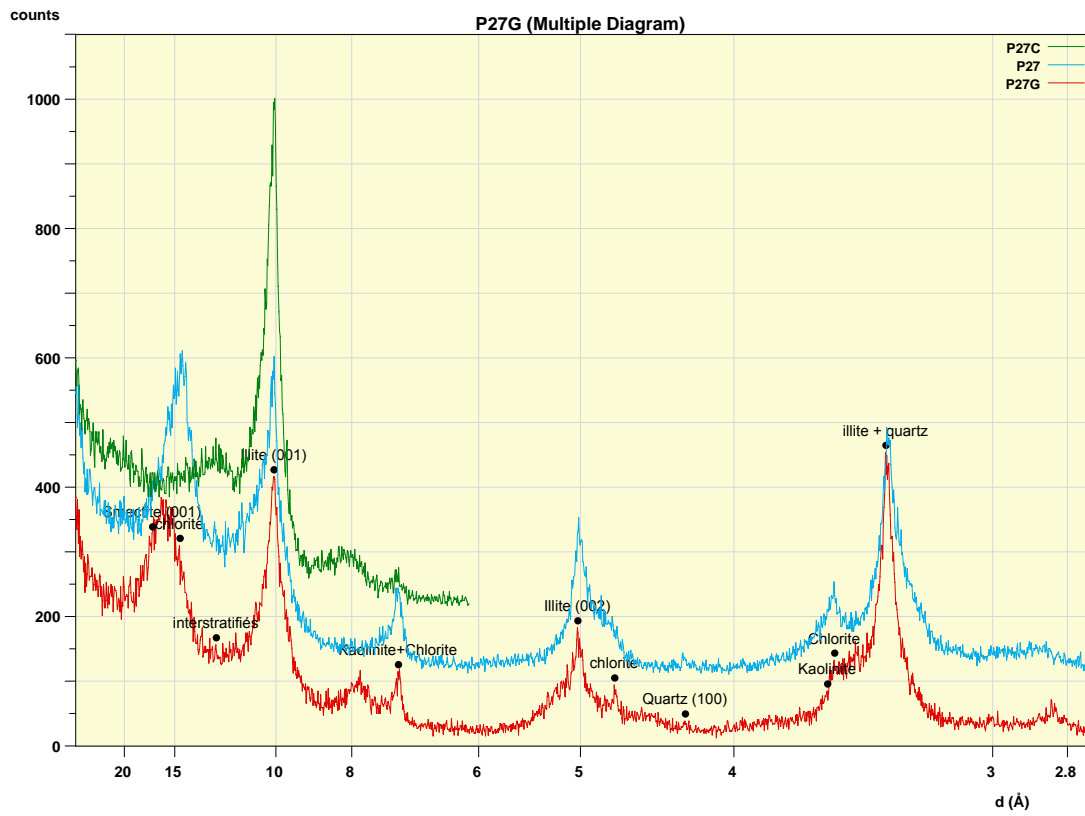


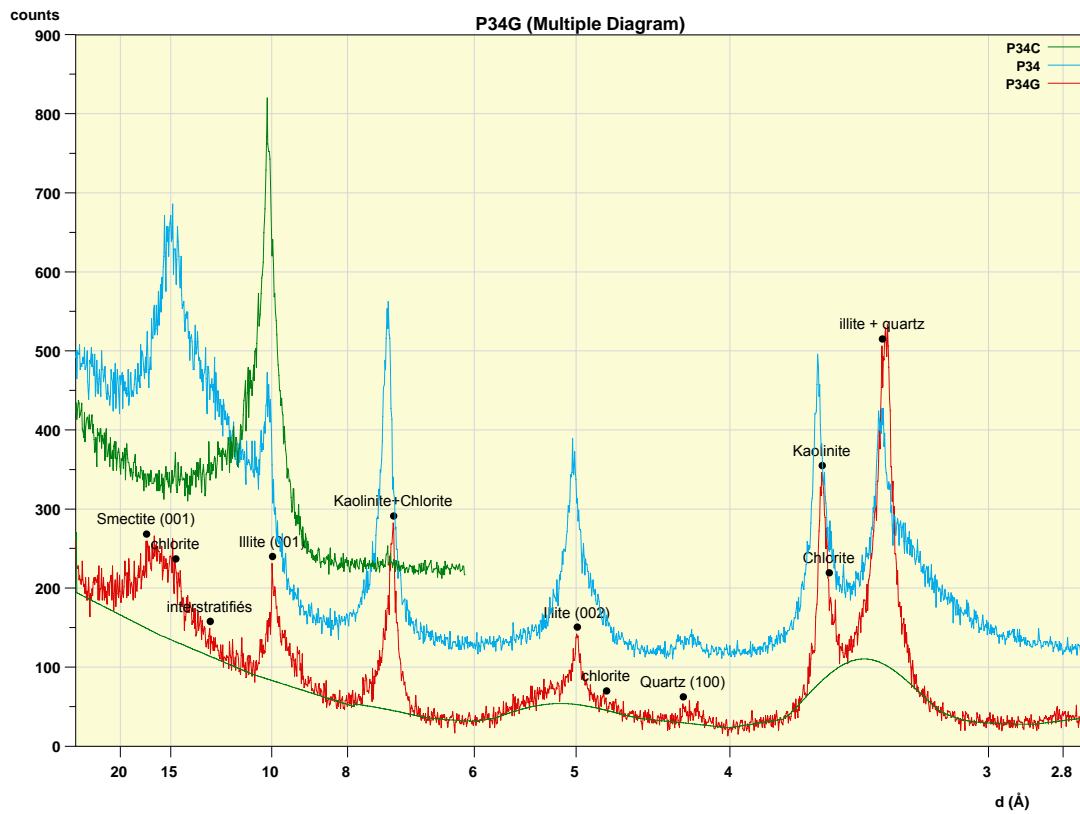
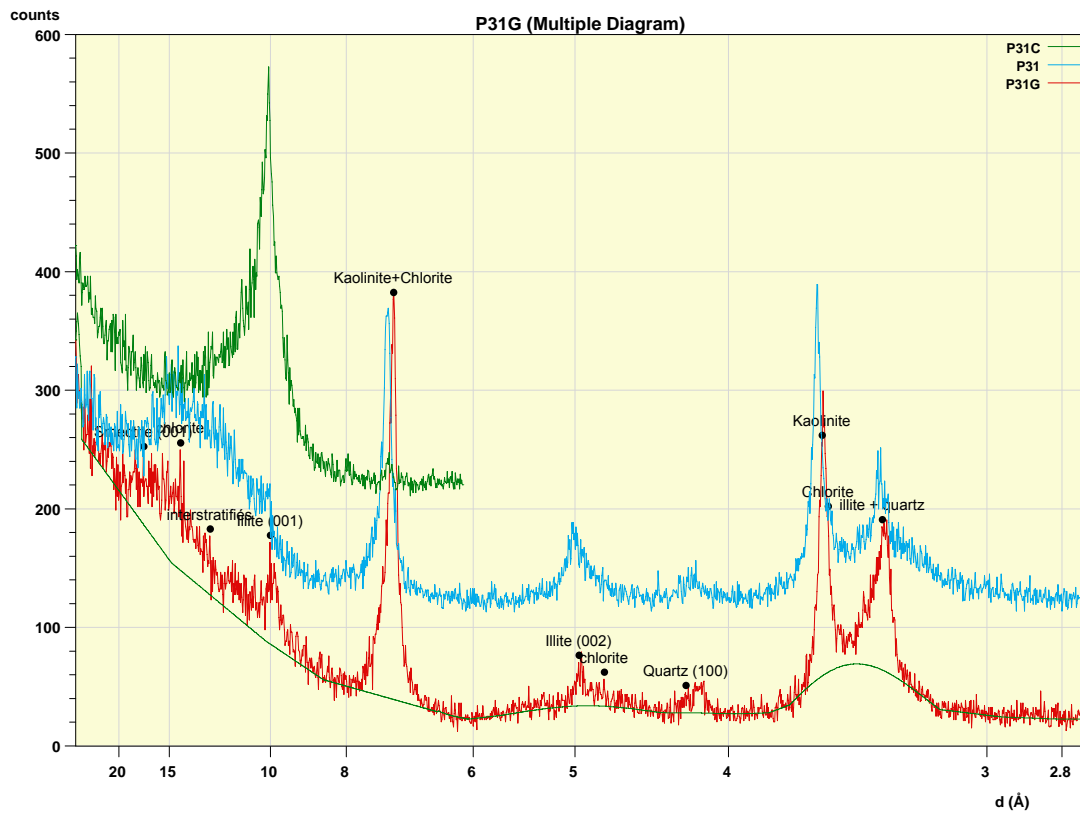


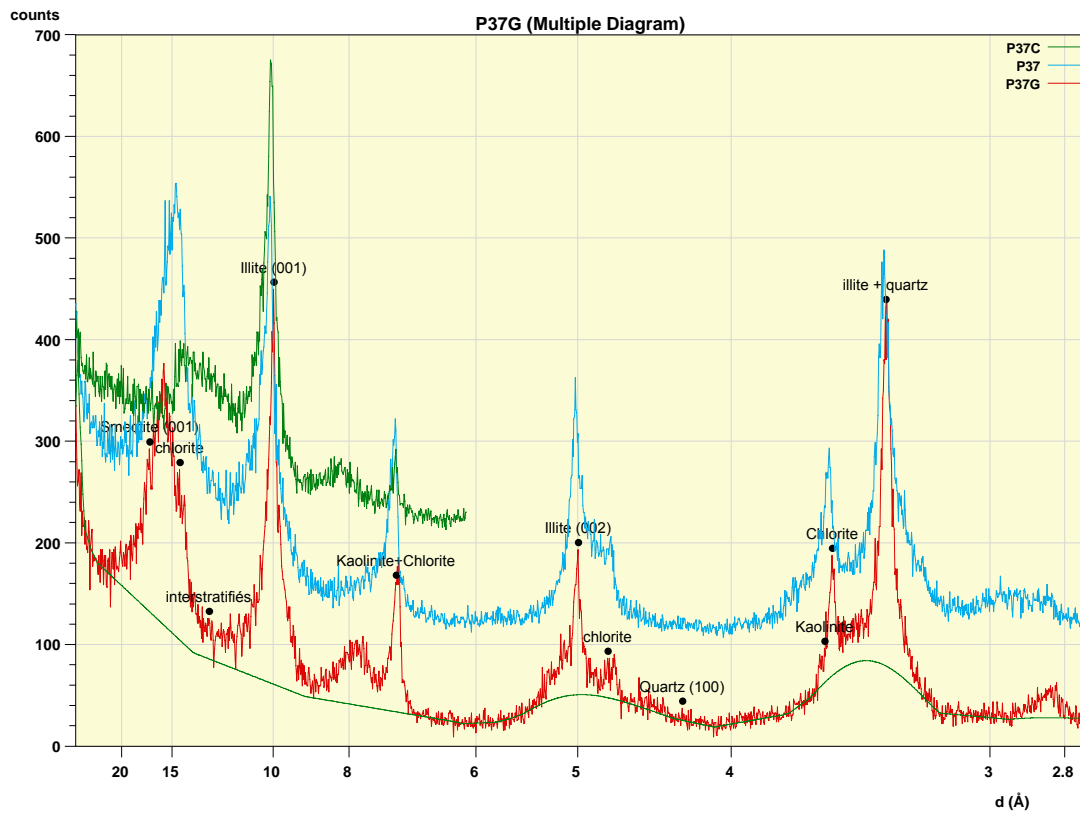
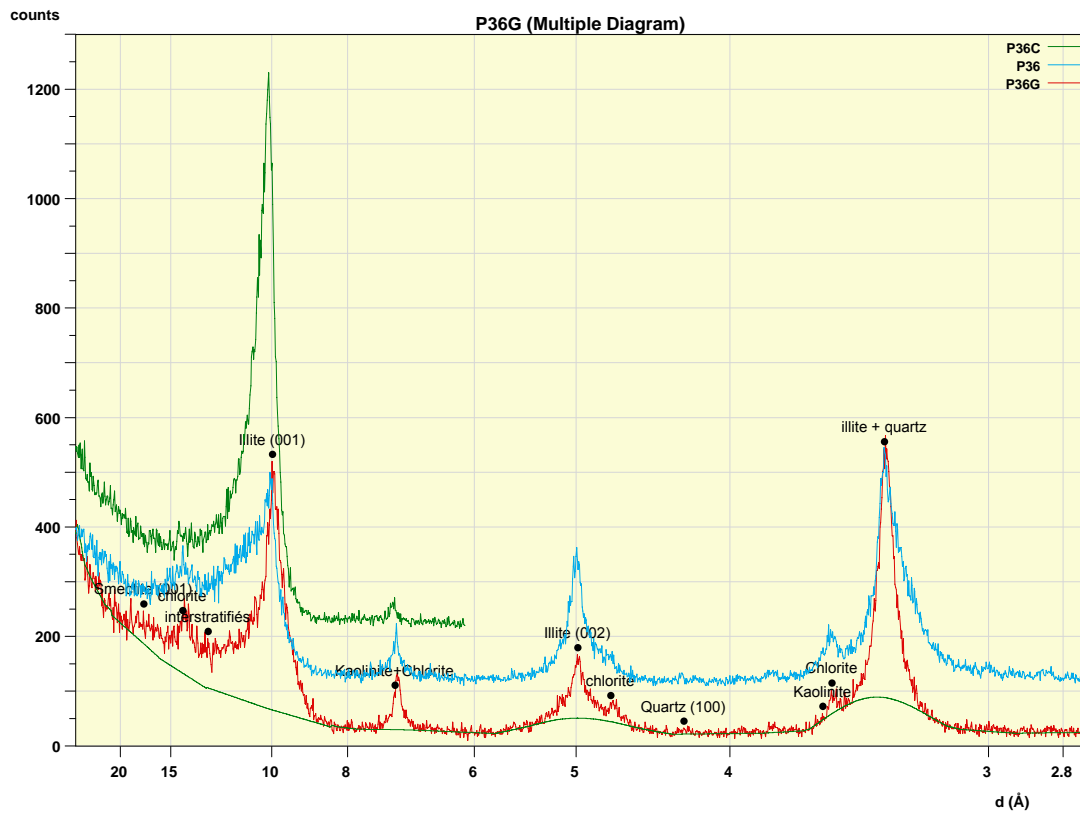


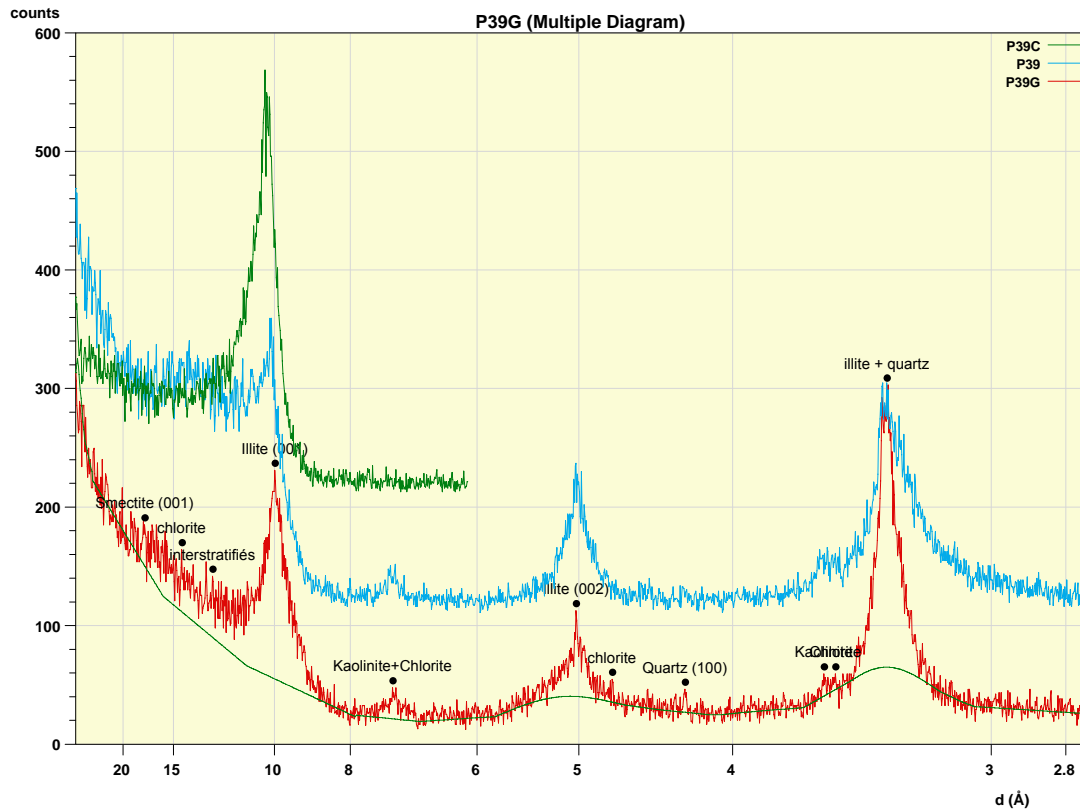
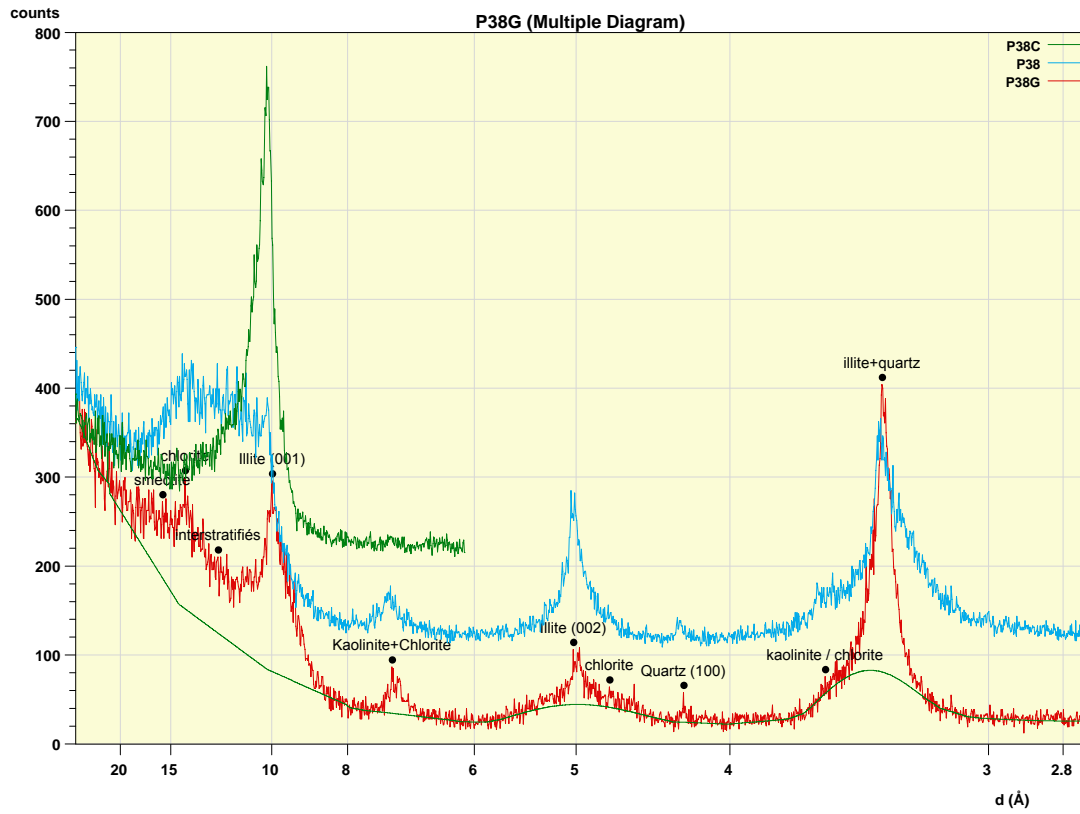


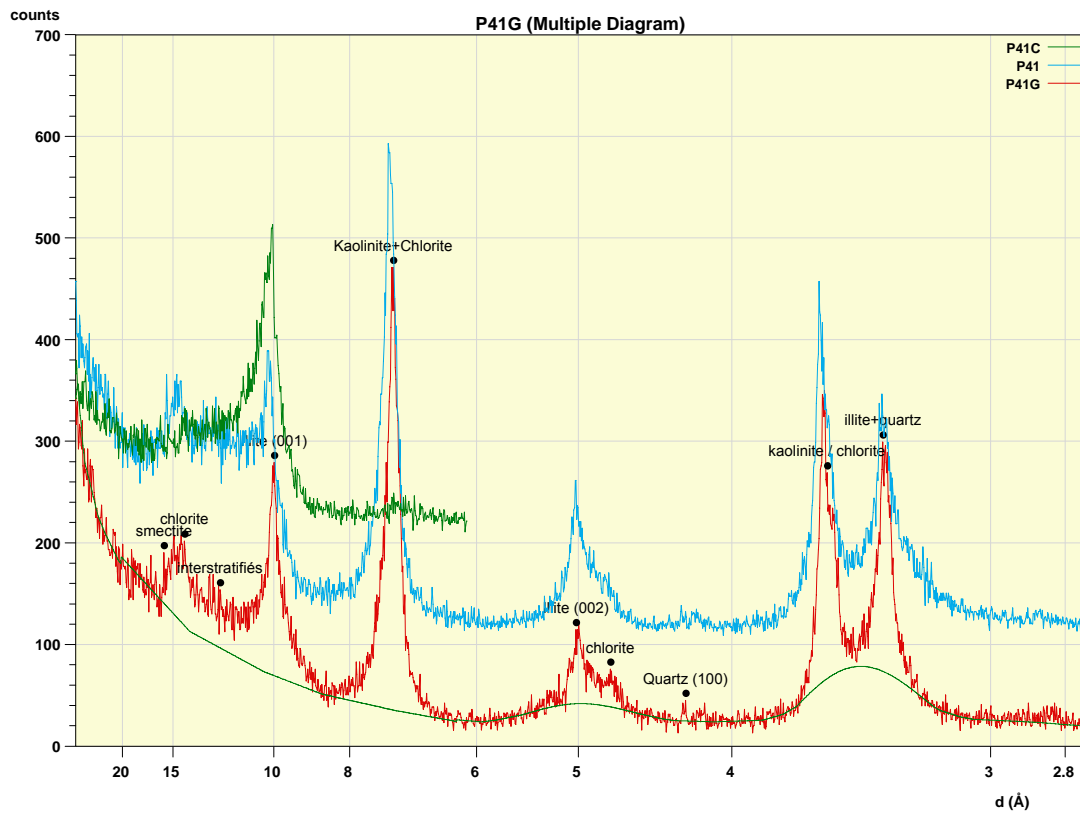
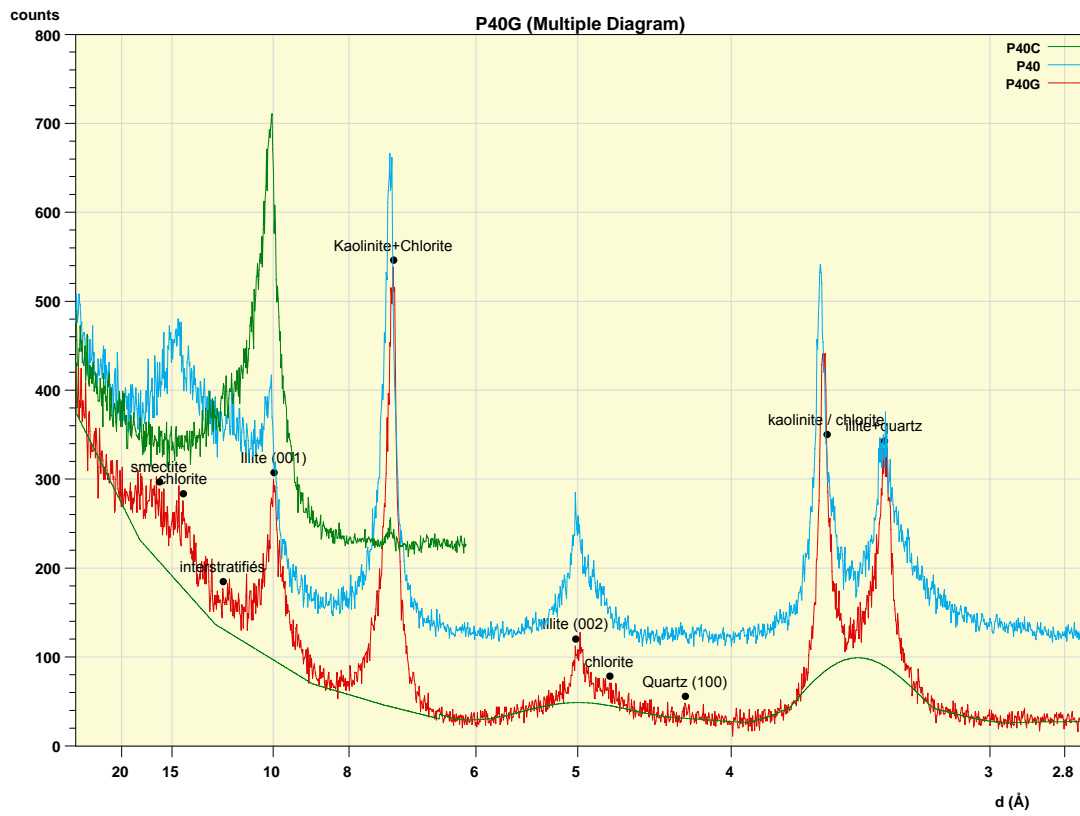
















**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemain  
BP 6009  
45060 - Orléans Cedex 2 - France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Lorraine**  
1 avenue du Parc Brabois  
54500 – Vandoeuvre-lès-Nancy - France  
Tél. : 03 83 44 81 49

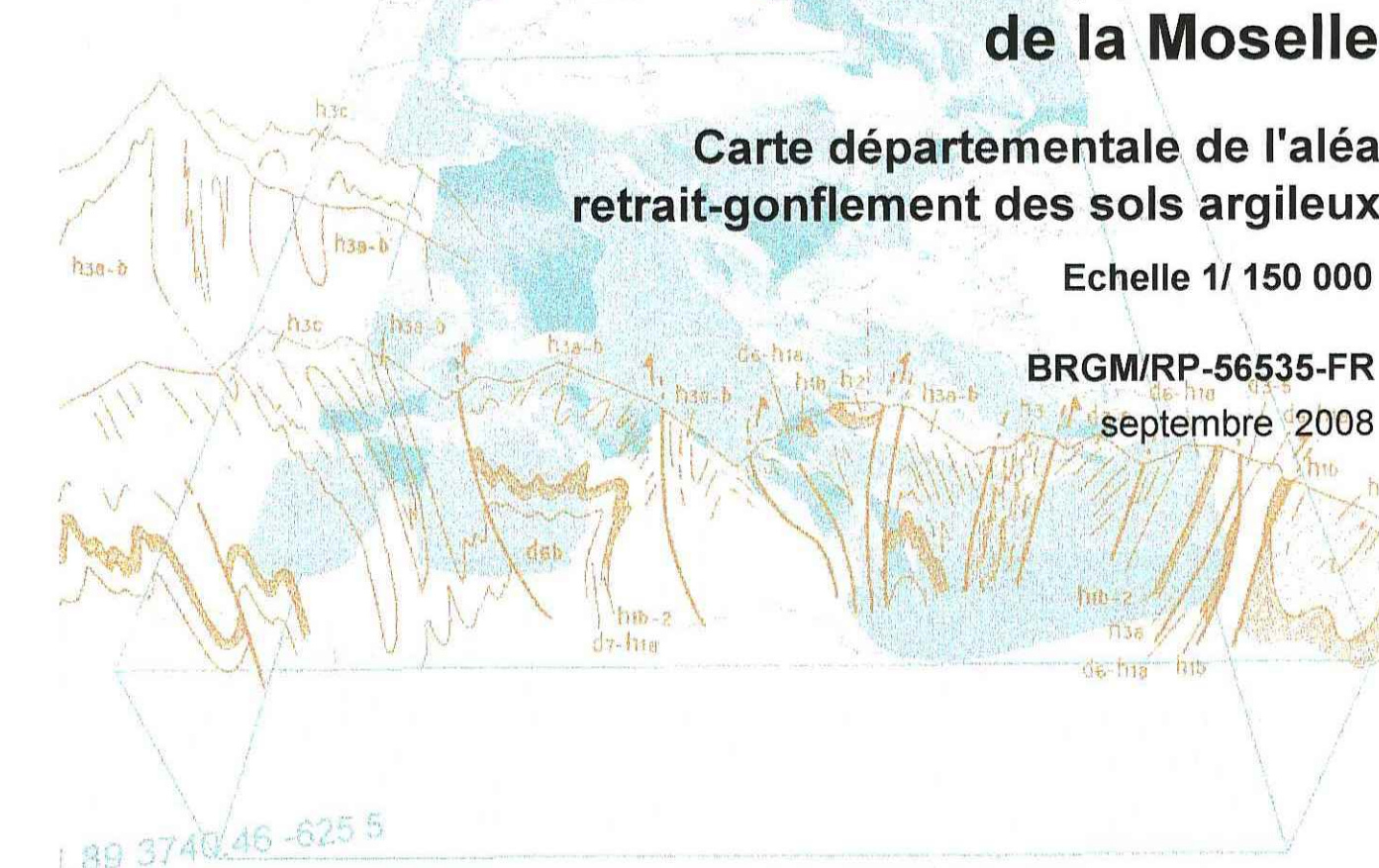
# Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Moselle

## Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux

Echelle 1/ 150 000

BRGM/RP-56535-FR

septembre 2008



1 89 3746 46 -625 5

### LÉGENDE

Zone d'aléa retrait-gonflement :

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible

Zone a priori non argileuse, non sujette au phénomène de retrait-gonflement sauf en cas de lentille ou de placage argileux local non repéré sur les cartes géologiques actuelles

Sinistre attribué au retrait-gonflement des argiles

Zone urbanisée

Limite de commune

