

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

Rapport final

BRGM/RP-57879-FR
février 2010

Étude réalisée dans le cadre de l'opération
de service public 07RISD26 du BRGM

G. Karnay, A. Imbert, G. Taillardat et E. Plat
Avec la collaboration de
G. Delpont, J. Tome et M. Imbault

Vérificateur :

Nom : Sylvestre LE ROY
Date : 19/02/2010

Signature :



Approbateur :

Nom : Bruno MAUROUX
Date : 26/02/2010

Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique, l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

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

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

G. Karnay, A. Imbert, G. Taillardat et E. Plat, et avec la collaboration de G. Delpont, J. Tome et M. Imbault. (2010) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Corrèze. Rapport BRGM/RP- 57879 -FR, 82 p., 28 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.

© BRGM, 2010, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

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 Corrèze fait partie des départements français touchés par le phénomène, puisque 198 sinistres imputés à la sécheresse y ont été recensés et localisés dans le cadre de la présente étude. A la date du 31 mai 2009, 6 communes sur les 286 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 septembre 2005, soit un taux de sinistralité de 2,1 %. La principale période de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse concerne les années 1994-1995, au cours desquelles 3 communes du département ont été concernées.

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 la Mer (MEEDDM) a demandé au BRGM de réaliser une cartographie de cet aléa à l'échelle de tout le département de la Corrèze, 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 devrait couvrir à terme l'ensemble du territoire métropolitain.

L'étude a été conduite par le Service Géologique Régional Limousin, en collaboration avec le Service Risques Naturels et Stockage du CO₂ du BRGM. Le financement en a été assuré à hauteur de 25 % par la dotation de service public du BRGM, le complément ayant été financé par le fond national de prévention des risques naturels majeurs, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée le 1^{er} juin 2007 avec la Préfecture de la Corrèze, le suivi technique étant assuré par la Direction Départementale des Territoires (DDT).

La démarche de l'étude a d'abord consisté à établir une cartographie départementale synthétique des formations à dominante argileuse ou marneuse, affleurantes à subaffleurantes, 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, ce qui a conduit à l'établissement d'une carte départementale de susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

La carte d'aléa a alors été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses, après hiérarchisation de celles-ci en tenant compte non seulement de la susceptibilité des formations identifiées, mais aussi de la probabilité d'occurrence du phénomène. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des sinistres en calculant, pour chaque formation sélectionnée, une densité de sinistres, rapportée à la surface d'affleurement réellement bâtie, 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 trois niveaux d'aléa (fort, moyen et faible).

- 0,01 % de la superficie départementale a été ainsi classée en aléa fort ;
- 1 % a été considéré en aléa moyen ;
- 47,16 % a été caractérisé par un niveau d'aléa faible ;
- 50,82 % de la surface correspond à des zones *a priori* non concernées par le phénomène.

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 Corrèze 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 éventuelle 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'une étude géotechnique à la parcelle 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

1. Introduction	11
2. Méthodologie	13
2.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX.....	13
2.1.1. Facteurs de prédisposition	14
2.1.1.1. Nature du sol.....	14
2.1.1.2. Contexte hydrogéologique	15
2.1.1.3. Géomorphologie	16
2.1.1.4. Végétation.....	16
2.1.1.5. Défauts de construction	17
2.1.2. Facteurs de déclenchement	17
2.1.2.1. Phénomènes climatiques.....	17
2.1.2.2. Facteurs anthropiques	18
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	20
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
3. Présentation du département de la Corrèze	23
3.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE.....	23
3.1.1. Régions naturelles et relief	23
3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE	24
3.2.1. Vents	25
3.2.2. Pluviométrie.....	25

3.2.3. Températures	26
3.3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL	26
3.3.1. Le domaine de socle	26
3.3.2. La couverture sédimentaire.....	29
3.4. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE : LES DIFFÉRENTS AQUIFÈRES DE LA CORREZE	30
4. Identification et cartographie des formations géologiques à dominante argilo- marneuse	33
4.1. DOCUMENTS ET MÉTHODOLOGIE UTILISÉS	33
4.1.1. Méthode utilisée	33
4.1.2. Établissement de la carte des formations argileuses au sens large	35
4.2. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES35	
4.2.1. Formations d'âge Quaternaire	38
Colluvions et éboulis (n°1).....	38
Colluvions de fond de vallons, cônes de déjection associés et remplissage de doline (n°2)	39
Alluvions récentes (n°3)	39
Alluvions anciennes (n°4).....	40
Alluvions anciennes argileuses (n°5)	40
Altérites sur terrains sédimentaires (n°6)	41
4.2.2. Formations du Cénozoïque.....	41
Argiles vertes à quartz et sables - Pontien (n°7)	41
Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés – Paléocène à Oligocène (n°8) 41	
4.2.3. Formations d'âge Mésozoïque	42
Calcaires marneux et marnes - Bathonien (n°9)	42
Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien (n°10)	43
Calcaire gréseux et marneux – Pliensbachien (n°11)	43
Alternances de calcaires localement gréseux et dolomitiques - Sinémurien (n°12) 44	

Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées – Hettangien supérieur (n°13)	44
Argiles vertes et noires et dolomies en dalles – Hettangien inférieur (n°14)	45
Conglomérats et grès blancs – Trias (n°15)	45
4.2.4. Formations d'âge Paléozoïque	46
Grès, argiles et calcaires – Permien (n°16)	46
Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien (n°17)	47
Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphanien (n°18)	47
4.2.5. Roches magmatiques et métamorphiques	48
Altérites du socle (n°19)	48
Formations à priori non argileuses	49
5. Caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des formations retenues	51
5.1. CRITÈRES DE HIÉRARCHISATION	51
5.1.1. Critères retenus	51
5.1.2. Méthode de classification	51
5.2. CRITÈRE LITHOLOGIQUE	52
5.2.1. Définition du critère lithologique et barème	52
5.2.2. Caractérisation lithologique	53
5.3. CRITÈRE MINÉRALOGIQUE	54
5.3.1. Définition du critère minéralogique et barème	54
5.3.2. Sources des données	55
5.3.3. Caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département de la Corrèze	56
5.4. CRITÈRE GÉOTECHNIQUE	62
5.4.1. Définition du critère géotechnique et barème	62
5.4.1.1. Généralités sur les expertises de sinistres	63
5.4.1.2. Indice de plasticité (Ip)	63
5.4.1.3. Essais au bleu de méthylène (Vb)	64
5.4.1.4. Retrait linéaire (RI)	65

5.4.1.5. Coefficient de gonflement (Cg).....	65
5.4.2. Source des données	66
5.4.3. Caractérisation géotechnique des formations argileuses et marneuses du département de la Corrèze	68
6. Élaboration de la carte de susceptibilité.....	71
6.1. DÉTERMINATION DU DEGRÉ DE SUSCEPTIBILITÉ.....	71
6.2. SUSCEPTIBILITE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES DU DEPARTEMENT DE LA CORREZE	71
6.3. CARTE DE SUSCEPTIBILITÉ	72
7. Analyse de la sinistralité	75
7.1. PROCEDURE DE DEMANDE DE RECONNAISSANCE DE L'ETAT DE CATASTROPHE NATURELLE	75
7.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTRÉES.....	76
7.2.1. Localisation des communes sinistrées.....	76
7.2.2. Analyse des périodes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle	78
7.3. COLLECTE DES DONNÉES DE SINISTRES	79
7.4. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTÉE A LA SURFACE BATIE	81
7.4.1. Détermination de la densité d'urbanisation par formation.....	82
7.4.2. Détermination du critère densité de sinistres	82
8. Carte d'aléa	85
8.1. DÉTERMINATION DU NIVEAU D'ALÉA	85
8.2. CARTE D'ALÉA.....	85
9. Conclusion.....	89
10. Bibliographie	91

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 Corrèze	24
Illustration 3 : Schéma géologique d'après la carte géologique à 1/1 000 000 (BRGM, 1996)	27
Illustration 4 : Caractéristiques des systèmes aquifères (SA) du RHF de la Corrèze.	31
Illustration 5 : Carte schématique des systèmes aquifères du RHF de la Corrèze et leur code SA (d'après les Agences de l'eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne – DREAL).	32
Illustration 6 : Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département	34
Illustration 7 : Regroupements des formations argileuses de la Corrèze.	36
Illustration 8 : Carte départementale synthétique des formations argilo-marneuses.....	37
Illustration 9 : Notes attribuées en fonction des caractéristiques lithologiques	52
Illustration 10 : Répartition par note lithologique des formations argileuses dans le département	53
Illustration 11 : Note lithologique des formations argileuses du département de la Corrèze.....	54
Illustration 12 : Seuils utilisés pour l'attribution des notes minéralogiques	55
Illustration 13 : Note minéralogique des formations argileuses et marneuses de la Corrèze.....	62
Illustration 14 : Note de susceptibilité par classe d'indice de plasticité.....	64
Illustration 15 : Note de susceptibilité par classe de valeur au bleu	64
Illustration 16 : Note de susceptibilité par classe de retrait linéaire	65
Illustration 17 : Note de susceptibilité par classe de coefficient de gonflement.....	66
Illustration 18 : Bureaux d'études ou organismes ayant réalisé les études géotechniques exploitées dans le cadre de l'étude	67
Illustration 19 : Localisation des études géotechniques exploitées dans le département de la Corrèze.....	67
Illustration 20 : Synthèse des notes géotechniques	69
Illustration 21 : Degré de susceptibilité par classe de note.....	71
Illustration 22 : Notes de susceptibilité des formations argileuses de la Corrèze.....	72
Illustration 23 : Carte de susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement des formations argileuses de la Corrèze	73
Illustration 24 : Arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour le département de la Corrèze	77
Illustration 25 : Communes concernées par un ou des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse et localisation des sinistres recensés.....	78
Illustration 26 : Durées de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse pour la période 1989-2005 (à la date du 31 décembre 2009).....	79

Illustration 27 : Nombre de sinistres recensés par commune	80
Illustration 28 : Répartition géologique des sinistres recensés et calcul des taux d'urbanisation et densités de sinistre par formation	83
Illustration 29 : Détermination de la note d'aléa	86
Illustration 30 : Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement de la Corrèze.....	87
Illustration 31 : Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa	88

Liste des annexes

Annexe 1 Liste des formations argileuses retenues.....	99
Annexe 2 Résultat des analyses par diffractométrie X de 21 échantillons	103
Annexe 3 Listes des sinistres	117

Liste des cartes hors-textes (échelle 1/125 000)

Carte 1 –	Carte départementale synthétique des formations argileuses et marneuses
Carte 2 –	Carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement des sols argileux
Carte 3 –	Carte départementale d'aléa retrait-gonflement des argiles

1. Introduction

Les phénomènes de retrait-gonflement de certains sols argileux provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement 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 1989-90 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 subaffleurantes 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 en dessous de laquelle les déformations dues au phénomène de retrait-gonflement deviennent peu significatif) 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 l'année 1989 (début d'application de cette procédure aux sinistres résultant de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols), près de 8 000 communes françaises, réparties dans 90 départements, ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle à ce titre. En septembre 2008, le coût des sinistres dus à la sécheresse, indemnisés en France entre 1989 et 2003 au titre du régime des catastrophes naturelles, a été évalué par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) à environ 3,9 milliards d'euros, ce qui en fait la deuxième cause d'indemnisation, juste derrière les inondations.

La Corrèze a été faiblement affectée par ce phénomène. Les arrêtés CatNat ont principalement concernés les périodes 89-90, 92-95 et l'été 2005. Au total, à la date du 31 décembre 2009, 6 des 286 communes que compte la Corrèze y ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle sécheresse, pour des périodes allant de mai 1989 à septembre 2005, soit un taux de sinistralité de 2,1 %. Aucune reconnaissance CatNat n'a été prise en 2003 mais 93 dossiers ont été déposés par la préfecture de la Corrèze pour une reconnaissance via la procédure exceptionnelle.

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 la Mer (MEEDDM) 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 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 Limousin en collaboration avec le Service Risques Naturels et stockage du CO₂ du BRGM. Le financement en a été assuré à hauteur de 25 % par la dotation de service public du BRGM, le complément ayant été financé par le fonds national de prévention des risques naturels majeurs, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Préfecture de Corrèze, le suivi technique étant assuré par la Direction Départementale des Territoires (DDT).

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, dont une soixantaine environ des départements est d'ores et déjà couverte.

2. Méthodologie

2.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

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.

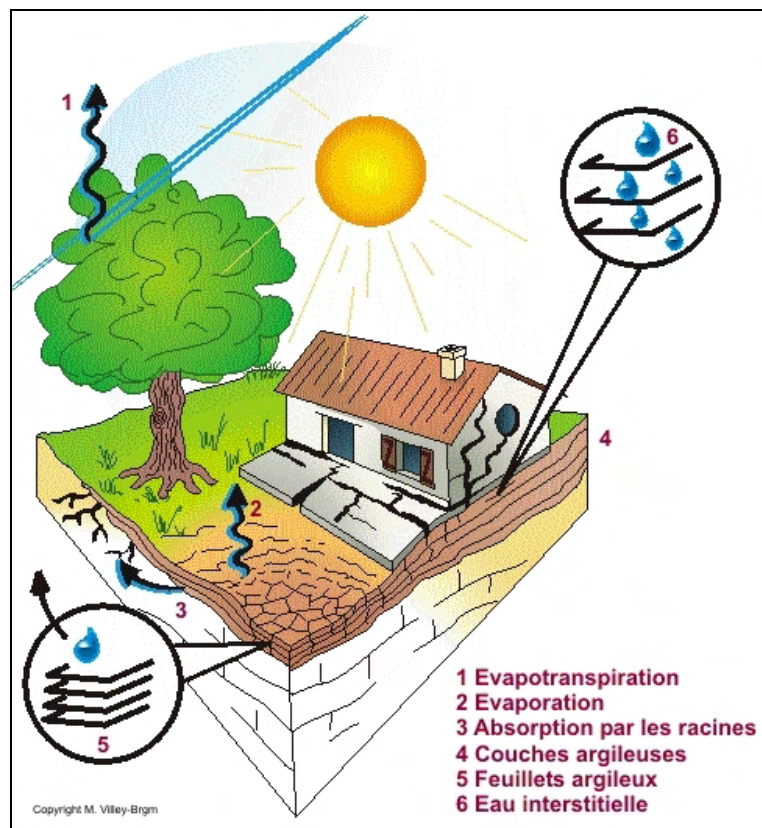


Illustration 1 : Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche

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. Nature du sol

La nature du sol constitue un facteur de prédisposition prédominant 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 subaffleurantes, 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 Corrèze, certaines formations métamorphiques de type micaschiste ou paragneiss, peuvent subir des phénomènes d'altération, ce qui se traduit par la présence en surface, d'une couverture argilo-sableuse généralement pas représentées 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 μm).

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 à silicification sujettes au phénomène de retrait-gonflement.

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 peut consommer jusqu'à 300 litres d'eau par jour en été (Habib, 1992). En France, les arbres considérés comme les plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait seraient les chênes, les peupliers, les saules, 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 post-sinistres confirme que de nombreuses maisons 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 directement induites par des variations climatiques saisonnières. La profondeur de terrain affectée par les fluctuations 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. 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 connu que de manière ponctuelle 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 raccordements 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), en Seine-Saint-Denis (Donsimoni *et al.*, 2001). Elle a été validée par le ministère en charge de l'environnement (actuel MEDDAT) et est désormais appliquée dans le cadre d'un programme qui concernera à terme la totalité du territoire métropolitain. Les départements de la Haute Vienne et de la Creuse feront simultanément l'objet d'une

étude similaire, réalisée avec la même méthodologie, ce qui permettra d'achever la couverture de l'ensemble de la région Limousin.

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 1/125 000.

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 et quelques analyses supplémentaires effectuées sur des échantillons prélevés spécifiquement dans le cadre de l'étude, 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 de nombreux rapports d'expertise de sinistres ou de reconnaissances avant aménagement réalisés par différents bureaux d'études et communiqués soit par ces mêmes bureaux d'étude, soit par les commanditaires de l'étude (sociétés d'autoroutes, mutuelles d'assurance, communes, etc.).

Pour des formations géologiques qui s'étendent au delà du département et pour lesquelles les données sont rares, nous avons repris les caractéristiques recueillies dans le cadre de l'étude des départements voisins.

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 départementale de l'aléa.

Le contexte hydrogéologique a fait l'objet d'une analyse spécifique sur la base d'éléments issus des notices de cartes géologiques 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 départementale de l'aléa.

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

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

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 sécheresses a été effectué auprès de toutes les communes du département.

Ces données ont été complétées en premier lieu par l'ensemble des dossiers archivés en préfecture, au Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (SIDPC). De plus, les dossiers conservés par la Caisse Centrale de Réassurance et certains 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 198 sites de sinistres qui ont été recensés et localisés avec précision (sur cartes topographiques de l'IGN à l'échelle 1/25 000). Ils sont répartis dans 36 communes et l'échantillon peut donc être considéré comme représentatif de l'occurrence spatiale du phénomène dans le département de la Corrèze.

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 avec les contours de la couche bâtie de la BDTOPO (B.D. TOPO. Lambert 2 étendu Novembre 2006 de l'IGN).

Ainsi, une hiérarchisation des formations géologiques argileuses et marneuses a été réalisée en fonction du taux de sinistralité ramené à 100 km² de formation géologique réellement bâtie.

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 km² de formation bâtie, 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 la Corrèze

3.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

D'une superficie de 5 865¹ km² (donnée Dictionnaire des communes du 15 avril 1997), le département de la Corrèze doit son nom à l'affluent de la Dordogne qui prend sa source près de Meymac.

Créé en 1790 par l'Assemblée nationale constituante sous le nom de département du Bas-Limousin, il acquiert son nom définitif de département de la Corrèze le 26 Février 1791. Il est divisé à l'époque en quatre districts : Brive, Tulle, Ussel, Uzerche.

En 2006, la population de la Corrèze était de 232 576 habitants, soit une densité de 39,41 habitants au km². Elle est répartie en 3 arrondissements : Tulle (préfecture), Brive la Gaillarde et Ussel, regroupant au total 286 communes.

3.1.1. Régions naturelles et relief

Le département de la Corrèze s'étend sur 3 entités géographiques (Illustration 2) :

La montagne limousine au nord

Cette zone de montagne comprend le massif des Monédières et le plateau de Millevaches, le point culminant étant le mont Bessou à 977 m d'altitude. Elle est classée en zone de montagne par l'administration française ;

Les plateaux périphériques de la moyenne Corrèze

Perchés à 600 m d'altitude au dessus des gorges de la Dordogne, ils sont disséqués par ses affluents de la rive droite. Nous retrouvons la même disposition en rive gauche de la Dordogne avec les plateaux de la Xaintrie localisés à une altitude de 600 m ;

Le bas-pays formé par la dépression du bassin de Brive

Les bas-plateaux sont situés en position périphérique. Leur altitude moyenne et la vigueur de leur dissection diminue du sud au nord. Nous avons le plateau d'Uzerche, profondément entaillé par la Vézère. Le plateau de la basse marche, vers 300 m, est faiblement incliné vers le nord-ouest et drainé par le bassin de la Gartempe. Nous avons également les bassins de Brive et de Meyssac, dont la topographie est

¹ Nous prendrons en compte, pour la suite de l'étude, les données surfaciques de la BD Carto© de l'IGN de novembre 2006 calculées en coordonnées cartésiennes. Dans ce contexte, la surface du département est évaluée à 5 901km².

davantage aplanie. Ils ont un caractère spécifique puisqu'ils ont été dégagés dans les sédiments tendres de la fin du Primaire et du début du Secondaire. Ces deux dépressions présentent un relief collinéen, traversé par de larges vallées alluviales et dominé par les bordures nord-est du Périgord Blanc et du Causse de Martel. Ce secteur est souvent qualifié de « riant portail du midi » (cf. Illustration).



Illustration 2 : Carte de présentation du département de la Corrèze

3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE

Département de transition entre l'Aquitaine et le Massif central, la Corrèze voit son altitude s'élever graduellement du bassin de Brive au plateau de Millevaches, véritable château d'eau de la façade atlantique. Ce relief explique la très grande variété des climats corrèziens (source : <http://www.meteo-mc.fr/>).

On peut distinguer nettement 5 zones climatiques en Corrèze :

- Bassin de Brive : Climat de type océanique méridional, proche du climat aquitain. Les précipitations y sont peu abondantes. Les températures sont douces l'hiver (peu de chutes de neige) et élevées l'été avec de fréquents orages. En bordure du Lot, l'extrémité sud de cette zone possède un sous-sol calcaire.
- Pays de Vézère, Auvézère : Climat de type océanique. Cette zone collinéenne aux nombreux bocages faisant partie du Plateau limousin, est soumise à une atmosphère pluvieuse. Faible amplitude des températures, assez clémentes en général. Peu de chutes de neige.
- Pays de Tulle : Climat de type océanique altéré. Le climat y est plus continental que sur le bassin de Brive avec des températures plus basses et des précipitations plus importantes. Amplitude marquée des températures (élevées l'été mais nombreuses gelées l'hiver).
- Dordogne, Xaintrie : Climat de type océanique altéré. La vallée de la Dordogne est caractérisée par des températures douces et des orages assez fréquents. La Xaintrie est caractérisée par des températures fraîches avec des gelées fréquentes et des précipitations assez abondantes.
- Monédières, plateau de Millevaches : Climat de montagne à tendance océanique très humide, localement climat de montagne rigoureux. Températures basses, nombreuses gelées, chutes de neige fréquentes. Le tiers oriental de cette zone est un climat de montagne protégé (précipitations plus modérées par effet de Foehn partiel).

3.2.1. Vents

- Vent d'Ouest dominant : perturbé ou non, assez régulier et d'intensité généralement faible, parfois modérée. Sa perception est particulièrement marquée en altitude (Monédières et plateau de Millevaches).
- Vent de sud-est ou Autan : tiède et toujours turbulent. Annonce très souvent une dégradation générale du temps.
- Effet de Foehn : en flux d'Ouest perturbé, assèchement partiel de la masse d'air sur la région d'Ussel.

3.2.2. Pluviométrie

Département de transition entre l'Aquitaine et le Massif central, la Corrèze voit son altitude s'élever graduellement de la région de Brive au plateau de Millevaches, véritable château d'eau de la façade atlantique, où le nombre de jours par an avec pluie avoisine 190. L'ensemble du département est d'ailleurs assez pluvieux, peu favorisé par sa disposition en pente ascendante face aux vents humides d'origine océanique.

Moyenne pluviométrique à Brive : 920 mm/an

Moyenne pluviométrique à St-Yrieix-le-Déjalat : 1 660 mm/an

3.2.3. Températures

Les températures sont en revanche très contrastées. Un écart considérable, en moyenne de 4 à 5 degrés, sépare les températures diurnes du plateau de Millevaches, pays froid et enneigé l'hiver, de celles des vallées de la Vézère, en aval d'Uzerche, de la Corrèze, en aval de Tulle et de la Dordogne, en aval d'Argentat, où les étés sont particulièrement chauds.

Moyenne des températures minimales à Brive : 6,4°C ; maximales : 17,1°C

Moyenne des températures minimales à Tulle : 5,3°C ; maximales : 16,8°C

Moyenne des températures minimales à Ussel : 2,5°C ; maximales : 14,1°C

3.3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Une carte géologique très simplifiée, tirée de la carte de France à l'échelle 1/1 000 000, résume cette présentation (BRGM 1996). L'histoire géologique de la région correspond à celle de la partie occidentale du Massif Central.

Le département de la Corrèze doit la typicité de son paysage à une histoire géologique complexe. La morphologie variée des réseaux hydrographiques est aussi le reflet de la diversité lithologique et structurale du département.

3.3.1. Le domaine de socle

Le département de la Corrèze est caractérisé par une géologie complexe de vieux socle cristallin, acquise pendant l'orogénèse de la Chaîne hercynienne. En effet, le Limousin a acquis une structure en nappes de charriage superposées, due à une succession de collisions de plaques tectoniques au cours de son histoire.

La structure géologique de la Corrèze se présente comme un empilement et une juxtaposition de quatre unités lithotectoniques (Illustration 3) :

- les Unités épizonales, affectées par un métamorphisme de schistes verts (moyenne température – moyenne pression) ;
- l'Unité Supérieure des Gneiss (USG) (440-400 Ma), caractérisée par un complexe leptynique, sans orthogneiss, et accompagnée de massifs de diorites quartziques ;
- l'Unité Inférieure des Gneiss (UIG) (390-375 Ma), composée de paragneiss injectés d'orthogneiss, avec, parfois, au sommet de la nappe, des reliques de métamorphisme de haute pression (éclogites et péridotites à grenat) ;
- l'Unité Para-autochtone des Micaschistes (UPM) d'âge précambrien (avant 542 Ma) incluant des niveaux de quartzites, des faciès leptyniques et quelques rares orthogneiss ; ces micaschistes constituent l'encaissant des massifs de leucogranite.

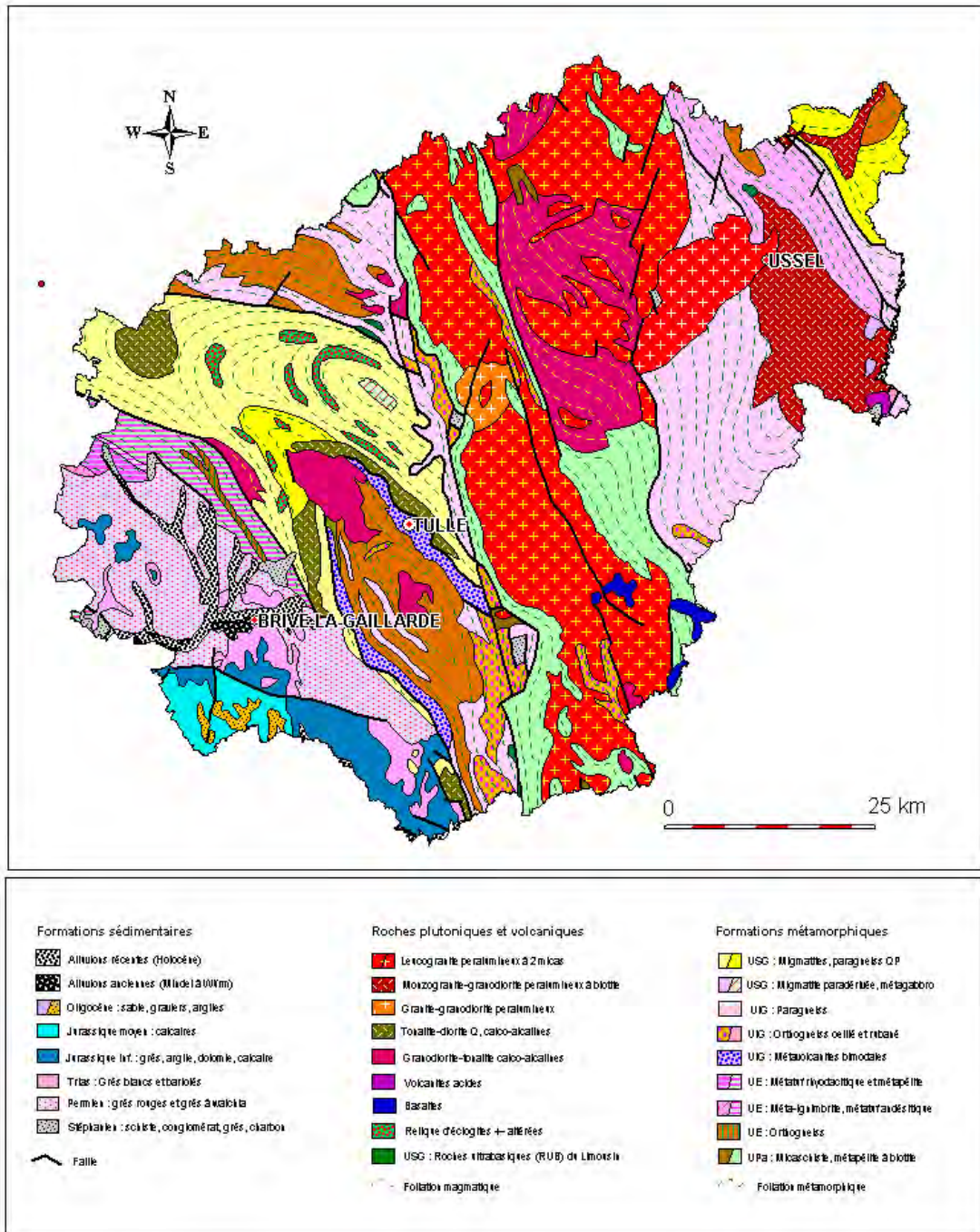


Illustration 3 : Schéma géologique d'après la carte géologique à 1/1 000 000 (BRGM, 1996)

La mise en place de ces quatre unités se résume à trois grandes étapes.

La **phase éovarisque** :

Au Silurien (-443,7 à - 416 Ma), le socle limousin enregistre les premiers effets d'un métamorphisme varisque de haute pression, dans la zone de subduction de la mer centralienne. Elle affecte les Unités Supérieure et Inférieure des Gneiss ; le phénomène va perdurer jusqu'à la fin du Dévonien inférieur.

La **phase médiovarisque** :

Au Dévonien inférieur (-416 à -397,5 Ma) : la poursuite de la remonté d'ensemble du Gondwana et la fermeture de l'Océan Massif Central dès la fin du Silurien, entraîne le chevauchement de l'USG sur l'UIG.

Des lambeaux de péridotites serpentinisées, vestiges de la croûte océanique subductée, piégés au niveau du contact entre les deux unités, matérialisent ce chevauchement.

Au cours du Dévonien (-410 à -375 Ma), la croûte lithosphérique mantellique de la plaque plongeante (UIG) se détache et provoque le soulèvement des unités gneissiques. Cette décompression entraîne la fusion partielle de la partie basale de l'USG, et la mise en place de l'Unité Anatectique d'Aubusson (~ -375 Ma).

L'anatexie des métagrauwackes à amphiboles de l'UPM ou de l'UAA serait également à l'origine de la mise en place des roches intermédiaires à basiques du type diorites-tonalites entre -380 et -360 Ma (ce qui semble être confirmé par les relations sur le terrain et les datations radiométriques).

Au nord, l'Océan Rhéique amorce sa fermeture par subduction de la plaque océanique vers le sud, sous le continent Armorica.

Au Dévonien supérieur (-360 à -350 Ma), la compression varisque débute véritablement, et est accompagnée d'un métamorphisme de MT-MP (synfolial barrowien), affectant les trois unités lithotectoniques (USG, UIG et UPM).

Au nord, la subduction de l'océan Rhéique se poursuit vers le sud, sous le continent Armorica, avec la création de bassins d'extension dits "d'arrière arc".

La **phase néovarisque** :

Au Carbonifère inférieur (~ 350 à 320 Ma), la collision entre les continents Laurussia et Gondwana succédant à la fermeture de l'océan Rhéique entraîne une réactivation de la compression au sud de la chaîne hercynienne. L'USG et l'UIG se retrouvent alors charriées sur les micaschistes de l'unité dite "Para-autochtone des Micaschistes" (UPM).

Les bassins d'arrière-arcs, nés de la subduction de la lithosphère océanique de l'océan Rhéique, sont enfouis en régime épizonal de MT-MP, puis charriés sur l'ensemble USG / UIG / UPA.

A la fin du Carbonifère et au début du Permien (- 320 à -280 Ma), une phase d'amincissement crustal et d'extension entraîne l'effondrement de la chaîne.

Au cours de cette phase néovarisque, les roches métamorphiques subissent une forte anatexie conduisant à la genèse de différents types de granite, tels les massifs granitiques polyphasés de type Guéret, les leucogranites du Millevaches, et les différents massifs de granitoïdes des Combrailles, de la Marche et du Plateau d'Aigurande, d'Auriat, de Saint Goussaud.

L'histoire géologique paléozoïque du Limousin est assez complexe, et plusieurs théories sont avancées par les différentes "écoles" scientifiques.

La région Limousin ayant hérité d'un important réseau de failles de l'orogénèse hercynienne, celles-ci ont été diversement sollicitées lors des orogénèses pyrénéennes et alpines. Des mouvements plus tardifs ont également eu lieu, comme en témoigne le volcanisme de la Chaîne des Puys.

3.3.2. La couverture sédimentaire

Seule la partie sud-ouest du département enregistre le dépôt d'une couverture sédimentaire.

Au Permien (-299 à -251 Ma), le département enregistre l'accumulation de vastes épandages détritiques continentaux dans le Bassin de Brive, occasionnée par l'érosion des reliefs hercyniens.

Au Trias (-251 à -199 Ma), la pénéplanation de la chaîne hercynienne se termine avec le dépôt de sédiments continentaux (grès blancs) et lagunaires.

Le Jurassique inférieur (-199 à -175,6 Ma) est caractérisé par une phase de transgression marine, dont le maximum d'extension est représenté par les marnes noires du Toarcien moyen.

Le Jurassique moyen (-175,6 à -164,7 Ma) enregistre une baisse du niveau marin amorcée dès la fin du Toarcien, qui s'exprime par le dépôt de calcaires souvent oolitiques. L'étage Callovien n'est pas représenté sur la carte géologique départementale.

Au Tertiaire, le Massif Central est rajeuni par l'orogénèse pyrénéenne et alpine. Les matériaux d'altération, dus au démantèlement de ces nouveaux reliefs, vont être transportés, et se sédimenter dans les dépressions du socle, comme en témoignent les dépôts détritiques éocènes.

Le Miocène supérieur est caractérisé par la mise en place des phonolites de Bort-les Orgues.

Au Pliocène et au Quaternaire un réseau hydrographique en nappes va déposer des épandages fluviatiles, puis dès la phase froide du Günz, les réseaux vont se structurer, creuser et déposer les alluvions des terrasses et des vallées actuelles.

3.4. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE : LES DIFFÉRENTS AQUIFÈRES DE LA CORREZE

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 la Corrèze peuvent être classées en trois grands ensembles. D'une part, les nappes "profondes et continues" en domaine de couverture sédimentaire, d'autre part les nappes en zone de socle souvent altéré, et enfin les nappes plus "superficielles" des formations fluviatiles et alluviales.

Les systèmes aquifères (SA) du territoire français sont répertoriés dans une base géoréférencée nommée Référentiel Hydrogéologique de la France (RHF). Les SA de la Corrèze sont regroupés dans le tableau de l'illustration 4 et leur extension géographique est précisée sur la carte de l'illustration 5.

Bassin hydrologique	Code	Nom	Surface (km ²)	Type	Etat
Adour - Garonne	5040	Calcaires des Causses du Quercy, BV Corrèze - Vézère	233,428	Dominante sédimentaire	libre
Adour - Garonne	5006	Socle, BV Dordogne	5126,72	Socle	libre
Adour - Garonne	5004	Socle, BV Isle - Dronne	1513,52	Socle	libre
Adour - Garonne	5034	Calcaires, dolomies et grès du Lias, BV Dordogne	429,138	Dominante sédimentaire	libre
Adour - Garonne	5005	Socle, BV Vézère	2154,25	Socle	libre
Adour - Garonne	5033	Grès du Bassin de Brive	632,065	Dominante sédimentaire	libre

Bassin hydrologique	Code	Nom	Surface (km ²)	Type	Etat
Adour - Garonne	5024	Alluvions de la Dordogne	699,275	Alluvial	semi-captif
Adour - Garonne	5039	Calcaires des Causses du Quercy, BV Dordogne	905,581	Dominante sédimentaire	libre
Adour - Garonne	5078	Sables, grès, calcaires et dolomies de l'Infra-Toarcien	658,471	Dominante sédimentaire	semi-captif
Adour - Garonne	5099	Alluvions de la Vézère et de la Corrèze	121,928	Alluvial	libre
Loire - Bretagne	4057	Massif central, BV Vienne	202,647	Socle	Libre
Loire - Bretagne	4055	Massif central, BV Creuse	1,1286	Socle	Libre

Illustration 4 : Caractéristiques des systèmes aquifères (SA) du RHF de la Corrèze.

Les systèmes 5024 et 5099 concernent des aquifères alluviaux dont les niveaux piézométriques sont souvent très superficiels et peuvent être soumis à des fluctuations importantes.

Le système 5078 correspondant à l'aquifère semi-captif des sables, grès, calcaires et dolomies de l'Infra-Toarcien joue un rôle modeste dans le phénomène de retrait-gonflement.

Les systèmes 5040, 5034, 5033, 5033, 5039, correspondent à des aquifères libres, localement de type karstique, développés dans des séries gréseuses et carbonatées souvent épaisses.

Le système 5006, 5004, 5005, 5057, 5055 caractérise le domaine de socle, souvent caractérisée par une altération superficielle pouvant localement être argileuse, et par une zone fracturée pouvant contenir une nappe aquifère.

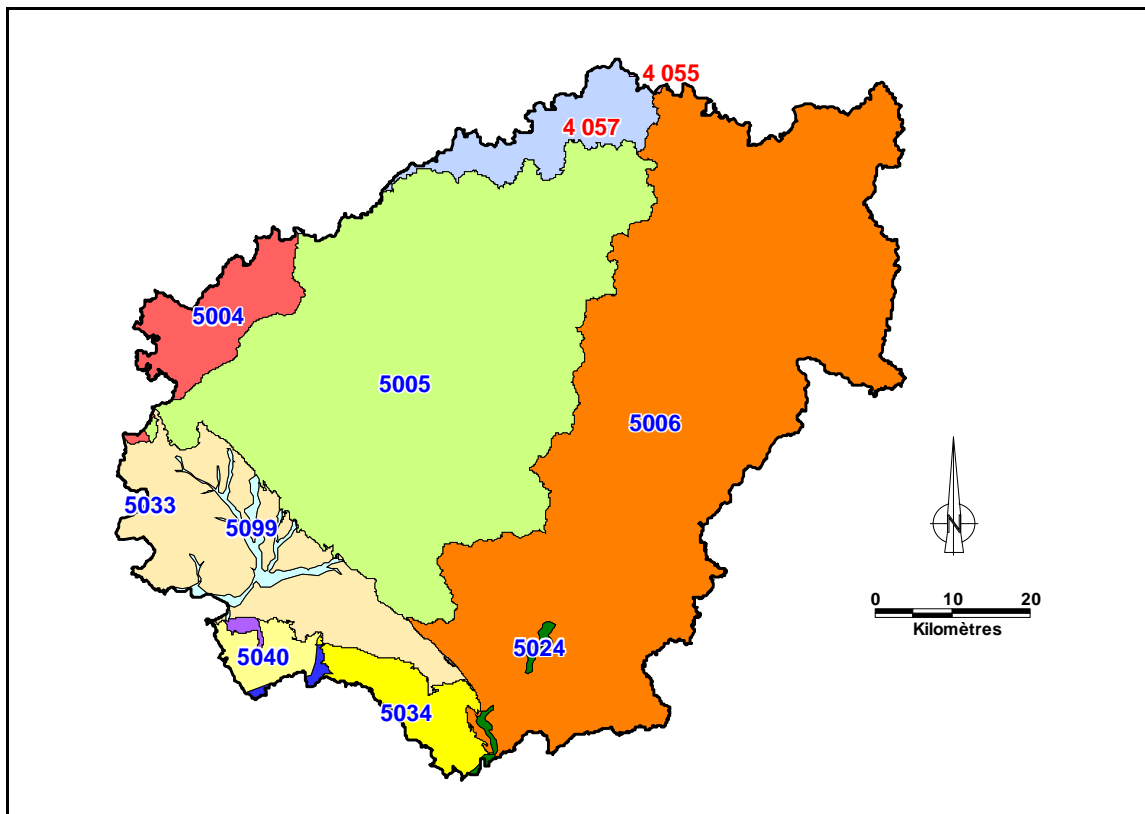


Illustration 5 : Carte schématique des systèmes aquifères du RHF de la Corrèze et leur code SA (d'après les Agences de l'eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne – DREAL).

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

4.1. DOCUMENTS ET MÉTHODOLOGIE UTILISÉS

4.1.1. Méthode utilisée

L'objectif est de disposer d'une carte des formations géologiques à dominante argilo-marneuse du département de la Corrèze, afin d'identifier les zones sujettes 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 synthétique des formations argileuses et marneuses du département.

Cette cartographie a été réalisée à partir des cartes géologiques du BRGM à l'échelle 1/50 000, qui constituent la partie prépondérante des données de base prises en compte pour la réalisation de cette synthèse cartographique, et la carte départementale géologique harmonisée (Chèvremont et Donsimoni, 2009), établie dans le cadre de la présente étude comme préalable indispensable à la réalisation de la carte d'aléa. Les cartes à 1/50 000, réalisées pour la plupart dans les années soixante, avec une représentation répondant aux objectifs de l'époque, peuvent présenter localement des lacunes en ce qui concerne notamment les formations superficielles, et leur fiabilité ponctuelle est souvent limitée. Ces cartes ont été partiellement complétées par la consultation de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) du Service Géologique Régional ainsi que d'études effectuées dans le cadre de diagnostics de sinistres retrait-gonflement ou de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, mais 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 aussi 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 des cartes géologiques comporte tout ou partie des 21 coupures suivantes (Illustration 6) : **Royère** (coupure n° 690), **Felletin** (coupure n° 691), **Châteauneuf-la-Forêt** (coupure n° 713), **Bugeat** (coupure n° 714), **Ussel** (coupure n° 715), **Bourg-Lastic** (coupure n° 716), **St. Yrieix-la-Perche** (coupure n° 736), **Uzerche** (coupure n° 737), **Meymac** (coupure n° 738), **Bort-les-Orgues** (coupure n° 739), **La-Tour-d'Auvergne** (coupure n° 740), **Juillac** (coupure n° 760), **Tulle** (coupure n° 761), **La-Roche-Canillac** (coupure n° 762), **Mauriac** (coupure n° 763), **Terrasson** (coupure n° 784), **Brive-la-Gaillarde** (coupure n° 785), **Argentat** (coupure

n° 786), **Pleaux** (coupure n° 787), **Souillac** (coupure n° 809), **Saint-Céré** (coupure n° 810).

Il est à noter que les feuilles 690, 691 et 715 ne sont pas encore publiées : il s'agit de maquettes provisoires qui ont cependant été valorisées lors de l'harmonisation mais pour lesquelles il n'existait pas de notice pour la présente étude.

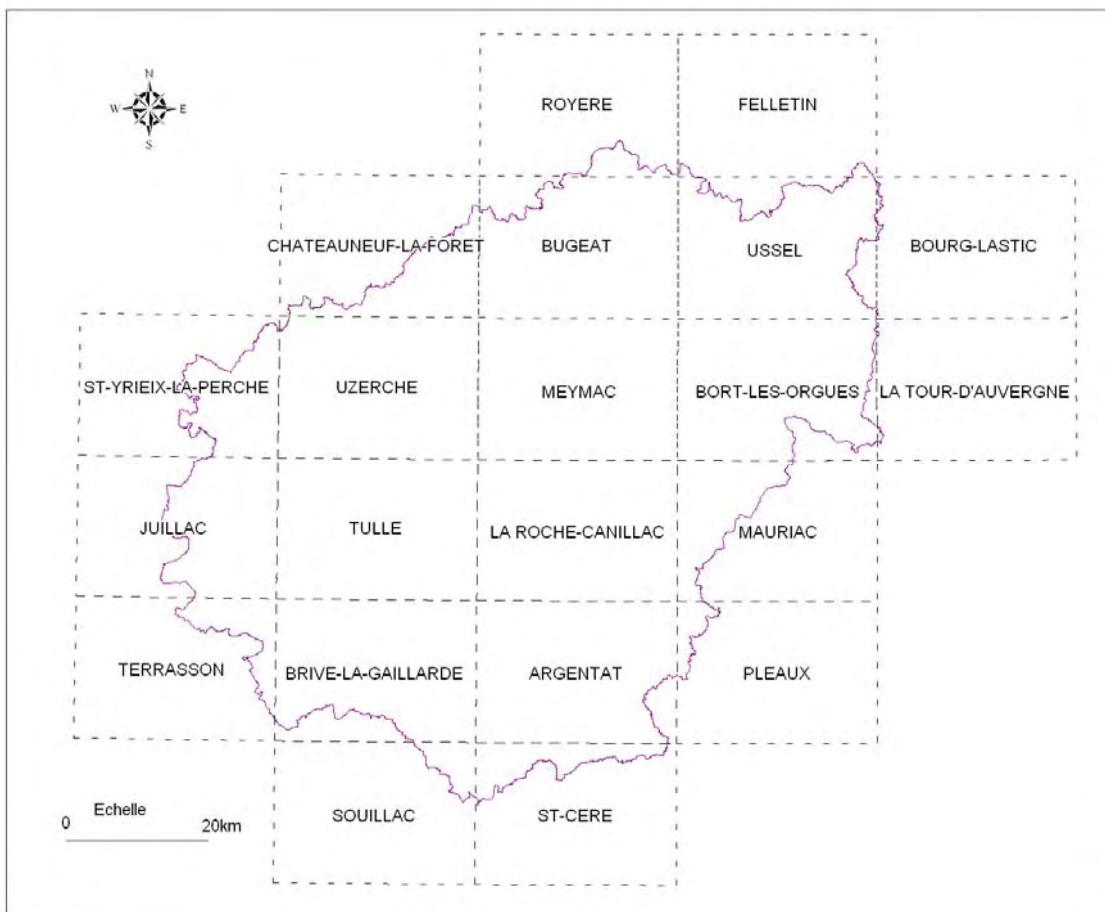


Illustration 6 : Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département

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

4.1.2. Établissement de la carte des formations argileuses au sens large

Dans certains cas, les argiles ou marnes constituent la majeure partie de la formation retenue. C'est par exemple le cas des Marnes du Toarcien 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 Corrèze 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 non argileux (calcaire, sables, conglomérat...). 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, et 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 (c'est le cas en particulier des *Grès permien*s). 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 dans la note lithologique.

La carte des formations argileuses de la Corrèze établie dans le cadre de l'étude constitue finalement une représentation interprétée des zones susceptibles 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 ont ainsi été retenues sur cette carte.

4.2. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES

Le tableau de l'illustration 7 présente la synthèse des 19 formations argileuses ou marneuses retenues dans le département de la Corrèze. Ce sont en réalité des regroupements de formations géologiques ayant des caractéristiques lithologiques semblables. Le tableau de l'annexe 2 montre le détail des formations géologiques associées à chaque regroupement.

Code_arg	Notation_arg	Description	Surface (km ²)	% Surface départementale
1	C-E	Colluvions et éboulis	23,66	0,40%
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	95,05	1,61%
3	FLG	Alluvions récentes	406,66	6,89%
4	Fxw	Alluvions anciennes	15,63	0,26%
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	4,81	0,08%
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	32,19	0,55%
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	0,46	0,01%
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	21,61	0,37%
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien	48,14	0,82%
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	18,89	0,32%
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien	9,39	0,16%
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	33,97	0,58%
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur	23,41	0,40%
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	12,86	0,22%
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	95,99	1,63%
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	343,93	5,83%
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien	33,45	0,57%
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens	26,38	0,45%
19	USG	Altérites du socle	1594,67	27,02%
Total du Département			5900,75	100,00%

Illustration 7 : Regroupements des formations argileuses de la Corrèze.

La carte montrant l'extension géographique de ces 19 formations à composante argileuse est présentée sur l'illustration 8, ainsi qu'en carte hors texte, à l'échelle 1 / 150 000.

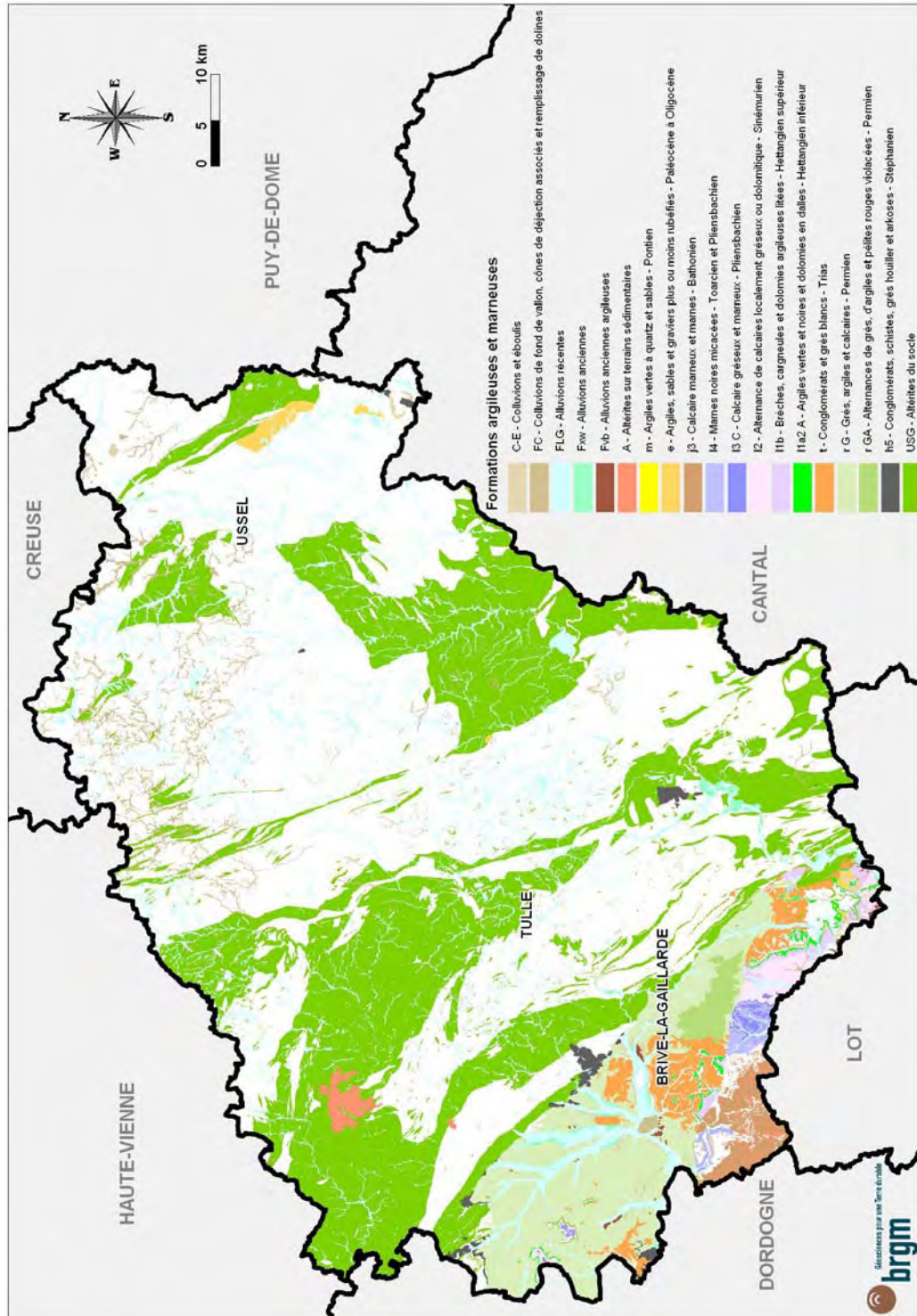
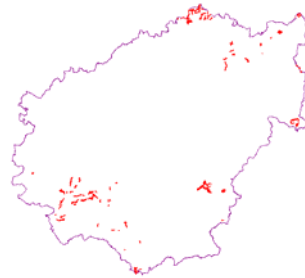


Illustration 8 : Carte départementale synthétique des formations argilo-marneuses

4.2.1. Formations d'âge Quaternaire

Les formations du Quaternaire ayant une composante argileuse sont essentiellement des alluvions (récentes ou anciennes), des colluvions et des formations glaciaires. Certaines de ces formations, bien qu'ayant une superficie très réduite, ont tout de même été représentées dans un souci d'exhaustivité.

Colluvions et éboulis (n°1)



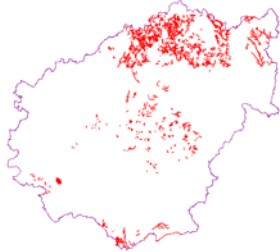
Cet ensemble, relativement peu étendu, est principalement rencontré au sud-ouest du département et au nord-est. Sur la carte géologique harmonisée au 1/50 000, il regroupe :

- les colluvions sur substrat permien (C/r1) ;
- les colluvions limono-argileuses de Veyrac (CV) ;
- les colluvions de bas de versant constituées de sables limono-argileux micacés (C).

Il comprend aussi les paquets glissés et les éboulis (notés E), ainsi que les éboulis de basalte ou de phonolites (Eβφ).

Ces colluvions présentent le plus souvent une lithologie limoneuse à sablo-argileuse mais ont été relativement peu décrites dans les notices des différentes feuilles géologiques. Sur la feuille de Brive-la-Gaillarde (sud-ouest du département), les grès triasiques alimentent au Nord et au Sud de Brive des colluvions sableuses (nommée colluvions de bas de versant constituées de sables limono-argileux micacés), avec rares blocs de grès, dont l'épaisseur atteint 8 mètres. Ces colluvions colmatent des vallons, masquent d'anciennes alluvions et alimentent, dans une très large mesure, les alluvions récentes des vallées. Nourries par des processus naturels et anthropiques depuis le début du Würm, pour le moins, ces formations connaissent de perpétuels remaniements, d'autant plus qu'elles sont le siège d'importantes circulations d'eau et qu'elles sont susceptibles de glisser en masse.

Colluvions de fond de vallons, cônes de déjection associés et remplissage de doline (n°2)



Principalement localisées dans le nord du département, mais également dans le sud, les colluvions de fond de vallons et leurs cônes de déjection associés sont formés de cailloutis à matrice argilo-limoneuse et d'argiles pouvant atteindre une épaisseur de 4 m. Leur âge est essentiellement postglaciaire à actuel.

Les remplissages de dolines et des vallées sèches sont également constitués de cailloutis à matrice argilo-sableuse souvent rubéfiée, dont l'épaisseur peut avoisiner 20 m.

Alluvions récentes (n°3)

Cet ensemble, largement étendu sur l'ensemble du département, comprend les formations de la carte géologique harmonisée suivantes :

- les Tourbières et marais actuels (FzT) ;
- les Alluvions récentes et actuelles (Fz) ;
- les Alluvions anciennes de très basse terrasse et de basse terrasse (Fy).



De loin la formation la plus représentée, les *Alluvions récentes* sont constituées par des galets de roches cristallines, de quartz, enrobés dans une matrice sableuse, et par des lits et lentilles de sables limono-argileux.

Les *Alluvions anciennes de très basse terrasse et de basse terrasse*, présentant une épaisseur variant entre 2 à 15 m sont constituées de galets de roches cristallines et volcaniques dans une matrice sablo-argileuse ou limoneuse.

Les *Tourbières et marais actuels* consistent quant à elles en de vastes dépressions plates situées sur le haut plateau. L'épaisseur de la tourbe peut atteindre plusieurs mètres comme le montre l'exploitation au Sud de Florentin. Ces niveaux tourbeux, localisés principalement au nord-est du département ont été intégrés compte tenu de leur très forte compressibilité pouvant induire des désordres importants au bâti, même s'il ne s'agit pas de retrait-gonflement au sens propre.

Enfin, cet ensemble comprend également les *Accumulations deltaïques lacustres* (FL) et les *Dépôts fluvio-glaciaires* (FG) qui affleurent sur de très petites superficies à l'est du département et qui présentent une lithologie voisine (sables et blocs qui peuvent être emballés dans une matrice plus argileuse).

Alluvions anciennes (n°4)

Localisées principalement au sud-ouest du département, cet ensemble comprend les alluvions anciennes de moyennes et de hautes terrasses (Fx et Fwc).



Les *Alluvions anciennes de moyenne terrasse* (Fx), datées du Riss sont formées de graviers et galets de quartz et roches du socle dans une matrice sablo-argileuse.

Les *Alluvions anciennes de haute terrasse* (Fwc), datée du Mindel peuvent être rencontrées en place ou remaniées et sont constituées de limons à galets.

Alluvions anciennes argileuses (n°5)

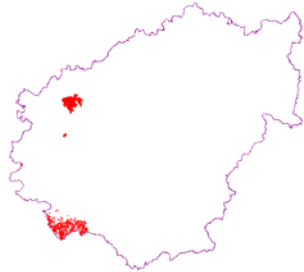
Cette formation se rencontre essentiellement dans le sud-ouest du département sur une relativement faible superficie (4 km²). Elle regroupe les formations des *Alluvions anciennes de haute terrasse* (30 à 35 m) en place ou remaniées (Fwb), des *Alluvions anciennes de haute terrasse* (40 à 50 m), notées Fwa, et des *Alluvions anciennes de très haute terrasse* (70 à 80 m), notées Fv.



Ces alluvions sont de nature lithologique beaucoup argileuse que les précédentes puisqu'elles sont constituées d'argiles rougeâtres ou brunes à grès et galets ferrugineux.

Altérites sur terrains sédimentaires (n°6)

Les *Altérites sur terrains sédimentaires* se trouvent au sud et à l'ouest du département.



L'érosion quaternaire des calcaires domériens (Pliensbachien supérieur) a donné un limon rouge à chailles à Saint-Robert et à Ayen.

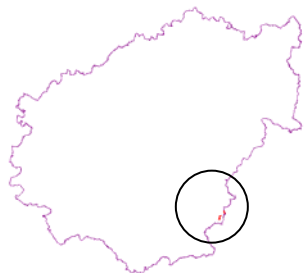
Sur le Dogger, il s'agit d'argiles rouges à pisolithes de fer à passées kaoliniques et de sables et grès ferrugineux.

Sur le Lias, les altérites sont constituées de galets arrondis à majorité de quartz de 10 à 15 cm de diamètre, dans une matrice d'argile rougeâtre.

4.2.2. Formations du Cénozoïque

Argiles vertes à quartz et sables - Pontien (n°7)

Cette toute petite formation (0,45 km²) affleure à l'est du département.

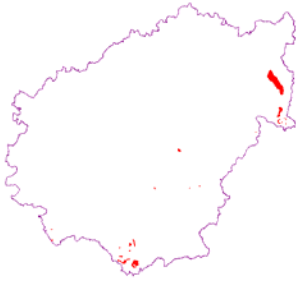


Il s'agit de formations argilo-sableuses jaunâtres, parfois vertes ou brunes, contenant kaolinite, smectite et quartz, coiffant indifféremment les argiles fauves ou les argiles bariolées de l'Oligocène.

Attribuées originellement au Miocène terminal (Pontien = Messinien), ces formations semblent se rattacher par analogie de faciès aux "Sables Fauves" et "Glaises bigarrées" d'Aquitaine, d'âge Serravalien et Tortonien. Le Messinien serait plus une période d'érosion que de dépôt, dans le sud-ouest de la France.

Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés – Paléocène à Oligocène (n°8)

Localisée à l'est et au sud, cette formation regroupe des galets siliceux dans une matrice argileuse du Sidérolithique (e-m(gs)), des argiles à graviers du Paléocène à Oligocène (e-g et e1-5).



Les argiles à graviers de l'Éocène à l'Oligocène (bien que leur âge soit difficile à déterminer) sont une formation résiduelle constituée d'argiles à graviers ; les galets y sont rares, les argiles très limoneuses sont ocre, l'ensemble évoquant des colluvions de versant.

Les argiles à graviers du bassin de Martel (Paléocène à Lutétien supérieur) sont constituées de galets de quartz et sables grossiers argileux d'une épaisseur pouvant atteindre 50 m. Constituées vers la base par 10 à 15 m de graviers argileux et de galets de quartz ($\varnothing = 10$ cm) souvent rubéfiés, elles sont surmontées par des galets de quartz de plus en plus gros (jusqu'à 30 cm) vers le haut, à matrice argilo-graveleuse.

Enfin, essentiellement représentées dans le nord-est du département, la formation du Sidérolithique forme une bande allongée de plusieurs kilomètres, masquant les gneiss et les migmatites de la série du Chavanon. Ces formations sont en fait caractérisées par des sables et argiles ocre contenant des galets de quartz. Ces dépôts, dont l'épaisseur variable est difficile à déterminer, ne peuvent s'observer qu'à la faveur de tranchées ou d'excavations.

4.2.3. Formations d'âge Mésozoïque

Calcaires marneux et marnes - Bathonien (n°9)

Située au sud-ouest du département, cette formation rassemble les calcaires à bancs marneux (j3b3) et les calcaires en plaquettes et marnes noires (j3b2) du Bathonien moyen, ainsi que les calcaires sublithographiques et marnes noires du bathonien inférieur (j3a).



Ce sont à la base, des calcaires fins et des marnes noires à laminites plus abondantes vers le sommet du Bathonien inférieur, puis des calcaires à bancs marneux, des calcaires en plaquettes et des marnes noires à Pholadomya, à Cidaris et Zeillera du Bathonien moyen.

Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien (n°10)

Localisée au sud-ouest du département, cette formation regroupe les *Marnes noires micacées* du Toarcien (I4) et du Domérien inférieur (I3b1).



Les Marnes noires micacées constituent le terme ultime du Jurassique inférieur ; celui-ci est représenté de bas en haut par 40 m de marnes gris-bleu plus ou moins schisteuses, 10 à 15 m de schistes cartons, et 5 à 10 m d'alternance de calcaires et de marnes.

Les marnes noires schisteuses micacées du Domérien inférieur sont assez semblables aux dépôts du Toarcien. Elles sont constituées d'une cinquantaine de mètres de marnes, généralement recouvertes de prés et rarement visibles. Les affleurements fragmentaires sont le plus souvent limités à la base des marnes. Ils sont riches en restes d'ammonites (*Dactyloceras*), de bélemnites (*Hastites*), de lamellibranches (*Harpax*). Le passage avec le Domérien supérieur se fait par une dizaine de mètres de marnes assez dures et gréseuses à bancs de grès concrétionnés. Ce niveau participe en partie à l'abrupt boisé. Comme les marnes du Toarcien, les dépôts sont caractéristiques d'un talus héli-pélagique.

Calcaire gréseux et marneux – Pliensbachien (n°11)

La formation affleure au sud-ouest du département et regroupe les deux faciès suivants :

- les calcaire bioclastique et gréseux roux, du Domérien supérieur (I3b2) ;
- les calcaire gréseux fin ou alternances de calcaires marneux et de marnes du Carixien (I3a).



A l'ouest de la faille de Lissac, le Carixien se compose de calcaires bioclastiques de quelques mètres d'épaisseur. A l'est, il atteint 10 à 12 mètres et comprend (1) au-dessus de la surface perforée et ferrugineuse du Sinémurien, 1 m de calcaire gréseux riche en Verneuilinoïdes mauritiri qui peut être attribué à la fin du Lotharingien ou au début du Carixien et (2) une dizaine de mètres d'alternances de calcaires et de marnes qui ont fourni des fossiles appartenant à toutes les fauni-zones.

A l'ouest de la feuille de Brive-la-Gaillarde, le Domérien est constitué par 4 ou 5 mètres de calcaires à chailles. A l'est, épais de 15 m environ, elle débute par 4 m d'alternances de calcaires et des marnes très fossilifères (*Gryphaea gigantea*, Térébratules, Bélemnites). Si ce niveau est très souvent masqué par des éboulis, les 7 à 10 m de calcaires roux bioclastiques qui leur sont superposés forment une falaise ou un abrupt boisé très net dans toute la région.

Alternances de calcaires localement gréseux et dolomitiques - Sinémurien (n°12)

La formation affleure également au sud-ouest du département et regroupe les trois faciès suivants :

- Alternance de calcaires oolithiques et de calcaires sublithographiques du Sinémurien supérieur (I2b) ;
- Alternances de calcaires et de dolomies du Sinémurien inférieur (I2a) ;
- Calcaires et dolomies du Sinémurien inférieur et dolomies de l'Hettangien supérieur (I1c-2a).

C'est un ensemble de 40 à 50 m de sédiments essentiellement calcaires. La partie supérieure moins marneuse résiste mieux à l'érosion et forme des abrupts boisés. La moitié inférieure par contre, plus tendre, composée de calcaires marneux et gélifs et de marnes dolomitiques, est fréquemment complètement masquée par les colluvions (rive gauche du Vell). La coupure entre Sinémurien inférieur et supérieur est donc assez factice et n'a qu'une valeur cartographique.



Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées – Hettangien supérieur (n°13)

Les Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées de l'Hettangien supérieur (ou formation de Capdenac), affleurant au sud du département, est constituée par 50 m de

brèches, cargneules et dolomies argileuses litée. Celles-ci correspondent à la dissolution de l'anhydrite en milieu supralittoral. En surface, ce niveau affleure mal et il est très difficile de lui donner une épaisseur (20 à 30 m?).



L'altération de cette formation peut localement donner des accumulations d'argiles superficielles, non représentées sur les cartes géologiques de cette génération.

Argiles vertes et noires et dolomies en dalles – Hettangien inférieur (n°14)



La Formation du Maillet, d'âge Hettangien inférieur, est représentée par 2 à 20 m d'argiles vertes et noires et dolomies en dalles. Elle affleure dans le sud-ouest du département

L'Hettangien inférieur à prédominance argileuse comprend deux niveaux :

- à la base des argiles sableuses bariolées parfois très rouges, très variables en épaisseur: Ces argiles sont couronnées par un banc de grès noirâtre, généralement fin, parfois conglomératique sur les bordures (Sud du Puy-d'Arnac, Maurel) fréquemment et très souvent recouvert d'un enduit limoniteux. ;
- à sa partie supérieure, l'Hettangien inférieur est constitué d'une quinzaine de mètres d'argilites en majorité vertes souvent grises et noires, fréquemment bariolées en particulier vers le bas, avec intercalations de bancs dolomitiques et gréseux d'aspect généralement lité. Des débris ligniteux apparaissent à la base, au-dessus des grès, parfois associés à des marnes noires à riche palynologie ; un autre niveau noirâtre riche en microflore est situé au sommet de la série.

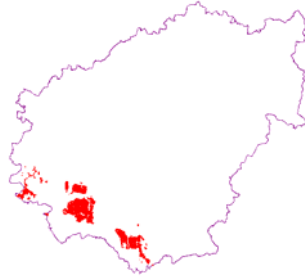
Sur la feuille Juillac, Les grès sont beaucoup moins grossiers et consolidés que dans la région de Brive.

Conglomérats et grès blancs – Trias (n°15)

Les dépôts détritiques d'âge triasique sont constitués, de bas en haut, par la série suivante :

- 15 à 25 m de grès bariolés plus ou moins grossiers à passées argileuses, lie de vin ;
- 20 à 30 m de grès assez fin, assez clair plus ou moins compact et kaolinisé présentant quelques rares passées argileuses colorées ;

- et 15 à 20 m de grès lie-de-vin sombre à stratifications entrecroisées à passées argileuses de couleurs vives.



4.2.4. Formations d'âge Paléozoïque

Grès, argiles et calcaires – Permien (n°16)

Les "Grès permien" regroupent 7 formations différentes caractérisées par une lithologie semblable.



De bas en haut ce sont :

- les " Grès de Grand'Roche" et les "Grès rouges inférieurs";
- les "Grès à Walchia" renfermant une flore à *Callipteris conferta* et *Lebachia (Walchia) piniformis*, représentés par des arkoses grises à jaunâtres, parfois conglomératiques ;
- les "Grès rouges de Brive", premier envahissement général du bassin de Brive par la couleur rouge, formés d'alternances irrégulières de grès solides, rouges ou clairs, et de couches argileuses, rouges et micacées, avec des lentilles conglomératiques, les "Grès rouges supérieurs" et les "Grès de Villac" ;
- les "Grès gris de Brignac", grès et argiles gris verdâtre intercalées dans les Grès rouges de Brive, avec une sédimentologie identique ;
- les conglomérats de l'Autunien indifférencié dans le nord-ouest du bassin de Brive;
- les "Grès de Grammont" (Saxono-Thuringien), grès gris jaunâtre ou roses, azoïques, à grain fin, à délits micacés, parfois schisteux, avec quelques pistes de vers et perforations ;

- les "Grès de Louignac" (Saxono-Thuringien), grès rouges à grain fin, à délits micacés, parfois schisteux.

A cette formation ont été ajoutés des faciès décrits comme calcaires sur la feuille de Juillac, à savoir un niveau calcaire supérieur de l'Autunien. En effet, d'après la feuille de Juillac, les faciès ne peuvent pas être bien distingués sur le terrain ce qui a conduit à dessiner une limite « fictive » entre les deux faciès sur cette feuille.

Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien (n°17)

Ce sont deux formations à lithologie semblable d'âge Saxono-Thuringien :

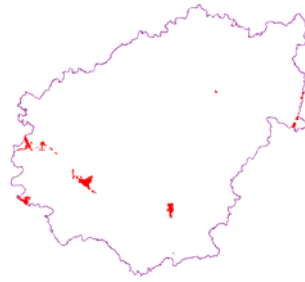
- les "Grès du Meyssac" et les "Argiles de la Bitarelle", constitués de grès rouges azoïques en bancs réguliers, parfois schisteux ;
- les "Grès de la Ramière" et les "Argiles de Stolan", constitués de grès, argiles et pélites, rouge violacé à rouge intense, à sédimentation entrecroisée et nombreux chenaux.



Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphanien (n°18)

Ce sont de bas en haut :

- des schistes noirs (Stéphanien inférieur) et arkoses, charbonneux, pouvant contenir des empreintes végétales (Pecopteris, Calamités, Cordaites) ;
- des arkoses (Stéphanien inférieur), présentes sous forme de bancs réguliers de 30 à 50 cm, non plissés, jaune clair, de granulométrie moyenne et régulière, à majorité de quartz et quelques feldspaths et micas ;
- dans les bassins de Lapeau et de l'Hospital, des dépôts fluvio-lacustres formés de conglomérats, schistes et grès houillers à flore du Stéphanien moyen.



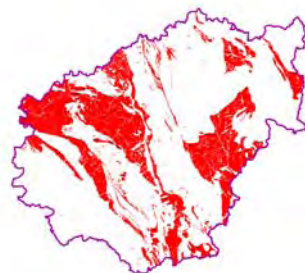
4.2.5. Roches magmatiques et métamorphiques

Altérites du socle (n°19)

De nombreuses formations de socle (Schistes, micaschistes et niveaux ardoisiers, etc.) sont plus ou moins localement susceptibles d'être altérées. Les limites et la nature des différentes zones altérées ne peuvent être déterminées puisque ces formations ont été peu décrites dans les notices des cartes géologiques et n'ont été représentées que sur 4 feuilles géologiques (pour lesquelles leur nature demeure néanmoins inconnue). Certaines données de la Banque du Sous-Sol (BSS) et plusieurs essais géotechniques confirment localement la présence d'argile notamment à travers la valeur de bleu (toutefois relativement faibles dans la plupart des cas), mais ces données ne sont pas suffisamment nombreuses pour établir des contours fiables à l'échelle de l'étude.

Nous avons pris le parti de conserver quelques formations pour lesquelles l'altération est la plus susceptible de présenter une fraction argileuse, sur la base de la connaissance du géologue régional, des données issues de la BSS, d'essais géotechniques réalisés sur ces formations, mais aussi de la sinistralité. Lorsque la formation a été jugée susceptible de présenter de l'altération, l'ensemble de la formation a été conservée ce qui a conduit à intégrer parmi les formations argileuses les formations suivantes :

- Schistes, micaschistes et niveaux ardoisiers – UTP, USG, UIG et UPM ;
- Paragneiss plagioclasiques à 2 micas – USG et UIG
- Diorites quartzifères et tonalites - Dévonien supérieur ;
- Amphibolites – UTP, USG, UIG et UPM ;
- Roches ultra-basiques – USG et UIG.



Formations à priori non argileuses

Parmi les formations qui sont considérées comme non argileuses, certaines peuvent néanmoins contenir des lentilles ou des poches argileuses ou marneuses d'extension limitée. Elles n'ont pas été prises en compte à l'échelle de la cartographie départementale. Néanmoins, ces lentilles ou poches argileuses peuvent être localement à l'origine de sinistres, mais cela ne justifie pas qu'il faille considérer l'ensemble de la formation comme sujette au phénomène de retrait-gonflement.

La Corrèze est en grande partie concernée par des formations de socle, qui peuvent présenter sur d'importantes superficies des zones d'altération plus ou moins argileuses. Comme mentionné dans le paragraphe 0, certaines formations, les plus susceptibles de présenter ce type d'altération ont été conservées. En revanche, d'autres formations de socle ont été écartées, l'altération y semblant moins importante ou de nature moins argileuse. Toutefois, nous considérons que nous sommes en limite de méthodologie quant à ces formations de socle et que la cartographie des formations superficielles à l'échelle du 1/50 000 pourrait permettre de localiser ces zones d'altération, ce qui dépasse largement le cadre de la présente étude.

L'ensemble de ces formations, représentant 50,8 % de la surface du département ont enregistré 5 sinistres déclarés, soit 2,5 % du nombre des sinistres.

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 subaffleurantes, 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 au 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, 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 19 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. Pour les trois caractéristiques naturelles des terrains, cela permet d'attribuer une note de 1 à 4 à chacune des formations identifiées.

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

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, de lentilles ou d'intercalations rares.

Il faut noter que cette caractérisation lithologique des formations est établie sur la base de l'expertise du géologue régional et qu'elle ne peut être totalement dépourvue d'une certaine subjectivité dans son appréciation. Sa valeur relative en vue d'une hiérarchisation des formations argileuses est cependant difficilement contestable. Le barème utilisé pour distinguer les différentes classes lithologiques est le suivant (Illustration 9) :

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 9 : Notes attribuées en fonction des caractéristiques lithologiques

5.2.2. Caractérisation lithologique

Les formations argileuses ont déjà été sélectionnées et regroupées sur une base litho-stratigraphique lors de la réalisation de la carte synthétique des formations argileuses du département. Les informations nécessaires pour caractériser et noter les 19 formations argileuses résultant de ce découpage sont issues de plusieurs sources :

- les notices des cartes géologiques du département à l'échelle 1/50 000 ;
- la connaissance du géologue régional et de l'équipe du SGR Limousin sur les faciès du département ;
- des coupes lithologiques, issues de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) et de rapports d'études géotechniques, qui apportent des informations ponctuelles sur la partie superficielle des formations géologiques du département.

Les notes lithologiques attribuées aux 19 formations argileuses du département de la Corrèze sont reportées sur l'illustration 11. La répartition des formations argileuses en fonction de leur note lithologique (Illustration 10) montre l'extrême diversité des faciès rencontrés dans le département de la Corrèze.

Note lithologique	Nombre de formations	% de la superficie départementale
1	3	33,4
2	10	13,2
3	4	1,3
4	2	0,22
Total	19	48,2

Illustration 10 : Répartition par note lithologique des formations argileuses dans le département

Dans le département de la Corrèze, la majeure partie des formations géologiques contient une composante argileuse (dominante ou non suivant les cas). Cependant, les formations exclusivement argileuses ayant une note lithologique de 4 ne sont que 2 et ne représentent que 0,22 % de la superficie totale du département. Il s'agit :

- des *Argiles vertes à quartz et sables* du Miocène supérieur (n°7) ;
- des *Argiles vertes et noires et dolomies en dalles de l'Hettangien inférieur* (n°14).

Quatre formations obtiennent la note lithologique de 3, ce qui signifie que leur composante argileuse est dominante dans la formation, mais non continue. Elles occupent 1,3 % de la superficie totale des formations argileuses du département.

Il s'agit :

- des *Alluvions anciennes argileuses* (n°5) ;
- des *Altérites sur terrains sédimentaires* (n°9) ;

- des *Argiles, sables, graviers plus ou moins rubéfiés* du Paléocène-Eocène (n°11) ;
- des *Marnes noires micacées du Toarcien et Pliensbachien* (n°13) ;

Code_Arg	Notation_Arg	Description	Surface (km²)	% Surface Département	Note_Litho
1	C-E	Colluvions et éboulis	23,66	0,40%	2
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	95,05	1,61%	2
3	FLG	Alluvions récentes	406,66	6,89%	2
4	Fxw	Alluvions anciennes	15,63	0,26%	2
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	4,81	0,08%	3
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	32,19	0,55%	3
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	0,46	0,01%	4
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	21,61	0,37%	3
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien	48,14	0,82%	2
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	18,89	0,32%	3
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien	9,39	0,16%	2
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	33,97	0,58%	1
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur	23,41	0,40%	2
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	12,86	0,22%	4
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	95,99	1,63%	2
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	343,93	5,83%	1
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien	33,45	0,57%	2
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens	26,38	0,45%	2
19	USG	Altérites du socle	1594,67	27,02%	1

Total des formations argileuses		2841,13	48,15%
---------------------------------	--	---------	--------

998	NA	Formations a priori non-argileuses	2998,92	50,82%
999	Hydro	Réseau hydrographique surfacique	60,70	1,03%

Total du Département		5900,75	100,00%
----------------------	--	---------	---------

Illustration 11 : Note lithologique des formations argileuses du département de la Corrèze

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.

Les bornes retenues pour la classification minéralogique, basée sur le pourcentage de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) contenus dans la phase argileuse du matériau, sont respectivement 25 %, 50 % et 80 %. Une note minéralogique a été attribuée à chacune de ces formations sur la base d'un barème appliqué de manière identique pour l'ensemble des cartes d'aléa déjà réalisées (Illustration 12).

% 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 12 : Seuils utilisés pour l'attribution des notes minéralogiques

5.3.2. Sources 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 même, les expertises de sinistres se basent assez rarement, pour effectuer leur diagnostic, sur des analyses aux rayons X.

La caractérisation minéralogique des formations argileuses du département de la Corrèze a donc été réalisée à partir de données issues pour l'essentiel d'une revue bibliographique (dont les sources sont précisées ci-après) et de l'examen des notices des cartes géologiques. Ces dernières fournissent en effet parfois, selon les auteurs, des résultats sur la composition minéralogique de la phase argileuse en mentionnant les minéraux dominants, sous forme de plage de valeur, voire en indiquant directement des résultats d'analyse.

Ont également été exploités des résultats d'analyse diffractométrique aux rayons X réalisées sur 21 échantillons de sols prélevés dans les départements de la Corrèze.

La méthode utilisée est présentée en annexe 3 avec les diffractogrammes et résultats détaillés. Ces 21 échantillons ont également fait l'objet d'une caractérisation géotechnique (valeur au bleu de méthylène).

Enfin, ces données ont été complétées par celles issues de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement dans les départements limitrophes de la Corrèze, à savoir la Haute-Vienne (87), la Creuse (23), la Dordogne (24), et le Lot (46). La prise en compte de ces données acquises hors département nécessite évidemment une grande prudence étant données les variations latérales de faciès possibles au sein d'une même formation. Il faut aussi noter que l'altération d'une formation géologique qui influe sur sa composition minéralogique, dépend essentiellement de la géographie du milieu, ce qui explique des variations de minéralogie dans l'espace au sein d'une même formation.

5.3.3. Caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département de la Corrèze

L'ensemble des données (bibliographiques et résultats d'analyses aux rayons X) ayant permis la caractérisation minéralogique des formations argileuses du département est reporté dans le tableau synthétique de l'illustration 13, qui présente les notes minéralogiques attribuées à une partie des 19 formations retenues comme argileuses ou marneuses.

Les analyses minéralogiques ont été effectuées sur la base de la carte géologique au 1/50 000, avant harmonisation départementale, ce qui explique la répartition mal adaptée des échantillons. D'autre part, les analyses minéralogiques recueillies en bibliographie s'adressent aux échantillons de roches saines et non à leurs produits d'altération. Nous n'avons recueilli que très peu de données concernant les sols développés sur substrat cristallin, métamorphique ou sédimentaire.

N°	Notation	Formation	Données sur le département	Données sur les départements limitrophes (15)	Note minéralogique
1	C-E	Colluvions et éboulis			-
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines		LOT : (fraction des minéraux argileux gonflants) nb éch : 2 ; min : 0 % ; max : 30 % ; moy : 15 %	1
3	FLG	Alluvions récentes	<p>éch RG19-05</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite : ~ 10% • illite et/ou micas : ~ 34% • kaolinite : ~ 56% • sépiolite possible en traces <p>éch RG19-12</p> <ul style="list-style-type: none"> • chlorite + interstratifié smectite/chlorite : ~ 51% • illite et/ou micas : ~ 10% • kaolinite : ~ 39% <p>éch RG19-13</p> <ul style="list-style-type: none"> • interstratifié chlorite/smectite (tosudite probable) + interstratifié smectite/illite : ~ 92% • illite et/ou micas : ~ 6% • kaolinite : ~ 2% <p>éch RG19-14</p> <ul style="list-style-type: none"> • chlorite + interstratifié smectite/chlorite : ~ 77% • illite et/ou micas : ~ 6% • kaolinite : ~ 17% • sépiolite possible en traces <p>éch RG19-16</p> <ul style="list-style-type: none"> • interstratifié smectite/chlorite + chlorite : ~ 21% • interstratifié smectite/illite : ~ 3% • illite et/ou micas : ~ 33% • kaolinite : ~ 43% <p>éch RG19-29</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite probable en traces • kaolinite : ~ 100% 	LOT : (fraction des minéraux argileux gonflants) nb éch : 2 ; min : 0 % ; max : 26 % ; moy : 13 %	2

N°	Notation	Formation	Données sur le département	Données sur les départements limitrophes (15)	Note minéralogique
4	Fxw	Alluvions anciennes	<p>Notice de Tulle (761): Fx. Alluvions anciennes indifférenciées de haut niveau L'étude minéralogique du tout-venant montre la présence de quartz, plagioclases, feldspaths potassiques, illite, kaolinite, vermiculite, interstratifiés illitevermiculite et kaolinite-smectite, indépendamment de la granulométrie du niveau considéré. L'étude de la fraction argileuse indique les proportions suivantes : kaolinite 30 à 40 %, illite 40 %, interstratifiés kaolinite-smectite 20 à 30 %.</p>		2
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	<p>Notice de Tulle (761): Fw. Alluvions anciennes de très haut niveau L'étude minéralogique montre pour le tout-venant la composition suivante : quartz abondant, traces de plagioclases, présence de feldspaths potassiques, présence d'illite, vermiculite, kaolinite, interstratifiés kaolinite-smectite; la fraction argileuse comporte 30 % de kaolinite, 30 % d'illite, 40 % d'interstratifiés kaolinite/smectite.</p>	<p>LOT : (fraction des minéraux argileux gonflants) nb éch : 1 ; valeur : 27 %</p>	2
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	<p>Notice de Pleaux (787) : m2. Sidérolithique (Miocène moyen ?) Ces roches comportent aussi de la silice secondaire dans les fentes, de la goéthite et de l'hématite en concrétion, du psilomélane et de la pyrolusite, des traces d'illite et de kaolinite. Elles proviendraient de la ferralitisaiton plus ou moins poussée des roches anciennes.</p>	<p>LOT : (fraction des minéraux argileux gonflants) nb éch : 2 ; min : 6 % ; max : 15 % ; moy : 10,5 %</p>	1
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	<p>Notice de Pleaux (787) : m4. Pontien (Miocène terminal). Argiles vertes à quartz, sables Des formations argilo-sableuses jaunâtres, parfois vertes ou brunes, contenant kaolinite, smectite et quartz, coiffent indifféremment les argiles fauves ou les argiles bariolées de l'Oligocène.</p>		3

N°	Notation	Formation	Données sur le département	Données sur les départements limitrophes (15)	Note minéralogique
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	<p>Notice de BORT-LES-ORGUES (739) : g. Oligocène. Dépôts indifférenciés Deux grands domaines sédimentologiques imbriqués dont les caractéristiques granulométriques, minéralogiques, et géochimiques sont nettement tranchées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un domaine de type « mégachenal » à dominante sableuse de type « chéneaux divagants ». Ces dépôts, qui encaissent directement le gisement de Saint-Pierre sont également caractérisés par la présence de kaolinite et par un lessivage important des bases ; - un domaine de type « plaine d'inondation » à tendance silto-argileuse et à granulométrie plus faible de la fraction sableuse. Ce milieu, peu lessivé et plus riche en bases, se marque par la stabilité des biotites héritées et la prépondérance de la montmorillonite. 	<p>CANTAL : Notice de Pleaux (787) : g2b. Série détritique : argiles et sables Les sables et argilites sont très riches en phyllites, les fractions inférieures à 35 microns représentant de 57 à 96 % de ces roches. Dans la fraction sableuse, on reconnaît du quartz, des feldspaths alcalins, des micas, des pyroxènes, du sphène. Dans la fraction pélitique, avec la calcite, la paragenèse phylliteuse comprend la montmorillonite (15-98%), l'illite (1-31 %) et la kaolinite (1-76 %).</p>	3
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien		<p>LOT : (fraction des minéraux argileux gonflants) nb éch : 1 ; valeur : 0 %</p>	1
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien		<p>LOT : (fraction des minéraux argileux gonflants) nb éch : 3 ; min : 0 % ; max : 23 % ; moy : 11,5 %</p> <p>DORDOGNE : Formation de Tourtoirac Composition minéralogique homogène avec plus de 85 % de phase argileuse composée essentiellement de kaolinite (60 %), devant l'illite. Trois échantillons présentent 10 % d'interstratifiés illite-smectites, un dernier comprend un peu de chlorite.</p>	1
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien			-

N°	Notation	Formation	Données sur le département	Données sur les départements limitrophes (15)	Note minéralogique
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien			-
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur			-
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	<p>éch 19A52</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite + chlorite : ~ 17% • sépiolite : ~ 20% • illite et/ou micas : ~ 6% • kaolinite : ~ 57% <p>Notice de Souillac (809) : <i>h-2a. Hettangien inférieur (formation du Maillet). Argiles vertes et dolomies en dalles</i> Cet ensemble correspond aux argiles de Puy-d'Arnac de la région de Brive-la-Gaillarde et au niveau d'argiles rouges (« horizon Mirabel») de la région de Figeac. Les argiles sont constituées d'illites ouvertes (Megelink-Assenat, 1982), la dolomie rognonneuse paraît pédogénétique, les grès constituent des remplissages de chenaux.</p>		2
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	<p>éch 19A44</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite + chlorite : ~ 4% • illite et/ou micas : ~ 92% • kaolinite : ~ 4% 		1

N°	Notation	Formation	Données sur le département	Données sur les départements limitrophes (15)	Note minéralogique
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	<p>éch 19A47</p> <ul style="list-style-type: none"> • illite et/ou micas : ~ 4% • kaolinite : ~ 96% <p>éch 19A49</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite : ~ 46% • illite et/ou micas : ~ 14% <p>éch RG19-02</p> <ul style="list-style-type: none"> • interstratifié smectite/illite : ~ 37% • illite et/ou micas : ~ 62% • kaolinite : ~ 1% <p>éch RG19-07</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite : ~ 6% • sépiolite probable : ~ 3% • illite et/ou micas : ~ 3% • kaolinite : ~ 88% <p>éch RG19-17</p> <ul style="list-style-type: none"> • interstratifié smectite/illite probable : ~ 5% • illite et/ou micas : ~ 64% • kaolinite : ~ 31% 	<p>DORDOGNE : Grès de Louignac La phase argileuse est à dominantes d'illite et de kaolinite</p>	1
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien			-
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphanien		<p>CANTAL : Notice de Mauriac (763) : h5. Stéphanien sédimentaire Un niveau argileux, localement appelé «roc séda», accompagne les niveaux charbonneux. Il est composé d'illites et de petits cristaux de quartz dont la dimension est inférieure au micron.</p>	1

N°	Notation	Formation	Données sur le département	Données sur les départements limitrophes (15)	Note minéralogique
19	USG	Altérites du socle	<p>éch 19A46</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite + chlorite : ~ 6% • illite et/ou micas : ~ 39% • kaolinite : ~ 55% • sépiolite possible en traces <p>éch 19A51</p> <ul style="list-style-type: none"> • vermiculite : ~ 19% • illite et/ou micas : ~ 4% • kaolinite : ~ 77% <p>Notice de Tulle (761) : Amphibolites Selon P. Poupet (1976), la pédogenèse sur les amphibolites (méta-éclogites) de la forêt de Blanchefort (dans le Nord de la feuille Tulle) fait apparaître le développement de chlorite et vermiculite aux dépens de la hornblende, et de séricite, vermiculite, kaolinite, gibbsite aux dépens des plagioclases</p> <p>Notice de Saint-Céré (810) : Intrication granitique dense à caractère migmatitique La série dérive d'un ensemble terrigène chimiquement dégradé où les termes argilo-pélitiques — 60 à 70 % du total — sont associés à des arénites évoluant de compositions grauwackeuses vers des compositions de grès siliceux. Le matériel argileux originel semble avoir été essentiellement illitique en association possible avec kaolinite ou kaolinite et chlorite.</p>		1

Illustration 13 : Note minéralogique des formations argileuses et marneuses de la Corrèze

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 sinistre 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 . Les analyses sédimentométriques, qui permettraient de déterminer la fraction argileuse du matériau (inférieure à 2 μm), et les analyses aux rayons X, permettant de distinguer le pourcentage de minéraux gonflants sont plus rarement réalisées ;
- 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 de laboratoire dont les résultats ont été ici utilisés pour caractériser le comportement géotechnique du matériau vis à vis du phénomène de retrait-gonflement sont l'indice de plasticité, la valeur de bleu, le retrait linéaire et le coefficient de gonflement. 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 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 (Chassagneux et al., 1998) que la susceptibilité d'une argile au retrait-gonflement varie en fonction de l'indice de plasticité I_p de la manière suivante (Illustration 14) :

Indice de plasticité	Susceptibilité	Note
$IP < 12$	faible	1
$12 \leq IP < 25$	moyenne	2
$25 \leq IP < 40$	forte	3
$IP \geq 40$	très forte	4

Illustration 14 : Note de susceptibilité par classe d'indice de plasticité

L'expérience acquise au travers des études déjà réalisées montre cependant que ces coupures sont mal corrélées avec les valeurs de bleu (paragraphe suivant) et que des adaptations sont nécessaires. En particulier, les seuils à 12 et 25 semblent plutôt devoir être décalés vers 15 et 30, voire 20 et 30.

5.4.1.3. Essais au bleu de méthylène (V_b)

L'essai au bleu de méthylène permet d'évaluer la surface spécifique d'échange d'un matériau argileux, ce qui constitue un bon indicateur de sa susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement.

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 V_b 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 : Note de susceptibilité par classe de valeur au bleu

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.

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 : Note de susceptibilité par classe de retrait linéaire

5.4.1.5. **Coefficient de gonflement (Cg)**

L'essai de gonflement à l'oedomètre (ASTM90 et norme XP P 94-091) consiste à mesurer une amplitude de gonflement à la suite d'un apport d'eau. Il est par conséquent fortement conditionné par l'état initial de saturation en eau du sol considéré. En effet, pour un même sol, le gonflement relatif sera d'autant plus grand que le sol était initialement plus sec. Cette observation souligne l'intérêt d'associer ces essais avec la réalisation d'un profil hydrique. Ainsi, la pression de gonflement ne constitue pas une caractéristique intrinsèque du sol, les valeurs dépendant fortement de l'état de saturation initial du sol considéré. Le potentiel de gonflement peut cependant être caractérisé par le coefficient de gonflement Cg (pente de la droite de déchargement observée dans un essai oedométrique) qui permet d'évaluer le potentiel de gonflement des formations argileuses identifiées (Illustration 17).

Coefficient de gonflement	Susceptibilité	Note
$C_g < 0,025$	faible	1
$0,025 \leq C_g < 0,035$	moyenne	2
$0,035 \leq C_g < 0,055$	forte	3
$C_g \geq 0,055$	très forte	4

Illustration 17 : Note de susceptibilité par classe de coefficient de gonflement

5.4.2. Source des données

Les données géotechniques qui ont été recueillies pour caractériser les différentes formations argileuses et marneuses affleurant dans le département proviennent de plusieurs sources :

- des rapports de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et surtout les études géotechniques réalisées par les bureaux d'études dans le cadre d'expertises après sinistres constituent la principale source de données exploitée. Ces dossiers nous ont été transmis soit par les communes, soit par les mutuelles d'assurance (MAIF et MAAF), soit par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), soit directement par les bureaux d'études ;
- des rapports d'études géotechniques réalisées par des bureaux d'études pour la construction de bâtiments divers, d'infrastructures, ou d'ouvrages linéaires tel l'Autoroute (A89 et A20). Dans ce cadre, plusieurs bureaux d'études et maîtres d'ouvrages nous ont autorisé l'exploitation de certains de leurs dossiers d'archives, en vue de collecter de telles données (annexe 4) ;
- de l'analyse des échantillons prélevés dans le département dans le cadre de la présente étude ;
- de l'exploitation des données recueillies à l'occasion de l'établissement des cartes d'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans les départements limitrophes, notamment de la Haute-Vienne et de la Creuse, du moins pour certaines formations géologiques d'extension régionale.

De manière générale, la localisation précise des échantillons analysés (à partir de la base de sinistres ou de plans de situation détaillés) a permis l'exploitation de la grande majorité des données. Quelques unes ont cependant dues être rejetées en raison d'une localisation trop imprécise. Après élimination des doublons issus de sources distinctes, quelques 1 315 données géotechniques ont été recueillies dans le département de la Corrèze, Parmi celles-ci, nous avons retenu environ 702 données de valeurs de bleu et 198 concernant l'indice de plasticité. Beaucoup de valeurs n'ont pas pu être exploitées puisque localisées en zone non argileuse.

En outre, nous avons très peu de valeurs de retrait linéaire et de coefficient de gonflement dont une seule sur les formations argileuses du département. La liste des organismes ou bureaux d'étude ayant fourni des données géotechniques est précisée

dans le tableau de l'illustration 18 et la répartition spatiale des différentes données recueillies sur la carte de l'illustration 19.

Organismes et bureaux d'études fournisseurs de données	Adresses
LRPC Clermont-Ferrand	8 rue Bernard Palissy - Z.I. du Brézet BP 11 - 63014 CLERMONT-FERRAND
Autoroute du Sud de la France	Aux Brousseaux BP 10025 Ussac 19317 BRIVE-LA-GAILLARDE
Préfecture de Tulle	rue Souham 19000 TULLE
CCR (caisse centrale de réassurance)	31 rue Courcalles 75008 PARIS
Communauté d'agglomération de Brive	9 avenue Léo Lagrange- BP 103- 19103 BRIVE-LA-GAILLARDE
BSS (archives BRGM)	ESTER B.P. 6932 87069 LIMOGES
FUGRO Toulouse	2, avenue de Flourens 31130 BALMA
Fondasol Clermont-Ferrand	213 av Jean Mermoz 63100 CLERMONT-FERRAND
Sol Solution	rue Gershwin ZAC Portes de Riom BP 178 63204 RIOM CEDEX
Fondasol Etudes	Lavauds 19270 USSAC
Géotec Bordeaux	1 rue Pierre et Marie Curie 33520 BRUGES
Fondasol Toulouse	23 rue Pierre de Coubertin 31140 SAINT ALBAN
Parc Départemental de l'Équipement	Route de Poissac 19130 CHAMEYRAT
Ginger CEBTP Solen	Espace Neptune 117 rue Nexon 87000 LIMOGES

Illustration 18 : Bureaux d'études ou organismes ayant réalisé les études géotechniques exploitées dans le cadre de l'étude

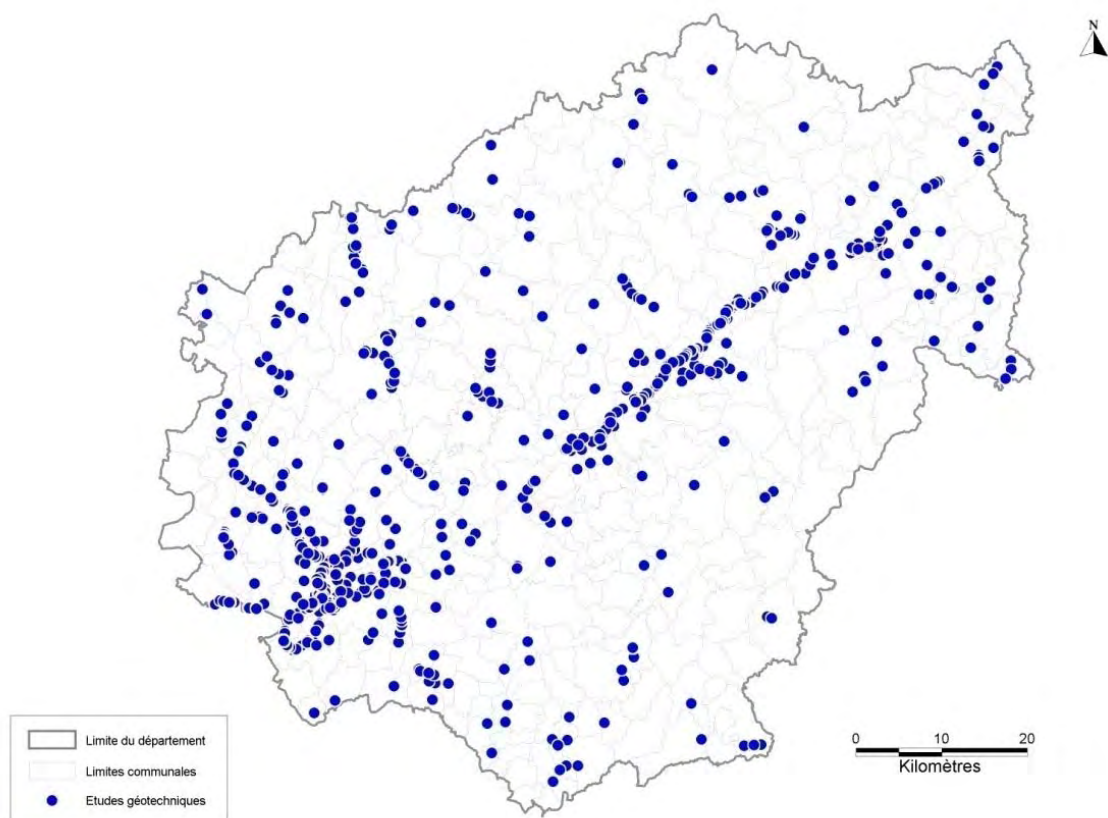


Illustration 19 : Localisation des études géotechniques exploitées dans le département de la Corrèze

5.4.3. Caractérisation géotechnique des formations argileuses et marneuses du département de la Corrèze

La synthèse des données géotechniques exploitées dans le cadre de cette étude pour la caractérisation géotechnique des formations et les notes géotechniques attribuées sont reportées dans le tableau récapitulatif de l'illustration 20.

L'attribution des notes géotechniques s'est faite en se basant sur les coupures reconnues et utilisées dans les études départementales d'aléa retrait-gonflement réalisées jusqu'à présent par le BRGM, comme cela a été présenté dans les paragraphes précédents. Afin de hiérarchiser les résultats issus des différents types d'essais, il a été tenu compte du nombre d'échantillons pour chaque type d'essai, ainsi que de la variabilité des résultats (évaluée à partir de la dispersion des valeurs entre un minimum et un maximum), tout en accordant une importance plus forte aux valeurs de bleu, qui caractérisent le mieux la susceptibilité du matériau au retrait-gonflement.

Code Formation argileuse	Notation_Ag	Description des formations argileuses	Ip			RI			VBS			Note géotec			Indice géotec	Dpts voisins		Note géotechnique finale	
			Nbre	Moy	Max	Min	Nbre	Moy	Max	Min	Nbre	Moy	Max	Min		Ip	RI		Vbs
1	C-E	Colluvions et éboulis	5	15,2	23,0	10,0											2		1
2		Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	7	19,2	33,0	9,0											2		2
3	FLG	Alluvions récentes	55	17,2	42,0	7,0											2	3	2
4	Fwx	Alluvions anciennes	5	15,3	21,6	10,0											2	3	2
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	7	13,1	17,0	10,0											2	3	2
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	1	5,0	5,0	5,0											2	4	2
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien																	-
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène																	1
9	3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien															2		1
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	2	12,0	14,0	10,0											2		2
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien																	1
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	1	10,0	10,0	10,0													2
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur																	-
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur																	1
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	11	17,3	27,0	9,0													2
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	48	17,8	79,0	6,0	1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2,0	1,0	1
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et petites roches violacées - Permien																	1
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphanois	28	19,8	57,0	6,0													1
19	USG	Altérites du socle	28	18,3	42,0	8,0													1
998		Formations à priori non-argileuses	87,0	17,1	46,0	2,0	1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	2	1	1

Illustration 20 : Synthèse des notes géotechniques

D'après cette synthèse des données géotechniques, 2 formations argileuses n'ont pu être caractérisées d'un point de vue géotechnique en raison d'un manque de données. Il s'agit le plus souvent de formations se situant dans des zones peu habitées ou ayant un taux d'urbanisation faible.

Il s'agit des *Argiles vertes à quartz et sables* du Miocène supérieur (n°7) et des *Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées* de l'Hettangien supérieur (n°13).

Aucune formation ne s'est vue attribuer la note maximale de 4, ni même une note de 3, car, même si certaines d'entre elles présentent un indice de plasticité assez fort, les résultats de valeur au bleu restent relativement modestes.

Huit formations reçoivent une note géotechnique de 2. Ce sont les *Colluvions de fond de vallou, cônes de déjection associés et remplissage de dolines*, les *Alluvions récentes*, les *Alluvions anciennes*, les *Alluvions anciennes argileuses*, les *Altérites sur terrains sédimentaires*, les *Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien*, les *Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien* et les *Conglomérats et grès blancs - Trias*.

Neuf formations ont reçu une note géotechnique de 1.

Certaines des données géotechniques recueillies (87 valeurs d'Ip et 326 valeurs de VBS) concernent des formations *a priori* non argileuses. Ces valeurs peuvent s'expliquer par la présence de lentilles argileuses ponctuelles au sein d'une formation principalement non argileuse. Toutefois, elles indiquent le plus souvent des valeurs au bleu très faibles (inférieures à 0,5) qui confirment la pertinence de les avoir cartographiées en formation non argileuses.

Enfin, une seule donnée de retrait linaires (RI) figure dans le tableau et les données de Cg sont absentes.

Tous ces paramètres sont néanmoins pris en compte pour l'attribution des notes géotechniques finales, et modulés le cas échéant par les données des départements voisins.

6. Élaboration de la carte de susceptibilité

6.1. DÉTERMINATION DU DEGRÉ DE SUSCEPTIBILITÉ

Au total, chaque formation a donc 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 (Illustration 21) :

Note moyenne	Degré de susceptibilité
valeur ≤ 2	faible
$2 < \text{valeur} \leq 3$	moyen
valeur > 3	fort

Illustration 21 : Degré de susceptibilité par classe de note

6.2. SUSCEPTIBILITE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES DU DEPARTEMENT DE LA CORREZE

Le tableau de calcul de la note de susceptibilité (Illustration 22) fait apparaître les *Argiles vertes à quartz, sables* (n°7) comme la seule formation qui présente un niveau de susceptibilité élevé au phénomène de retrait-gonflement.

Les *Alluvions anciennes argileuses* (n°5), les *Argiles, sables, graviers plus ou moins rubéfiés* (n°8), les *Marnes noires toarciennes* (n°10), les *Argiles vertes et noires et dolomies en dalles* de l'Hettangien inférieur (n°14), sont toutes caractérisées par un niveau moyen de susceptibilité.

Les autres formations, soit 14 au total, sont classées comme étant de faible susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement.

Code_Arg	Notation_Arg	Description	Surface (km ²)	% Surface Département	Note Litho	Note Minéralo	Note Géotech	Note Suscept	Niveau Suscept
1	C-E	Colluvions et éboulis	23,66	0,40%	2	-	1	1,50	1
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	95,05	1,61%	2	1	2	1,67	1
3	FLG	Alluvions récentes	406,66	6,89%	2	2	2	2,00	1
4	Fxw	Alluvions anciennes	15,63	0,26%	2	2	2	2,00	1
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	4,81	0,08%	3	2	2	2,33	2
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	32,19	0,55%	3	1	2	2,00	1
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	0,46	0,01%	4	3	-	3,50	3
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	21,61	0,37%	3	3	1	2,33	2
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien	48,14	0,82%	2	1	1	1,33	1
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	18,89	0,32%	4	1	2	2,33	2
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien	9,39	0,16%	2	-	1	1,50	1
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	33,97	0,58%	1	-	2	1,50	1
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur	23,41	0,40%	2	-	-	2,00	1
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	12,86	0,22%	4	2	1	2,33	2
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	95,99	1,63%	2	1	2	1,67	1
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	343,93	5,83%	1	1	1	1,00	1
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien	33,45	0,57%	2	-	1	1,50	1
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens	26,38	0,45%	2	1	1	1,33	1
19	USG	Altérites du socle	1594,67	27,02%	1	1	1	1,00	1

Total des formations argileuses	3574,88	60,58
---------------------------------	---------	-------

Formations à priori non-argileuses	2265,58	38,39
Réseau hydrographique surfacique	60,70	1,03

Total du Département	5901,16	100
----------------------	---------	-----

Illustration 22 : Notes de susceptibilité des formations argileuses de la Corrèze

6.3. CARTE DE SUSCEPTIBILITÉ

L'illustration 23 représente la carte départementale de susceptibilité des formations géologiques au phénomène de retrait-gonflement, réalisée d'après les résultats présentés dans le tableau de l'illustration 22.

La carte départementale de susceptibilité a été établie à partir de la carte interprétée des formations potentiellement sujettes au phénomène de retrait-gonflement en attribuant à chacune des formations géologiques la classe de susceptibilité définie ci-dessus. Cette carte est également présentée en carte hors-texte à l'échelle 1/125 000.

Les formations sont représentées par trois couleurs (jaune, orange et rouge) selon leur degré de susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Les zones blanches de la carte correspondent aux formations *a priori* non argileuses. Cependant, on ne peut exclure qu'elles soient recouvertes localement de poches ou placages argileux non représentés sur la carte géologique.

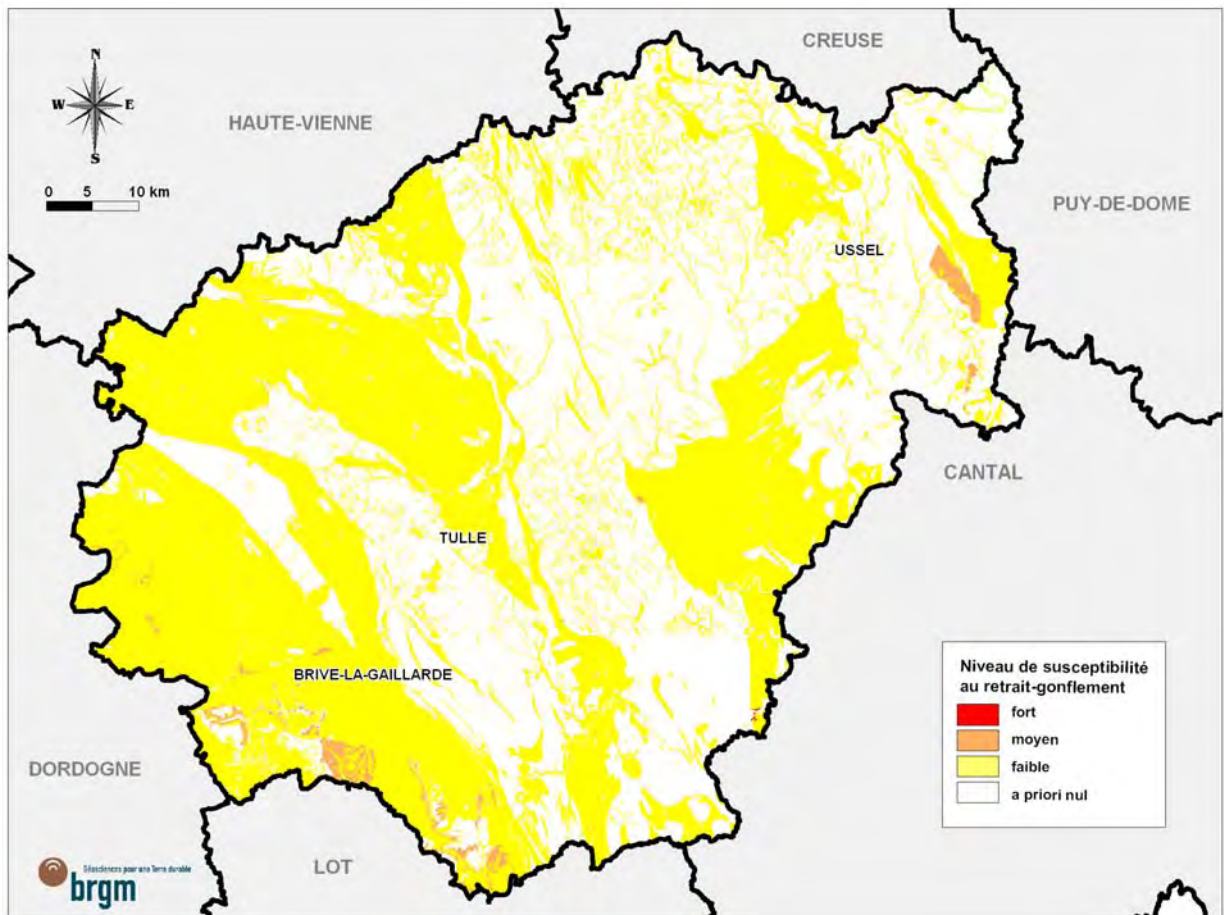


Illustration 23 : Carte de susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement des formations argileuses de la Corrèze

7. Analyse de la sinistralité

7.1. PROCEDURE DE DEMANDE DE RECONNAISSANCE DE L'ETAT 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. Il est également à noter que depuis une circulaire du 23 janvier 2008 du Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-Mer et des Collectivités Territoriales, la présence potentielle de sols argileux dans la commune peut être déduite des cartes d'aléa retrait-gonflement publiées sur le site www.argiles.fr lorsqu'elles sont disponibles.

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.

7.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTRÉES

7.2.1. Localisation des communes sinistrées

Dans le département de la Corrèze, à la date du 31 décembre 2009, 6 communes ont été reconnues 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 mai 1989 et septembre 2005. Les 6 communes reconnues représentent 2,1 % des 286 communes du département. Au total, 5 arrêtés interministériels successifs reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse ont été pris dans le département de la Corrèze dont les dates s'échelonnent entre le 18/03/1996 et le 26/06/2008. Le nombre total d'occurrences reconnues, en distinguant par commune et par période, s'élève à 6. Le tableau de l'illustration 24 présente le nombre de communes concernées par les différents arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse pris au cours de cette période, ainsi que les périodes de reconnaissance, les dates des arrêtés interministériels et les dates de leur parution au Journal Officiel. La carte de l'illustration 25 permet de localiser les

6 communes qui ont fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance à ce jour, ainsi que les sinistres localisés dans le cadre de la présente étude.

INSEE	Commune	Risque	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
19031	Brive-la-Gaillarde	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/05/1989	30/09/1990	27/12/2000	29/12/2000
19187	Saint-Bonnet-la-Rivière	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/05/1989	31/12/1995	17/06/1996	09/07/1996
19278	Varetz	Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/11/1992	31/12/1995	18/03/1996	17/04/1996
19007	Altillac	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1994	31/12/1995	12/05/1997	25/05/1997
19093	Jugeals-Nazareth	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	26/06/2008	05/07/2008
19117	Lissac-sur-Couze	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	26/06/2008	05/07/2008

Illustration 24 : Arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour le département de la Corrèze

Cette carte montre que les communes reconnues en état de catastrophe naturelle pour le retrait-gonflement des argiles se situent principalement dans le sud-ouest du département, et notamment sur les terrains de couverture sédimentaire. Le reste du département n'a pas été reconnu en état de catastrophe naturelle, et reste peu affecté par des sinistres.

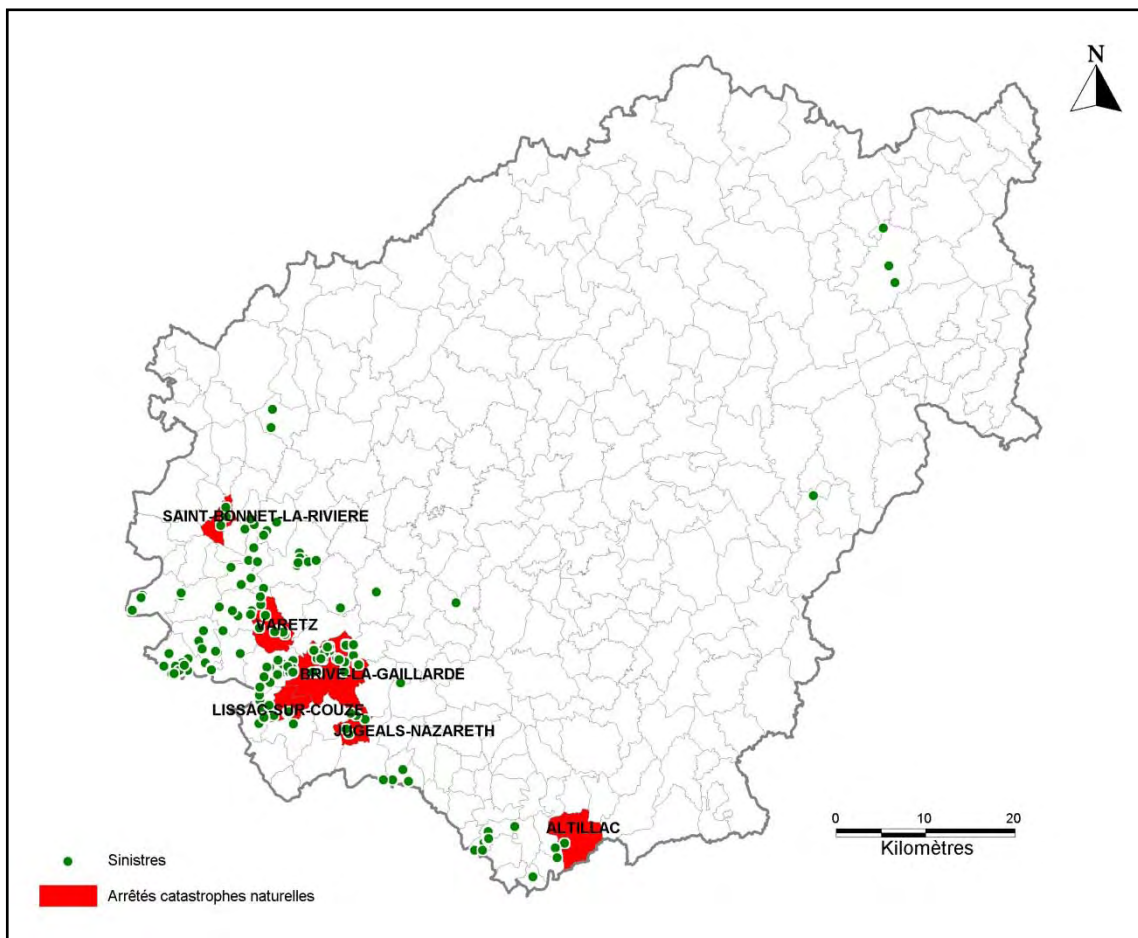


Illustration 25 : Communes concernées par un ou des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse et localisation des sinistres recensés

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

Chacune des 6 communes reconnues en état de catastrophe naturelle n'a fait l'objet que d'un seul arrêté.

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 à compter du 3^{ème} (compté 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 (PPR).

Les données fournies en annexe 5 et synthétisées sur l'illustration 25 indiquent par ailleurs que la durée de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle varie d'une commune à l'autre et d'un arrêté à l'autre. Certains arrêtés couvrent des périodes de plusieurs années consécutives, 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.

Commune	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Aitillac																
Brive-la-Gaillarde																
Jugeals-Nazareth																
Lissac-sur-Couze																
Saint-Bonnet-la-Rivière																
Varetz																

Illustration 26 : Durées de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse pour la période 1989-2005 (à la date du 31 décembre 2009)

La période "sèche" majeure reconnue dans le département correspond aux années 1994-1995, pour laquelle 3 communes (soit 50 % des communes concernées par le phénomène à ce jour) ont été reconnues en état de catastrophe naturelle sécheresse (Illustration 26). Il faut noter cependant 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 soient pas 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.

7.3. COLLECTE DES DONNÉES DE SINISTRES

Le recensement des sinistres a été réalisé à partir de sources d'informations complémentaires, à savoir la consultation des dossiers de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle archivés au Service départemental de défense et de protection civile (Préfecture de Tulle), l'enquête auprès des communes concernées ou non par des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, le recueil des données auprès de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), de mutuelles d'assurances (MAAF, MATMUT, MACIF), de bureaux d'études géotechniques (Antea), ainsi que du BRGM. Tous les sinistres recensés ont pu être intégrés, et localisés avec certitude.

L'enquête effectuée auprès de l'ensemble des communes du département, qu'elles aient ou non été reconnues en état de catastrophe naturelle pour le phénomène, s'est faite par envoi d'un courrier adressé, par l'intermédiaire de la Préfecture de la Corrèze, aux maires du département. Les réponses sont parvenues entre juin 2008 et juillet 2009. Le taux de réponse peut être jugé comme satisfaisant puisque 93 % des communes ont répondu à l'enquête.

Finalement, 198 sites de sinistres ont été recensés et localisés avec précision. La localisation des sinistres a été effectuée sur fonds topographiques de l'IGN à 1/25 000.

Ce travail a été réalisé grâce aux plans de localisation renvoyés par les communes, ou figurant dans les dossiers préfectoraux et ceux des différents bureaux d'étude, ainsi que par la consultation des sites internet www.maporama.fr, www.viamichelin.fr. Ils se répartissent sur 36 communes du département.

Le nombre de sinistres par commune est très variable (Illustration 27) : 4 communes sinistrées comptent 19 à 28 sinistres et 32 communes en comptent entre 1 et 7 sinistres.

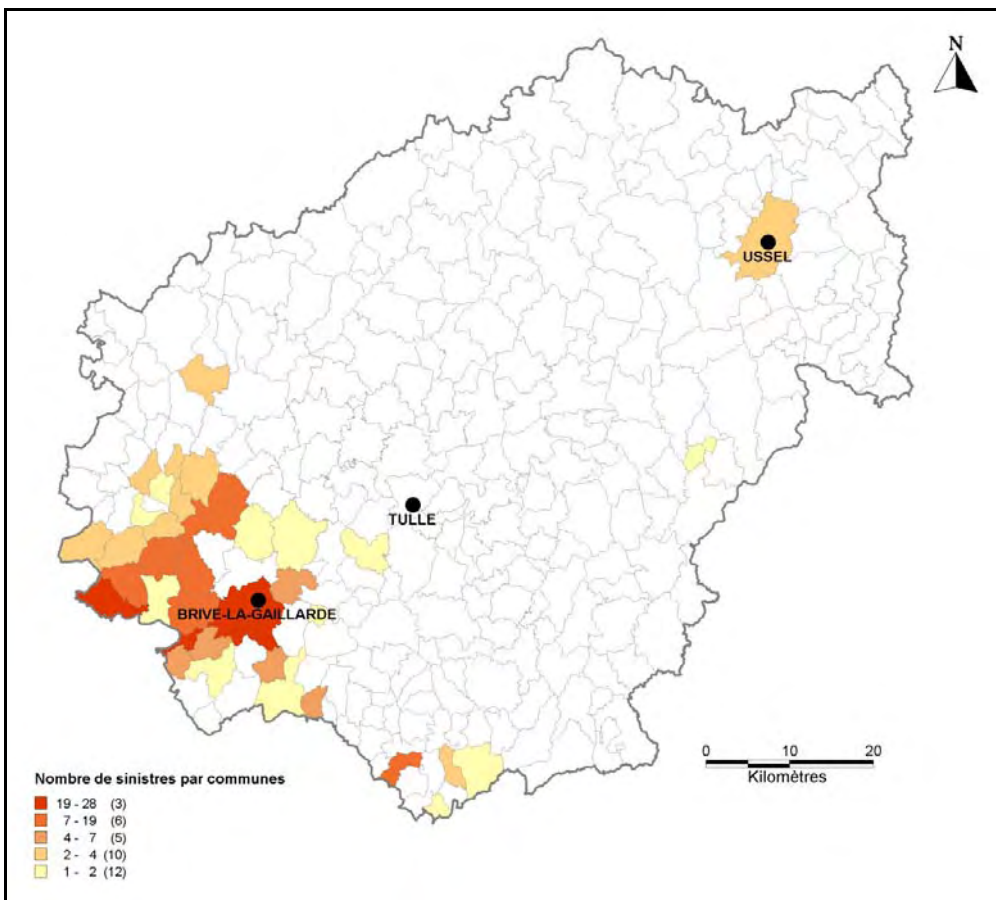


Illustration 27 : Nombre de sinistres recensés par commune

D'un point de vue géographique, les communes les plus sinistrées sont majoritairement présentes aux environs de l'agglomération de Brive. Ces données indiquent que la répartition géographique des sinistres est très inégale, mais qu'elle n'est pas le fruit du hasard et qu'elle est étroitement liée aux zones fortement urbanisées, aux zones touristiques, et aux zones d'affleurement de certaines formations géologiques.

La liste des sinistres avec leurs coordonnées en projection Lambert II étendu est présentée en annexe 5. Pour des raisons de confidentialité, les noms et adresses des sinistrés ne figurent pas dans ce tableau.

L'examen des études réalisées après sinistres indique que 97,5 % des sinistres répertoriés et localisés (193 sur 198) sont répartis sur les formations argilo-marneuses retenues comme étant sujettes au phénomène de retrait-gonflement, mais il est vrai que ces dernières occupent 48,15 % de la surface du département. Seuls 5 sinistres recensés (soit 2,53 % du total) ne concernent *a priori* pas des formations retenues comme argilo-marneuses.

Il n'est pas exclu que ces derniers soient liés à des niveaux d'altération non cartographiés du substratum (altérites), ou bien encore à d'autres causes que le phénomène de retrait-gonflement. Ceci illustre surtout le fait que la représentation cartographique des formations argileuses, en l'état actuel des connaissances, n'est pas parfaite dans le détail, même si elle reflète assez fidèlement la réalité à l'échelle départementale. Rappelons en effet que certaines formations considérées comme *a priori* non argileuses peuvent contenir localement des lentilles ou des placages d'argiles non cartographiés. Ceci concerne notamment des colluvions superficielles ou des altérites d'horizons calcaires ou de gneiss ou granites

Par ailleurs, il peut arriver que des sinistres attribués au retrait-gonflement des argiles soient dus en réalité à d'autres phénomènes (tassement de remblais ou de sols compressibles, fluages sur des colluvions instables, défauts de construction, choc thermique sur les enduits de façade, etc.). Enfin, il n'est pas exclu que certains contours de formations géologiques puissent être localement inexacts ou que des sinistres soient mal localisés.

Parmi les formations retenues comme argileuses au sens large, les *Grès, argiles et calcaires* d'âge Permien (n°16), présentent 82 sinistres, soit plus de 41% du nombre total.

Les *Alluvions récentes* d'âge Würm à actuel (n°3) viennent en deuxième position pour le nombre de sinistres, avec 30 événements.

Les autres formations argilo-marneuses comptent un nombre de sinistres recensés inférieur à 20. La plupart de ces formations affleure cependant sur des superficies très restreintes et dans des secteurs souvent très peu urbanisés, ce qui explique en partie cette absence de sinistralité constatée à ce jour.

7.4. FRÉQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTÉE A LA SURFACE BATIE

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 km² de surface d'affleurement). Cependant, il faut garder à l'esprit que l'urbanisation n'est pas uniforme sur l'ensemble du département et cela peut donc biaiser l'analyse sur les densités de sinistres par formation. En effet, une formation géologique s'étendant principalement en milieu rural peu construit sera nécessairement moins touchée qu'une formation aussi susceptible mais très urbanisée.

Ainsi, les densités de sinistres par formation géologique ont été rapportées à 100 km² de surface effectivement bâtie, conformément à la méthodologie retenue au niveau national.

7.4.1. Détermination de la densité d'urbanisation par formation

Les zones bâties du département proviennent de la couche « Bâti » de la BD TOPO© de l'IGN, mise à disposition par la DDT pour les besoins spécifiques de l'étude. Elles sont ensuite superposées à la carte synthétique des formations argileuses et marneuses. Ceci a permis de calculer, pour chacune des 19 formations retenues, la surface d'affleurement qui se trouve être réellement construite à ce jour (Illustration 28).

La surface totale des zones bâties du département a été ainsi estimée avec cet outil à 26 km², soit environ 0,44 % de la superficie totale.

La superposition de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses avec celle des zones bâties permet d'estimer la surface totale occupée par les zones bâties dans les formations retenues à 15 km², soit 0,53 % de leur surface totale d'affleurement. Les surfaces bâties et le nombre de sinistres recensés sont indiqués pour chaque formation dans le tableau de l'illustration 28.

7.4.2. Détermination du critère densité de sinistres

Les éléments décrits dans la méthodologie, permettent de calculer des densités de sinistres par formation géologique, en prenant en compte la surface bâties de la formation. Les résultats indiquent que la prise en compte du taux d'urbanisation modifie sensiblement la hiérarchisation des formations géologiques en terme de densité de sinistres, dans la mesure où le taux d'urbanisation varie fortement d'une formation à l'autre (Illustration 28).

La densité ainsi calculée est en moyenne pour les formations retenues comme argileuses de 1 290 sinistres pour 100 km² d'affleurement réellement bâti, ce qui est relativement modeste par rapport à celle calculée de la même manière dans d'autres départements déjà traités, en particulier en région parisienne, mais non négligeable.

Afin de hiérarchiser les formations argileuses selon leur degré de sinistralité, des valeurs seuil de la densité de sinistres pour 100 km² de formation argileuse bâtie ont été choisies suivant la répartition des formations argileuses autour de la sinistralité moyenne. Les coupures utilisées pour l'attribution de notes caractérisant la sinistralité sont les suivantes :

- *note 1* : moins de 1300 sinistres pour 100 km² de surface bâtie dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité sensiblement inférieure à la moyenne des zones argileuses) ;
- *note 2* : entre 1300 et 5 000 sinistres pour 100 km² de surface bâtie dans la formation ;

- note 3 : plus de 5 000 sinistres pour 100 km² de surface bâtie dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité supérieure à environ 4 fois la moyenne).

Code_Arg	Notation_Arg	Description	Surface (km ²)	Nombre Sinistre	Surf_Bâti (km ²)	Densité de sinistres par zone bâtie (sinistre/100km ²)	Note Sin
1	C-E	Colluvions et éboulis	23,66	6	0,53	1 128	1
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	95,05	2	0,10	1 986	2
3	FLG	Alluvions récentes	406,66	30	2,75	1 089	1
4	Fxw	Alluvions anciennes	15,63	6	0,43	1 389	2
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	4,81	11	0,12	9 157	3
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	32,19	0	0,11	0	1
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	0,46	0	0,00	0	N.S.
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	21,61	1	0,05	2 038	N.S.
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien	48,14	1	0,17	572	1
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	18,89	16	0,12	13 557	3
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien	9,39	0	0,08	0	1
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	33,97	1	0,31	323	1
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur	23,41	2	0,23	864	1
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	12,86	5	0,08	6 140	3
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	95,99	17	1,11	1 533	2
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	343,93	82	2,22	3 688	2
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien	33,45	0	0,09	0	1
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens	26,38	6	0,13	4 458	2
19	USG	Altérites du socle	1594,67	7	6,30	111	1

Total des formations argileuses	2841,13	193	14,96	1 290
Formations à priori non-argileuses	2998,92	5	11,01	
Réseau hydrographique surfacique	60,70	-	-	
Total du Département	5900,75	198	25,968900	

Illustration 28 : Répartition géologique des sinistres recensés et calcul des taux d'urbanisation et densités de sinistre par formation

Trois formations obtiennent une note de densité de sinistres de 3 : les *Alluvions anciennes argileuses*, les *Marnes noires* du Toarcien et du Pliensbachien (13) et les *Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur* (17).

Cinq formations obtiennent une note de densité de sinistre moyenne : les *Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines* (2), les *Alluvions anciennes* (4), les *Conglomérats et grès blancs - Trias* (15), les *Grès, argiles et calcaires - Permien* (16), les *Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens* (18).

Toutes les autres formations reçoivent la note minimale de 1.

Il est à noter que 2 formations n'ont pas été caractérisées par une note de sinistralité car leur densité de sinistres calculée sur la base des données recueillies n'a pas été jugée significative. Ceci concerne des formations dont l'extension géographique et la surface bâtie est très réduite. Dans ce cas, la présence d'un seul sinistre suffirait à déterminer une note de sinistralité très élevée qui n'aurait pas de signification statistique. C'est pourquoi il est jugé préférable, conformément à la démarche adoptée pour les autres cartes d'aléa déjà établie avec la même méthodologie, de ne pas attribuer de note de sinistralité à ces formations et d'afficher comme niveau d'aléa la même classe que celle caractérisant la susceptibilité de la formation.

8. Carte d'aléa

8.1. DÉTERMINATION DU NIVEAU D'ALÉA

8.2. CARTE D'ALÉA

La carte départementale d'aléa a été tracée 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-dessous (Illustration 29). Elle est présentée sur l'illustration 30 et en carte hors-texte à l'échelle 1/125 000 (où les sinistres, les zones bâties 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 à la même échelle.

Les formations retenues sont représentées par trois couleurs (jaune, orange et rouge) correspondant à leur niveau d'aléa retrait-gonflement (respectivement faible, moyen et fort).

Les zones blanches de la carte (ill. 33 et 34) correspondent aux formations *a priori* non argileuses, et donc théoriquement dépourvues de tout aléa. Elles recouvrent une superficie d'environ 3 000 km² (soit 52 % du département) et correspondent aux zones montagneuses du sud où affleurent en priorité les roches calcaires, les grès, les schistes et les roches cristallines.

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 dues à l'hétérogénéité de certaines formations essentiellement sableuses ou à l'altération localisée de formations carbonatées ou du socle. 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.

Code_Arg	Notation_Arg	Description	Surface (km ²)	% Surface Département	Niveau Suscept	Note Sinistralité	Indice d'aléa	Classe d'aléa
1	C-E	Colluvions et éboulis	23,66	0,40%	1	1	3	1
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	95,05	1,61%	1	2	4	1
3	FLG	Alluvions récentes	406,66	6,89%	1	1	3	1
4	Fxw	Alluvions anciennes	15,63	0,26%	1	2	4	1
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	4,81	0,08%	2	3	7	2
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	32,19	0,55%	1	1	3	1
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	0,46	0,01%	3	N.S.		3
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	21,61	0,37%	2	N.S.		2
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien	48,14	0,82%	1	1	3	1
10	l4	Marnes noires micacees - Toarcien et Pliensbachien	18,89	0,32%	2	3	7	2
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien	9,39	0,16%	1	1	3	1
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	33,97	0,58%	1	1	3	1
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur	23,41	0,40%	1	1	3	1
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	12,86	0,22%	2	3	7	2
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	95,99	1,63%	1	2	4	1
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	343,93	5,83%	1	2	4	1
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien	33,45	0,57%	1	1	3	1
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens	26,38	0,45%	1	2	4	1
19	USG	Altérites du socle	1594,67	27,02%	1	1	3	1

Total des formations argileuses	2841,13	48,15%
---------------------------------	---------	--------

998	NA	Formations à priori non-argileuses	2998,92	50,82%
999	Hydro	Réseau hydrographique surfacique	60,70	1,03%

Total du Département	5900,75	100,00%
----------------------	---------	---------

Illustration 29 : Détermination de la note d'aléa

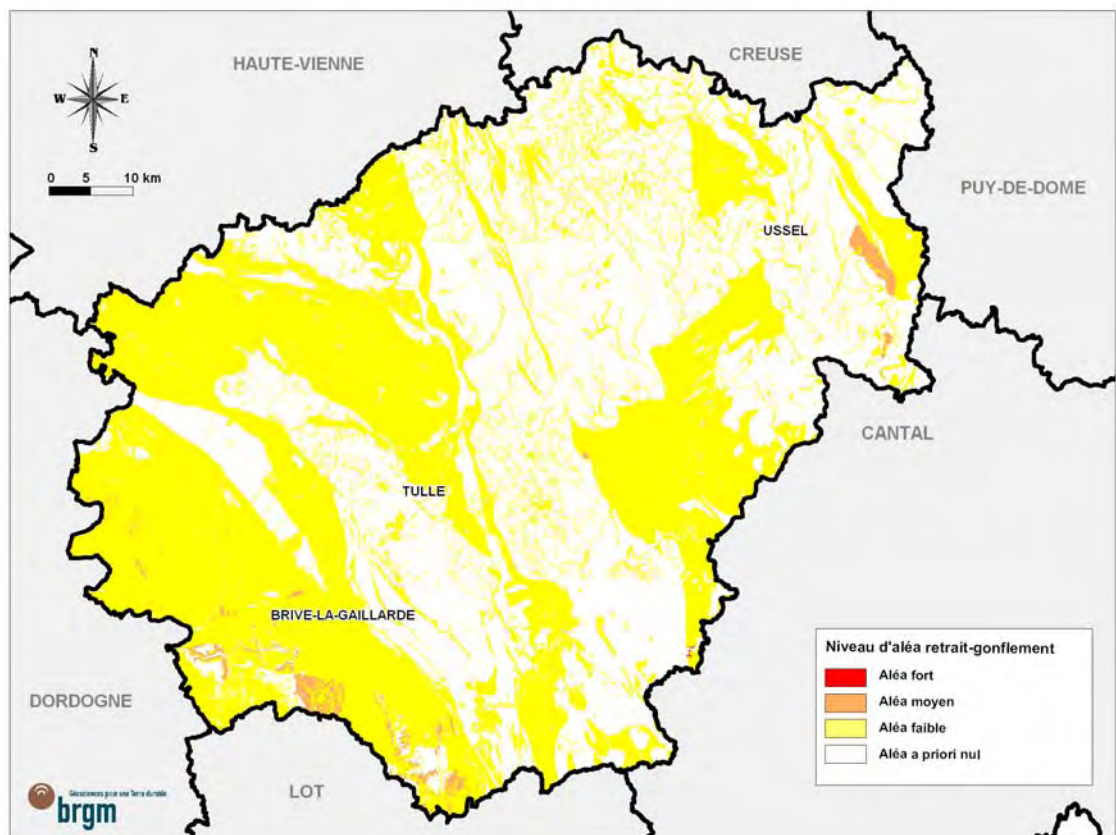


Illustration 30 : Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement de la Corrèze

Les zones d'aléa faible sont les mieux représentés avec 2 782 km² (47 % de la superficie départementale) et correspondent aux dépôts alluvionnaires, aux formations essentiellement carbonatées et aux formations cristallines et métamorphiques plus ou moins altérées.

Les zones d'aléa moyen sont présents sur 58,16 km² soit 1 % de la superficie départementale. Elles sont essentiellement constitués par les séries argilo-carbonatées du Mésozoïque.

Seules les *Argiles vertes à quartz et sable du Miocène supérieur* (10) sont classées en aléa fort ; elles recouvrent 0,46 km², soit 0,01 % de la superficie départementale. Les argiles constituant cette formation sont à dominante de smectites, c'est la nature même des argiles contenues dans cette formation, qui détermine leurs propriétés.

Code_Arg	Notation_Arg	Description	Surface (km ²)	% Surface Département	Classe d'aléa
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	0,46	0,01%	3
Total des formations en aléa fort			0,46	0,01%	
5	Fvb	Alluvions anciennes argileuses	4,81	0,08%	2
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	21,61	0,37%	2
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	18,89	0,32%	2
14	l1a2 A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	12,86	0,22%	2
Total des formations en aléa moyen			58,16	0,99%	
1	C-E	Colluvions et éboulis	23,66	0,40%	1
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	95,05	1,61%	1
3	FLG	Alluvions récentes	406,66	6,89%	1
4	Fxw	Alluvions anciennes	15,63	0,26%	1
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	32,19	0,55%	1
9	j3	Calcaire marneux et marnes - Bathonien	48,14	0,82%	1
11	l3 C	Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien	9,39	0,16%	1
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	33,97	0,58%	1
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur	23,41	0,40%	1
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	95,99	1,63%	1
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	343,93	5,83%	1
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pélites rouges violacées - Permien	33,45	0,57%	1
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphaniens	26,38	0,45%	1
19	USG	Altérites du socle	1 594,67	27,02%	1
Total des formations en aléa faible			2 782,52	47,16%	
Total des formations argileuses			2 841,13	48,15%	
998	NA	Formations à priori non-argileuses	2 998,92	50,82%	
999	Hydro	Réseau hydrographique surfacique	60,70	1,03%	
Total du Département			5 900,75	100,00%	

Illustration 31 : Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa

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 la Corrèze. 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 la Mer (MEEDDM) et de 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. D'autres études départementales sont en cours de réalisation, ce programme devant concerner à terme l'ensemble du territoire métropolitain.

La démarche de l'étude a d'abord consisté en l'établissement d'une cartographie départementale synthétique des formations argilo-marneuses affleurantes à subaffleurantes, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 et d'observations bibliographiques existantes. La carte synthétique recense en définitive 19 formations à composante argileuse, 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

bâtie, ceci afin de permettre des comparaisons fiables entre elles. Au total, 198 sinistres répartis dans 36 communes du département ont ainsi été recensés et localisés. 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 la Corrèze la méthodologie mise au point au niveau national, une seule formation identifiée comme argileuse a été classée en aléa fort. Deux autres 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. Sur une superficie départementale totale évaluée à 5 901,16 km²,

- 0,01 % est ainsi classé en aléa fort ;
- 1 % est caractérisé par un aléa moyen ;
- 47 % est classé en aléa faible ;
- 51 % correspond à des zones *a priori* non concernées par le phénomène.

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 ou du socle. 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 Corrèze, dont l'échelle de validité est le 1/50 000 et qui est présentée sous format papier hors texte à l'échelle 1/125 000, 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 éventuelle 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'une étude géotechnique à la parcelle 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 sinistres.

10. Bibliographie

Références principales

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

ASTM D 4546 - 90, 1995. One-dimensional swell or settlement potential of cohesive soils, vol. 4.08, pp. 693–699.

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., Saintieljes L., Mouroux P., avec la coll. de Ducreux G.H. (1995) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols (sécheresse/pluie) dans la région de Manosque (Alpes de Haute Provence). Échelle communale et départementale. Approche méthodologique. Rapport BRGM R 38695

Chassagneux D., Saintieljes 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.

Delpont G., Bellier A., Ghyselinck M. (2006) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Lot. Rapport BRGM/RP-55122-FR, 107 p., 22 ill., 5 ann., 3 cartes 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. Rapport *BRGM/RP-51198-FR*, 125 p., 7 fig., 13 tabl., 2 ann., 5 pl. h.-t.

Chèvremont Ph., Donsimoni M. (2009) – Carte géologique harmonisée du département de la Corrèze (19). Notice géologique. Rapport *BRGM/RP-56816-FR*, 233 p., 3 fig., 2 tabl., 3 ann., 2 pl. h.-t.

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

Karnay G., avec la collaboration de **Blondel A., Fondin A., Vincent M. et Imbault M.** (2008) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Landes. Rapport *BRGM/RP-56583-FR*, 118p., 35ill., 3 ann., 3 cartes h.-t.

Karnay G., avec la collaboration de Pérouse E., Fondin A., Peter M., Vincent M. et Imbault M. (2008) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département des Pyrénées-Atlantiques. Rapport BRGM/RP-56566-FR, 89p., 34ill., 5 ann., 3 cartes h.-t.

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

Platel J.P., Lescure F., Vincent M., Norie A. (2002) - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Dordogne. Rapport BRGM/RP-51266-FR, 102 p., 48 fig., 14 tab., 7 ann., 3 cartes hors texte.

Prian J.-P., Donsimoni M., Vincent M. avec la collaboration 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. Rapport BRGM/RP-50376-FR, 269 p.

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

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 R 39967*, 89 p.

Vincent M. (2006) – Retrait-gonflement des sols argileux : un aléa géologique lié aux conditions climatiques – Géosciences (la revue du BRGM pour une Terre Durable), n°3, mars 2006, pp. 50 à 55.

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) - Étude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux et de ses interactions avec le bâti – rapport final. *Rapport BRGM/RP-54862-FR*, 378 p., 308 ill.

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^{ème} trim. 2007, pp. 45-58

Vincent M., Plat E., Le Roy S. (2007) - Cartographie de l'aléa Retrait-Gonflement et Plans de Prévention des Risques. *Revue Française de Géotechnique* n° 120-121, 4^{ème} trim. 2007, pp. 189-200

Vincent M., Hédou F., Chirouze M., Plat E., Le Roy S. (2008) – Cartographie à l'échelle départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux à des fins préventives. *Symposium international Sécheresse et Construction, Marne-la-Vallée, 1-3 sept. 2008, éd. du LCPC, Paris*, pp. 55-62

Vincent M., Cojean R., Fleureau J.-M., Cui Y. J., Jacquard C., Kazmierczak J.-B., Masrouri F., Tessier D., Alimi-Ichola I., Magnan J.-P., Blanchard M., Fabre D.,

Pantet A., Audiguier M., Plat E., Souli H., Taibi S., Tang A.-M., Morlock C., Maison T., Mrad M., Bréda N., Djeran-Maigre I., Duc M., Soubeyrou J.-M., Denis A., Proust D., Geremew Z., Le Roy S., Dumont M., Hemmati S., Nowamooz H., Coquet Y., Pothier C., Makki L., Chrétien M., Fontaine C. (2009) – Rapport de synthèse final du projet ARGIC (Analyse du retrait-gonflement et de ses Incidences sur les Constructions) – Projet ANR-05-PRGCU-005. Rapport BRGM/RP-57011-FR en partenariat entre le Centre de Géosciences, le BRGM, le LMSSMat, le CERMES, Fondasol, l'INERIS, le LAEGO, l'INRA, le LGCIE, le LCPC, Météo-France, le GHYMAC et l'Université de Poitiers, 92 p., 29 ill., 6 tabl., 39 ann. (sur CD Rom)

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^e 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

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

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^e 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*. Édité. 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

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

- Philipponat G.** (1991) – Retrait-gonflement des argiles, proposition de méthodologie. *Rev. Fr. Géotech.*, 57, p. 5-22
- Philipponat G.** (1987) – Sols expansifs en France. Identification et recommandations pour les fondations. 6^e Int. Conf. Exp. Soils, 7-10, New Delhi
- 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
- 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^{ème} 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) – 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

Vincent M., Plat E., Le Roy S. (2007) - Cartographie de l'aléa Retrait-Gonflement et Plans de Prévention des Risques. Revue Française de Géotechnique n° 120-121, 4^{ème} trim. 2007, pp. 189-200

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

Astruc J.-G., Cubaynes R., Fabre J.-P., Galharague J., Lefavrais-Raymond A., Marcouly R., Péliissié T., Rey J., Simon-Coinçon R., Turq A. (1995). Carte géol. France (1/50 000), feuille Souillac (809). BRGM.

Boissonnas J., Talbert J.-C., Feys R., Lefavrais-Raymond A., Raynal J.-P., David L., Bonflis P., Barruol J. (1976). Carte géol. France (1/50 000), feuille Brive-la-Gaillarde (785). BRGM.

Brousseau R., Le Garrec M.J., Tempier P., Veyret-Mekdjian Y. (1989). Carte géol. France (1/50 000), feuille Mauriac (763). BRGM.

Chenevoy M., Bouchardon J.-L., Laval M., Mouthier B., Scanvic J.-Y. (1983). Carte géol. France (1/50 000), feuille Châteauneuf-la-Forêt (713). BRGM.

Feys R., Lefavrais-Raymond A., Lablanche G., Platel J.-P., Roger P., Lefavrais-Henry M., Vogt J., Guillot P.-L. (1979). Carte géol. France (1/50 000), feuille Terrasson (784). BRGM.

Grolier J., Guillot P.-L., Lacour A., Santallier D., Pfeiffer M.-T., Talbert J.-C., Raynal J.-P., Feys R. (1979). Carte géol. France (1/50 000), feuille Tulle (761). BRGM.

Guillot P.-L., Astruc J.-G., Feix I., Humbert L., Lefavrais-Henri M., Lefavrais-Raymond A., Michard A., Monier G., Roubichou P. (1992). Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Céré (810). BRGM.

Guillot P.-L., Floc'h J.-P., Santallier D. (1979). Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Yrieix-la-Perche (736). BRGM.

Guillot P.-L., Feys R., Levafrais-Raymond A., Lablanche G., Raynal J.-P. (1977). Carte géol. France (1/50 000), feuille Juillac (760). BRGM.

Labernardière H., Lefavrais-Raymond A., Astruc J.-G., Monier G. (1992). Carte géol. France (1/50 000), feuille Argentat (786). BRGM.

Pavillon M.-J., Scanvic J.-Y. (1977). Carte géol. France (1/50 000), feuille Bugeat (714). BRGM.

Pavillon M.-J., Risler J.-J. (1970). Carte géol. France (1/50 000), Meymac (738) BRGM.

de Peyronnet P., de Saint-Ours P., Bellon H., Gillot P.-Y., Benhamou G., Jourdan A., Pesme M.-F., Larroque P., Gilbert J.-P., Lefèvre C., Talbot R. (1979). Carte géol. France (1/50 000), feuille Pleaux (787). BRGM.

Santallier D., Floc'h J.-P., Lamouille B., Guillot J.-L., Marquaire C. (1982). Carte géol. France (1/50 000), feuille Uzerche (737) BRGM.

Talbert J.-C., Feys R. (1988). Carte géol. France (1/50 000), feuille Bort-les-Orgues (739). BRGM.

Tempier P., Lameyre J., Labernadière H., Scanvic J.-Y (1978). Carte géol. France (1/50 000), feuille La Roche-Canillac (762) BRGM.

Vincent T. (2008). Carte géol. France (1/50 000), feuille Ussel (715). BRGM.

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 la Mer (MEEDDM), sur la prévention des risques majeurs, affichant les risques naturels et technologiques ainsi que les reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle.

Annexe 1

Liste des formations argileuses retenues

Code Formarg	Notation Formarg	Description Formarg	Code harmo	Notation harmo	Description harmo	Superficie (km²)
1	C-E	Colluvions et éboulis	4	Cf1	Colluvions indifférenciés sur substrat permien	0,16
			5	CV	Colluvions de Vayrac : limons argileux (2 à 6 m)	0,66
			6	C	Colluvions de bas versant : sables limono-argileux micacés ; colluvions de vallons secs	15,87
			8	E	Paquets glissés et éboulis	2,20
			9	EO	Eboulis de basaltes ou de phonolites	5,38
2	FC	Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines	7	C-F	Colluvions de fond de vallée et alluvions des vallées secondaires : cailloutis à matrice argileuse, limons (2 à 4 m), argile	93,68
3	FLG	Alluvions récentes	10	K	Remplissage des dolines et cailloutis des vallées sèches suspendues : cailloutis à matrice argilo-sableuse (1 à 20 m?)	0,59
			12	JFz	Cône de déjection récent, associé à Fz	2,41
			13	JFy	Cône de déjection ancien, associé à Fy	0,60
			14	FzT	Tourbières et marais actuels	28,83
			15	FL	Accumulations deltaïques lacustres	0,30
			16	FG	Dépôts fluvioglaciers	0,48
			17	Fz	Alluvions récentes et actuelles : limons à micas, galets de roches cristallines et volcaniques, quartz	391,62
4	Fw	Alluvions anciennes	18	Fy	Alluvions anciennes de très basse terrasse et de basse terrasse (2 à 15 m) : galets de roches cristallines et volcaniques dans une matrice sablo-argileuse ou limoneuse	23,77
			19	Fx	Alluvions anciennes de moyenne terrasse (15 à 20 m) : graviers et galets de quartz et roches du socle dans une matrice sablo-argileuse	14,09
			20	Fwc	Alluvions anciennes de haute terrasse (20 à 30 m) en place ou remaniées : limons à galets	1,86
			21	Fwb	Alluvions anciennes de haute terrasse (30 à 35 m) en place ou remaniées : argile rougeâtre à galets et grès ferrugineux	3,59
			22	Fwa	Alluvions anciennes de haute terrasse (40 à 50 m) : argile rougeâtre à quartz	0,19
			23	Fv	Alluvions anciennes de très haute terrasse (70 à 80 m) : argile brune à galets et pisolithes de fer	1,11
6	A	Altérites sur terrains sédimentaires	3	r3b2	Limons d'altération du Domérien supérieur	0,14
			31	e-m	Sidérolithique : argiles ferrugineuses et sables	32,11
7	m	Argiles vertes à quartz et sables - Pontien	29	m6	Pontien (Mioène terminal) : argiles vertes à quartz, sables	0,46
8	e	Argiles, sables et graviers plus ou moins rubéfiés - Paléocène à Oligocène	32	e-m(gs)	Sidérolithique : galets siliceux dans une matrice argileuse	15,44
			33	e-g	Éocène à Oligocène : argiles à graviers	2,39
			34	e1-5	Paléocène à Lutétien supérieur. Argiles à graviers du bassin de Martel : galets de quartz et sables grossiers argileux (0 à 50 m)	3,79
9	j3	Calcaire mameux et marnes - Bathonien	36	j3b3	Bathonien moyen : calcaires à bancs mameux	2,96
			37	j3b2	Bathonien moyen : calcaires en plaquettes et marnes noires	5,52
			39	j3a	Bathonien inférieur : calcaires sublithographiques et marnes noires, laminites plus abondantes au sommet	39,68
10	l4	Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien	42	l4	Toarcien : marnes noires devenant calcaires au sommet	10,58
			44	l3b1	Domérien inférieur : marnes noires micacées	8,37
			43	l3b2	Domérien supérieur : calcaire bioclastique et gréseux roux, Gryphées et Pectens	6,94
11	l3C	Calcaire gréseux et mameux - Pliensbachien	45	l3a	Carixien : calcaire gréseux fin ou alternances de calcaires mameux et de marnes	2,56
12	l2	Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien	47	l2b	Sinémurien supérieur : alternance de calcaires oolithiques et de calcaires sublithographiques	17,38
			48	l2a	Sinémurien inférieur : alternances de calcaires et de dolomies	10,25
			49	l1c-2a	Sinémurien inférieur : calcaires et dolomies (l2a). Hettangien supérieur : dolomies (l1c)	6,29
13	l1b	Brèches, cargneules et dolomies argileuses liées - Hettangien supérieur	50	l1c	Hettangien supérieur (Formation de Capdenac) : brèches, cargneules et dolomies argileuses liées (60 m)	23,41
14	l1a2A	Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur	51	l1b	Hettangien inférieur (Formation du Maillet) : argiles vertes et noires et dolomies en dalles (2-20 m)	12,77
15	t	Conglomérats et grès blancs - Trias	54	t	Trias : conglomérats et grès blancs	96,20
16	r G	Grès, argiles et calcaires - Permien	55	r2-3	Saxono-Thuringien : Grès de Louignac	14,52
			58	r2-3a	Saxono-Thuringien : Grès de Grammont	33,43
			59	r1	Autunien : indifférencié	8,64
			60	r1GB	Autunien : Grès gris de Brignac	19,44
			61	r1GRS	Autunien : Grès rouges de Brive et Grès rouges supérieurs, Grès de Villac	145,54
			62	r1C	Autunien : niveau calcaire supérieur	1,77
			63	r1GW	Autunien : Grès à Valchia	23,47
			64	r1CSA	Autunien : Calcaire de Saint-Antoine	9,60
			65	r1GRI	Autunien : Grès de Grand-Roche et Grès rouges inférieurs	88,21
17	r GA	Alternances de grès, d'argiles et pelles rouges violacées - Permien	56	r2-3c	Saxono-Thuringien : Grès de la Ramière et Argiles de Stolan	2,53
			57	r2-3b	Saxono-Thuringien : Grès de Meyssac et Argiles de la Bitarelle	30,95
18	h5	Conglomérats, schistes, grès houillier et arkoses - Stéphannien	67	h5	Stéphannien : conglomérats, schistes et grès houillers	25,62
			68	h5A	Stéphannien inférieur : arkoses	0,60
			69	h5SG	Stéphannien inférieur : schistes et grès	0,13
19	USG	Altérites du socle	101	d6-7ULTL	Diorites quartzifères - tonalites +/- orientées à homblende et biotite - Ligne Tonalitique du Limousin (Dévonien sup.)	80,35
			105	UTRr4S	UTP : Niveau schisteux intercalé dans les Grès de Thiviers	2,09
			109	UTP6	UTP : Prasinités et amphibolites dérivant de tufs basiques, dolérites, basaltes, dacites	13,30
			110	UTPSc	UTP : Schistes de Donzenac-Semblat, à chionite plus localement biotite	28,82
			111	UTPgra	UTP : Schistes ou quartzites graphiteux intercalés dans les Quartzites de Payzac, les Schistes de Semblat ou le Complexe basique d'Engasine	0,40
			115	UTP6P	UTP : Amphibolites intercalées dans les Quartzites de Payzac	0,26
			117	USGpu	USG (Unité supérieure des gneiss) : Paragneiss plagioclasiques à 2 micas ou à biotite seule, et localement grenat, sillimanite ou disthène	514,59
			118	USGpuK	USG : Paragneiss plagioclasiques à 2 micas ou à biotite seule et à microcline	6,26
			119	USGgra	USG : Niveau de schiste +/- graphiteux intercalé dans les paragneiss	0,21
			124	USG6	USG : Amphibolites plagioclasiques à grain fin, dérivant de basaltes ou de microgabbros	11,19
			125	USG6b	USG : Amphibolites rubanées à clinopyroxène et sulfures, dérivant de tufs basiques	5,03
			126	USG6y	USG : Amphibolites à grain moyen, dérivant de gabbros	13,93
			127	USG-	USG : Périodites serpentinitisées	0,55
			128	USG6*	USG : Eclogites plus ou moins amphibolitisées	31,85
			141	UIGpu	UIG : Paragneiss plagioclasiques +/- micaschisteux, à biotite +/- sillimanite +/- orthose, muscovite, grenat, cordiérite ou staurotide	446,41
			145	UIG±	UIG : Micaschistes à 2 micas +/- grenat +/- sillimanite	39,96
			146	UIG±my	UIG : Micaschistes mylonitiques à ultramylonitiques - zone de cisaillement de la Courvine	21,88
			157	UIG6	UIG : Amphibolites plagioclasiques banales, dérivant de basaltes ou de microgabbros	3,42
			158	UIG6	UIG : Périodites serpentinitisées	0,61
			159	UIG6*	UIG : Eclogites plus ou moins amphibolitisées	0,03
			160	UPM±	UPM (Unité Para-autochtone des Micaschistes) : Micaschistes à biotite +/- muscovite, grenat, sillimanite, staurotide	333,62
			161	UPMgra	UPM : Niveau de schiste graphiteux intercalé dans des micaschistes	0,01
			162	UPMrb	UPM : Micaschistes riches en biotite, muscovite et sillimanite	3,19
			163	UPMfbb	UPM : Micaschistes finement lités à muscovite et biotite	19,34
			164	UPMfbbM	UPM : Micaschistes et gneiss +/- anatexiques	16,41
			165	UPMj±	UPM : Alternance de paragneiss et de micaschistes	11,52
			168	UTPard	UTP : Niveau ardoisier intercalé dans les Grès de Thiviers, les Schistes de Donzenac-Semblat ou les Quartzites de Payzac	0,06
			169	UPM/5	UPM : Amphibolites plagioclasiques, en lentilles intercalées dans des micaschistes	0,05

Annexe 2

Résultat des analyses par diffractométrie X de 21 échantillons

1. Nature de l'essai :

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

2. Appareillage et conditions expérimentales :

Appareillage : Diffractomètre SIEMENS D5000 automatisé

Conditions expérimentales :

- Balayage de 2 à 36°2θ
- Vitesse de balayage de 0,02°2θ/seconde
- Temps de comptage : 1 seconde par pas
- Echantillon fixe
- Tube au Cobalt (λ K α 1 \approx 1,789 Å)

Traitement des diagrammes : Logiciel DIFFRAC^{plus}

3. Liste des échantillons et résultats d'analyses

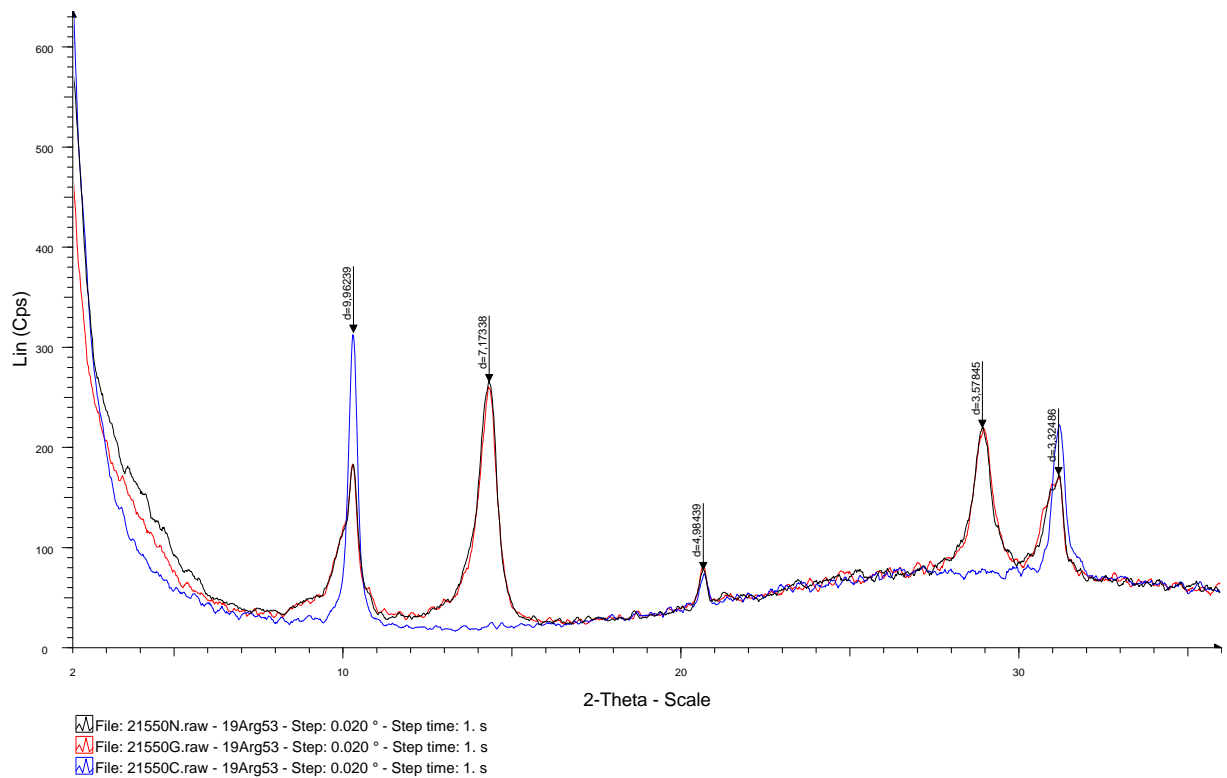
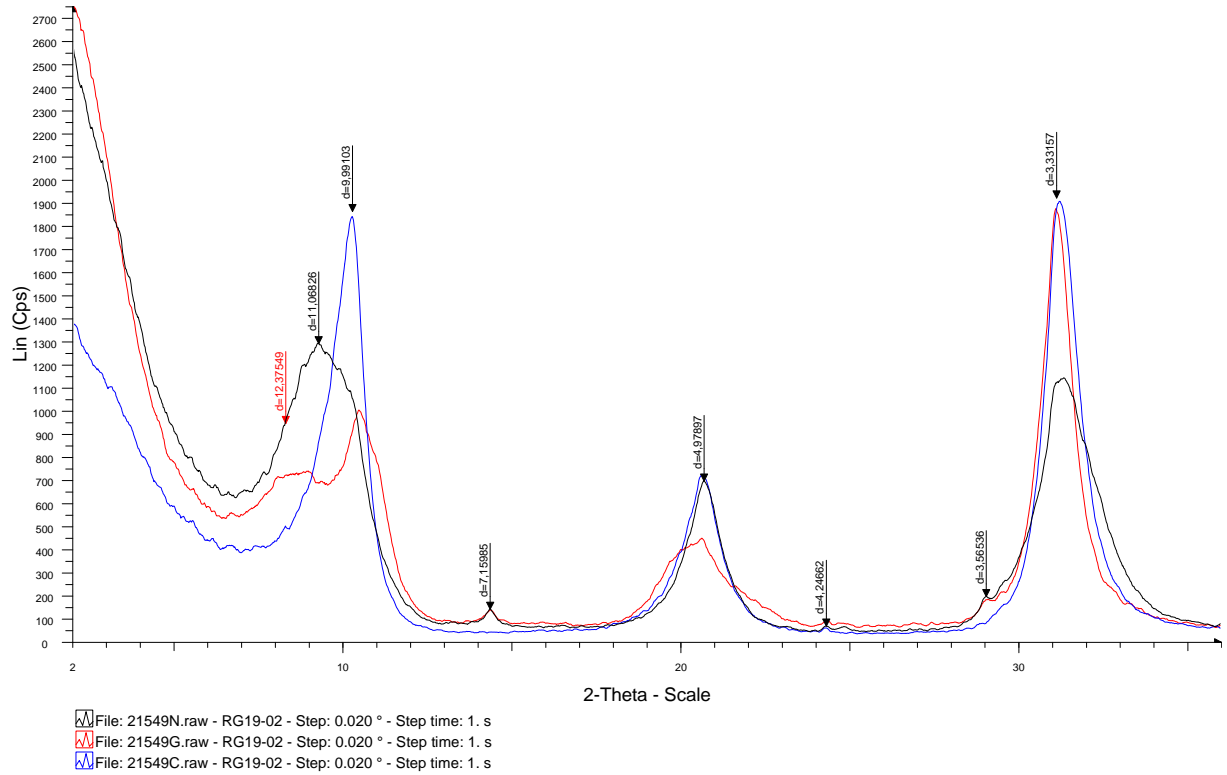
N° ECH	X L2E	Y L2E	% ARGILE	ILLITE	KAOLINITE	CHLORITE	VERMICULIT	SEPIOLITE	INTERSTRAT	VBS
éch 19A45	544861,32	2004948,57	36,90	19,00	58,00	0,00	0,00	0,00	23,00	2,60
éch 19A48	578937,58	2035175,25	18,20	9,00	71,00	0,00	15,00	5,00	71,00	0,49
éch 19A50	536389,28	2025704,99	18,30	10,00	65,00	10,00	13,00	0,00	2,00	0,85
éch RG19-25	523168,09	2036967,54	19,10	5,00	71,00	0,00	24,00	0,00	0,00	1,48
éch RG19-53	534707,43	2051487,71	13,80	34,00	66,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
éch RG19-05	608998,47	2053112,96	16,60	34,00	56,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,62
éch RG19-12	531655,82	2017689,74	18,30	10,00	39,00	28,00	0,00	0,00	23,00	1,54
éch RG19-13	529878,42	2018844,23	19,90	6,00	2,00	0,00	0,00	0,00	92,00	1,99
éch RG19-14	528239,07	2014874,13	17,50	6,00	17,00	42,00	0,00	0,00	35,00	1,76
éch RG19-16	531322,42	2011276,71	42,70	33,00	43,00	0,00	0,00	0,00	24,00	3,46
éch RG19-29	539494,75	2031874,22	26,30	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
éch 19A52	527941,77	2052800,54	29,10	6,00	57,00	0,00	17,00	20,00	0,00	1,16
éch 19A44	545027,56	2010144,90	42,60	92,00	4,00	0,00	4,00	0,00	0,00	3,25
éch 19A47	558953,57	1995362,94	47,80	4,00	96,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51
éch 19A49	596748,69	2046802,01	26,80	14,00	40,00	0,00	46,00	0,00	0,00	2,08
éch RG19-02	609980,20	2053929,14	13,80	62,00	1,00	0,00	0,00	0,00	37,00	4,33
éch RG19-07	579605,96	2043660,00	12,00	3,00	88,00	0,00	6,00	3,00	0,00	0,26
éch RG19-17	532759,21	2011928,14	25,40	64,00	31,00	0,00	0,00	0,00	5,00	2,12
éch 19A46	540360,65	2006511,50	41,40	39,00	55,00	0,00	6,00	0,00	0,00	2,39
éch 19A51	520162,06	2038326,20	11,40	4,00	77,00	0,00	19,00	0,00	0,00	1,65

4. Observations

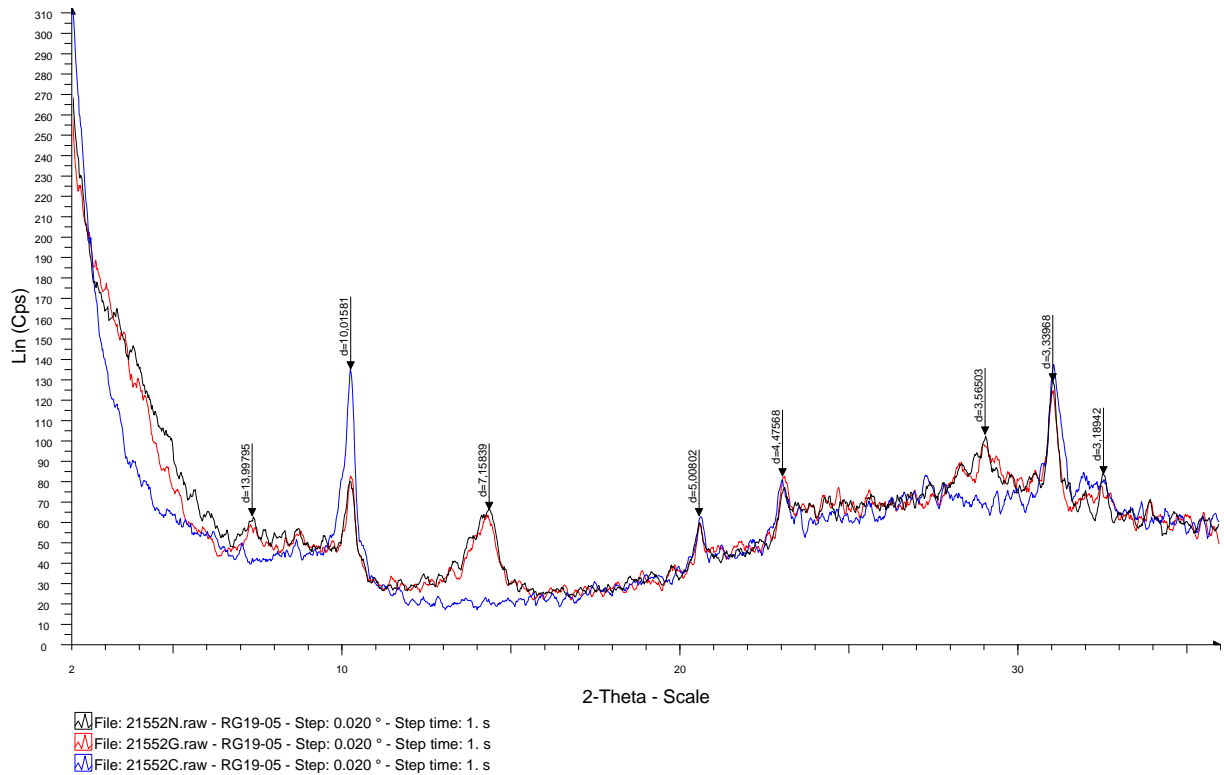
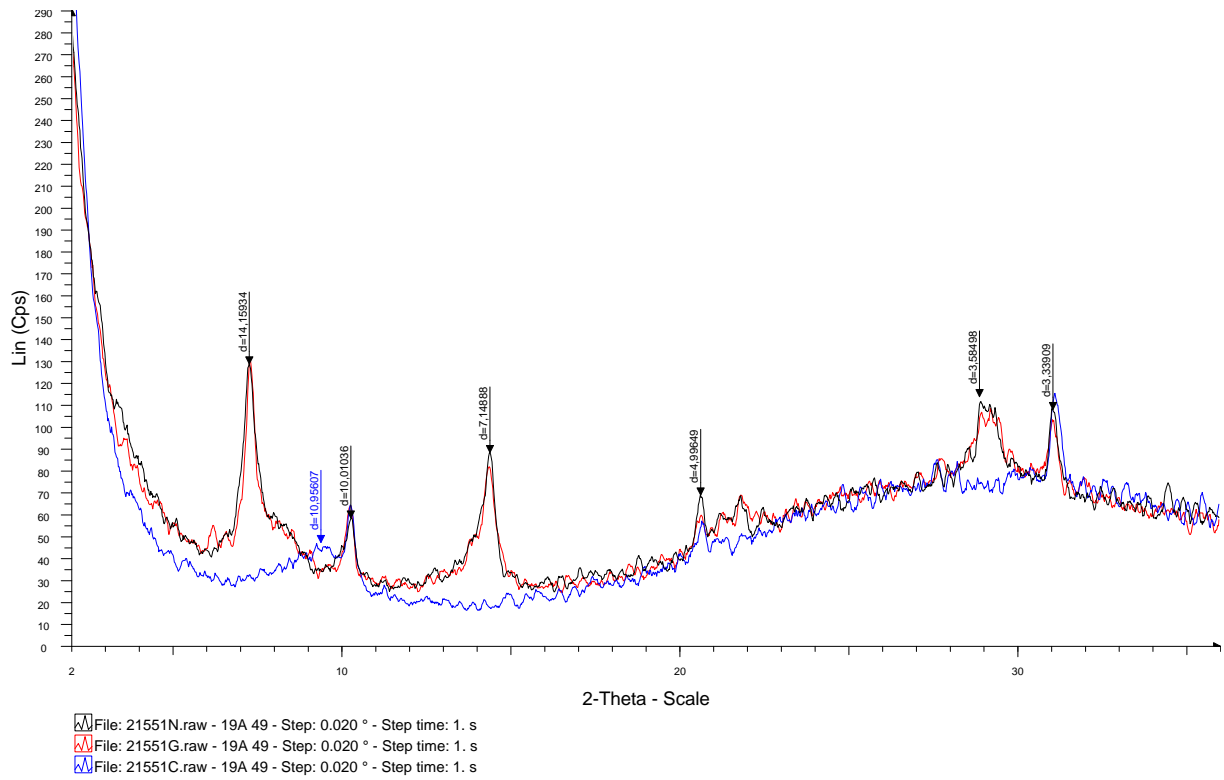
Pour chaque échantillon :

- Le diffractogramme obtenu à partir de la lame normale (indexé N), de la lame glycolée pendant 12 heures en tension de vapeur (indexé G), de la lame chauffée à 490°C pendant 4 heures (indexé C)

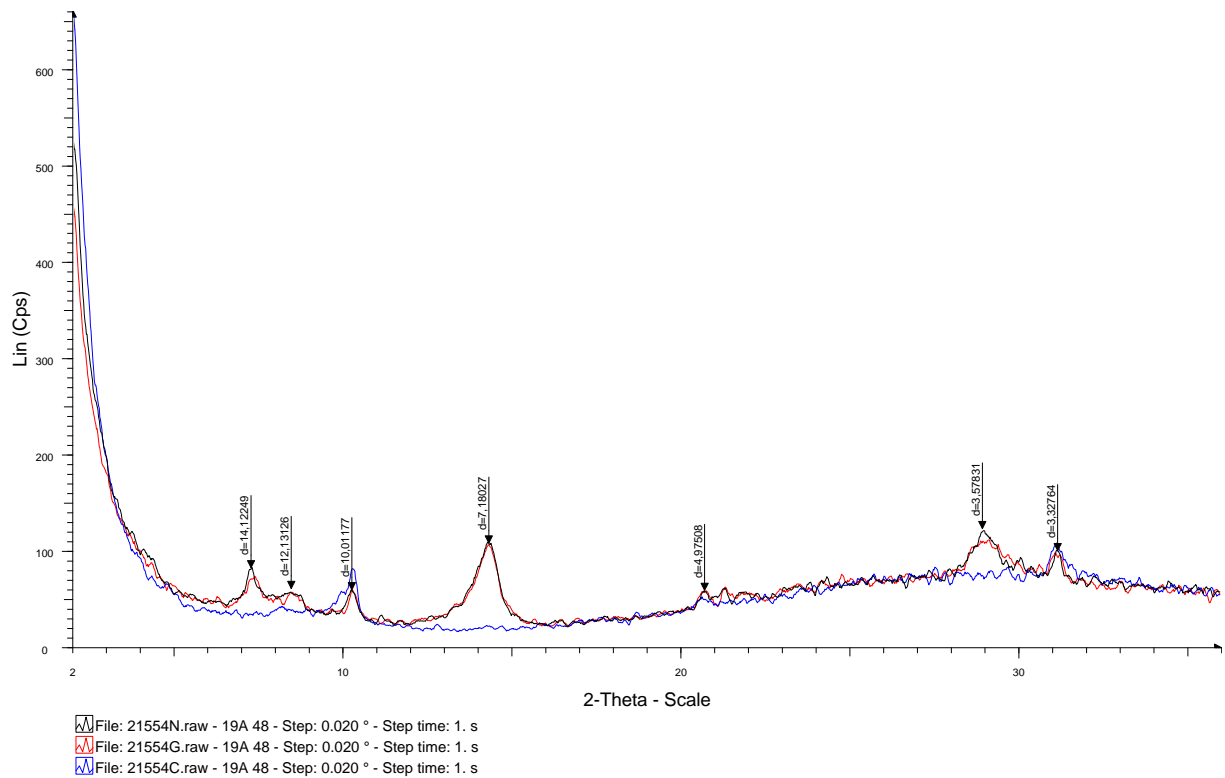
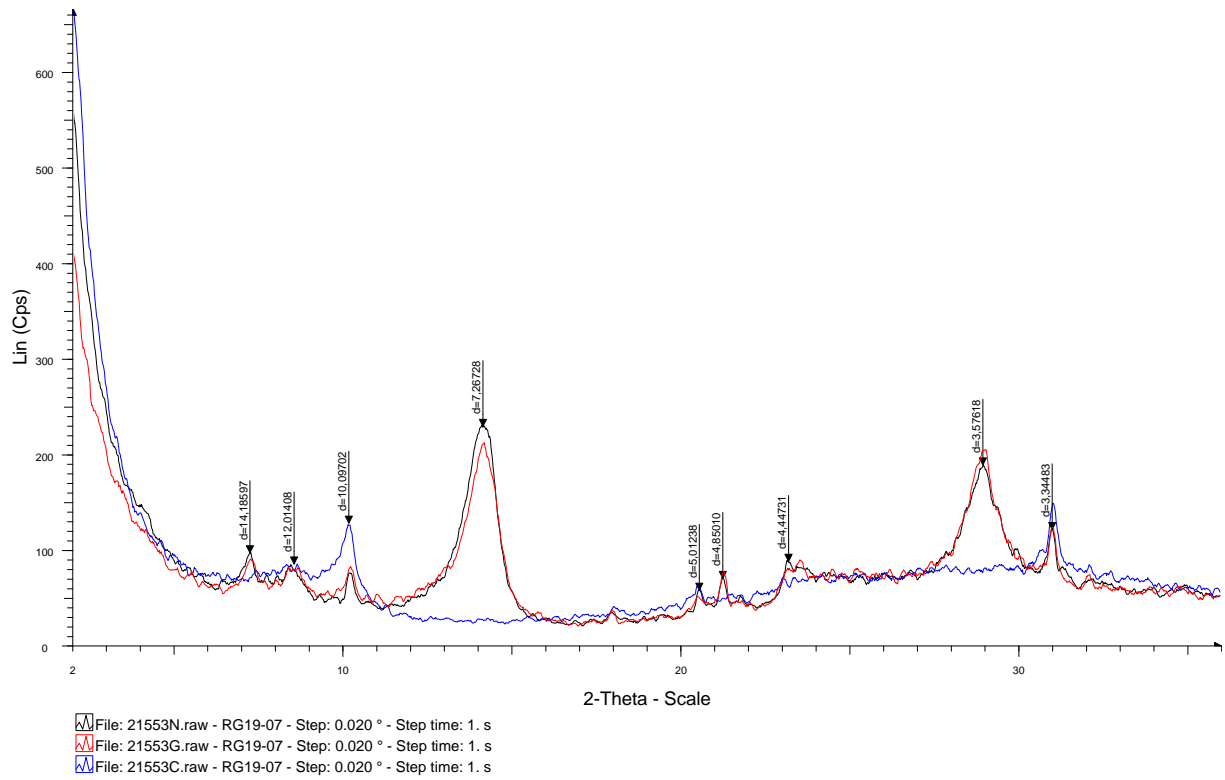
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze

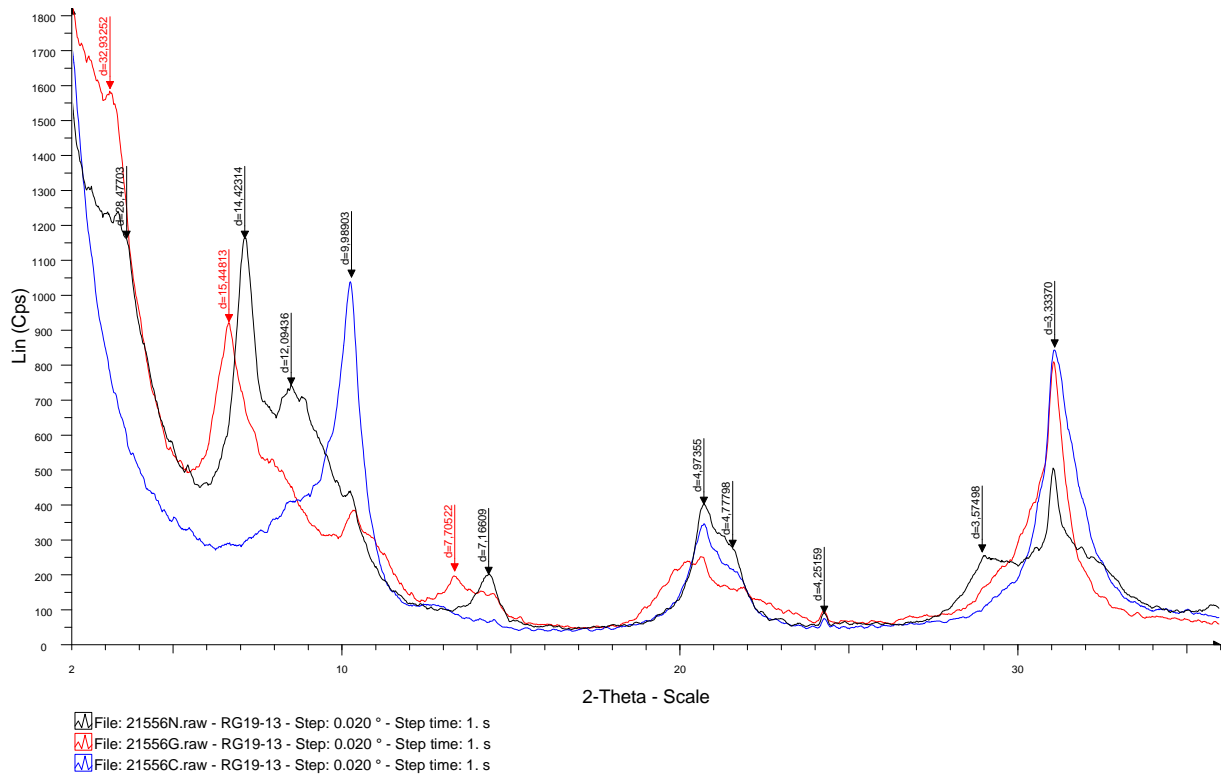
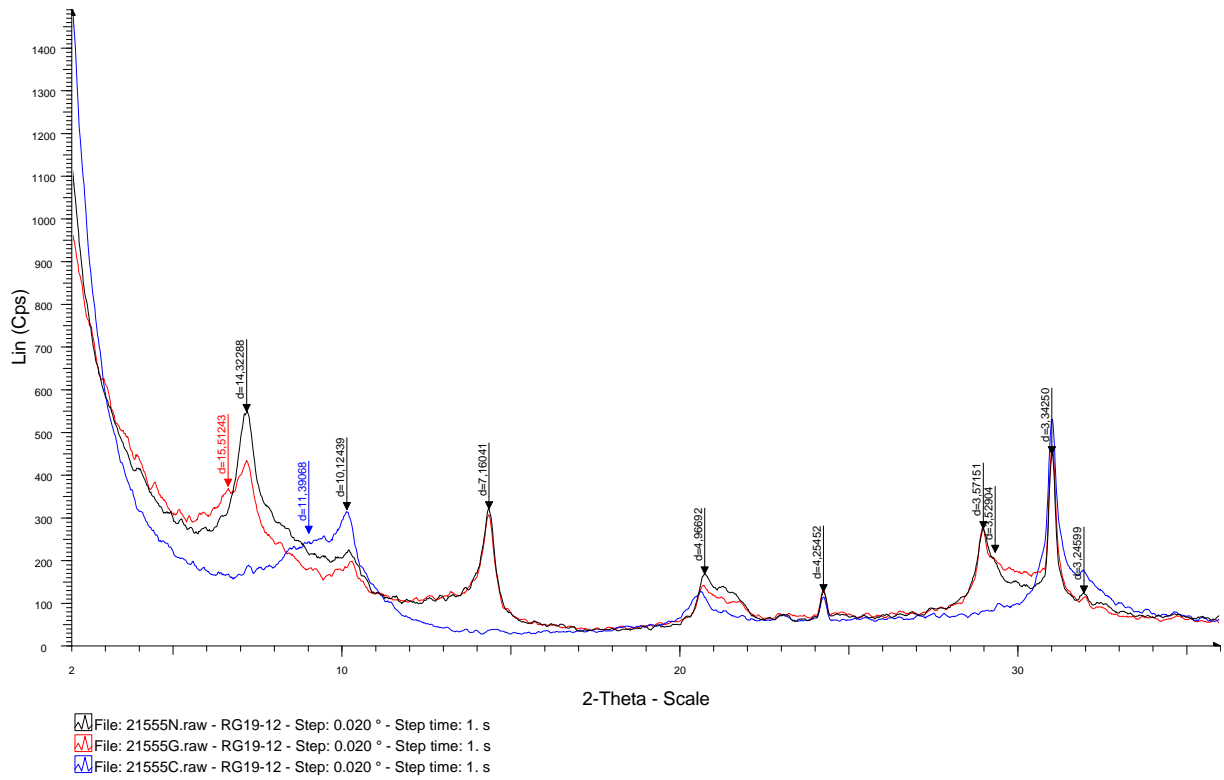


Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze

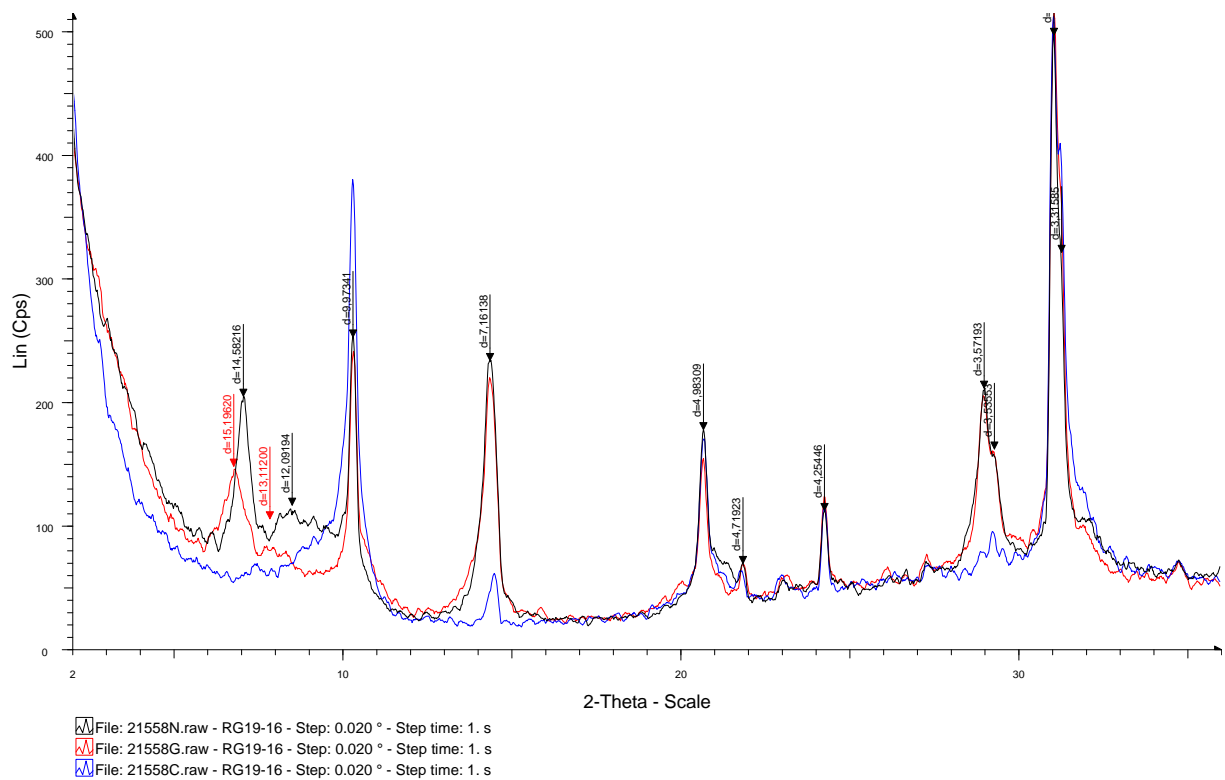
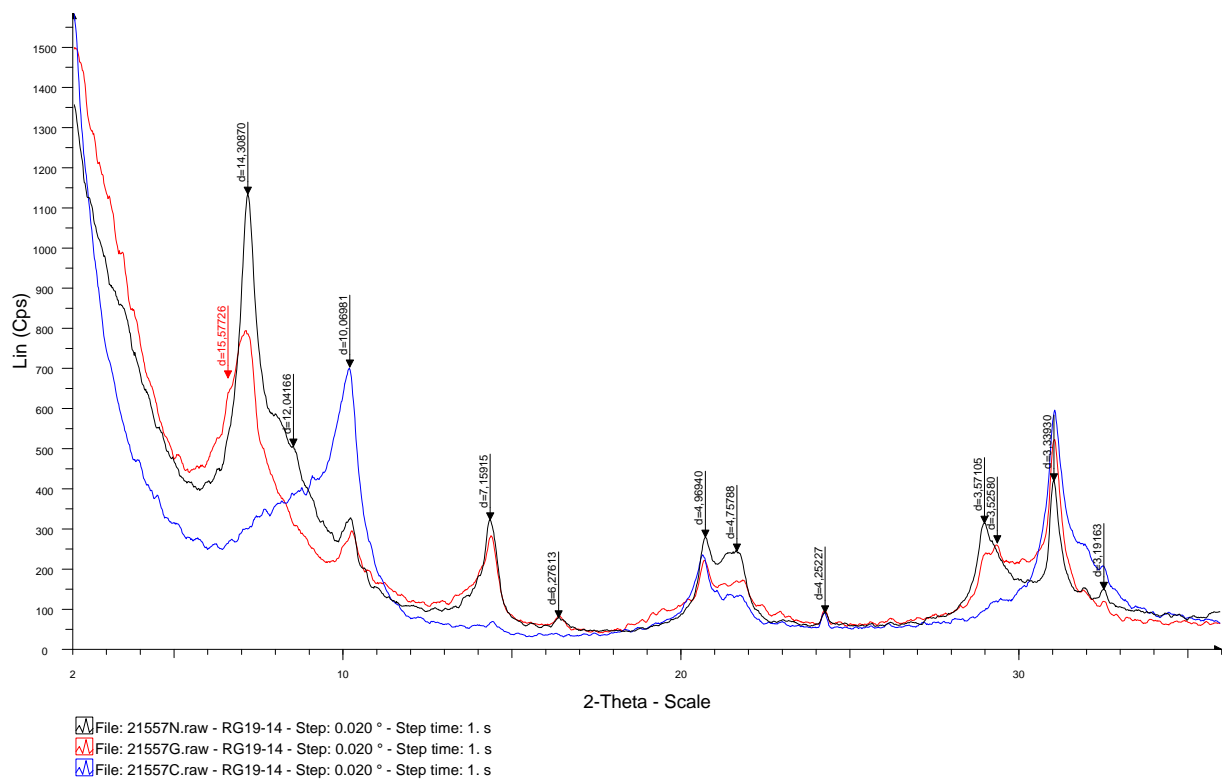


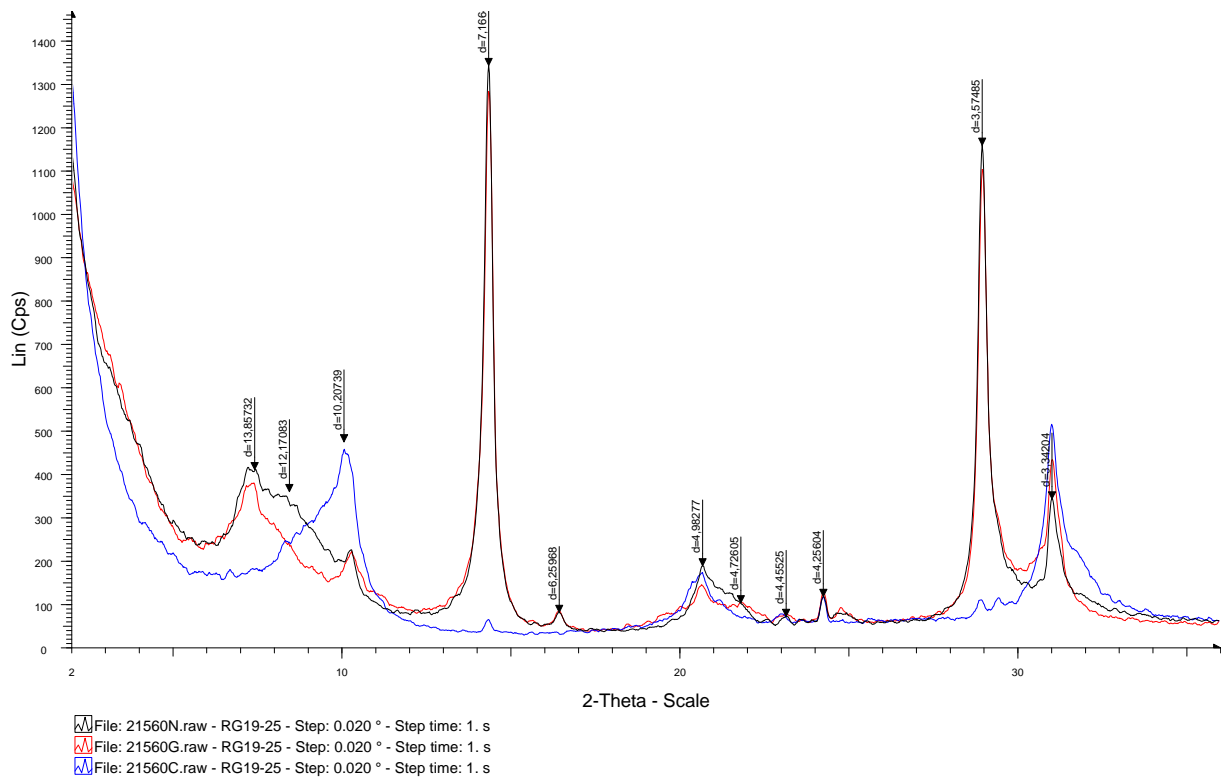
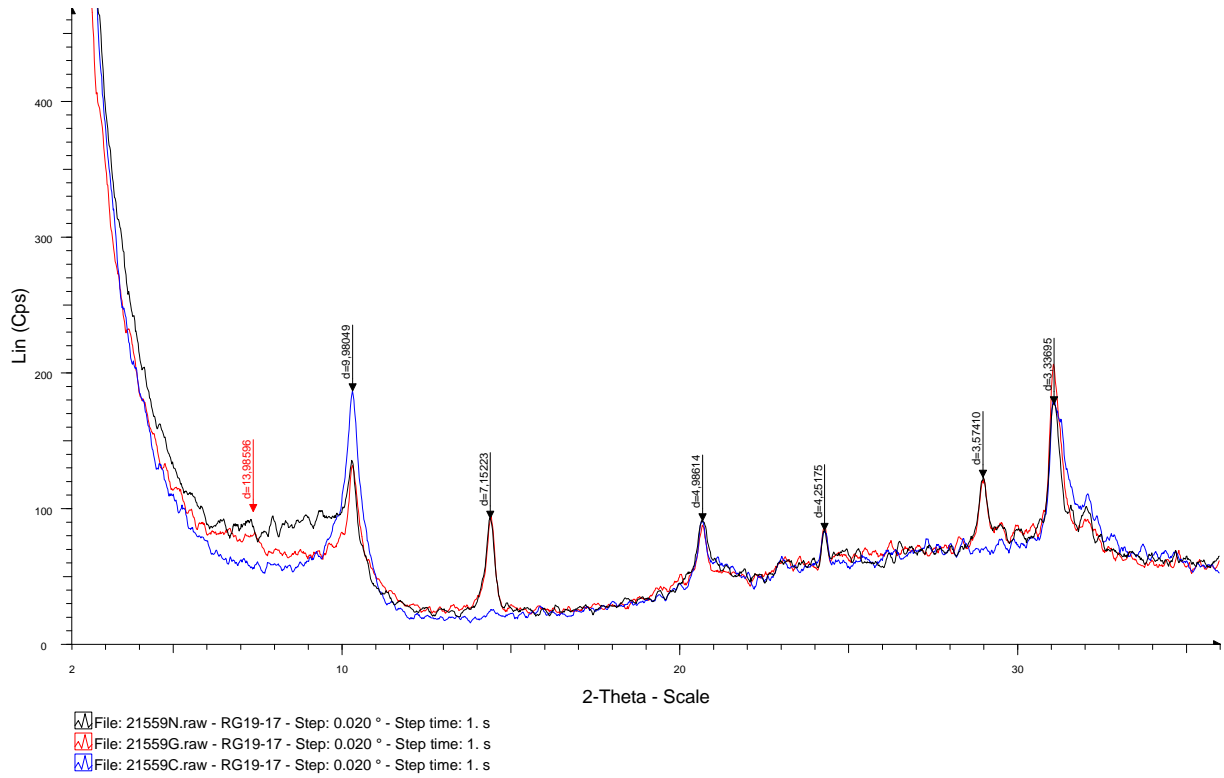
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze



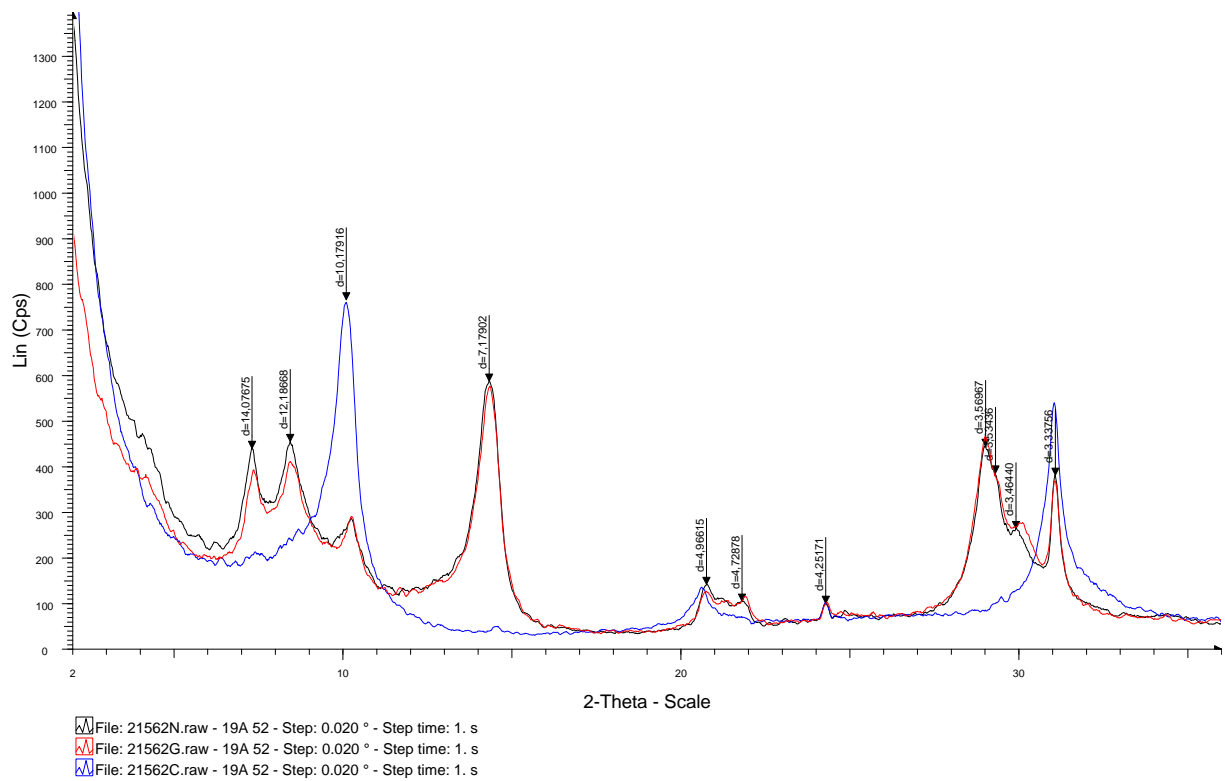
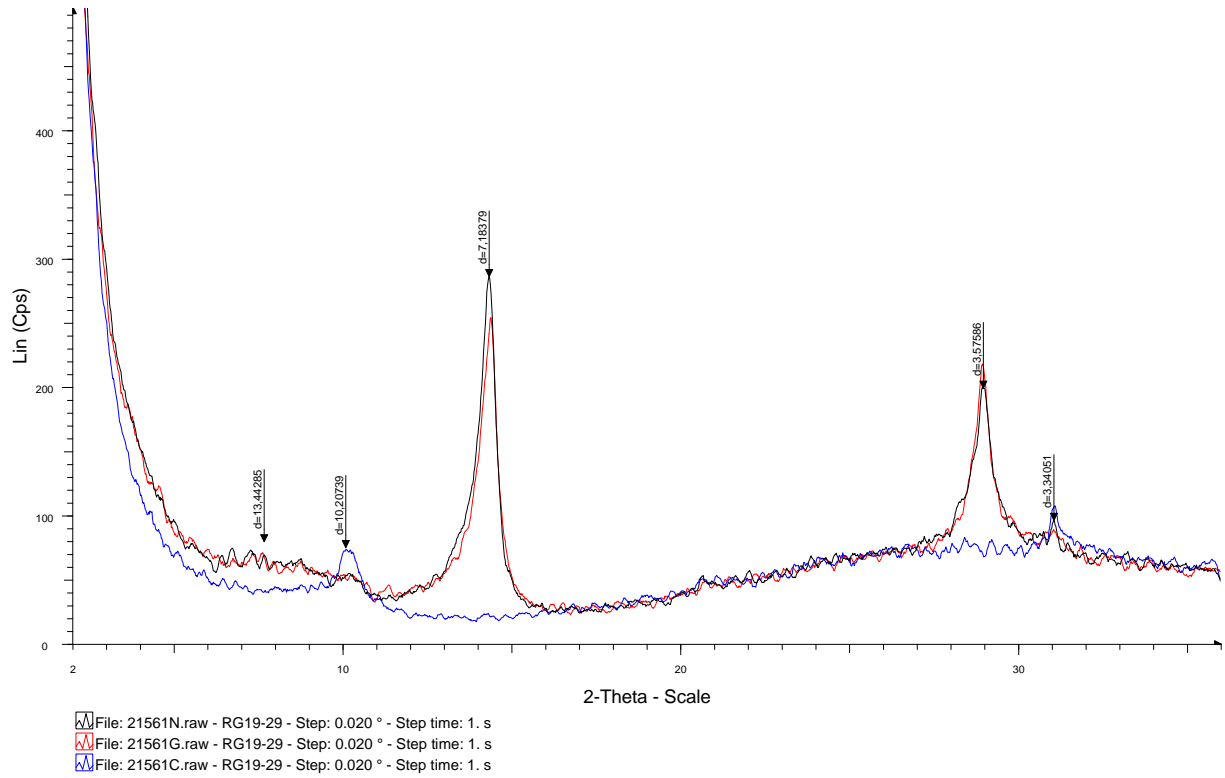


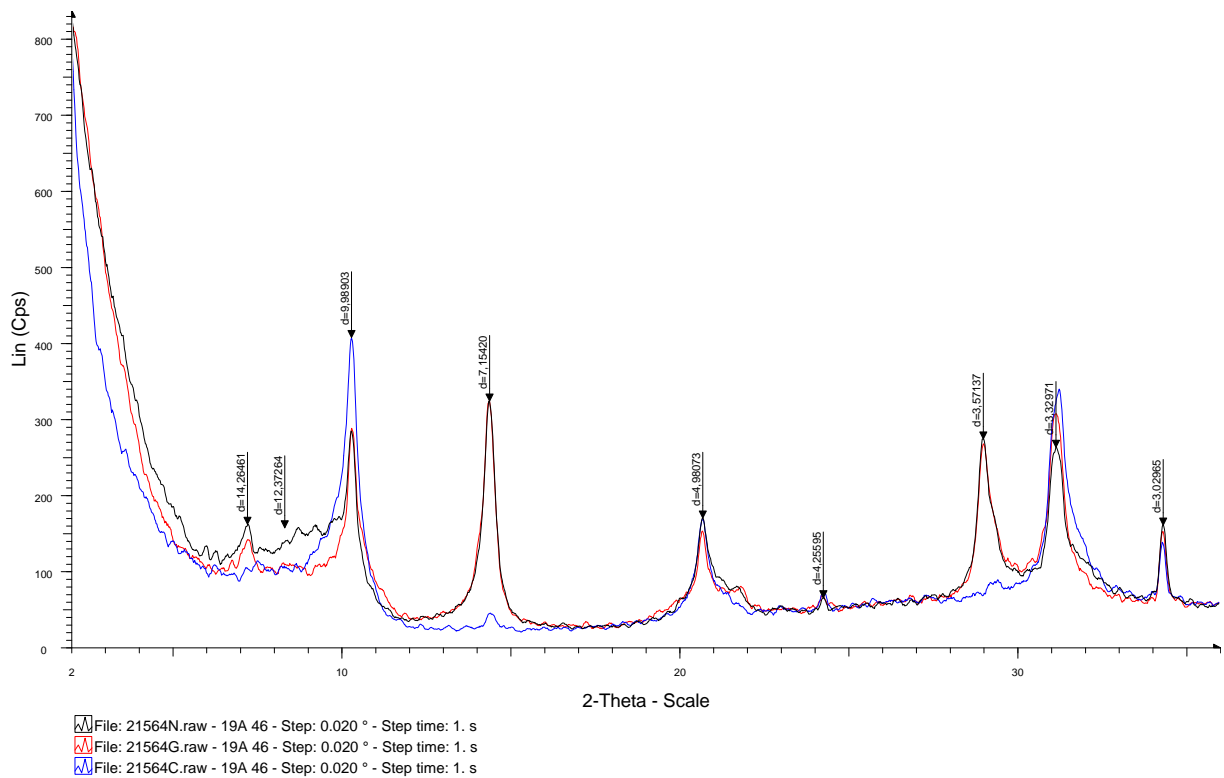
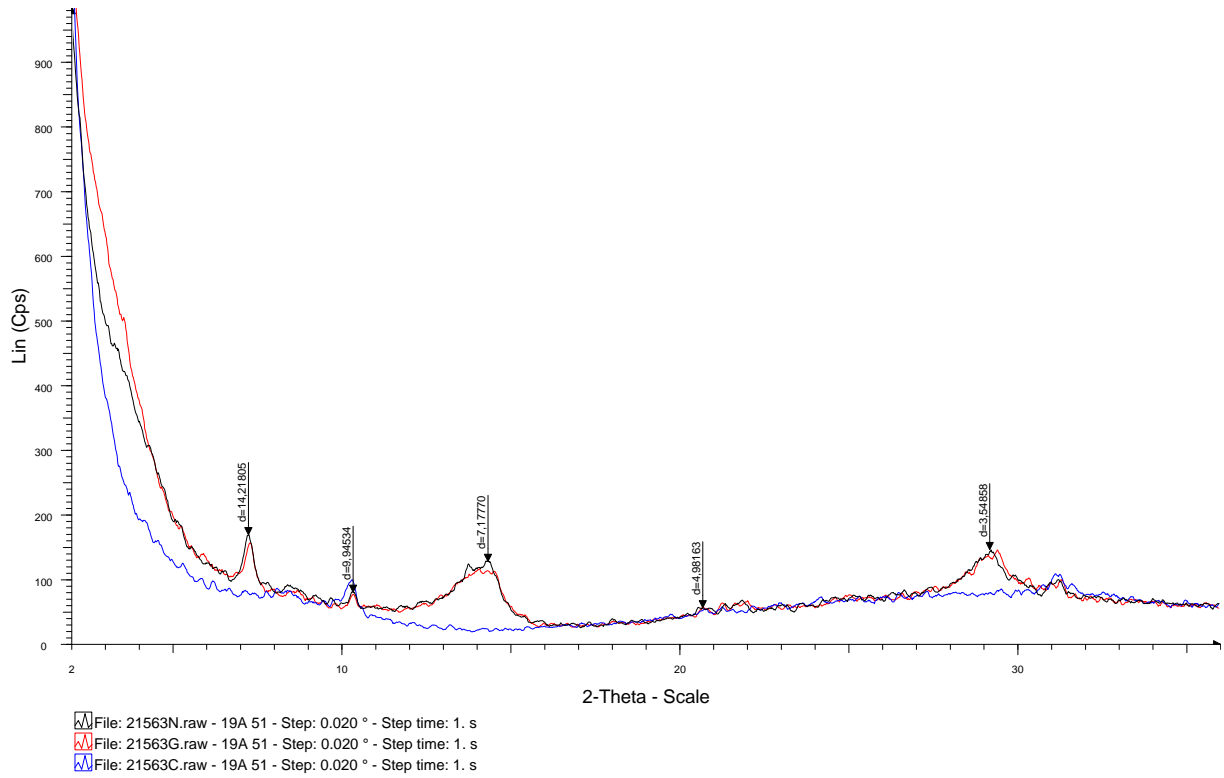
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze



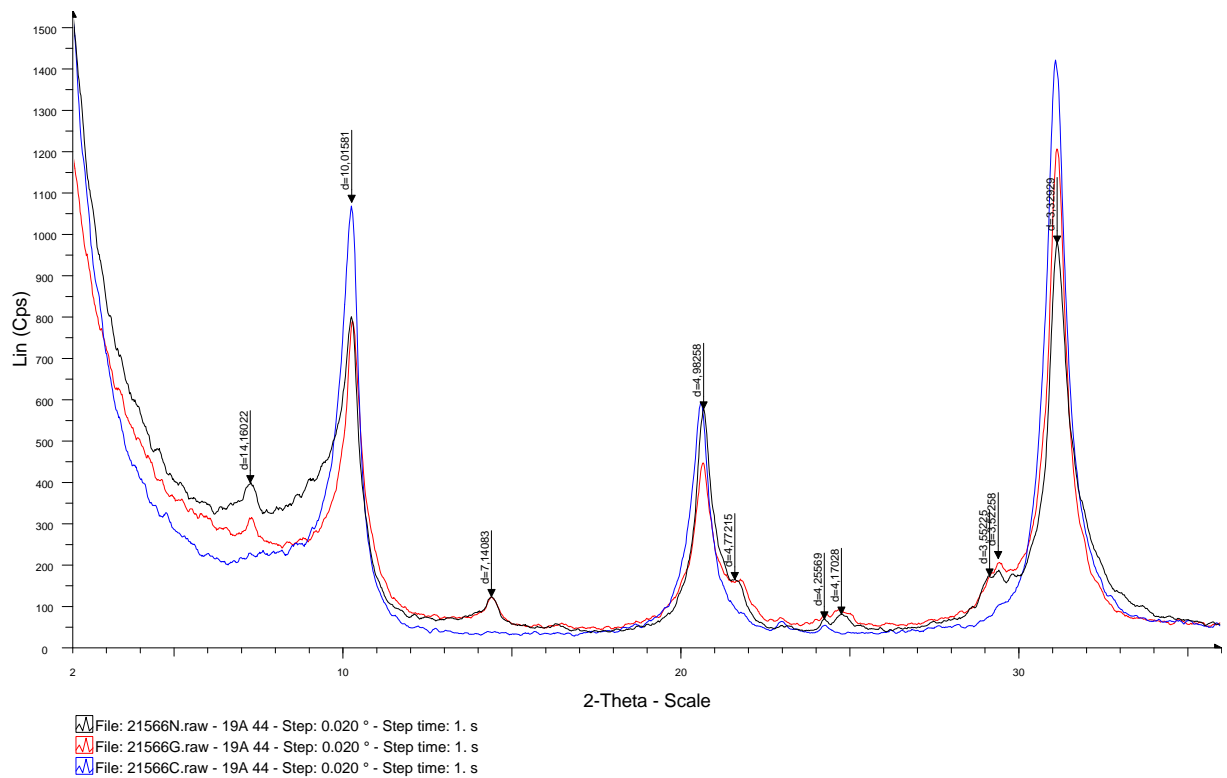
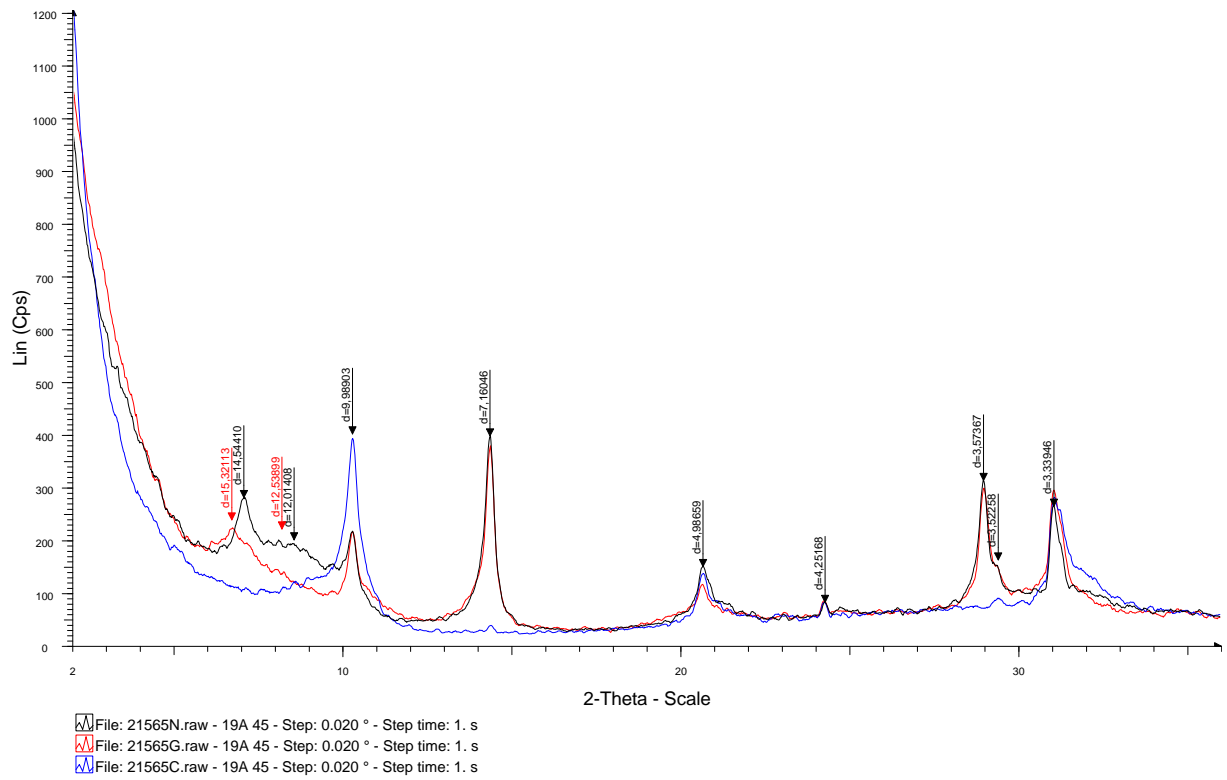


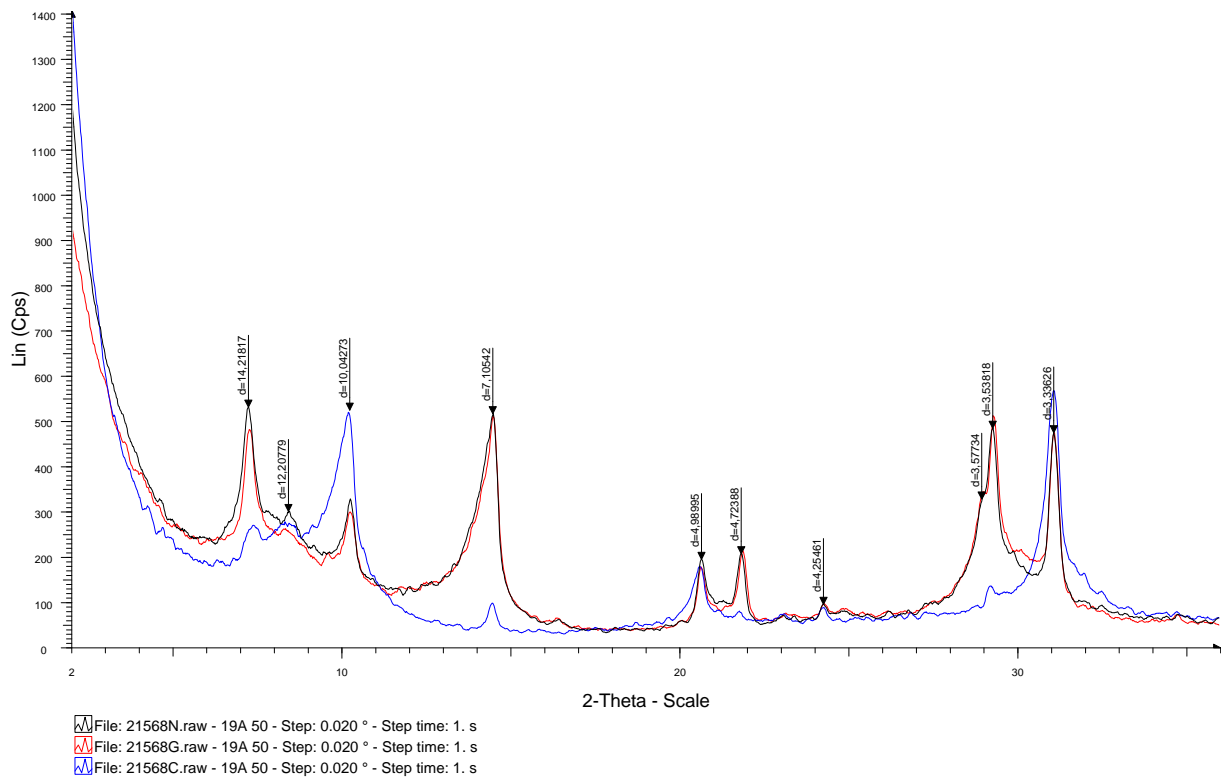
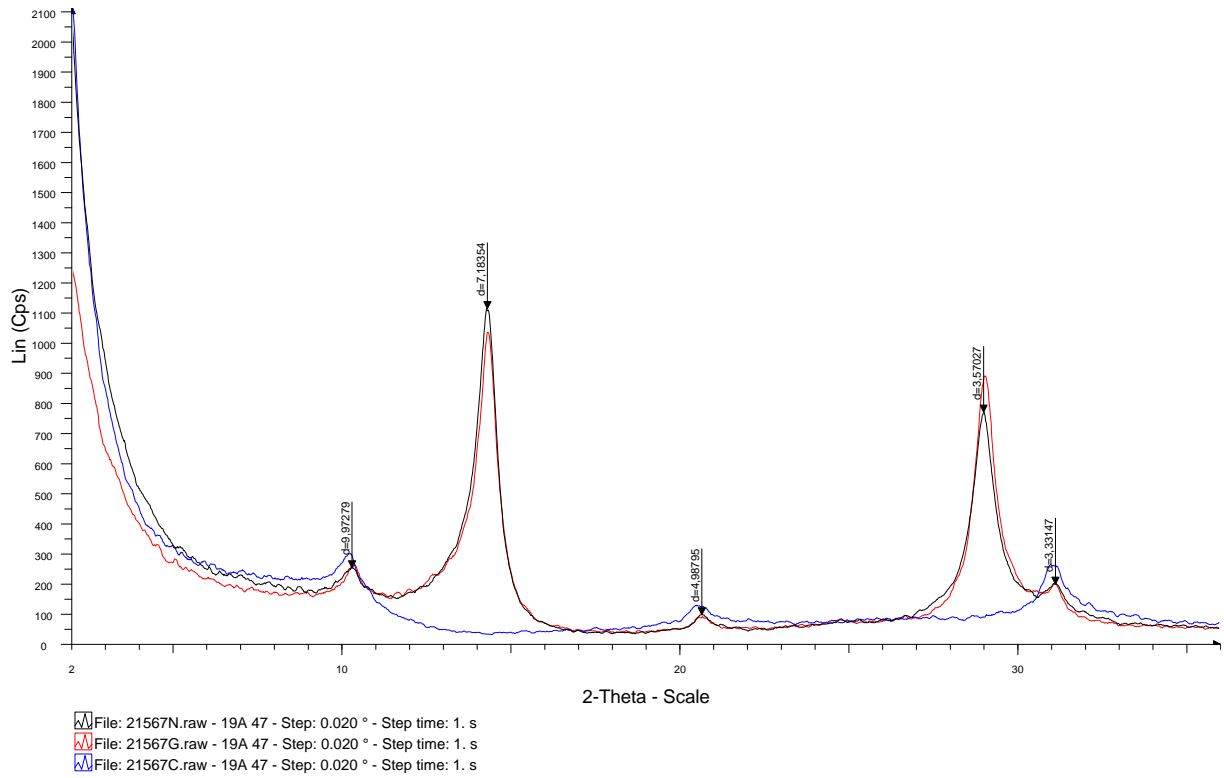
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze



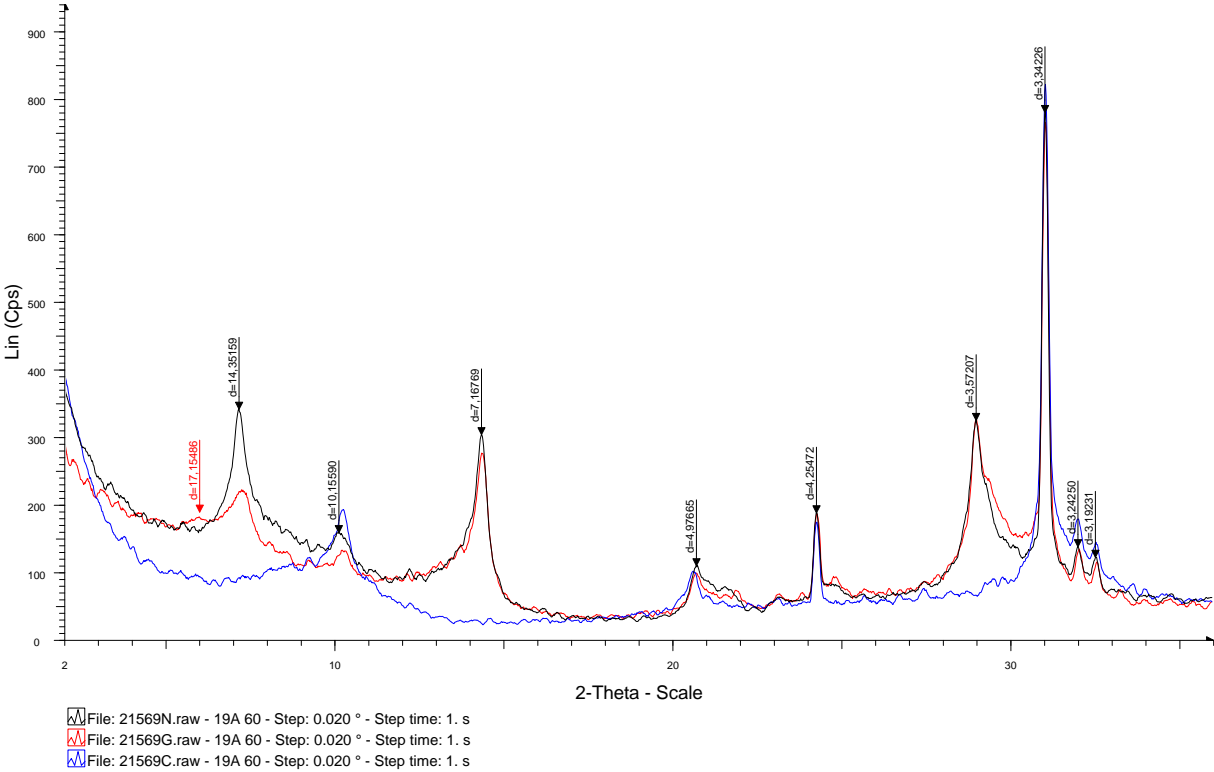


Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze





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



Annexe 3

Listes des sinistres

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

N_SINISTRE	COMMUNE	X_M	Y_M	F
19005-001	ALLASSAC	532859,576	2028997,070	
19005-002	ALLASSAC	532295,675	2029662,363	
19005-003	ALLASSAC	532357,198	2029113,814	
19005-004	ALLASSAC	533249,907	2028658,981	
19005-005	ALLASSAC	532040,648	2028251,809	
19005-006	ALLASSAC	528264,619	2025723,763	
19005-007	ALLASSAC	532151,320	2028554,496	
19005-008	ALLASSAC	534141,127	2028853,975	
19007-001	ALTILLAC	561870,347	1997237,482	
19019-001	BEAULIEU-SUR-DOROGNE	560855,050	1996728,688	
19019-002	BEAULIEU-SUR-DOROGNE	561049,929	1995658,742	
19030-001	BRIGNAC-LA-PLAINE	521825,011	2017377,524	
19030-002	BRIGNAC-LA-PLAINE	523144,943	2018543,935	
19030-003	BRIGNAC-LA-PLAINE	521562,308	2020974,942	
19030-004	BRIGNAC-LA-PLAINE	522930,816	2018711,891	
19030-005	BRIGNAC-LA-PLAINE	521791,329	2017405,822	
19030-006	BRIGNAC-LA-PLAINE	521034,267	2019858,368	
19030-007	BRIGNAC-LA-PLAINE	521411,423	2018954,431	
19031-001	BRIVE-LA-GAILLARDE	534245,613	2016378,152	
19031-024	BRIVE-LA-GAILLARDE	534245,613	2016378,152	
19031-002	BRIVE-LA-GAILLARDE	534222,470	2016312,620	
19031-003	BRIVE-LA-GAILLARDE	537663,275	2019259,180	
19031-004	BRIVE-LA-GAILLARDE	538301,530	2018219,022	
19031-005	BRIVE-LA-GAILLARDE	534908,500	2017732,339	
19031-006	BRIVE-LA-GAILLARDE	535382,924	2018620,925	
19031-007	BRIVE-LA-GAILLARDE	535645,054	2018719,911	
19031-008	BRIVE-LA-GAILLARDE	536696,211	2017736,006	
19031-009	BRIVE-LA-GAILLARDE	538710,421	2017287,474	
19031-010	BRIVE-LA-GAILLARDE	535103,838	2018554,705	
19031-011	BRIVE-LA-GAILLARDE	537269,735	2016414,814	
19031-012	BRIVE-LA-GAILLARDE	537342,944	2017485,676	
19031-013	BRIVE-LA-GAILLARDE	534279,983	2017872,570	
19031-014	BRIVE-LA-GAILLARDE	535604,841	2019201,094	
19031-015	BRIVE-LA-GAILLARDE	538877,690	2017170,501	
19031-016	BRIVE-LA-GAILLARDE	537503,109	2019457,611	
19031-017	BRIVE-LA-GAILLARDE	533873,498	2018771,008	
19031-018	BRIVE-LA-GAILLARDE	535389,684	2019162,370	
19031-019	BRIVE-LA-GAILLARDE	533863,530	2018918,571	
19031-020	BRIVE-LA-GAILLARDE	533779,552	2016335,762	
19031-021	BRIVE-LA-GAILLARDE	536461,577	2017923,782	
19031-022	BRIVE-LA-GAILLARDE	534684,750	2017856,760	
19031-023	BRIVE-LA-GAILLARDE	537510,098	2019341,783	
19043-001	LA CHAPELLE-AUX-BROCS	543555,823	2015133,033	
19049-001	CHATEAUX	531608,156	2010548,158	
19061-001	CORNIL	549756,000	2024109,000	centroid comm
19066-001	CUBLAC	517958,000	2016290,000	
19066-002	CUBLAC	519198,300	2017405,700	centre village
19066-003	CUBLAC	519843,500	2017866,200	centre village
19066-004	CUBLAC	518005,000	2016303,000	
19066-005	CUBLAC	519198,300	2017405,700	centre village
19066-006	CUBLAC	518421,000	2016194,000	
19066-007	CUBLAC	518694,000	2016705,000	
19066-008	CUBLAC	518026,000	2016160,000	
19066-009	CUBLAC	518523,000	2016914,000	
19066-010	CUBLAC	519843,500	2017866,200	centre village
19066-011	CUBLAC	519198,300	2017405,700	centre village
19066-012	CUBLAC	519779,400	2016578,400	centre village
19066-013	CUBLAC	519779,400	2016578,400	centre village
19066-014	CUBLAC	522448,500	2016745,800	centre village
19066-015	CUBLAC	518937,300	2016475,000	Centre Cublac
19066-016	CUBLAC	517130,000	2017031,400	centre village
19066-017	CUBLAC	519198,300	2017405,700	centre village
19066-018	CUBLAC	519458,000	2017146,000	centroid comm
19066-019	CUBLAC	519458,000	2017146,000	centroid comm
19066-020	CUBLAC	518299,000	2016235,000	
19066-021	CUBLAC	517698,000	2018443,000	centre lieu dit
19066-022	CUBLAC	518443,000	2017039,000	centre de la rue
19066-023	CUBLAC	518880,000	2016552,000	centre cublac
19066-024	CUBLAC	522443,000	2016712,000	centre lieu-dit
19066-025	CUBLAC	518286,000	2016205,000	
19066-026	CUBLAC	519458,000	2017146,000	centroid comm
19066-027	CUBLAC	522430,000	2016624,000	
19066-028	CUBLAC	519672,000	2016696,000	
19072-001	DONZENAC	536875,051	2023520,287	
19093-001	JUGEALS-NAZARETH	539594,997	2011091,552	
19093-002	JUGEALS-NAZARETH	537809,348	2009457,018	
19093-003	JUGEALS-NAZARETH	538620,829	2011513,733	
19093-004	JUGEALS-NAZARETH	538012,476	2011782,164	

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

N_SINISTRE	COMMUNE	X_M	Y_M	F
19093-005	JUGEALS-NAZARETH	537483,862	2010020,231	
19107-001	LARCHE	527568,965	2013781,595	
19107-002	LARCHE	527570,569	2013738,747	
19107-003	LARCHE	527669,097	2013233,963	
19107-004	LARCHE	527706,332	2013221,361	
19107-005	LARCHE	527728,329	2013256,418	
19107-006	LARCHE	527732,453	2013220,215	
19107-007	LARCHE	527748,263	2013257,793	
19107-008	LARCHE	527768,198	2013231,213	
19107-009	LARCHE	527676,315	2013169,461	
19107-010	LARCHE	527806,349	2013170,607	
19107-011	LARCHE	527711,945	2013130,279	
19107-012	LARCHE	527884,713	2013164,764	
19107-013	LARCHE	528939,650	2012408,963	
19107-014	LARCHE	528160,935	2012321,662	
19107-015	LARCHE	528893,594	2012642,222	
19107-016	LARCHE	527771,979	2013831,089	
19107-017	LARCHE	527804,745	2013829,255	
19107-018	LARCHE	527687,543	2013849,763	
19107-019	LARCHE	527786,000	2013820,000	
19115-001	LIGNEYRAC	542675,715	2004328,062	
19115-002	LIGNEYRAC	543882,111	2005284,815	
19115-003	LIGNEYRAC	543777,854	2005341,067	
19115-004	LIGNEYRAC	543850,605	2005467,321	
19115-005	LIGNEYRAC	544466,863	2004173,167	
19116-001	LIOURDRES	558367,562	1993505,218	
19117-001	LISSAC-SUR-COUZE	529424,614	2011581,786	
19117-002	LISSAC-SUR-COUZE	529432,061	2011571,818	
19117-003	LISSAC-SUR-COUZE	529440,768	2011561,851	
19117-004	LISSAC-SUR-COUZE	530930,947	2011799,464	
19117-005	LISSAC-SUR-COUZE	531106,350	2011907,386	
19117-006	LISSAC-SUR-COUZE	529425,073	2011527,366	
19120-001	LOUIGNAC	514773,499	2024957,880	
19120-002	LOUIGNAC	514615,167	2024684,980	
19120-003	LOUIGNAC	513628,512	2023275,342	
19123-001	MALEMORT-SUR-CORREZE	538363,511	2019398,265	
19123-002	MALEMORT-SUR-CORREZE	538356,293	2019318,526	
19123-003	MALEMORT-SUR-CORREZE	538350,450	2019335,253	
19123-004	MALEMORT-SUR-CORREZE	538342,087	2019420,835	
19124-001	MANSAC	525654,000	2018412,000	centre lieu-dit
19153-001	OBJAT	526624,471	2028854,204	
19153-002	OBJAT	527161,220	2030260,634	
19153-003	OBJAT	527627,395	2028677,541	
19161-001	PERPEZAC-LE-BLANC	519083,870	2024866,570	
19161-002	PERPEZAC-LE-BLANC	519047,209	2025174,641	
19161-003	PERPEZAC-LE-BLANC	519122,365	2024777,436	
19182-001	SAINT-AULAIRE	525805,658	2026104,242	
19182-002	SAINT-AULAIRE	526883,050	2026850,878	
19187-001	SAINT-BONNET-LA-RIVIERE	524107,195	2033740,506	
19187-002	SAINT-BONNET-LA-RIVIERE	524055,411	2034750,189	
19187-003	SAINT-BONNET-LA-RIVIERE	523495,519	2032753,851	
19191-001	SAINT-CERNIN-DE-LARCHE	527764,188	2010600,974	
19191-002	SAINT-CERNIN-DE-LARCHE	528250,527	2011225,023	
19191-003	SAINT-CERNIN-DE-LARCHE	528385,717	2011261,340	
19191-004	SAINT-CERNIN-DE-LARCHE	528331,641	2011276,807	
19191-005	SAINT-CERNIN-DE-LARCHE	528308,269	2011289,066	
19195-001	SAINT-CYPRIEN	524654,942	2028078,926	
19196-001	SAINT-CYR-LA-ROCHE	526219,361	2032308,299	
19202-001	SAINTE-FEREOLE	540853,520	2025299,062	
19228-001	SAINT-PANTALEON-DE-LAPLEAU	589670,827	2036079,057	
19229-001	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531348,000	2016393,000	
19229-002	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531083,000	2016402,000	
19229-003	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531417,000	2016280,000	
19229-004	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531530,000	2017650,000	centre de la rue
19229-005	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531314,000	2016288,000	
19229-006	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	528966,000	2016940,000	centroid comm
19229-007	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531627,000	2016514,000	
19229-008	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531060,000	2016655,000	
19229-009	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	530949,000	2016983,000	centre de la rue
19229-010	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	530452,000	2017216,000	centre lieu-dit
19229-011	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531626,000	2016543,000	
19229-012	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531435,000	2016283,000	
19229-013	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	530598,000	2016192,000	centre de la rue
19229-014	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	530894,000	2016299,000	
19229-015	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	529854,000	2016111,000	
19229-016	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	528640,000	2016927,000	centre lieu-dit
19229-017	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531548,000	2016532,000	
19229-018	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531558,000	2016606,000	centre de la rue
19229-019	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531196,000	2016337,000	

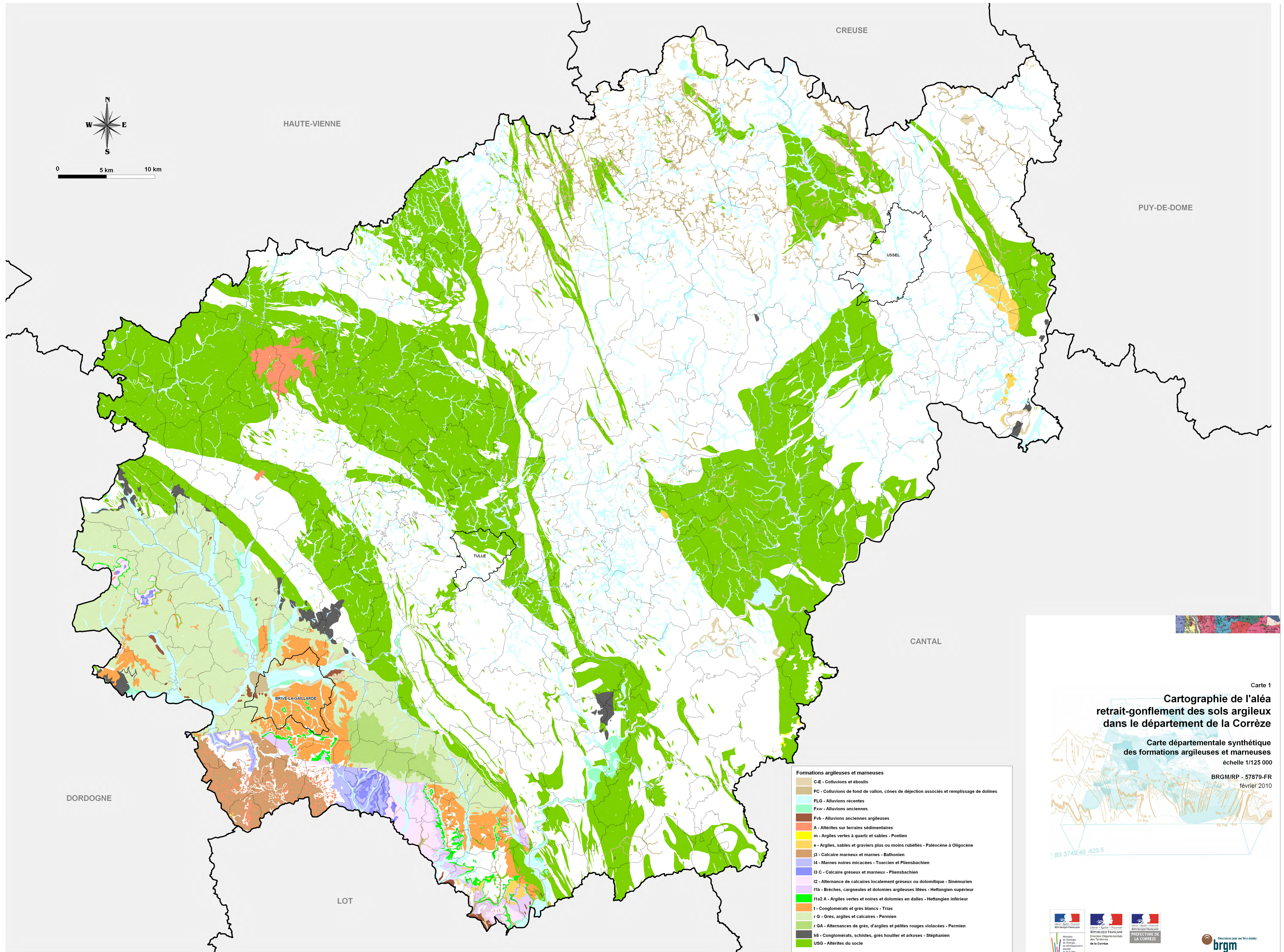
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Corrèze

N_SINISTRE	COMMUNE	X_M	Y_M	F
19229-020	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	527877,000	2014691,000	
19229-021	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	529877,000	2017720,000	centre lieu-dit
19229-022	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531481,000	2016790,000	
19229-0023	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	530958,000	2016986,000	
19229-024	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	529013,000	2015181,000	centre lieu-dit
19229-025	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	528325,000	2015830,000	centre lieu-dit
19229-026	SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	531564,000	2016343,000	
19242-001	SAINT-SOLVE	527234,887	2032842,297	
19242-002	SAINT-SOLVE	526801,592	2033458,212	
19270-001	TROCHE	529113,564	2043646,123	
19270-002	TROCHE	529254,367	2045705,359	
19273-001	TURENNE	541654,000	2004306,000	centre lieu-dit
19275-001	USSEL	598081,683	2061735,637	
19275-002	USSEL	598744,455	2059822,933	
19275-003	USSEL	597481,922	2065915,516	
19278-001	VARETZ	530013,262	2021048,609	
19278-002	VARETZ	527833,043	2021307,875	
19278-003	VARETZ	529526,809	2020848,918	
19278-004	VARETZ	527978,200	2023874,301	
19278-005	VARETZ	528491,692	2022682,112	
19278-006	VARETZ	530647,049	2020579,799	
19278-007	VARETZ	530470,386	2020805,039	
19280-001	VEGENNES	551871,930	1996521,779	
19280-002	VEGENNES	551846,840	1996487,180	
19280-003	VEGENNES	552875,771	1997321,689	
19280-004	VEGENNES	553328,197	1998574,828	
19280-005	VEGENNES	556340,290	1999128,074	
19280-006	VEGENNES	552753,527	1996487,180	
19280-007	VEGENNES	553325,792	1997675,817	
19280-008	VEGENNES	553418,820	1997789,124	
19288-001	VOUTEZAC	528616,456	2032187,315	
19288-002	VOUTEZAC	529759,000	2033111,000	centroid comm
19288-003	VOUTEZAC	528294,865	2031662,253	
19289-001	YSSANDON	527926,530	2024789,122	
19289-002	YSSANDON	526916,045	2023201,561	
19289-003	YSSANDON	525398,599	2022622,995	
19289-004	YSSANDON	523766,586	2021002,209	
19289-005	YSSANDON	523418,874	2023654,446	
19289-006	YSSANDON	524783,000	2023203,000	centroid comm
19289-007	YSSANDON	526815,913	2022800,231	
19289-008	YSSANDON	523317,596	2023645,739	



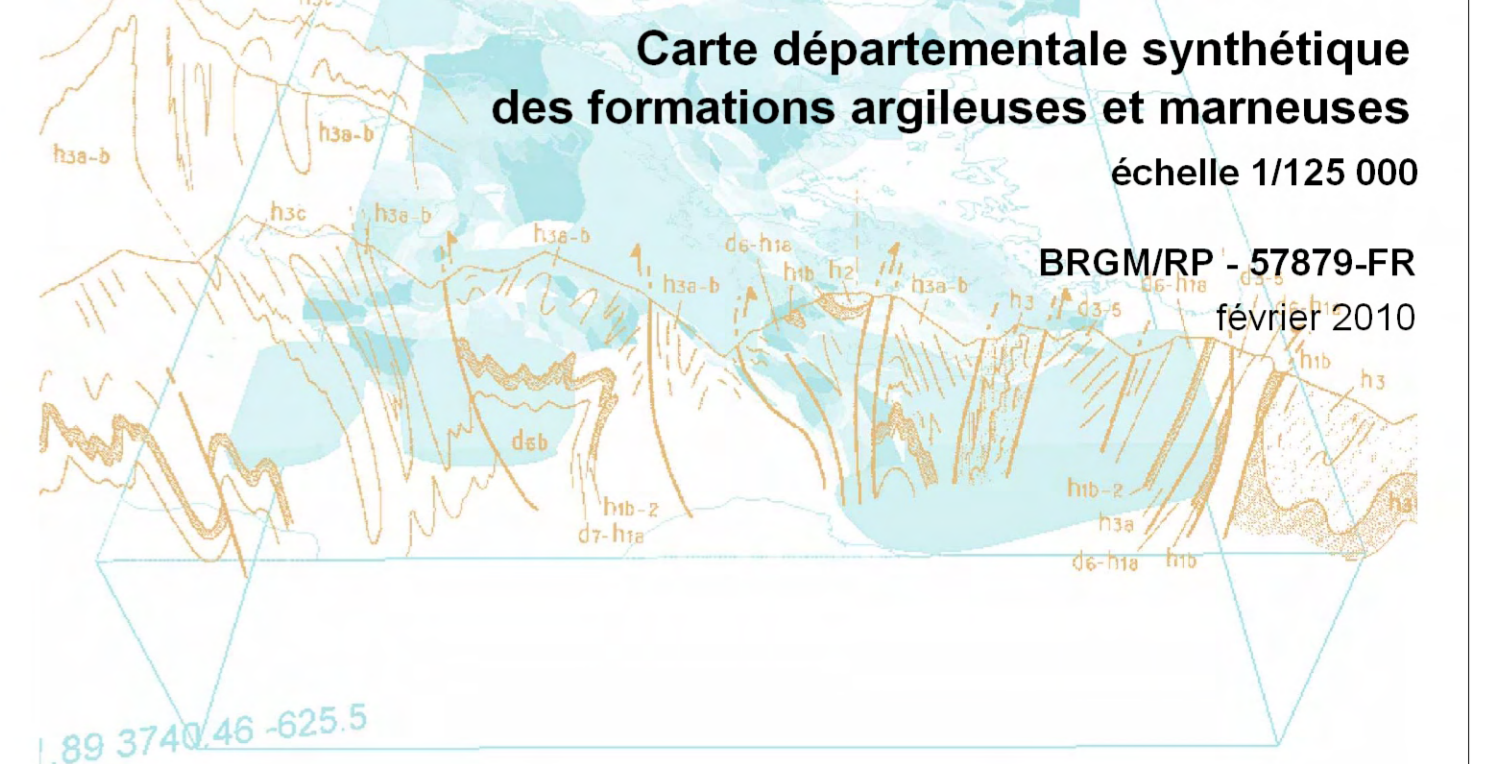
Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Limousin
ESTER - TECHNOPOLE
B.P. 6932
87069 - LIMOGES Cedex - France
Tél. : 05 55 35 27 86



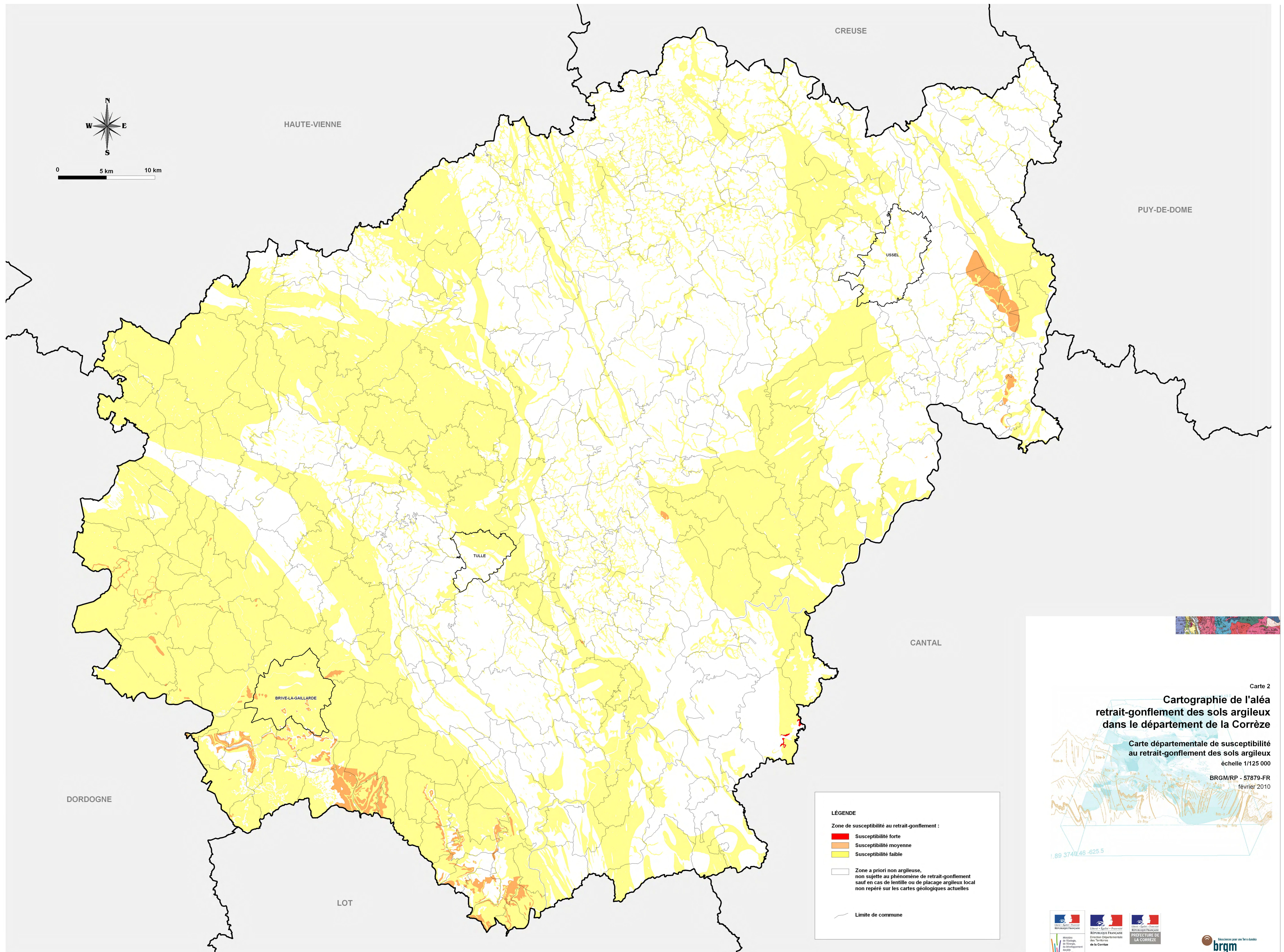
- Formations argileuses et marneuses**
- C-E - Colluvions et éboulis
 - FC - Colluvions de fond de vallon, cônes de déjection associés et remplissage de dolines
 - FLG - Alluvions récentes
 - Fxx - Alluvions anciennes
 - Fvb - Alluvions anciennes argileuses
 - A - Altérites sur terrains sédimentaires
 - m - Argiles vertes à quartz et sables - Pontien
 - e - Argiles, sables et graviers plus ou moins rubefiés - Paléocène à Oligocène
 - J3 - Calcaire marneux et marnes - Bathonien
 - I4 - Marnes noires micacées - Toarcien et Pliensbachien
 - I3 C - Calcaire gréseux et marneux - Pliensbachien
 - I2 - Alternance de calcaires localement gréseux ou dolomitique - Sinémurien
 - I1b - Brèches, cargneules et dolomies argileuses litées - Hettangien supérieur
 - I1a2 A - Argiles vertes et noires et dolomies en dalles - Hettangien inférieur
 - t - Conglomérats et grès blancs - Trias
 - r G - Grès, argiles et calcaires - Permien
 - r GA - Alternances de grès, d'argiles et pétilles rouges violacées - Permien
 - h5 - Conglomérats, schistes, grès houiller et arkoses - Stéphanien
 - USG - Altérites du socle
- Limite de commune

Carte 1
Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Corrèze



Carte départementale synthétique des formations argileuses et marneuses
 échelle 1/125 000
 BRGM/RP - 57879-FR
 février 2010

1 89 3749 46 -625 5



Carte 2
**Cartographie de l'aléa
 retrait-gonflement des sols argileux
 dans le département de la Corrèze**

Carte départementale de susceptibilité
 au retrait-gonflement des sols argileux
 échelle 1/125 000

BRGM/RP - 57879-FR
 février 2010



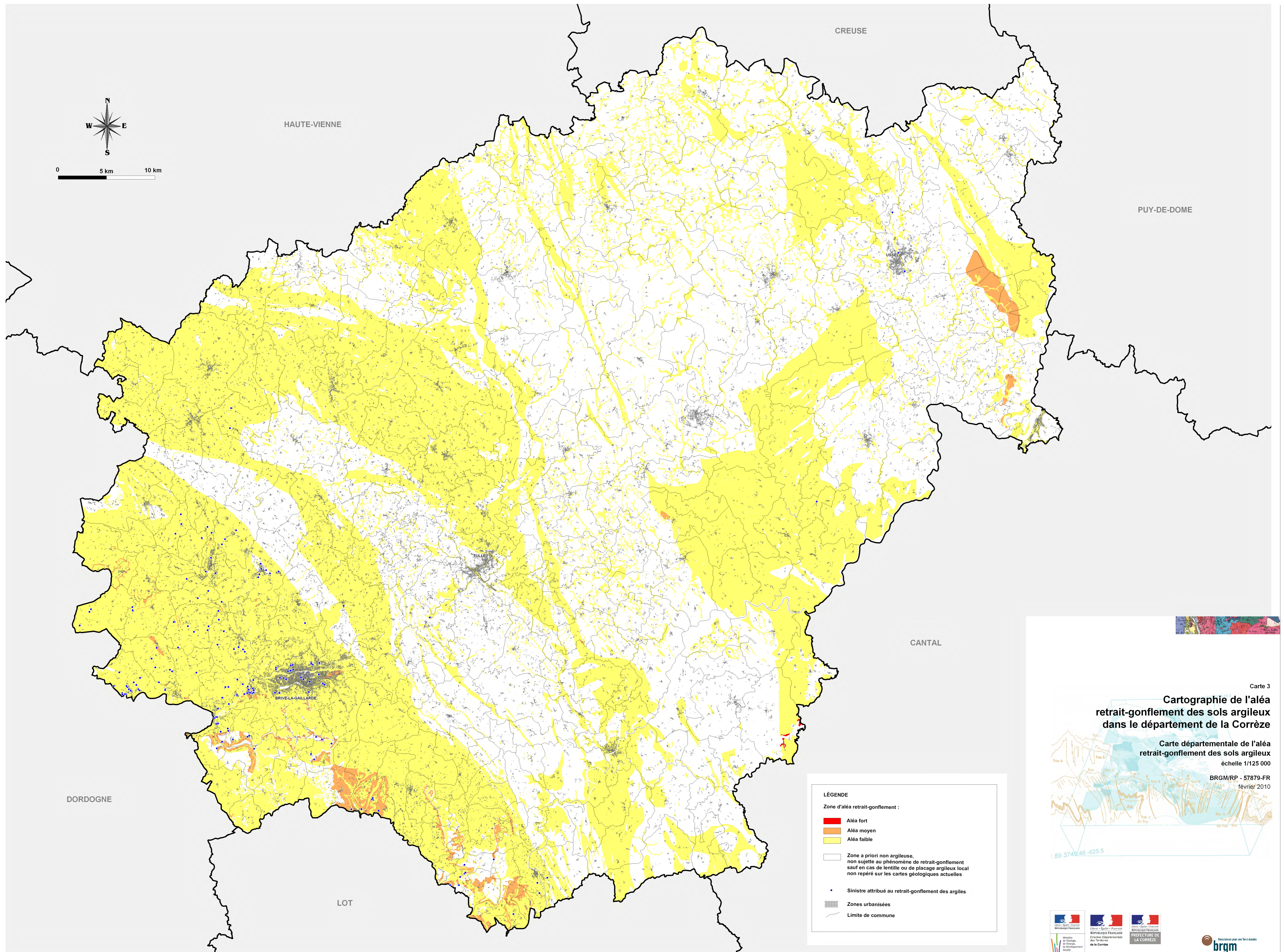
LÉGENDE

Zone de susceptibilité au retrait-gonflement :

- Susceptibilité forte
- Susceptibilité moyenne
- Susceptibilité 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

— Limite de commune



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

Zones urbanisées

Limite de commune

Carte 3

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

Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux
échelle 1/125 000
BRGM/RP - 57879-FR
février 2010

1 89 3749 46 -625 5