

Document public

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

Rapport final

BRGM/RP-55419-FR
septembre 2007



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DURABLES

 Direction
Départementale
de l'Équipement
Aude

 brgm
Géosciences pour une Terre durable

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

Rapport final

BRGM/RP-55419-FR
septembre 2007

Etude réalisée dans le cadre des opérations
de service public du BRGM PSP05LRO14

B. Colas

Vérificateur : M. Vincent

Date : / / 2007

Signature :

Approbateur : M. Audibert

Date : / / 2007

Signature :



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

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

Colas B., avec la collaboration de Le Strat P., Vincent M., Baillet L. (2007) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude. Rapport BRGM/RP-54419-FR. 117 p., 57 ill., 6 ann., 3 cartes h.-t..

Synthèse

Les phénomènes de retrait-gonflement de certaines formations géologiques argileuses affleurantes provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. En France métropolitaine, ces phénomènes, mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976, ont pris une réelle ampleur lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1997-98, puis dernièrement au cours de l'été 2003.

L'Aude fait partie des départements français touchés par le phénomène, puisque 2 141 sinistres déclarés liés à la sécheresse y ont été recensés dans le cadre du présent programme. 117 communes sur les 438 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre août 1988 et septembre 2003. Suite à la sécheresse de l'été 2003, 178 communes, dont 129 qui n'avaient jusqu'alors jamais fait l'objet de reconnaissance, ont signalé des sinistres. Par ailleurs, d'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance, l'Aude est située en 29^{ème} position des départements français en termes de coût d'indemnisation pour ce phénomène (33,1 M€). Il se trouve en 28^{ème} position en fonction du nombre d'occurrences de reconnaissance de catastrophe naturelle (soit 179, en distinguant par commune et par période). Ces chiffres montrent que l'Aude est relativement affecté par le phénomène, en considérant qu'il arrive au 66^{ème} rang des départements français selon la population (données INSEE estimées recensement 2005).

Afin d'établir un constat scientifique objectif et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (MEDAD) a demandé au BRGM de réaliser une cartographie de cet aléa à l'échelle de tout le département de l'Aude, dans le but de définir les zones les plus exposées au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Cette étude, réalisée par le BRGM dans le cadre de sa mission de service public sur les risques naturels, s'intègre dans un programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux qui couvrira progressivement tout le territoire métropolitain.

L'étude a été conduite par le Service Géologique Régional Languedoc-Roussillon en collaboration avec le service Aménagement et Risques Naturels du BRGM. Le financement en a été assuré à hauteur de 50 % par la dotation de service public du BRGM, le complément ayant été financé par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) de l'Aude.

La démarche de l'étude a d'abord consisté à établir une cartographie départementale synthétique des formations argileuses et marneuses affleurantes à sub-affleurantes, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000. Les formations ainsi identifiées, au nombre de trente-deux, 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 urbanisée, afin de permettre des comparaisons fiables entre les formations.

Sur cette carte, les zones d'affleurement des formations argileuses sont caractérisées par trois niveaux d'aléa (fort, moyen et faible) en vue de leur hiérarchisation vis à vis du phénomène de retrait-gonflement. Aucune formation n'est caractérisée en aléa fort. Sur une superficie du département évaluée à 6 332km² :

- 1,3 % sont classés en aléa fort ;
- 34,4 % sont classés en aléa moyen ;
- 33,1 % sont classés en aléa faible ;
- 31,2 % sont considérés comme présentant un aléa *a priori* nul (y compris le réseau hydrographique).

Il n'est toutefois pas exclu que, sur ces derniers secteurs 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 présentant des lentilles argileuses ou à l'altération localisée de formations carbonatées. Ces placages, poches d'altération 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 l'Aude, dont l'échelle de validité est le 1/50 000 et qui est présentée sous format papier 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 point de départ pour l'élaboration de Plans de Prévention des Risques naturels (PPR), en vue d'attirer l'attention des constructeurs et maîtres d'ouvrages sur la nécessité de respecter certaines règles constructives préventives dans les zones soumises à l'aléa retrait-gonflement, 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 zone d'aléa, visant à réduire le risque de survenance de sinistres.

Sommaire

1. Introduction.....	11
2. Méthodologie	13
2.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ...	13
2.1.1. Facteurs de prédisposition	14
2.1.2. Facteurs de déclenchement.....	17
2.2. METHODOLOGIE	18
2.2.1. Cartographie des formations argileuses et marneuses.....	18
2.2.2. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations	19
2.2.3. Examen des autres facteurs de prédisposition et de déclenchement....	19
2.2.4. Carte de susceptibilité.....	20
2.2.5. Recensement et localisation géographique des sinistres	20
2.2.6. Détermination des densités de sinistres.....	20
2.2.7. Carte d'aléa	21
3. Présentation du département de l'Aude	23
3.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	23
3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE	24
4. Identification et cartographie des formations géologiques argileuses et marneuses.....	27
4.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL	27
4.2. DOCUMENTS ET METHODOLOGIE UTILISES	29
4.2.1. Méthode utilisée	29
4.2.2. Établissement de la carte des formations argileuses et marneuses	32
4.3. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES.....	33
4.3.1. Formations du Quaternaire	39
4.3.2. Formations du Miocène et du Pliocène.....	41
4.3.3. Formations de l'Oligocène (Éocène terminal → Miocène basal)	42
4.3.4. Formations de l'Éocène.....	43
4.3.5. Formations du Paléocène (Crétacé terminal -> Paléocène)	50
4.3.6. Formations du Crétacé Supérieur	51

4.3.7. Formations du Crétacé Inférieur	53
4.3.8. Formations du Jurassique	55
4.3.9. Formations du Trias	56
4.4. REMARQUES SUR LES FORMATIONS NON ARGILEUSES	56
4.5. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL	57
5. Caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des formations argileuses, élaboration de la carte de susceptibilité	59
5.1. GENERALITES SUR L'ELABORATION DE LA CARTE DE SUSCEPTIBILITE	59
5.1.1. Critères retenus	59
5.1.2. Méthode de classification	59
5.2. CRITERE LITHOLOGIQUE	60
5.2.1. Définition du critère lithologique et barème	60
5.2.2. Caractérisation lithologique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude.....	61
5.3. CRITERE MINERALOGIQUE	63
5.3.1. Définition du critère minéralogique et barème	63
5.3.2. Source des données.....	63
5.3.3. Spectres argileux et évènements géodynamiques	66
5.3.4. Caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude	72
5.4. CRITERE GEOTECHNIQUE	72
5.4.1. Définition du critère géotechnique et barème	72
5.4.2. Source des données.....	75
5.4.3. Caractérisation géotechnique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude	77
5.5. ELABORATION DE LA CARTE DE SUSCEPTIBILITE	81
5.5.1. Détermination du degré de susceptibilité.....	81
5.5.2. Susceptibilité des formations argileuses et marneuses	82
5.5.3. Carte de susceptibilité	85
6. Recensement et localisation des sinistres –détermination du critère densité de sinistres	87
6.1. PROCEDURE DE DEMANDE DE RECONNAISSANCE DE L'ETAT DE CATASTROPHE NATURELLE	87
6.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTREES	88
6.3. COLLECTE DES DONNEES DE SINISTRES	93

6.4. REPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION GEOLOGIQUE ET DENSITES DE SINISTRES.....	97
6.5. FREQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTEE A LA SURFACE URBANISEE	101
6.5.1. Détermination de la densité de sinistres par formation	101
6.5.2. Détermination du critère densité de sinistres	104
7. Carte d'aléa	107
7.1. DETERMINATION DU NIVEAU D'ALEA.....	107
7.2. CARTE D'ALEA	109
7.3. SYNTHESE DE L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DANS L'AUDE.....	111
8. Conclusion	113
Bibliographie	115

Liste des illustrations

illustration 1 – Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche.....	13
illustration 2 – Cadre morphologique	23
illustration 3 – Répartition spatiale des pluies dans l'Aude (moyenne 1961-1990) (données Météo-France).....	25
illustration 4 – Normales de température et de précipitations à Carcassonne (Météo France).....	25
illustration 5 – Données pluviométriques (source Météo-France)	26
illustration 6 – Extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000.....	27
illustration 7 – Schéma stratigraphique ordonné des terrains sédimentaires de l'Aude (atlas des ressources du sous-sol du département de l'Aude).....	28
illustration 8 – Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 de l'Aude.....	30
illustration 9 – Visites de terrain et prélèvements d'échantillons	31
illustration 10 – Distribution synthétique des entités géographiques et géologiques de l'Aude	33
illustration 11 – Liste des formations argileuses et marneuses de l'Aude	34
illustration 12 – Liste des formations argileuses et marneuses retenues dans le département de l'Aude, détail des formations.....	37
illustration 13 – Carte synthétique des formations argileuses et marneuses	38
illustration 14 – Toponymie des formations tertiaires (Éocène → Pliocène du bassin de l'Aude)	45
illustration 15 – Epaisseur moyenne de zone non-saturée dans le département de l'Aude (rapport BRGM/RP-52340-FR)	58
illustration 16 – Barème de classement lithologique des formations.....	60
illustration 17 – Hiérarchisation des formations en fonction du critère lithologique : synthèse	61
illustration 18 – Répartition des formations par susceptibilité lithologique	61
illustration 19 – Barème de classement minéralogique des formations	63
illustration 20 – Répartition des données par source bibliographique	64
illustration 21 – Proportion de minéraux argileux gonflants par formation à partir des données bibliographiques et analyses spécifiques.....	65
illustration 22 – Distribution du nombre de caractérisations minéralogiques par formation	66
illustration 23 – Analyse synthétique et distribution du spectre argileux des formations géologiques de l'Aude en fonction des principaux événements géodynamiques et des milieux de dépôt.....	69
illustration 24 – Distribution du spectre argileux des formations argileuses et marneuses identifiées dans le département de l'Aude en fonction des principaux événements géodynamiques et des milieux de dépôt.....	70
illustration 25 – Hiérarchisation des formations en fonction du critère minéralogique : synthèse	71
illustration 26 – Répartition des formations selon leur susceptibilité minéralogique.....	72
illustration 27 – Barème de classement géotechnique suivant l'indice de plasticité	74

illustration 28 – Barème de classement géotechnique suivant la valeur de bleu.....	74
illustration 29 – Barème de classement géotechnique suivant le retrait linéaire	75
illustration 30 – Barème de classement géotechnique suivant le coefficient de gonflement.....	75
illustration 31 – Source des données géotechniques.....	76
illustration 32 – Organismes ayant réalisé les études géotechniques exploitées	77
illustration 33 – Distribution des caractérisations géotechniques par formation (hors mesures de pressions de gonflement)	78
illustration 34 – Synthèse des données géotechniques	80
illustration 35 – Hiérarchisation des formations en fonction du critère géotechnique : synthèse	81
illustration 36 – Barème d'établissement du degré de susceptibilité.....	81
illustration 37 – Degré de susceptibilité des formations	82
illustration 38 – Répartition des surfaces concernées par classe de susceptibilité	83
illustration 39 – Classement des formations par susceptibilité et surfaces d'affleurement.....	84
illustration 40 – Carte de susceptibilité au retrait-gonflement des argiles.....	85
illustration 41 – Répartition géographique des communes reconnues en état de catastrophe naturelle sécheresse, ou ayant demandé cette reconnaissance en 2003.....	89
illustration 42 – Répartition du nombre d'arrêtés par commune	90
illustration 43 – Durées cumulées de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse par commune	91
illustration 44 – Dates et durées de reconnaissance d'état de catastrophe naturelle	93
illustration 45 – Sources de recensement des sinistres	94
illustration 46 – Localisation des sinistres, synthèse.....	95
illustration 47 – Nombre de sinistres recensés par commune	96
illustration 48 – Répartition des sinistres recensés par commune	97
illustration 49 – Carte de répartition des sinistres par formation géologique	98
illustration 50 – Tableau de répartition des sinistres par formation géologique	99
illustration 51 – Carte des surfaces urbanisées du département de l'Aude	102
illustration 52 – Densité de sinistres par formation ramenée à 100 km ² de surface urbanisée et détermination de la note densité de sinistres	103
illustration 53 – Classement des formations par densité de sinistres ramenée à la surface urbanisée et rappel de la susceptibilité	106
illustration 54 – Calcul du niveau d'aléa des formations argileuses et marneuses.....	108
illustration 55 – Comparaison de la superficie des terrains en fonction de la classe d'aléa	109
illustration 56 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles	110
illustration 57 – Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa	111

Liste des annexes

- Annexe 1 Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles
- Annexe 2 Tableaux descriptifs détaillés des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude
- Annexe 3 Liste des 117 communes de l'Aude reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols, dates des périodes de reconnaissance et demandes de classement 2003 (état au 30 juin 2007)
- Annexe 4 Liste des sinistres "sécheresse" recensés et localisés avec précision dans le cadre du programme
- Annexe 5 Liste et coordonnées des bureaux d'études ayant fourni des données géotechniques
- Annexe 6 Données minéralogiques et synthèse des environnements de dépôts valorisée dans le cadre du projet

Liste des cartes hors-texte

- Carte 1 – Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude (échelle 1/125 000)
- Carte 2 – Carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement des argiles de l'Aude (échelle 1/125 000)
- Carte 3 – Carte départementale d'aléa retrait-gonflement des argiles de l'Aude (échelle 1/125 000)

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 1989-91 et 1997-98 et, tout dernièrement, au cours de l'été 2003.

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

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

La prise en compte, par les compagnies d'assurance, des sinistres liés à la sécheresse a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle. Depuis 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), plus de 7 300 communes françaises, réparties dans 90 départements, ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre. A fin 2006, le coût des sinistres dus à la sécheresse, indemnisés en France en application de la loi de 1982, a été évalué par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) à plus de 4,3 milliards d'euros, ce qui en fait la deuxième cause d'indemnisation de catastrophes naturelles derrière les inondations.

En terme de coût cumulé d'indemnisation, le département de l'Aude se classe en 29^{ème} position à l'échelle nationale (33,1 M€ - données CCR 2006). Le département, d'une superficie de 6 332 km², comptait 337 000 habitants en janvier 2005 (estimation INSEE suite au recensement partiel 2004). A la date du 30 juin 2007, 117 communes, sur les 438 que compte le département, ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle sécheresse, pour des périodes comprises entre le 1^{er} août 1988 et le 30 septembre 2003, soit un taux de sinistralité de 27 %.

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, du Développement et de l'Aménagement Durables (MEDAD) 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 lorsque tous les départements limitrophes auront été étudiés ;
- élaboration d'un document de prévention, en matière d'aménagement du territoire, destiné à la fois aux services de l'État (pour l'établissement ultérieur de Plans de Prévention des Risques prenant en compte l'aléa retrait-gonflement) et aux communes, mais aussi aux professionnels de la construction, ainsi qu'aux maîtres d'ouvrages publics ou privés, 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 Languedoc-Roussillon en collaboration avec le Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM. Le financement en a été assuré à hauteur de 50 % par la dotation de service public du BRGM et par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs, dans le cadre d'une convention de cofinancement signée avec la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) de l'Aude.

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la mission de service public du BRGM sur les risques naturels et s'intègre dans un programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux qui doit concerner à terme l'ensemble du territoire métropolitain.

2. Méthodologie

2.1. FACTEURS INTERVENANT DANS LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

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

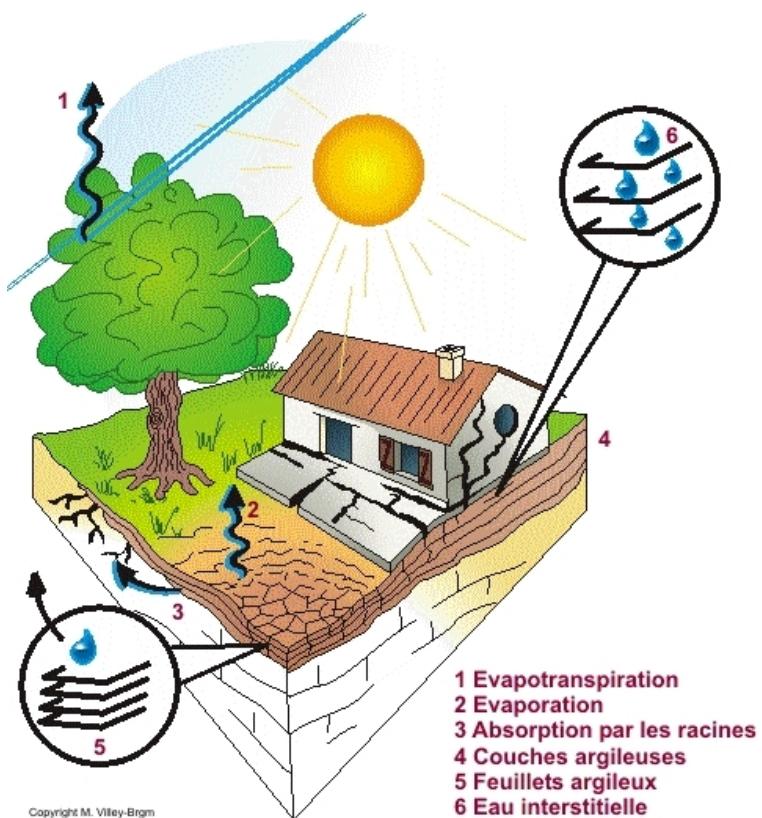


illustration 1 – Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche

Par définition, l'aléa retrait-gonflement est la probabilité d'occurrence spatiale et temporelle des conditions nécessaires à la réalisation d'un tel phénomène. Parmi les facteurs de causalité, on distingue classiquement des facteurs de prédisposition et des facteurs de déclenchement.

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

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

2.1.1. Facteurs de prédisposition

a) *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 sub-affleurantes, à composante argileuse ou 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.

C'est en particulier le cas de certaines formations susceptibles de s'altérer localement, ce qui peut se traduire par la présence en surface de poches argileuses généralement non identifiées sur les cartes géologiques, mais dont la seule présence suffit à expliquer certains sinistres ponctuels. De même, des formations de type détritique, essentiellement sableuses à graveleuses peuvent contenir des lentilles argileuses non cartographiées.

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 et principalement la proportion d'éléments fins de granulométrie inférieure à 2 µm, qui caractérise le domaine des argiles.

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 variations de teneur en eau des niveaux argileux intercalés.

Un autre 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.

b) Contexte hydrogéologique

Parmi les facteurs de prédisposition, les conditions hydrogéologiques constituent un des facteurs environnementaux régissant les conditions hydrauliques in-situ. La présence d'une nappe phréatique rend plus complexe le phénomène de retrait-gonflement. En effet, les paramètres hydrauliques (teneur en eau et degré de saturation de la formation considérée) varient dans le temps non seulement en fonction de l'évapotranspiration (dont l'action est prépondérante en surface) 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. A l'inverse, un rabattement de nappe (sous l'effet de pompages ou d'un abaissement généralisé du niveau) ou le tarissement naturel de circulations d'eau superficielles en période de sécheresse, aggrave la dessiccation de la tranche de sol soumise à l'évaporation. Ainsi, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sablo-graveleuse, un éventuel dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

c) 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'additionner 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 fondé 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 intense qui se traduit par la présence de cavités formées aux dépens de formations calcaires et souvent remplies d'argiles de décalcification.

d) 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 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 voire une fois et demi sa hauteur, mais ceci est variable selon les espèces arborées.

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

Ainsi, on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été (Habib, 1992). En France, les arbres considérés comme les plus 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.

e) 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 (40 à 80 cm).

L'examen de dossiers d'expertises réalisées dans le département du Gard confirme que de nombreuses maisons déclarées sinistrées présentent des défauts de conception ou de réalisation des fondations (souvent trop superficielles, hétérogènes ou fondées dans des niveaux différents) et il est probable que des fondations réalisées dans les règles de l'art auraient pu, dans de tels cas, suffire à limiter fortement, voire à éviter l'apparition de ces désordres. Cependant, l'examen des dossiers de sinistres montre que des constructions fondées sur semelles ancrées à plus de 0,80 m d'épaisseur ont aussi été affectées par le phénomène, ce qui indique que la profondeur d'ancrage des fondations n'est pas le seul paramètre à prendre en compte dans l'adaptation d'une construction aux caractéristiques locales du sol. 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

a) *Phénomènes climatiques*

Les phénomènes météorologiques exceptionnels constituent le principal facteur de déclenchement du retrait-gonflement. Les variations de teneur en eau du sol sont dues à des variations climatiques saisonnières. La profondeur de terrain affectée par les variations saisonnières de teneur en eau ne dépasse guère 1 à 2 m en climat tempéré, 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 généralement connu que ponctuellement et l'état de son remplissage ne peut être estimé que moyennant certaines hypothèses (on considère généralement qu'elle est pleine en fin d'hiver), ce qui rend extrêmement délicate toute analyse de ce paramètre à une échelle départementale. Un autre paramètre difficile à estimer de façon systématique est le

volume d'eau transféré de la zone non saturée à la nappe phréatique, ainsi que le rythme de ce transfert.

b) 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, notamment au niveau du raccordement avec le bâti, constituent une source fréquente de sinistre. Une étude statistique récente (Vincent et al., 2006) conduite par le 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, agraver voire déclencher la dessiccation du sol à proximité et entraîner l'apparition de désordres localisés.

2.2. METHODOLOGIE

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 (1995-96) et des Deux-Sèvres (1998), puis dans l'Essonne (2000) et en Seine-Saint-Denis (2001). Cette méthodologie a été validée par le Ministère de l'Écologie, de l'Aménagement et du Développement Durables (MEDAD) et est désormais appliquée dans le cadre d'un programme qui concernera à terme l'ensemble du territoire métropolitain, ce qui permettra d'obtenir des résultats homogènes au niveau national.

2.2.1. Cartographie des formations argileuses et marneuses

La cartographie des formations argileuses et marneuses du département a été réalisée à partir des cartes géologiques éditées par le BRGM et des coupes de forage de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) gérée par le BRGM, complétées et actualisées par les 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 sous format papier en carte hors texte à l'échelle 1/150 000.

Dans une première étape, ont été cartographiées toutes les formations argileuses et marneuses du département, y compris les formations superficielles d'extension locale, pour en dresser un inventaire et synthétiser les différentes cartes géologiques prises

en compte. En raison du nombre élevé de ces formations, des regroupements ont été réalisés dans une seconde étape, en considérant que des natures lithostratigraphiques voisines laissaient supposer des comportements semblables vis à vis du phénomène de retrait-gonflement. Cela a permis d'aboutir à la carte de synthèse des formations argileuses et marneuses.

2.2.2. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations

L'étude des formations argileuses et marneuses 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 a permis de définir les caractéristiques minéralogiques des formations argileuses et marneuses, et en particulier de répertorier la présence et la proportion des minéraux gonflants (smectites, interstratifiés...) dans leur fraction argileuse. Ces données sont complétées par une revue bibliographique et le cas échéant par des analyses complémentaires sur des échantillons prélevés spécifiquement dans le cadre du présent projet. Enfin une analyse géologique des conditions de dépôt des formations (paléo-environnement) et du contexte géodynamique global permet de valider et/ou d'enrichir du point de vue qualitatif la caractérisation précédente basée sur des données plus ponctuelles.

La caractérisation du comportement géotechnique des formations argileuses et marneuses du département a été essentiellement établie sur la base du dépouillement et de la synthèse de rapports d'expertise de sinistres réalisés par différents bureaux d'études. Ceux-ci nous ont été transmis soit par les communes, soit par des compagnies ou des experts d'assurance, soit directement par les bureaux d'études qui ont bien voulu nous laisser consulter leurs archives. Ces données ont été complétées par une revue bibliographique et par quelques analyses supplémentaires après prélèvements d'échantillons dans le cadre spécifique de l'étude.

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 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 été retenu dans l'élaboration de la carte départementale d'aléa.

Enfin, le facteur géomorphologique n'a pas non plus été 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.

2.2.4. Carte de susceptibilité

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

Pour ce faire, un recensement des sinistres sécheresse a été effectué auprès des 117 communes qui ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols, ainsi qu'auprès des 69 communes qui ont déposé une demande de reconnaissance suite à la sécheresse de l'été 2003 mais dont le dossier reste en instance ou a été rejeté. Sur les 438 communes que compte le département, 186 (soit plus de 40% d'entre elles) ont donc été consultées pour l'inventaire des sinistres.

Ces données ont été complétées par celles recueillies directement auprès de la Caisse Centrale de Réassurance, des bureaux d'études, de compagnies et d'experts d'assurance. Après élimination des doublons (sinistres récurrents sur un même site ou données identiques issues de sources différentes), ce sont 2 141 sites de sinistres qui ont été recensés. Ces sites se répartissent dans 152 communes du département (dont 109 communes qui ont déjà fait l'objet d'une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle) et l'échantillon peut donc être considéré comme représentatif de l'occurrence spatiale du phénomène dans le département de l'Aude.

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 de pondérer ces densités de sinistres en tenant compte du taux d'urbanisation de chacune des

formations géologiques à composante argileuse. Ce taux a été calculé après numérisation du contour des zones urbanisées du département (à partir des cartes topographiques de l'IGN à l'échelle 1/25 000).

Ainsi, une hiérarchisation des formations géologiques argileuses a été réalisée en fonction du taux de sinistres ramené à 100 km² réellement urbanisés.

2.2.7. Carte d'aléa

La carte départementale d'aléa a alors été établie à partir des contours de la carte de synthèse des formations argileuses et marneuses : le niveau d'aléa vis à vis du phénomène de retrait-gonflement a été défini en combinant, pour chaque formation argileuse, la note de susceptibilité et la densité de sinistres ramenée à 100 km² de formation argileuse, en donnant toutefois un poids deux fois plus important à la susceptibilité. La carte ainsi obtenue est numérisée et son échelle de validité est le 1/50 000. Elle est présentée en carte hors-texte sur support papier à l'échelle du 1/125 000.

3. Présentation du département de l'Aude

3.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Le département de l'Aude est rattaché administrativement à la région Languedoc-Roussillon. Sa préfecture est Carcassonne et ses sous-préfectures sont les villes de Narbonne et Limoux. Le département de l'Aude, d'une superficie de 6 332 km², compte 438 communes.

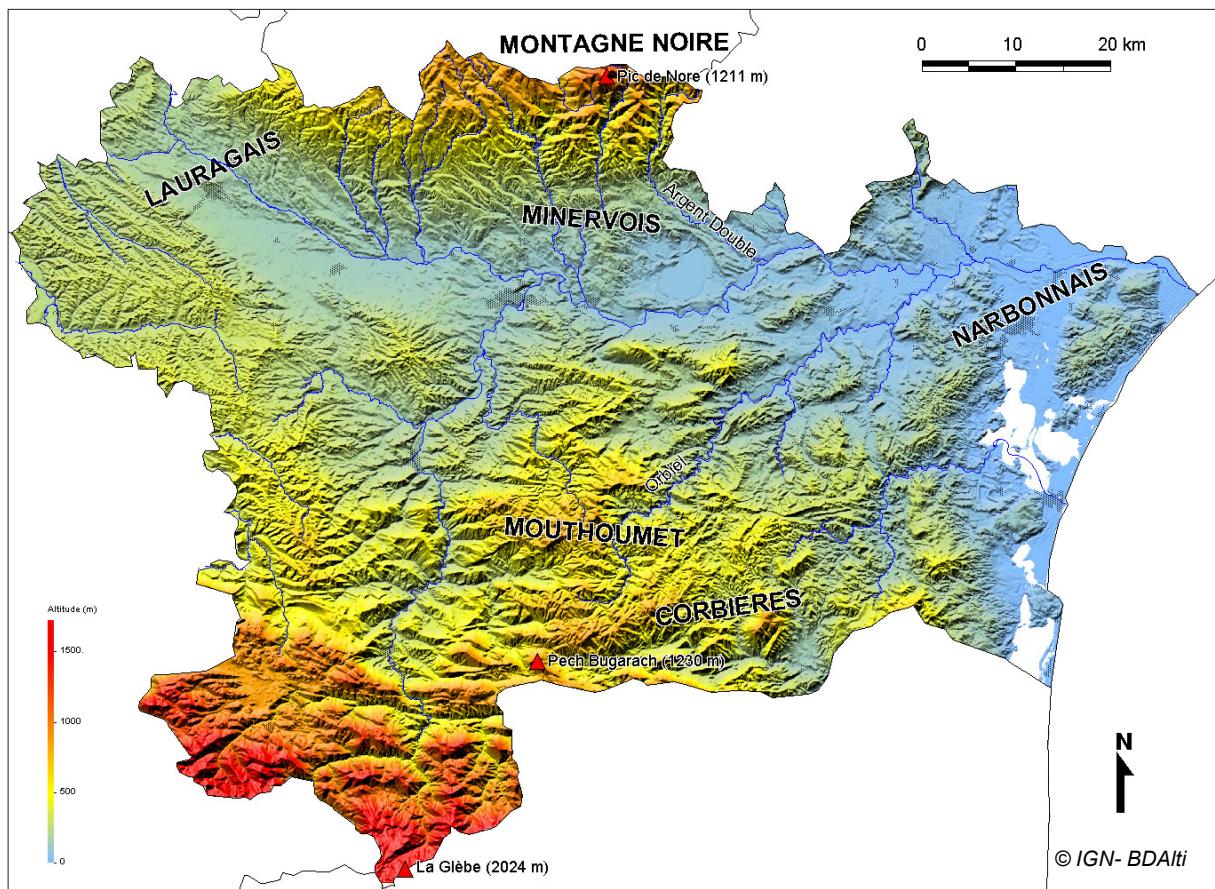


Illustration 2 – Cadre morphologique

Le département de l'Aude couvre un territoire ouvert sur l'Atlantique par le couloir Aquitain, sur la Méditerranée par les plaines littorales et les étangs côtiers. Au sud, les premiers contreforts des Pyrénées et au nord, le massif de la Montagne Noire donnent à ce département l'aspect d'une vaste "gouttière" à bordure relevée.

On distingue globalement cinq ensembles géomorphologiques :

- une dépression est-ouest couvrant une grande partie du département entre le Narbonnais et le Lauragais, occupée par la vallée du Fresquel à l'ouest et la moyenne et basse vallée du fleuve Aude à l'est. Cette dépression est le siège de l'essentiel de la population et des grands axes de communication du département,

- la bordure nord de cette vallée, secteur de la montagne noire et du Minervois, drainée par les affluents de l'Aude que sont l'Orbiel et l'Argent Double,
- au sud-ouest de la dépression, les reliefs du Limouxin et du Pays de Sault, marqués du nord au sud par des petites collines (secteur du Razès) puis par des reliefs beaucoup plus accusés (haute vallée de l'Aude) liés à la présence de la chaîne pyrénéenne,
- au sud-est de la dépression, les reliefs peu importants du Mouchoumet et des Corbières, drainés par l'Orbier et la Berre,
- la partie littorale au sud de Narbonne et en bord de mer.

Moins de 10 % du département se trouve à une altitude supérieure à 1000 m, alors que, dans une vaste zone comprise entre le seuil de Nauroze dans le Lauragais (ligne de partage des eaux entre les bassins aquitain et méditerranéen) et la mer on ne rencontre pas de cotes supérieures à 200 m.

La quasi-totalité du réseau hydrographique est constitué de l'Aude et ses affluents, ayant pour exutoire la Méditerranée. Le régime des cours d'eau est extrêmement irrégulier avec des débits très faibles voire nuls pendant de longues périodes (essentiellement en été) et en crue des débits considérables, pouvant provoquer l'inondation des vallées et des basses plaines de l'Aude (1999).

3.2. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat méditerranéen se fait sentir sur la majeure partie du département. Cependant, l'influence montagnarde est sensible sur les secteurs de la Montagne Noire (extrémité sud du Massif Central) et dans la zone des Pyrénées audoises. En outre le Lauragais peut être considéré comme soumis à l'influence océanique.

Le département est affecté par un vent humide et chaud, le "marin", et par le "Cers", vent sec lorsqu'il descend du Massif central, humide lorsqu'il vient de l'Atlantique. L'influence du relief – et l'effet de föehn qu'il engendre – explique autant que la succession des saisons, l'aridité estivale des plaines du département. Il explique aussi la relative sécheresse de l'Ouest audois par vent marin qui prend au-delà de Bram les caractéristiques de l'Autan.

Les conditions climatiques dépendent essentiellement de l'altitude. La pluviométrie annuelle moyenne atteint 2000 mm dans le secteur de la Montagne Noire alors qu'elle est inférieure à 600 mm sur le littoral et de l'ordre de 1000 mm dans les Corbières et au niveau de la zone pyrénéenne. A Carcassonne, la pluviométrie annuelle moyenne est de 695 mm (770 mm de moyenne nationale).

La distribution des pluies est très variable, caractéristique du climat méditerranéen (illustration 3) à savoir :

- variations extrêmes des précipitations mensuelles moyennes,
- précipitations très importantes sur des périodes très courtes (régime d'averse), notamment à l'automne.

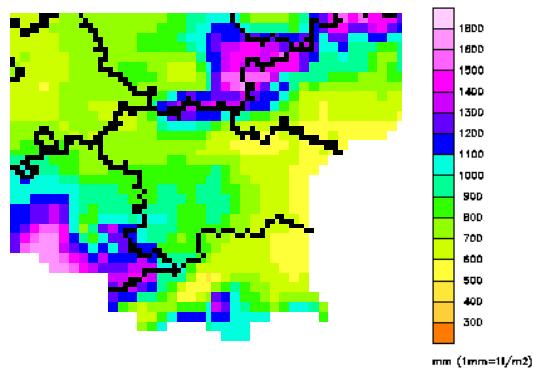


illustration 3 – Répartition spatiale des pluies dans l'Aude (moyenne 1961-1990)
(données Météo-France)

Ce caractère méditerranéen du département est également marqué par la sévérité des sécheresses estivales. L'illustration 4 donne les normales de températures et de précipitations à Carcassonne sur la période 1971-2000 (données Météo-France).

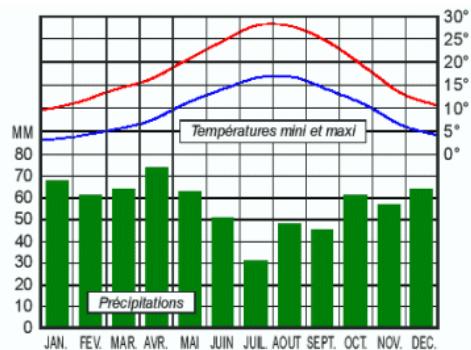


illustration 4 – Normales de température et de précipitations à Carcassonne (Météo France)

L'ensoleillement est de 2 190 heures par an à Carcassonne (pour une moyenne de 1973 h/an à l'échelle nationale), valeur conforme avec les moyennes que l'on rencontre sur l'arc méditerranéen français. L'été, la température peut dépasser les 40°C sous abri. En se basant sur les données Météo-France de la station de Carcassonne, on note que, entre 1980 et 2005, le département a connu plusieurs périodes de sécheresse (illustration 5) :

- 1983 : sécheresse ponctuelle et sévère (cumul de 477 mm à Carcassonne pour une moyenne annuelle de 666 mm),
- 1986 – 1991 : période longue et déficit pluviométrique cumulé important et prolongé avec un pic en 1989 (333 mm),
- 1994 – 1995 et 1997 – 1998 : années globalement faiblement déficitaires,
- 2001 – 2003 : sécheresse sévère en 2001 (458 mm) et conditions exceptionnelles en 2003 avec des déficits record pendant les mois d'été globalement compensés, à l'échelle annuelle par les pluies d'automne.

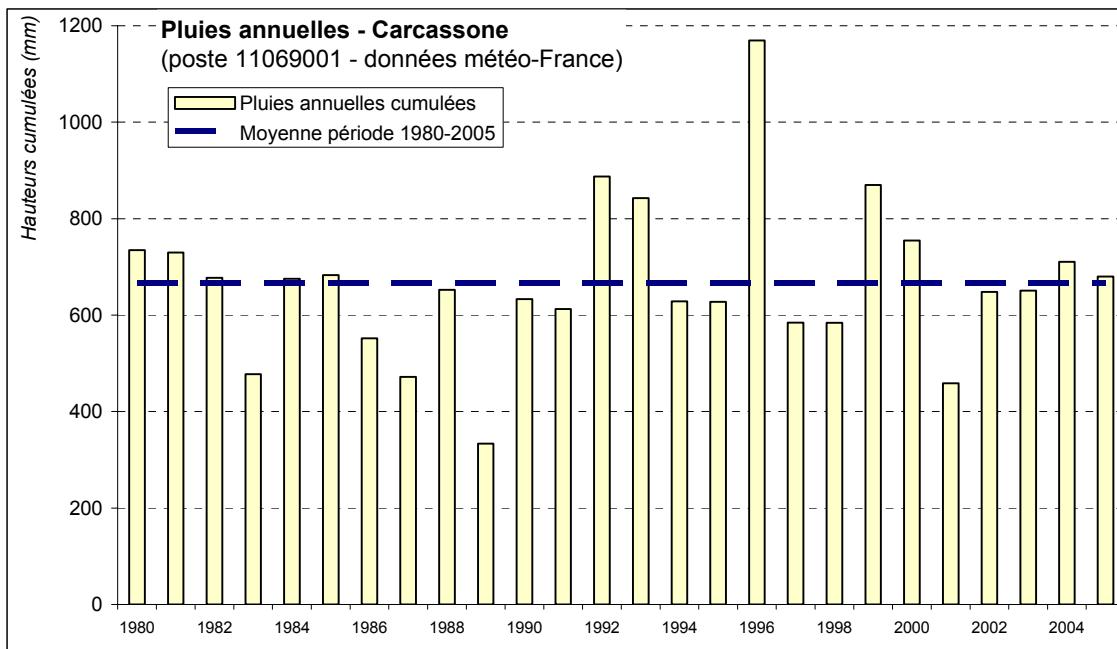


illustration 5 – Données pluviométriques (source Météo-France)

Il faut revenir sur les conditions météorologiques particulières de l'année 2003. En effet, les précipitations annuelles ont été dans l'ensemble proches de la normale des précipitations sur une grande partie du département mais mal réparties, avec une concentration notamment sur les quatre derniers mois de l'année. En outre, les températures ont été très largement supérieures aux normales pendant l'été, ce qui a renforcé l'évapotranspiration. L'année 2003 est donc caractérisée par une sécheresse estivale courte mais extrêmement intense puisque début juillet, la situation de sécheresse était équivalente à celle rencontrée habituellement en fin d'été.

4. Identification et cartographie des formations géologiques argileuses et marneuses

4.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL

Un extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000 est présenté sur l'illustration 6. Le Languedoc-Roussillon est sans doute une des régions françaises qui, dans un espace relativement réduit, rassemble une étonnante variété de paysages et de formations géologiques (illustration 7). Les principales phases de son histoire sont les suivantes :

- **l'histoire hercynienne** des origines connues (vers 600 Ma) à la naissance et à la destruction de la chaîne du même nom.
- **l'histoire téthysienne** (245 à 65 Ma soit du Trias à la fin du Crétacé) gouvernée par l'ouverture de la Téthys ligure et de l'Atlantique.
- **l'histoire pyrénéo-provençale** (65 à 34 Ma soit du Paléocène à l'Éocène) qui voit s'ériger la chaîne pyrénéenne de l'Atlantique à la Provence.
- **l'histoire méditerranéenne** (34 – 6 Ma soit de l'Oligocène au Miocène supérieur) où l'ouverture de la Méditerranée à l'Oligocène donne véritablement son existence et sa géographie à la région.
- enfin une **histoire récente** (6 Ma à aujourd'hui) qui débute, au Messinien, par l'assèchement temporaire de la Méditerranée et donne avec son remplissage plio-quaternaire les morphologies typiques de ces régions.

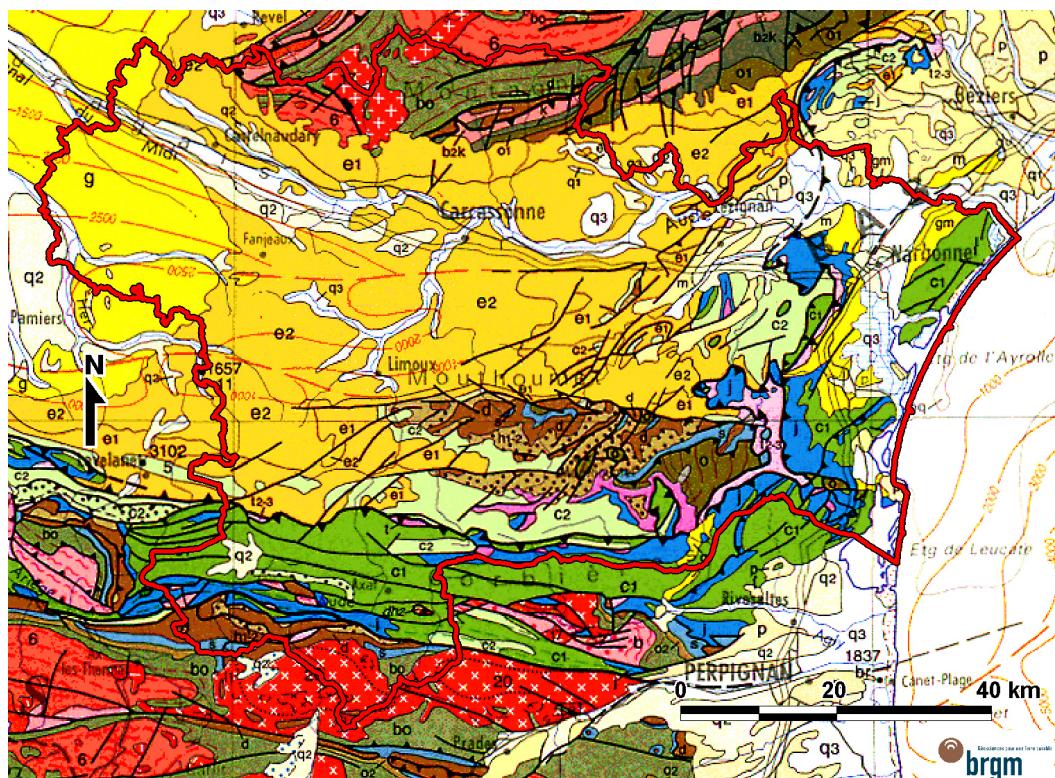


Illustration 6 – Extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000

La géomorphologie du département est en relation directe avec la géologie de la région, enserrée entre les reliefs de la Montagne Noire au nord (vieux massif hercynien) et ceux de la bordure pyrénéenne (chaîne dite "récente") au sud. Au centre de ces deux ensembles, on distingue le vaste sillon d'orientation est-ouest précédemment décrit. Du nord au sud on distingue successivement :

- le massif de la Montagne Noire : formé de roches métamorphiques (micaschistes et gneiss essentiellement) recoupées par les massifs granitiques des Martys et de Ramondens, et recouverts au sud-est par des terrains primaires (marno-calcaires),
- le synclinal de l'Aude, correspondant à la vaste dépression centrale du département, orientée est-ouest ; bassin de remplissage tertiaire d'âge éocène (molasses essentiellement),
- les collines tertiaires, en bordure de la dépression, formées de molasses, de poudingues et de calcaires lacustres éocènes et oligocènes,
- le massif du Mouthoumet d'âge primaire, où les séries calcaires et schisto-gréseuses tectonisées sont limitées au nord par un grand accident est-ouest,
- les Corbières : massif marno-calcaire du Crétacé inférieur, disposé en plis parallèles au sud du Massif du Mouthoumet et se prolongeant au nord-est par la Montagne de la Clape, à l'est de Narbonne, suite à la mise en place de la chaîne pyrénéenne,
- la zone nord-pyrénéenne formée par une ride anticlinale est-ouest où les roches cristallophyliennes (gneiss) sont recouvertes par les formations d'âge secondaire (jurassiques et crétacées) fréquemment métamorphisées,
- la zone axiale pyrénéenne au sud d'un accident tectonique majeur est-ouest (faille nord-pyrénéenne) : massif granitique de Querigut et terrains primaires fortement tectonisés.

Etage ou sous étage	Formations lithologiques	Période	Ere
	Alluvions anciennes et récentes		QUATERNAIRE
ASTIEN-PLAISIENCIEN	Cailloutis et argiles sableuses	PLIOCENE	
HELVETIEN	Marnes sableuses et lumachelliennes	MIOCENE	
AQUITANIEN	Calcaires lacustres avec gypse		
STAMPIEN SANNOISIEN	Molasses avec poudingues et graviers Molasses avec intercalations de calcaires lacustres	OLIGOCENE	
LUDIEN	Calcaires de Villeneuve-la-Comptal		
BARTONIEN	Molasses, poudingues, graviers, calcaires d'Hounoux Molasses alternant avec des sables, des grès et des argiles	EOCENE SUPERIEUR	
LUTETIEN SUPERIEUR	Molasses alternant avec des poudingues et quelques lits de calcaires		
LUTETIEN MOYEN	Molasses, poudingues, grès, argiles calcaires de Ventenac, calcaires à Bulimus hopei	EOCENE MOYEN	
LUTETIEN INFÉRIEUR	Grès, marnes, argiles		
YPRÉSIEN	Calcaires nummulitiques, marnes, calcaires à alvéolines		
SPARNACIEN	Marnes, argiles, grès	EOCENE INFÉRIEUR	
THANETIEN	Calcaires à milioles, calcaires lacustres de Montoulieu		
MONTIEN, DANIEN	Marnes, sables, argiles rutilantes		
MAESTRICHIEN	Marnes, grès, calcaires lacustres Calcaires lithographiques, grès		
ROGNACIEN			
CAMPANIEN	Grès, marnes, poudingues	CRETACE SUPERIEUR	
SANTONIEN, CONIACIEN	Marnes, avec grès et calcaires récifaux		
TURONIEN	Calcaires et grès		
CENOMANIEN	Marnes, grès, calcaires à orbitolines		
ALBIEN	Marnes schisteuses, grès et calcaires	CRETACE INFÉRIEUR	
APTIEN	Calcaires à faciès urgonien avec intercalations de marnes		
MALM	Calcaires		
DOGGER	Calcaires, dolomies	JURASSIQUE	
LIAS	Calcaires, calcaires marneux, dolomies, marnes		
KEUPER, MUSCHELKALK	Marnes, grès, calcaires	TRIAS	
SAXONIEN, AUTUNIEN	Schistes, conglomérats, grès	PERMIEN	
STEPHANIEN, WESTPHALIEN, DINANTIEN	Grès, poudingues, schistes, intercalations calcaires, lydiennes	CARBONIFERE	
FAMENNIEN, FRASNIEN, GIVETIEN, COBLENCIEN	Calcaires, dolomies, calcschistes, grès	DEVONIEN	
GOTHLANDIEN, ORDOVICIEN	Schistes, conglomérats, calcaires, quartzites	SILURIEN	
POSTDAMIEN, ACADIEN, GEORGIEN	Complexe gréo-schisteux et calcaréo-schisteux	CAMBRIEN	

Illustration 7 – Schéma stratigraphique ordonné des terrains sédimentaires de l'Aude
(atlas des ressources du sous-sol du département de l'Aude)

En outre, les vallées de l'Aude et du Fresquel sont remblayées par des niveaux d'alluvions, récentes et anciennes, d'âge quaternaire.

4.2. DOCUMENTS ET METHODOLOGIE UTILISES

4.2.1. Méthode utilisée

L'objectif visé est de disposer d'une carte des formations géologiques argileuses et marneuses du département de l'Aude, afin d'identifier les zones de susceptibilité au retrait-gonflement. Ce travail a été réalisé à partir des 21 cartes géologiques à 1/50 000 couvrant le département (illustration 8) et de la carte géologique vectorielle harmonisée du département de l'Aude. Les cartes à l'échelle 1/50 000 actuellement publiées sont les suivantes :

- **Revel (1011)**, M. Demange, B. Alabouvette, M.P. Mouline, J.G. Astruc (1997)
- **Mazamet (1012)**, P. Debat, J-P. Mouline, J. Féraud, J. Cosson (1979)
- **Saint-Pons (1013)**, B. Alabouvette, M. Demange, C. Sauvel, C. Vautrelle (1993)
- **Saverdun (1035)**, A. Cavaillé (1970)
- **Castelnau-dary (1036)**, A. Cavaillé, P. Debat, G. Galas (1975)
- **Carcassonne (1037)**, G-M. Berger, F. Boyer, P. Debat, M. Demange, P. Freytet, J-P. Marchal, H. Mazéas, C. Vautrelle (1993)
- **Lézignan-Corbières (1038)**, G.M. Berger, F. Boyer, J. Rey, P. Ambert, P. Freytet, J-P. Marchal, C. Vautrelle (1990)
- **Béziers (1039)**, G. Berger, P. Freytet, Cl. Guernet, B. Peybernès (1982)
- **Pamiers (1057)**, A. Cavaillé, J-P. Paris, Y. Tambareau, J. Villatte (1976)
- **Mirepoix (1058)**, A. Cavaillé (1976)
- **Limoux (1059)**, G. Bessière, M. Lenguin, J-P. Marchal, J. Barruol (1977)
- **Capendu (1060)**, F. Ellenberger, P. Freytet, J-C. Plaziat, G. Bessière, P. Viallard, G-M. Berger, J-P. Marchal (1987)
- **Narbonne (1061)**, P. Lespinasse, J-C. Aloïsi, J. Barruol, M. Durand-Delga, H. Got, A. Monaco, J-P. Marchal (1982)
- **Lavelanet (1076)**, M. Bilotte, J. Cosson, B. Crochet, B. Peybernès, J. Roche, F. Taillefer, Y. Tambareau, Y. Ternet J. Villate (1988)
- **Quillan (1077)**, G. Bessière, M. Bilotte, B. Crochet, B. Peybernès, Y. Tambareau, J. Villate (1989)
- **Tuchan (1078)**, G-M. Berger, B. Alabouvette, G. Bessière, M. Bilotte, B. Crochet, M. Durbar, J-P. Marchal, Y. Tambareau, J. Villate, P. Viallard (1997)
- **Leucate (1079)**, J-C. Aloïsi, G-M. Berger, H. Got, R. Martin, A. Monaco, J-P. Marchal, J. Michaux (1982)
- **Rivesaltes (1090)**, G.M. Berger, M. Fonteilles, D. Leblanc, G. Clauzon, J-P. Marchal, C. Vautrelle (1993)
- **Prades (1095)**, G. Guitard, B. Laumonier, A. Autran, Y. Bandet, G-M. Berger (1998)

Les coupures Ax-les-Thermes (1088) et Saint-Paul-de-Fenouillet (1089) sont en cours de lever et ne sont pas encore publiées même si des minutes préliminaires ont pu être consultées et exploitées dans le cadre de l'harmonisation de la carte géologique départementale.

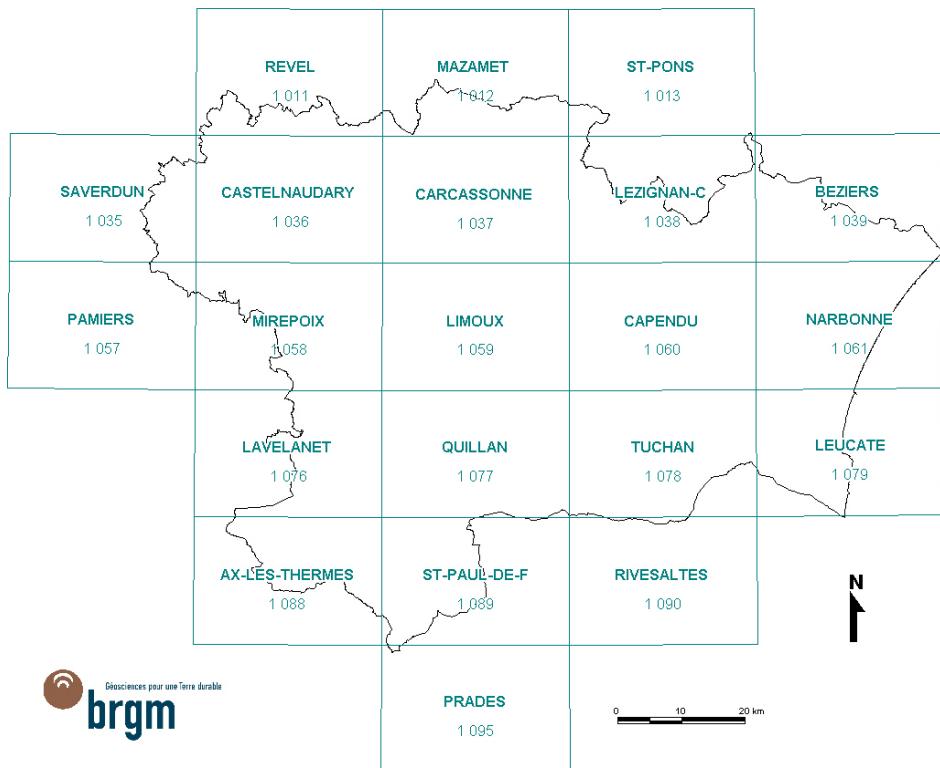


illustration 8 – Assemblage des cartes géologiques à 1/50 000 de l'Aude

La réalisation de la carte géologique vectorielle du département a nécessité d'abord un inventaire des formations géologiques, puis une harmonisation stratigraphique (à partir des différentes échelles litho-stratigraphiques valorisées au moment de l'établissement des cartes) et enfin une réinterprétation des contours (digitalisation et harmonisation vectorielle). L'esprit de cette cartographie est de conserver le maximum d'informations pertinentes fournies par la carte géologique à 1/50 000. De fait, compte tenu de l'extrême diversité de la géologie du département, la légende de la carte départementale comporte au final 479 caissons (formations différenciées) alors que la simple compilation des cartes à l'échelle 1/50 000 aboutit à 885 formations différencierées.

Ce sont l'échelle litho-stratigraphique et les contours (globalement fidèles aux cartes initiales à 1/50 000) de cette carte géologique départementale harmonisée qui sont retenus pour la cartographie des formations argileuses. Le choix des formations s'est appuyé sur :

- la description des entités de la carte géologique harmonisée,
- des descriptions locales à partir des notices des cartes à l'échelle 1/50 000,
- des visites de terrain pour certaines formations.

Les visites de terrains (illustration 9) sont nécessaires en particulier lorsque la seule information bibliographique est peu précise (cas des notices anciennes par exemple)

ou lorsque les formations présentent des hétérogénéités importantes, signalées mais pas nécessairement cartographiées. Par ailleurs, les leviers d'affleurements permettent d'une part de valider les choix faits dans les regroupements des formations et d'autre part de prélever des échantillons pour analyses spécifiques (valeurs de bleu et analyses minéralogiques – cf. § 5.3 et 5.4).

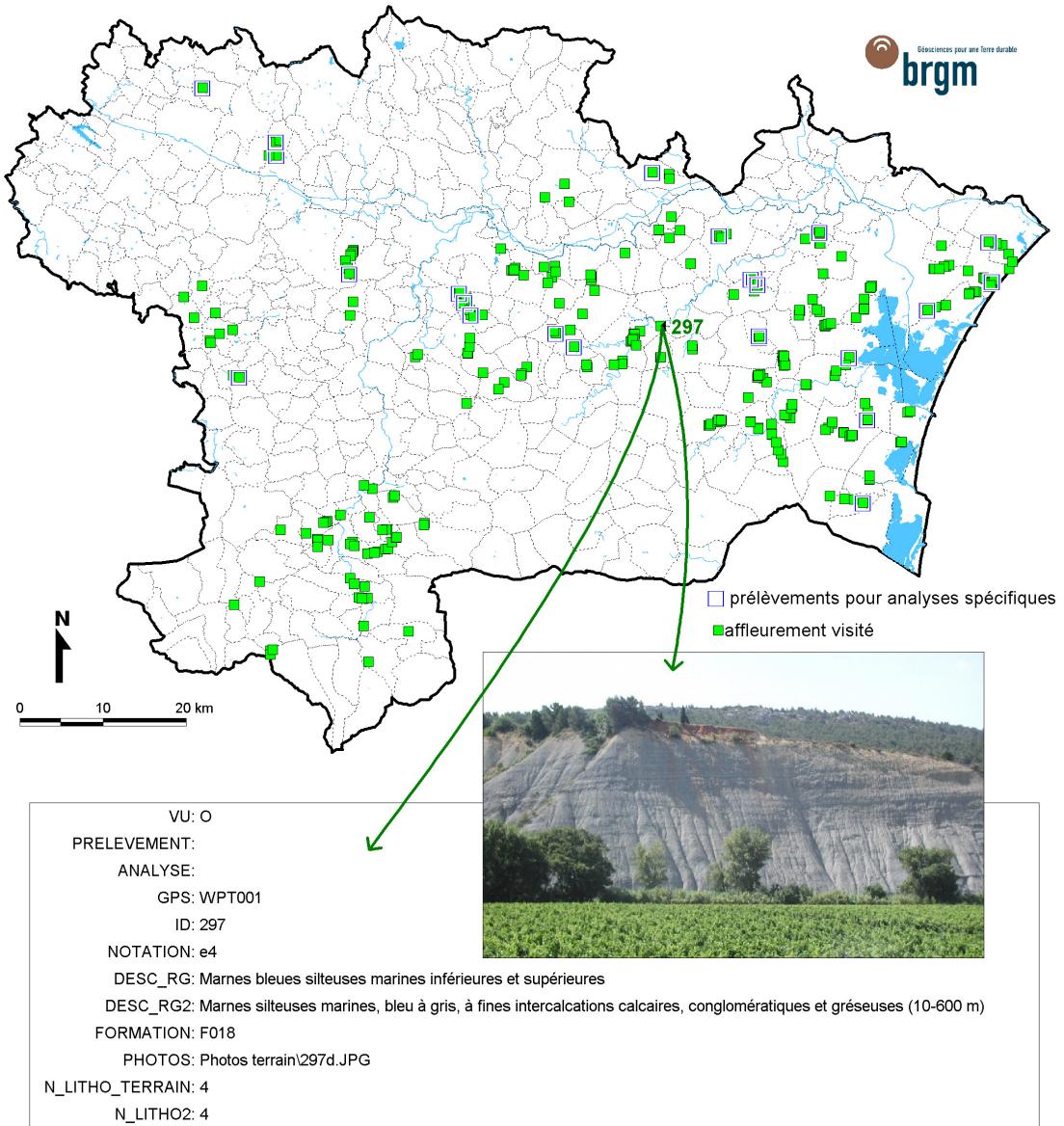


illustration 9 – Visites de terrain et prélèvements d'échantillons

Ces visites de terrain, ainsi que l'examen des données de sondages de la Banque des données du Sous-Sol du BRGM (BSS) et des données de sondages collectées dans le cadre de diagnostics de sinistres retrait-gonflement, ont localement occasionné quelques corrections de contours des entités géologiques ou des réattributions de descriptions. Ces modifications sont restées néanmoins relativement limitées.

4.2.2. Établissement de la carte des formations argileuses et marneuses

Le choix des formations – et leur caractérisation lithologique – s'est appuyé sur les descriptions des notices géologiques et sur des visites de terrain (). L'hétérogénéité de ces formations est bien sûr prise en considération lors de la caractérisation de leur susceptibilité vis à vis du retrait-gonflement, notamment au travers de la note lithologique.

Les argiles résiduelles (provenant de l'altération *in situ* de roches mères) et sédimentaires (résultant d'un transport et d'un dépôt des précédentes, mais aussi d'une précipitation chimique en milieu marin de minéraux transportés) sont bien représentées dans le département de l'Aude.

Des gisements en matériaux argileux sont présents dans le département et ont fait l'objet d'exploitations dont certaines encore en activité. Les secteurs concernés sont essentiellement les carrières du Lauragais (Saint-Papoul, La Pomarède, Labécède-Lauragais) qui représentaient près de 89 % de la production totale du département (650 000 t) en 1977 et les carrières du Limouxin (Magrie) qui représentaient le reste de l'activité à cette époque.

Les faciès exploités sont les formations argileuses de l'Éocène moyen et supérieur (Yprésien – Lutétien – Bartonien) et notamment les argiles rutilantes dites de Saint-Papoul. Les molasses de Carcassonne et de Castelnau-d'Orbieu ont également fait l'objet d'exploitations locales (Moux, Talairan, Arzens). Signalons enfin une ancienne exploitation des marnes bleues de l'Yprésien dans la région de Camplong-d'Aude.

La plupart de ces exploitations sont destinées à la fabrication de produits réfractaires (briques, tuiles, céramiques...).

Dans certains cas, les argiles ou marnes constituent la majeure partie de la formation retenue mais dans la plupart des cas, les formations géologiques argileuses ou marneuses du département de l'Aude sont très hétérogènes ; il peut s'agir :

- soit de formations intrinsèquement hétérogènes, qui sont constituées d'un mélange de différents matériaux, dont des argiles, mais également des éléments plus grossiers (limons, sables, graves...) dans le cas des formations alluviales et colluviales,
- soit de formations hétérogènes car constituées d'alternance rythmiques de faciès très différents (argiles, marnes, grès et conglomérats notamment) dont la cartographie n'est pas suffisamment fine pour distinguer précisément les zones contenant de l'argile de celles où elle est totalement absente si bien que la grande majorité de ces formations par nature hétérogènes a été considérée comme argileuse. C'est le cas de la plupart des formations d'âge tertiaire (Éocène et Oligocène en particulier).
- soit de formations à la base peu argileuses, mais qui, du fait de leur altération, présentent localement des faciès argileux, notamment dans les premiers mètres de sol. Certains niveaux du Crétacé inférieur, de l'Éocène et du Jurassique notamment font partie de cette catégorie. Dans ce cas, on n'a pas forcément retenu l'ensemble de la formation, à l'échelle du département, mais parfois seulement les faciès marneux ou argileux de la formation, lorsqu'ils sont géographiquement identifiés.

Si, dans un certain nombre de cas, le choix de retenir comme argileuse telle ou telle formation est relativement aisé, on distingue un ensemble de formations qui pourrait être considéré comme argileux mais qui n'a finalement pas été retenu en raison de l'objectif final de cartographie de l'aléa retrait-gonflement car considéré comme relativement induré : il s'agit des schistes et de la série gréso-pélitiques du Paléozoïque (schistes cambro-ordoviciens de la Montagne Noire).

La majeure partie des formations argileuses du département est représentée, outre les formations alluviales et colluviales du Quaternaire, par les formations d'âge tertiaire et notamment du Paléocène-Éocène-Oligocène. Au sein de cet ensemble et du fait de la complexité des faciès identifiés, le regroupement des formations s'est effectué à partir de plusieurs critères : âge stratigraphique, environnement de dépôt, lithologie naturellement et extension géographique pour tenir compte d'éventuelles distinctions de paléo-environnements liés aux dépôts dans tel ou tel bassin. Les grands bassins et entités géologiques identifiés à l'échelle du département sont figurés sur l'illustration 10.

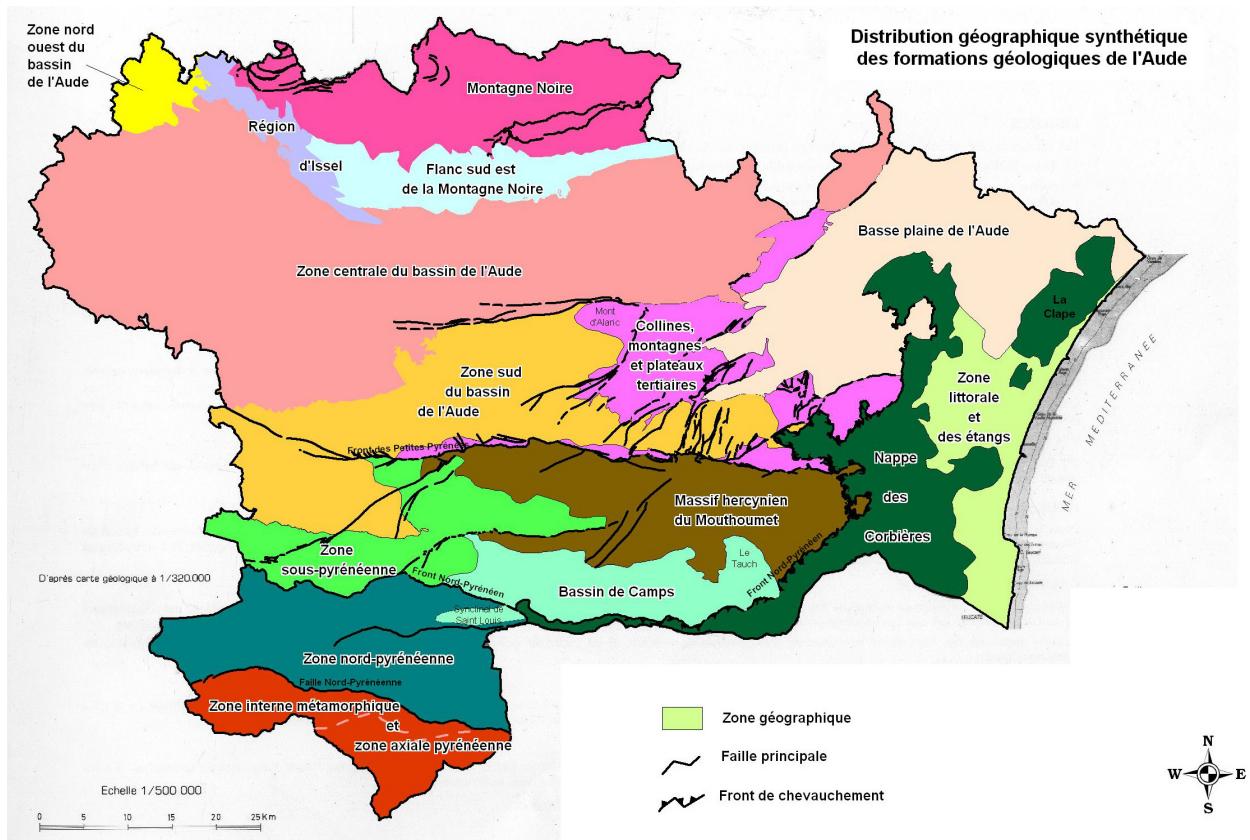


illustration 10 – Distribution synthétique des entités géographiques et géologiques de l'Aude

4.3. LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES

La sélection et le regroupement des formations argileuses et marneuses du département ainsi réalisés aboutissent finalement à l'identification de 32 formations décrites ci-après.

Le tableau de l'illustration 11 présente la synthèse des formations à composante argileuse ou marneuse retenues dans le département de l'Aude. Les 3 tableaux de l'illustration 12 synthétisent, pour chacune des 32 formations argileuses identifiées, le détail des formations associées au sens géologique (point de vue litho-stratigraphique et nature du domaine concerné).

		DESCRIPTION	SURFACE (km ²)	% SURF. TOTALE
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	11,5%	
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	9,5%	
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	1,7%	
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3,4%	
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	0,3%	
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	52,9	0,8%	
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	12,3	0,2%	
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	0,1%	
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	0,6%	
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	0,8%	
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	337,0	5,3%	
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	3,8%	
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	0,1%	
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréo-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	5,4%	
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	525,1	8,3%	
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	0,6%	
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1,9%	
	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	1,5%	
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	0,3%	
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1,5%	
	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	89,1	1,4%	
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	1,3%	
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	20,4	0,3%	
CRETACE SUPERIEUR	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	1,4%	
	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	1,1%	
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	37,7	0,6%	
CRETACE INFERIEUR	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	28,5	0,4%	
	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	192,9	3,0%	
JURASSIQUE	F029 : Marnes sombres feuillettées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	17,2	0,3%	
	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	12,4	0,2%	
TRIAS	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	0,8%	
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	0,4%	
FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES			4 358,0	68,8%
RESEAU HYDROGRAPHIQUE (y.c. étangs)			129,6	2,0%
FORMATIONS NON RETENUES COMME ARGILEUSES			1 844,8	29,1%

illustration 11 – Liste des formations argileuses et marneuses de l'Aude

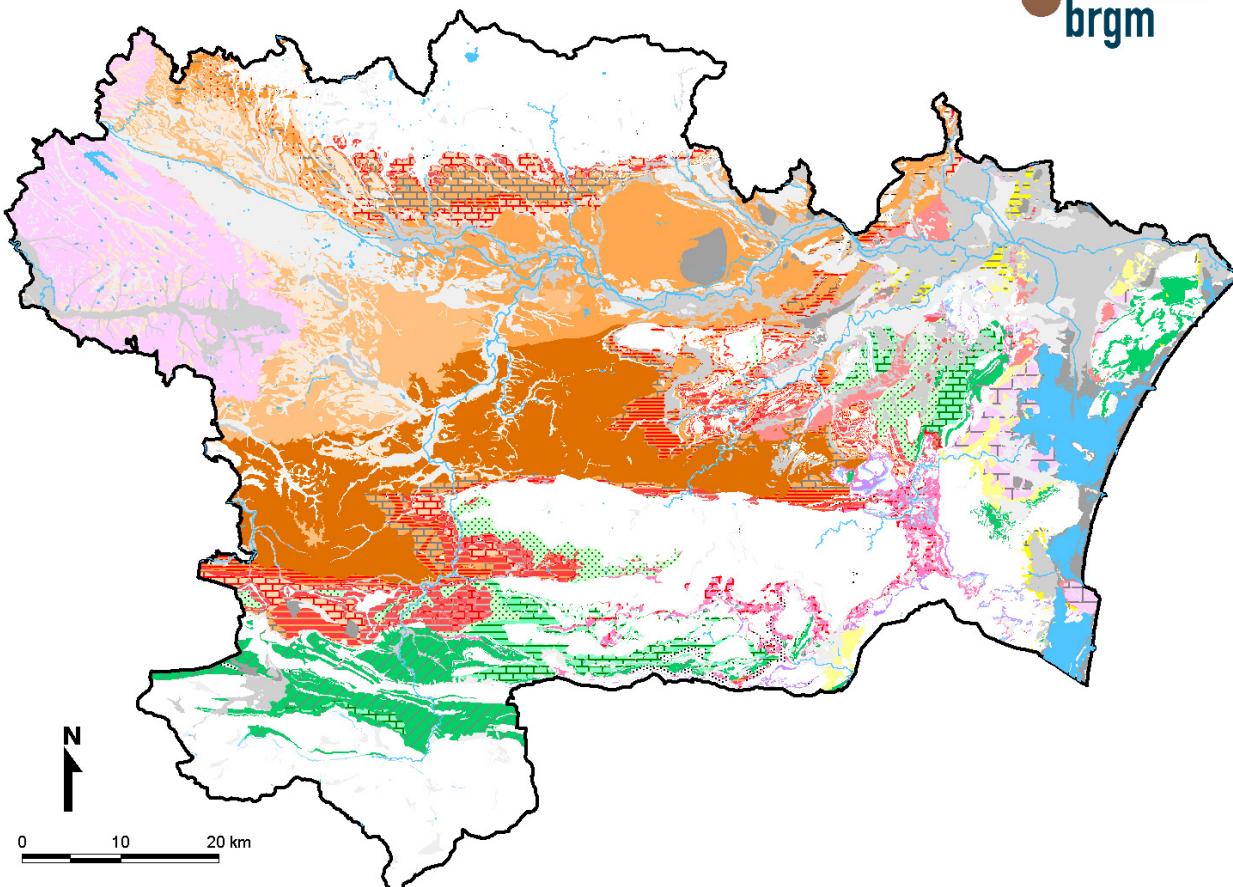
QUATERNNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1) Alluvions : galets dominants dans une matrice argilo-sableuse Alluvions : galets, cailloutis et sables dominants, limons locaux Alluvions : limons sableux Alluvions détritiques (graviers, sables et limons) localement tourbeuses ou vaseuses Alluvions et colluvions à dominante caillouteuse et limoneuse Brèches et éboulis, à dominante caillouteuse, consolidés ou cimentés Colluvions caillouteuses et loess très peu argileux Colluvions et éboulis, en partie soliflués, à dominante sableuse ou caillouteuse Eboulis et colluvions au pied des escarpements rocheux à dominante caillouteuse Formations résiduelles à dominante caillouteuse ou sableuse Remblais et dépôts anthropiques
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2) Alluvions : argiles compactes peu calcaires Alluvions : formations détritiques et sol fersalitique argileux bariolé Alluvions : galets et cailloutis à matrice argileuse ou terreuse Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets Alluvions et colluvions à dominante limoneuse Bauxite siliceuse et altérites ferrugineuses (argiles sableuses rouge) du crétacé supérieur Colluvions de fond de vallée ou de dépressions à dominante limoneuse Loess : dépôts limoneux fins Terra rossa : argiles rouge d'altération (< 1 m)
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP) Argiles lacustres bleu de fond de dépression, recouvertes localement de tourbe et limons fins Dépôts lagunaires : vases et sables vaseux localement associés à des cailloutis Limos : niveaux marneux et crayeux associés aux travertins Limos de fonds d'étangs asséchés
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS) Colluvions et éboulis soliflués, à dominante argileuse ou argilo-marneuse Colluvions et éboulis soliflués, à dominante argilo-sableuse, plus ou moins caillouteux Formations résiduelles à dominante argileuse
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2) Colluvions alimentées par les terrains primaires : argiles dominantes, dépôts soliflués Colluvions argileuses Eboulis et colluvions : dépôts soliflués, à dominante argileuse ou argilo-marneuse
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont) Conglomérats à matrice argileuse rouge Conglomérats à passées sableuses Conglomérats de bordure à matrice rougeâtre indurée passant localement à des calcrètes Marnes jaunâtre à pouponées calcaires et limons rougeâtre associés à des graviers et des galets Molasse : marnes limoneuses jaune à nodules calcaires et chenaux sableux et graveleux faiblement indurés Sables et argiles sableuses à passées grossières
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin) Molasse marine : argiles sableuses, sables, grés, marnes et lentilles d'argiles
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin) Molasses marines : calcaires molassiques, sables grès et conglomérats, localement marnes blanc Sables marins et calcaires molassiques à passées marneuses et argileuses
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont) Argile rouge, sable rouge et lits de galets (50 m) Argiles grises, ocres ou orangées à nodules calcaires et à passées de sables ou de graviers Conglomérats à matrice limoneuse ocre et épais interbancs de limons d'inondation (500-600 m) Marnes à galets associées à des bancs de conglomérats et de grés Marnes brun à bleu à passées détritiques et à lentilles sableuses (300 m) Marnes claires à galets et poudingues de bordure Marnes lacustres jaune Marnes siliceuses ocre et calcaires grumeleux blanchâtre (25-30 m)
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac) Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques Calcaires lacustres et marnes blanc Calcaires lacustres et marnes plus ou moins calcaires à bancs ligniteux (40 m) Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes blanc ou gris localement surmontés de limons ocre (10-100 m)
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont) Calcaires blanc rosé à intercalations marneuses, conglomératiques Calcaires et conglomérats intercalés dans des faciès plus argileux Calcaires et poudingues intercalés dans la molasse (5-8 m) Calcaires intercalés dans les marnes et molasses Calcaires marneux, subcrayeux ou passant progressivement à des marnes Marnes et molasses : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés Poudingues ou calcaires intercalés dans les marnes et molasses

EOCENE PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	<p>F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)</p> <p>Calcaires marneux ou noduleux intercalés dans les molasses Marnes gréseuses à lentilles gréseuses ou conglomératiques Molasse : alternance de sables, de grès et de marnes avec intercalations de conglomérats Molasse : argiles, plus ou moins gréseuses, à lentilles gréseuses et conglomératiques et à passées calcaires Molasse : niveaux gréseux et conglomératiques</p>
	<p>F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)</p> <p>Marnes lagunaires, gris verdâtre à beige, à intercalations calcaires ou gréseuses (5-40 m) Marnes ligneuses ou argileuses, lacustres et palustres, gris, à nODULES calcaires, argiles grumeleuses ocre ou bigarré et calcaires nodulisés plus ou moins silteux (70 m) Niveaux de marnes dans les formations calcareuses lacustres</p>
	<p>F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)</p> <p>Conglomérats et grès plus ou moins calcarifères alternant avec des limons et des argiles rouge, gris-ocre ou versicolores (10-80 m) Conglomérats, sables et grés en chenaux et limons de plaine d'inondation (100-225 m) Marnes, localement gréseuses et micacées, à lentilles gréseuses ou conglomératiques (150-700 m) Molasse : limons fins, argileux ou sableux, plus ou moins carbonatés, à lentilles conglomératiques et</p>
	<p>F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)</p> <p>Calcaires et marnes, bancs de calcaires durs intercalés Conglomérats à intercalations de marnes, grès et lentilles calcaires Grès et conglomérats à intercalations de marnes et d'argiles et lentilles calcaires (60-750 m) Marnes associées à des poudingues passant à des grés fins Molasse : conglomérats prépondérants, marnes et argiles (250-400 m)</p>
	<p>F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)</p> <p>Grès, conglomérats et sables, avec de rares passages marneux ou de molasses gréseuses (50-100 m) Sables grossiers, conglomérats et argiles à graviers (10-50 m)</p>
	<p>F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)</p> <p>Calcaires marins à intercalations marneuses, sableuses, gréseuses ou conglomératiques (20-100 m) Grès gris jaunâtre à huîtres localement intercalés de niveaux de marnes silteuses (20-45 m) Grès intercalés de couches d'argilites rouge et de lentilles de poudingues Grès, marnes gréseuses, calcaires gréso-glaconieux</p>
	<p>F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)</p> <p>Marnes gypseuses noir, grès à lentilles de poudingue et marnes rouge (continental) intercalés de calcaires Marnes plus ou moins gréseuses à intercalations calcaires, conglomératiques et gréseuses (60 m) Marnes silteuses marines, bleu à gris, à fines intercalations calcaires, conglomératiques et gréseuses (10-600 m) Niveaux de marnes dans les formations à huîtres (grès et calcaires marins) Colluvions et éboulis soliflués, à dominante argilo-sableuse des marnes marines Eocène (e4)</p>
	<p>F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)</p> <p>Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et Brèches à matrice argilo-gréseuse rougeâtre abondante Faciès argileux du complexe 'Mortadelle' remanié : argiles à graviers</p>
	<p>F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)</p> <p>Calcaires et marno-calcaires, lacustres ou marins, à interlits marneux (5-75 m) Calcaires lacustres à intercalations argileuses et marneuses et localement à gypse ou à lignite (20-100 m) Calcaires lacustres à intercalations marneuses rares</p>
	<p>F021 : Argiles et marnes localement gypseuses à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)</p> <p>Argiles rutilantes et marnes rouge ou bariolées, localement gypseuses, entrecoupées de chenaux conglomératiques, de lentilles gréseuses ou de bancs calcaires (20-300 m) Conglomérats et grès grossiers alternant avec des limons argileux, rouge, à nODULES calcaires ou marmorisés Limons de crues fluviatiles plus ou moins argileux, intercalations rares de calcaires lacustres Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)</p>
	<p>F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)</p> <p>Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m) Chaînon de Lagrasse : limons calcaires et conglomérats fluviatiles</p>
	<p>F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)</p> <p>Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m) Calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux (10-20 m)</p>

CRETACE SUPERIEUR	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv) Conglomérats de base à éléments siliceux Grès à dominante siliceuse : complexe terrigène fluviale Grès, argiles et marnes rouge (complexes détritiques) Limons calcaires et conglomérats fluviatiles Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m) Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)
	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm) Calcaires gréseux roux et marnes noir ligniteuses (15-30 m) Calcaires marneux et marnes Calcaires, marnes et grès Grés deltaïques, poudingues, marnes plus ou moins micacées, calcaires gréseux et olistolithes (400-500 m) Grès et marnes (terrigenes deltaïques) à intercalations de calcaires noduleux gris (100 m) Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m) Marno-calcaires, conglomérats, calcaires gréseux et grès (300 m)
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm) Marnes Marnes bleu deltaïques, silteuses et micacées, alternant avec des grès marins (100-200 m) Marnes brun à rouge brique (30-60 m) Marnes et marno-calcaires (85-120 m) Marnes et marno-calcaires de teinte claire à passées calcaires (400 m) Marnes et marno-calcaires sombres, glauconieux, à rares intercalations de calcaires glauconieux (30-60 m) Marnes gris-noir et argiles à passées ligniteuses (quelques mètres)
CRETACE INFÉRIEUR	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl) Grès vert glauconieux, marnes plus ou moins gréseuses et calcaires gréseux (500-1300 m) Marnes feuilletées à intercalations de marno-calcaires (50-300 m) Marnes noir à passées calcaires et niveaux de grès glauconieux (60-80 m) Marnes, marno-calcaires et grès glauconieux (La Clape)
JURASSIQUE	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin) Marnes et marno-calcaires (localement feuilletés) (80-320 m) Marnes gréseuses et grès glauconieux (> 60 m) Marnes noires à passées calcaires rares (200 m) Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne à intercalations gréseuses (localement métamorphisées) (300-500 m)
TRIAS	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (I3-j1 marin) Marnes feuilletées intercalés de calcaires argileux et localement de niveaux de calcaires plus ou moins gréseux Marnes gris à rouge et calcaire argileux (80 m) Marnes noir feuilletées à intercalations marno-calcaires (35-60 m) Marnes sombres à intercalations marno-calcaires et de marnes gréseuses (100-120 m)
	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (I1-j3 marin) Calcaires à silex, calcaires ferrugineux brun-roux à niveau de marnes et calcaires argileux (20-30 m) calcaires argileux à silex blancs et petits lits de marnes bleu Calcaires gris en petits bancs et interlits marneux Calcaires sombres, plus ou moins argileux, à intercalations de marnes à silex, localement schisteuses ou charboneuses, calcaires oolithiques (10-100 m) Dolomies et dolomies calcareuses à intercalations de marnes gris (20-100 m) Lias indifférencié
	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm) Marnes et argiles bariolées plus ou moins cristallisées à intercalations de cargneules jaunâtre, de gypse et de dolomies Marnes et argiles vert ou bariolées à intercalations gréseuses, dolomitiques ou calcaires (30-40 m)
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm) Calcaires gréseux jaune à intercalations marneuses ou argileuses, grès jaune et calcaires ou dolomies en dolomies jaune ou gris, marnes palustres à intercalations de calcaires noir et conglomérats (7 m) Dolomies, marnes jaune plus ou moins dolomitiques, calcaires vermiculés, schistes rouge et conglomérats Grès, marnes et conglomérats (ensemble rouge)

illustration 12 – Liste des formations argileuses et marneuses retenues dans le département de l'Aude, détail des formations

Les tables de données de l'annexe 2 présentent le détail des faciès de chaque formation identifiée. La carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département est présentée sur l'illustration 13, ainsi qu'en carte hors-texte n°1, à l'échelle 1/125 000.



Formations argileuses et marneuses identifiées

F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)
F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)
F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)
F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)
F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)
F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)
F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)
F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)
F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)
F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)
F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)
F012 : Molasse : marnes, sables, grés et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)
F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)
F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)
F015 : Molasse : conglomérats dominants, grés, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)
F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)
F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)
F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)
F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)
F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)
F021 : Argiles et marnes localement gypseuses à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)
F022 : Marnes bariolées et argiles utiles, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)
F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)
F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)
F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)
F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)
F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)
F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)
F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)
F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)
F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)
F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)
Réseau hydrographique

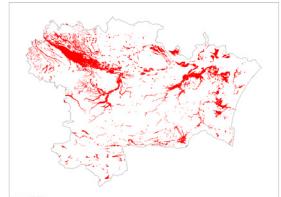
illustration 13 – Carte synthétique des formations argileuses et marneuses

4.3.1. Formations du Quaternaire

Parmi les formations d'âge quaternaire, cinq formations ont été identifiées comme argileuses en fonction des lithologies associées et des modes de mise en place. Ce double classement est réalisé dans une optique de hiérarchisation des formations argileuses en fonction de leur susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement.

a) *F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)*

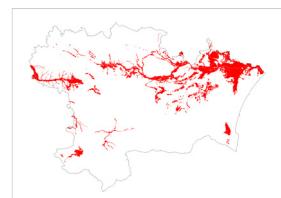
Cet ensemble regroupe les formations essentiellement alluviales caractérisées par la présence de niveaux argileux en proportion faible et discontinue, sous forme éparses ou lenticulaires. La formation couvre 726,8 km² soit plus de 11 % de la surface totale du département. On y distingue :



- les alluvions récentes à dominante graveleuse identifiée des terrasses holocènes : alluvions récentes essentiellement des lits majeurs des basses terrasses de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents. La formation est caractérisée par une fraction granulométrique grossière dominante, de type cailloutis (galets), graviers et sables avec parfois des limons. Très localement des niveaux tourbeux, non cartographiés peuvent être présents ;
- les alluvions anciennes à galets dominants : épandages de galets emballés dans une matrice sablo-argileuse des hautes terrasses (périodes glaciaires Mindel, Günz, Riss, Würm). Leur épaisseur est moyenne et atteint 7 m environ. La nature des galets est variable en fonction de leur origine. Les *Épandages de Samary-Salvaza et de Villeneuve-Minervois*, constitués de sables, galets et limons sont associés à cet ensemble ;
- les alluvions et colluvions indifférenciées, à dominante sableuse ou caillouteuse, dont l'origine n'est pas liée à la solifluxion des marnes et argiles tertiaires : cet ensemble est hétérogène par nature, marqué par des dépôts sablo-limoneux, localement graveleux, remaniés ;
- les brèches et éboulis à dominante caillouteuse, à matrice argilo-limoneuse, cimentée ou non ;
- les formations résiduelles identifiées et cartographiées, à dominante sableuse, sur calcaires à alvéolines ou plateaux molassiques notamment ;
- certains remblais sont associés à cette formation en raison notamment de leur origine, souvent issue du remaniement des molasses tertiaires. Le parti pris de les associer à une formation « peu argileuse » tient principalement à leur hétérogénéité et généralement à la présence d'une composante graveleuse non négligeable.

F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)

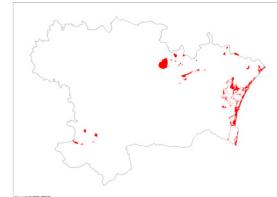
Cette formation se caractérise par les niveaux d'alluvions et de colluvions à dominante limoneuse. Les loess (dépôts d'origine éolienne) y sont associés. Si la nature des formations colluviales est intimement liée à l'origine des dépôts et des formations encaissantes, cette formation ne fait pas de distinguo d'origine compte tenu du caractère moyennement à peu argileux de l'ensemble. On distingue :



- les limons superficiels, recouvrant les sables et galets des alluvions récentes ou anciennes (F001). L'épaisseur de ces limons est estimée entre 2 et 7 m environ d'un point à l'autre du département ;
- les alluvions ou colluvions à dominante limoneuse, au sein des dépressions, dont l'épaisseur peut atteindre 8 m (*Limons de la Piège*) ;
- les alluvions anciennes à matrice argileuse : ensemble détritique à éléments grossiers, parfois altérés, emballés dans une gangue argileuse. Les *Cailloutis Villafranchiens* et les *Alluvions anciennes du Plateau de Sault* sont rattachés à cet ensemble ;
- les loess du Würm : limons fins, parfois à poupées calcaires, en place ou remaniés par des phénomènes de glissements superficiels (fluage) ;
- les altérites ferrugineuses, les bauxites et la terra-rossa sont intégrées à cet ensemble comme formations résiduelles à dominante argilo-sableuse.

b) F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)

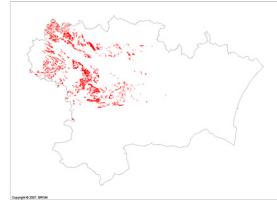
Cet ensemble peu étendu rassemble majoritairement les dépôts littoraux et lagunaires de bord de mer. Sont également associés les dépôts lacustres ou palustres isolés. On recense :



- les vases et sables vaseux lagunaires présents soit au niveau des étangs actuels soit au niveau d'anciens étangs asséchés. La granulométrie évolue entre les pôles argilo-limoneux et silto-sableux. L'épaisseur peut atteindre 5 m ;
- les argiles lacustres, en général compactes, de teinte bleutée, associées à des limons fins ou des horizons tourbeux, *Argiles bleues de Puivert*.

c) F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)

Cet ensemble relativement étendu rassemble les formations colluviales à dominante argileuse issues de l'altération et du remaniement des formations marneuses et molassiques de l'ère tertiaire (Éocène et Oligocène notamment).

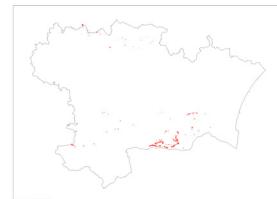


Ces niveaux sont en surface décrits comme des argiles plus ou moins sableuses ou caillouteuses, issues de coulées de solifluxion pour l'essentiel. Ils surmontent les niveaux marneux et molassiques. Leur épaisseur est en général inférieure à 10 m.

Les colluvions peu épaisses surmontant les marnes et molasses éocènes ont été assimilées à la formation encaissante.

d) F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)

Cet ensemble peu étendu rassemble les formations colluviales à dominante argileuse sur substrat autre que molassique ou marneux (F004). Ces formations sont essentiellement rencontrées au niveau des bas de versants marneux ou schisteux de la zone nord-pyrénéenne, au sud du département,



et dans une moindre mesure, sur le flanc sud de la Montagne Noire. Il s'agit d'argiles et de colluvions argilo-graveleuses.

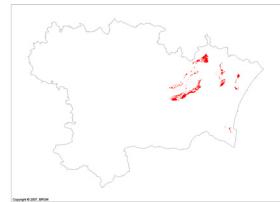
4.3.2. Formations du Miocène et du Pliocène

Les formations mio-pliocènes s'étendent sur la partie orientale du département. On a isolé les formations dites « continentales » (dépôts d'origine fluviatile – F006) des formations « marines » (résultant de sédimentation en milieu marin – deltaïque ou profond – F007, F008).

a) F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)

Cette formation comprend les dépôts continentaux d'âge mio-pliocène. Il s'agit de marnes, limons argileux et conglomérats, déposés en milieu fluviatile. On distingue :

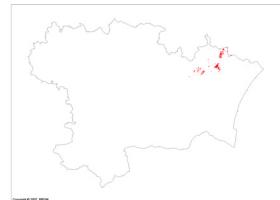
- des conglomérats à gros galets, à passées sableuses, et à matrice généralement argileuse, des sables et argiles sableuses. Une teinte rougeâtre est généralement associée à ce faciès ;
- des marnes jaunâtres et limons rougeâtres, associés à des graviers et galets. Cet ensemble constitue la formation des *Limons de Ginestas* ;
- des marnes limoneuses jaunes à chenaux sableux et graveleux faiblement indurés formant les *Molasses de Thézan et Fabrezan* d'âge miocène.



b) F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)

Daté de la fin du Miocène, cet ensemble relativement homogène se caractérise par une dominante argilo-sableuse. La formation affleure dans l'extrême nord-est du département entre Lezignan-Corbières et Ouveillan. Elle est constituée de dépôts marins à dominante marneuse ou argilo-sableuse. On distingue :

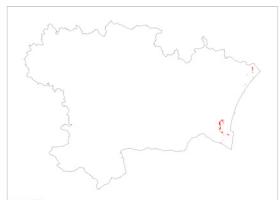
- des marnes silteuses grises (*marnes helvétiques*) et des marnes blanches ;
- des niveaux de molasse marine : argiles, marnes, sables localement consolidés en biseaux gréseux, à intercalations locales d'argiles à huîtres.



c) F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)

Ces niveaux sont constitués majoritairement de calcaires marins molassiques. Ils affleurent ponctuellement à l'extrême est du département entre Lapalme et Leucate au sud et à Fleury au nord.

La formation peut se décrire comme une molasse marine à dominante calcaire, de teinte claire, jaune à gris-blanchâtre. Les calcaires sont à passées sableuses ou conglomératiques, localement marneuses (F007), voire argileuses. Des niveaux de sables marins, à intercalations gréseuses ou marneuses sont rattachés à cette formation.

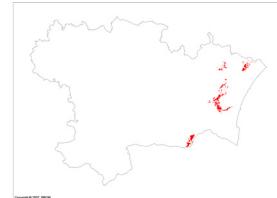


4.3.3. Formations de l'Oligocène (Éocène terminal → Miocène basal)

Sont regroupés ici les faciès dominants de l'époque oligocène. Néanmoins, lors du regroupement des formations, il s'est avéré nécessaire de regrouper avec ces niveaux d'âge oligocène, des horizons ou faciès similaires pour des environnements de dépôts identiques de l'Éocène terminal et du Miocène basal.

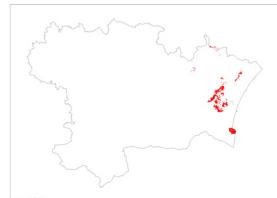
a) F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)

Cette formation est également représentée dans la partie orientale du département. Elle rassemble des faciès continentaux à dominante argileuse ou marneuse datés de l'Oligocène et du Miocène inférieur (Aquitaniens). On distingue :



- des marnes à passées détritiques oligocènes : marnes bleues localement gypsifères d'épaisseur allant jusqu'à 300 m, marnes saumonées à galets et poudingues des bassins de Narbonne-Portel-Sigean, marnes et limons ocres ;
- des limons d'inondation à passées conglomératiques, localisés au sud de Tuchan : épaisse formation d'âge oligocène de 500 à 600 m d'épaisseur caractérisant la formation des *Cailloutis de Paziols* ou la formation dite de *Paziols-Estagel* ;
- des argiles bariolées à passées sableuses ou à lits de galets. Les *Argiles rouges de Nissan* (Aquitaniens) sont attachées à ce faciès ;
- des marnes franches : *Marnes bariolées de Moussan* d'épaisseur 25 à 30 m, d'âge aquitanien, marnes claires, jaunes à grises d'âge oligocène supérieur ;

b) F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)



Cette formation, caractéristique par la blancheur de ses faciès, est représentée en partie orientale du département. A dominante calcaire, d'origine lacustre ou lagunaire, cet ensemble est marqué par des intercalations de marnes parfois relativement épaisses. Majoritairement d'âge oligocène, des niveaux de calcaires lacustres à intercalations marneuses du Miocène et ponctuellement du Pliocène ont été intégrés à cet ensemble. On distingue au sein de cette formation :

- des calcaires et marnes blanches, d'âge oligocène (Chattien), marqués par des alternances rythmiques de marnes plus ou moins silteuses et de calcaires tendres ;
- des calcaires lacustres et marnes blanches ou grises à passées détritiques de l'Aquitaniens. Des passées sableuses sont signalées au sein de cet ensemble qui constitue la formation des *Calcaires de Brégines* ;
- des calcaires grumeleux lacustres ou lagunaires associés à des marnes grises ou blanches, localement surmontés de limons gris à ocre d'âge miocène (Langhien – Serravalien). L'épaisseur de la formation atteint 100 m ; les *Calcaires du Mont Belvèze* (épaisseur de 70 m) sont associés à cet ensemble ;
- des calcaires lacustres associés à des marnes plus ou moins calcaires, parfois intercalés de bancs ligniteux, du Pliocène continental, présents au sud du département, à Leucate notamment. L'épaisseur de cette formation atteint 40 m.

c) F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)



Cette formation est localisée en partie occidentale du département. Elle regroupe les ensembles molassisques du Rupélien - Chattien (Oligocène) et du Priabonien (Éocène terminal) à dominante argileuse ou marneuse. Au sein de cet ensemble sont intégrées les intercalations calcaires et très ponctuellement conglomératiques, certes cartographiées à l'échelle 1/50 000, mais dont la continuité et l'extension au sein des molasses n'a pas toujours semblé justifiée. On distingue au sein de cette formation :

- les marnes et molasses oligocènes : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés. Les marnes sont argileuses, ocre ou versicolores, entrecoupées de lits molassisques (cailloutis plus ou moins grossiers), parfois sableuses. L'épaisseur atteint plus de 100 m. Au sein de cet ensemble on distingue :
 - o les *Argiles de Mourvilles* d'épaisseur comprise entre 10 et 20 m ;
 - o les *Molasses supérieures de Saint-Félix-Lauragais* et l'ensemble argilo-palustre associé : argiles et argiles gréseuses à encroûtements calcaires, grès locaux et poudingues ;
 - o les molasses rattachées à la partie sommitale de la formation des *Poudingues de Palassou* (F015) constituées de sables, grès et argiles plus ou moins calcarifères, rouge à ocre, d'épaisseur 60 à 80 m ;
 - o les calcaires intercalés dans la molasse oligocène : calcaires plutôt blanchâtres, marneux ou sub-crayeux en transition régulière avec les horizons molassisques dont les *Calcaires de Belesta* ;
- les marnes et molasses priaboniennes (Éocène terminal) : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés. Des argiles palustres sont associées à cet ensemble, les marnes sont, comme pour la période oligocène, noduleuses, versicolores et parfois sableuses. Sont également associés des formations calcaires intercalées :
 - o *Calcaires de Hounoux* : calcaires tendres chargés en poudingues, marnes et grès fins ;
 - o *Calcaires de Villeneuve-la-Comtal* : calcaires blanc rosé avec une assise de grès à chenaux conglomératiques passant à des marnes blanches friables à lits d'argile rouge ;
 - o *Calcaires lacustres de Saint-Paulet* : développement irrégulier de calcaires lacustres au sein de l'ensemble argilo-palustre (sommet des molasses éocènes).

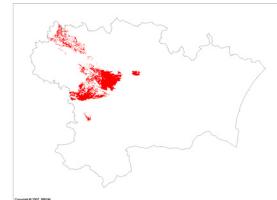
4.3.4. Formations de l'Éocène

Les formations d'âge éocène occupent plus de 25 % de la surface du département puisque réparties dans le vaste synclinal de l'Aude (cf. § 4.1). Au sein de cet ensemble et en particulier compte tenu de la complexité des faciès identifiés, les choix de regroupements de formations se sont effectués à partir de plusieurs critères : âge stratigraphique, environnement de dépôt, lithologie naturellement et extension géographique pour tenir compte d'éventuelles différences paléo-environnementales

liées au dépôt dans les principaux bassins identifiés sur la carte de l'illustration 10. Ces regroupements sont précisés dans le tableau de l'illustration 14.

a) F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)

Cette formation recouvre majoritairement des faciès caractéristiques du remplissage des bassins tertiaires et désignés sous le terme générique de *Molasse de Castelnau-dary*. Sont associées, comme il l'a été fait pour la période oligocène des faciès proches, molassiques ou calcaires. La dominante est marno-sableuse. Sont identifiées :



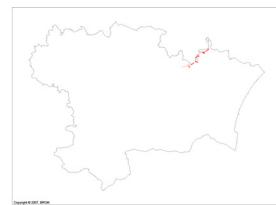
- la *Molasse de Castelnau-dary* datée du Bartonien : marnes sableuses, gréseuses et micacées à lentilles conglomératiques, d'épaisseur comprise entre 150 et 200 m. Des intercalations marno-calcaires ainsi que des bancs de poudingues et de graviers ne sont pas rares. Localement le terme gréseux devient prédominant : les grès sont à ciment calcaire, plus ou moins dur, intercalés de lits marneux, de sables argileux fins, de graviers ou de poudingues.
- la *Molasse de Saïx-Lautrec* datée du Bartonien supérieur : argiles, plus ou moins gréseuses, à lentilles gréseuses et conglomératiques et à passées calcaires et localement lentilles gypseuses. Des intercalations calcaires, ici regroupées avec les molasses, sont localement identifiés comme les *Calcaires de Cuq-et-Vielmur* lacustres et palustres associés à des argiles rougeâtres ou verdâtres ;
- les *Molasses inférieures de Saint-Félix-Lauragais (Molasse de Blan)*, d'âge priabonien, distinguées des molasses supérieures (F011) en raison de leur composante détritique (sables, graviers et galets) plus marquée. Comme les molasses bartoniennes, ces molasses, généralement de teinte grise, peu consolidées, sont composées d'argiles gréseuses, à lentilles de grès et de conglomérats à passées calcaires ;
- marnes sableuses, gréseuses et micacées à lentilles conglomératiques, d'épaisseur comprise entre 150 et 200 m, à intercalations marno-calcaires ou de graviers.

Zones géographiques			Basse plaine de l'Aude			Collines, montagnes et plateaux tertiaires			Zone sud du Bassin de l'Aude			Zone nord ouest du bassin de l'Aude			Zone centrale du bassin de l'Aude		
Série	Étage	Ss étage	Formations principales	Formations principales	Formations principales	Formations principales	Formations principales	Formations secondaires	Formations principales	Formations secondaires	Formations principales	Formations secondaires	Formations principales	Formations secondaires	Formations principales	Formations secondaires	Formations principales
PLIOCENE	PLAISANCien	ZANCLEEN	Limons de Ginestas														
MESSINien																	
TORTOMIEN			Calcaires lacustres et limons gris du Mont Bélye														
SERRAVALLIEN			Marnes bariolées de Moussan														
LANGHIEN			Calcaires lacustres et argiles rouges de Nissan														
BURDIGALIEN																	
AQUITANIEN																	
CHATTIEN																	
OLIGOCENE	RUPELIEN	SUP							Argiles palustres de Mourvilles								
		MOY							Ensemble argilo-palustre								
		INF							Molasses supérieures de St Félix-Lauragais								
PRIABONIEN		SUP							Calcaires lacustres de Saint-Paulet								
		MOY							Molasse inférieure de Saint-Félix-Lauragais (molasse de Blan)								
		INF							Molasse de Saix-Lautrec								
BARTONIEN		BASAL							Poudingues du Palassou (niveaux conglomeratiques)								
									Partie moyenne								
EOCENE	LUTETIEN								Couches de Limbrassac								
									Couches de Belloc								
									Poudingues des Serres								
YPPRESIEN		CUISIEN															
		ILERDIEN															
		SPARNACIEN															

illustration 14 – Toponymie des formations tertiaires (Éocène → Pliocène du bassin de l'Aude)

b) F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)

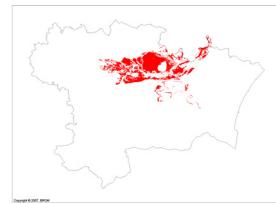
Cette formation est très localement représentée, au nord-est du département dans le Minervois. L'ensemble est à dominante argileuse ou marneuse, à intercalations calcaires ou représente les intercalations marneuses clairement cartographiées au sein de l'encaissant calcaire. La formation rassemble :



- des marnes à intercalations calcaires d'âge lutétien : marnes ligneuses ou argileuses, lacustres et palustres, grises, à nodules calcaires, et des argiles grumeleuses ocres ou bigarrées, dont l'épaisseur peut atteindre 70 m. Certaines alternances calcaires, pas forcément distinguées au niveau cartographique sont associées à cette formation. L'ensemble est regroupé sous l'appellation des *Calcaires et marnes d'Agel* (bordure méridionale de la Montagne Noire). Les calcaires d'Agel proprement dits, lorsqu'ils sont suffisamment puissants – et cartographiés – n'ont pas été retenus parmi les formations argileuse ou marneuses ;
- les marnes lagunaires d'âge yprésien (Cuisien) de teinte gris verdâtre à beige, à intercalations calcaires ou gréseuses. L'épaisseur de ces niveaux varie entre 5 et 40 m. On y retrouve :
 - o les *Marnes à Potamides*,
 - o les marnes intercalées dans les formations calcareuses lacustres dont les *Calcaires lacustres de Ventenac*, ou les *Calcaires du Sud-Minervois* représentés sur la bordure sud-est de la Montagne Noire.

c) F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)

Pour l'essentiel, cette formation recouvre les faciès caractéristiques des remplissages des bassins tertiaires désignés sous le terme générique de *Molasse de Carcassonne*. Elle représente plus de 5 % de la surface totale du département (344 km²). Les ensembles regroupés sont les suivants :



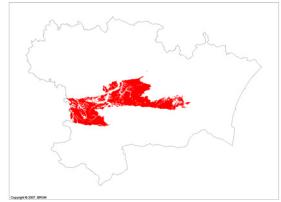
- la *Molasse de Carcassonne* au sens strict datée de l'Yprésien supérieur et représentée par des dépôts fluviatiles très puissants : limons fins, argileux ou sableux, plus ou moins carbonatés (marnes), à lentilles conglomératiques et gréseuses. Les teintes sont plutôt rougeâtres et l'épaisseur de la formation dépasse 400 m. Sont associés à cet ensemble les colluvions des marnes de la molasse : limons argileux et argiles sableuses contenant des blocs de grès (1 à 4 m d'épaisseur) et ponctuellement les remblais urbains cartographiés sur la molasse (notamment dans la commune de Carcassonne) ;
- rattachées à la formation générique de la *Molasse de Carcassonne* sont identifiées deux sous-formations molassiques désignées par les termes de *Formation d'Aigne* et *Formation d'Assignan* (parfois indifférenciée *Formation d'Aigne-Assignan*) :
 - o la *Formation d'Aigne* (Bartonien) est représentée par des marnes, localement gréseuses et micacées, à lentilles gréseuses ou conglomératiques. Son épaisseur varie entre 150 et 700 m. Des bancs microconglomératiques ou gréseux calcarifères sont identifiés sur la bordure méridionale de la Montagne

Noire. Les conglomérats généralement rougeâtres peuvent devenir localement largement dominants ;

- la *Formation d'Assignan* (Yprésien) est représentée par des conglomérats en chenaux et des grès plus ou moins calcarifères alternant avec des limons fins et des argiles ou marnes versicolores de plaine d'inondation. L'épaisseur atteint 80 m. Signalons au sein ce sous-ensemble la formation dite des *Grés d'Assignan* marquée par des limons fins à chenaux gréseux.
- les *Conglomérats de Maurou* (Yprésien) : caractérisés par une alternance de conglomérats, de grès plus ou moins calcareux et d'argiles gris-ocre, puis rougeâtres, d'épaisseur évaluée à 55 m ;
- des conglomérats, sables et grès de chenaux fluviatiles et des limons gréseux ou calcaires de plaine d'inondation datés du Sparnacien. L'épaisseur de cet ensemble varie entre 100 et 225 m et localement sont signalés des bancs de calcaires lacustres.

d) *F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)*

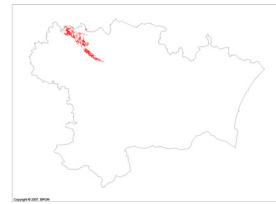
Cette formation rassemble des niveaux à dominante conglomératique, associés à des faciès gréseux, marneux et argileux. L'ensemble est daté de l'Éocène moyen (Yprésien – Lutétien) et est désigné comme les *Poudingues du Palassou*. (série du Palassou). On distingue successivement de la base au sommet de la formation :



- les *Couches de Fa et de Léran* (Yprésien) : constituées de grès et de conglomérats à intercalations de marnes, d'argiles et de lentilles calcaires. L'épaisseur de cet ensemble varie entre 60 et 750 m :
 - *Couches de Léran* : marnes ocres à chenaux conglomératiques et grès d'épaisseur comprise entre 150 et 200 m, lentilles calcaires localement (est de Villefort) ;
 - *Couches de Fa* : marnes à intercalations d'horizons calcaires ou marno-calcaires, conglomérats et grès ;
- les *Poudingues des Serres* (Lutétien) : caractérisés par des dépôts molassiques à conglomérats, souvent prépondérants, des marnes et des argiles. L'épaisseur de cet ensemble varie entre 250 et 400 m ;
- les *Couches de Belloc* (Lutétien) : caractérisées par des argiles et marnes intercalées de niveaux gréseux et à lentilles calcaires et conglomératiques. L'épaisseur varie entre 60 et 750 m. Des grès et calcaires lacustres peuvent être intercalés dans cet ensemble (*Grès de Saint-Quentin* par exemple) ;
- les *Couches de Limbrassac* (Lutétien) : caractérisés par des conglomérats à interbancs argileux (épaisseur 400 m) et des marnes à lentilles conglomératiques (épaisseur : 200 à 250 m). Ces marnes, associées à des poudingues, passent progressivement à des grès fins vers le haut de la série.

e) F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)

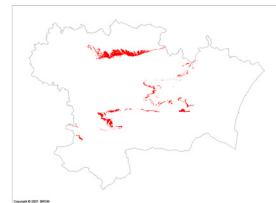
Cet ensemble regroupe les dépôts fluviatiles de l'Éocène moyen (Yprésien-Lutétien-Bartonien) présents sur le versant sud de la Montagne Noire. Les faciès sont assez similaires à ceux rencontrés au niveau du synclinal de l'Aude mais les formations rassemblées, à dominante sableuse, sont caractéristiques. On a ainsi regroupé :



- des sables, conglomérats et argiles à graviers, d'épaisseur variant entre 10 et 50 m, caractérisant la formation des *Graviers d'Issel*, datée de l'Yprésien. Les sables sont grossiers, clairs et les argiles sableuses à graveleuses, blanches, grises ou verdâtres ;
- des grès, conglomérats, sables, à rares passages marneux et molasses gréseuses formant l'ensemble des *Grés d'Issel*, d'âge yprésien, d'épaisseur comprise entre 50 et 100 m ;
- des conglomérats et grès organisés en chenaux à intercalations silto-marneuses d'épaisseur 50-70 m, constituant l'ensemble *molassique d'En-Calcat-En-Jaurès* associé aux *Grès d'Issel* dans leur partie sommitale.

f) F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)

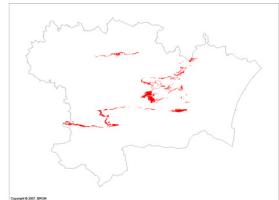
Les formations regroupées dans cet ensemble daté de l'Ilierdien évoluent entre un pôle calcaire et un pôle gréseux. Ce sont des dépôts marins rencontrés sur les contreforts des massifs de la Montagne Noire et du Mouthoumet. On distingue :



- des calcaires marins à intercalations marneuses, sableuses, gréseuses ou conglomératiques, d'épaisseur variant entre 20 et 100 m. Cet ensemble est caractérisé par la formation dite des *Calcaires à alvéolines*. Ces calcaires, plus ou moins argileux, sont de teinte crème ou gris-bleu, à minces interlits marneux. Des intercalations de sables, micacés ou ferrugineux, plus ou moins argileux et localement de lentilles conglomératiques sont identifiées sur la bordure méridionale de la Montagne Noire (épaisseur d'environ 20 m) ;
- des grès localement intercalés de niveaux de marnes silteuses, d'épaisseur variant entre 20 et 45 m (formation des *Grès à Huîtres*). Les grès sont gris jaunâtre à huîtres et associés à des silts gris. Sont également associés à cet ensemble des niveaux de :
 - o grès intercalés dans les niveaux de marnes bleues silteuses (F018) lorsqu'ils sont cartographiés ;
 - o des intercalations de calcaires marins bioclastiques présentes ponctuellement dans les grès à huîtres ;
- des grès intercalés de couches d'argilite rouge et de lentilles de poudingues très localement (col de la Babourade), constituant l'ensemble des *Grès à Nummulites* ;
- localement des grès, marnes gréseuses et calcaires gréso-glaconieux ou des grès à lumachelles associés à des calcaires à passées marneuses.

g) F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)

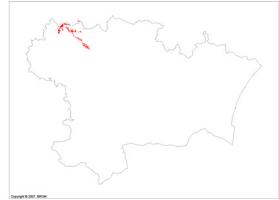
Contrairement aux remplissages détritiques tertiaires, cette formation, d'origine marine, est remarquablement homogène. Elle est constituée de dépôts fins, datée de l'Illerdien et associée fréquemment à la séquence calcaire (F017). La dominante est très largement marneuse. Il s'agit de :



- marnes silteuses marines, bleu à gris, pouvant présenter des fines intercalations de plaquettes sableuses, de calcaires marneux, de marnes gréseuses ou de conglomérats. L'épaisseur varie entre 10 m et près de 600 m. Cet ensemble constitue la formation des *Marnes bleues à Turitelles*, remarquable dans le paysage pour sa teinte gris-bleuté dont les affleurements sont souvent apparents à la faveur de figures d'érosion ;
- ponctuellement marnes intercalées dans les *calcaires à Alvéolines* et *grès à huîtres* (F017) : il s'agit également de marnes illédiennes, marines (*marnes à huîtres*) principalement mais présentant localement des faciès plus continentaux. Ces marnes peuvent être par conséquent localement gypsifères ou à intercalations conglomératiques (chaînon Audois – secteur de Rivel) ;
- sont également associés à cette formation les colluvions et éboulis soliflués, à dominante argilo-sableuse des marnes marines éocènes.

h) F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)

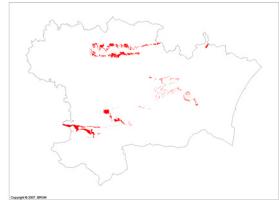
Cet ensemble est associé aux formations détritiques de la région d'Issel (*Grès et graviers d'Issel* – F016). La dominante est ici argileuse. On a distingué :



- des argiles à éléments détritiques, de teinte rouge dominante, violette ou blanche, plus ou moins ligniteuses, associées à des marnes à bancs calcaires et conglomératiques. L'épaisseur est de l'ordre de 20 à 30 m. Cet ensemble constitue les formations des *Argiles de Saint-Papoul*, *Argiles des Mousques-Hautes* et *Argiles d'Issel* exploitées pour les céramiques et terres cuites (§ 4.2.2) ;
- les argiles à graviers du faciès argileux du *Complexe bréchique « Mortadelle »* : argiles plus ou moins graveleuses, souvent remaniées et rattachées localement aux niveaux alluvionnaires des hautes terrasses (époque Mindel-Riss). Sont également associées, en dépit d'un caractère moins argileux, les brèches "Mortadelle", d'âge bartonien, à matrice argilo-gréseuse rougeâtre abondante.

i) F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)

Cette formation est à dominante calcaire, constituée de dépôts lacustres et lagunaires du Thanétien-Yprésien. On a distingué au sein de cet ensemble :



- des calcaires et marno-calcaires, lacustres ou lagunaires à interlits marneux, dont l'épaisseur varie entre 5 m et 75 m environ. Les niveaux marneux sont en général peu

puissants et intercalés principalement vers la base de la série thanétienne. Les *Calcaires de Montolieu* (épaisseur 5 à 25 m) sont rattachés à cet ensemble ;

- des calcaires lacustres à intercalations argileuses et marneuses dont l'épaisseur varie entre 20 et 100 m. Localement des intercalations sont signalées. Les calcaires sont gris, compacts, les argiles souvent rougeâtres et les marnes noires à intercalations locales de niveaux à gypse ou à lignite. Cet ensemble constitue la formation des *Calcaires lacustres de Ventenac*.

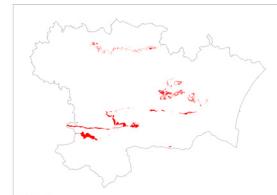
4.3.5. Formations du Paléocène (Crétacé terminal -> Paléocène)

Les formations argileuses et marneuses retenues correspondent aux étages du Crétacé supérieur terminal (Maastrichtien – c6) et de la fin du Paléocène (Thanétien – e3) en milieu continental. Ces formations évoluent entre un pôle calcaire, d'origine lacustre ou palustre, représenté au Maastrichtien et au Danien (e1) et un pôle argilo-marneux lié à la mise en place des décharges détritiques de la période allant du Crétacé terminal au Selandien (e2), aussi connues sous les faciès dits « vitrolliens ».

La distinction entre les formations s'est effectué certes sur le critère lithologique pour les ensembles représentés mais aussi, et ceci dans l'optique de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles, sur la base du critère « minéralogie des argiles » (voir chap. 5.3) et ce en dépit d'environnements de dépôts relativement homogènes pour ces étages, à savoir un milieu « continental-fluviatile ». Ceci a été possible par l'existence d'une bibliographie substantielle relative à l'étude de ces faciès dans la région du Bas-Languedoc (Freytet, 1970).

a) F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)

Cette formation correspond aux décharges détritiques vitrolliennes à faible proportion de minéraux gonflants. La dominante est argileuse à marneuse avec des intercalations conglomératiques, gréseuses ou calcaires. La formation est représentée de part et d'autre de la zone centrale du bassin de l'Aude (versant sud de la Montagne Noire, Corbières et au nord de la zone sous-pyrénéenne – illustration 10). On distingue :

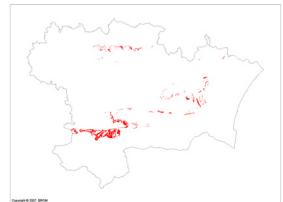


- les argiles rutilantes : marnes rouges à jaunes, argiles et limons sableux ou carbonatés rouges à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques. L'épaisseur maximale atteint 120 m. Ces faciès, d'âge danien, concernent notamment les cônes alluviaux de Villeneuve-Minervois et Félines-Minervois en Montagne Noire et les cônes d'Arques et de Cucugnan au niveau de la zone sous-pyrénéenne ;
- les argiles et marnes du Thanétien : de teinte rouge dominante, localement gypseuses, entrecoupées de chenaux conglomératiques, de lentilles gréseuses ou de bancs calcaires lacustres. L'épaisseur est très variable entre 20 et 300 m. Localement des niveaux conglomératiques plus développés et des grès grossiers sont signalés. Ce dernier faciès se retrouve au Maastrichtien localement au niveau du bassin de Camps et a été associé à la formation (épaisseur de 10 à 25 m) ;
- des limons de crues fluviatiles plus ou moins argileux à intercalations rares de calcaires lacustres également datés du Thanétien. Les limons sont jaunâtres d'épaisseur comprise entre 35 et 60 m ;

b) F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)

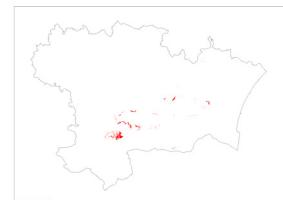
Cette formation correspond aux décharges détritiques vitrolliennes à forte proportion de minéraux gonflants. Elle constitue le pendant de la formation F021, pour des étages et des faciès similaires, à l'exception des dépôts thanétiens. La dominante est argileuse à marneuse avec des intercalations conglomeratiques, gréseuses ou calcaires. On distingue :

- pour le faciès vitrollien, les argiles rutilantes constituées de marnes rouges à jaunes, argiles et limons sableux ou carbonatés rouges à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques. Les argiles sont localement gypsifères (Puivert). Ces faciès, d'âge danien, concernent notamment les cônes alluviaux de Orbiel, Sallèles Cabardes, Cennes-Monestiès, Caunes-Minervois en Montagne Noire, l'îlot de Sallèles-d'Aude et les cônes de Villerouge-Termenès et du Taura pour le Vitrollien des Corbières. Certains dépôts quaternaires (loupes de glissements, colluvions) issus directement de ces faciès ont été intégrés directement à la formation ;
- des marnes et argiles rouges ou violacées, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques d'âge maastrichtien. L'épaisseur varie entre 20 et 45 m. Cet ensemble englobe les *Marnes de la Maurine* (*Marnes rouges de la Maurine*, *Poudingue fleuri* et *Conglomérats du Ressac*) ;
- des limons calcaires et conglomérats fluviatiles dans la zone du Chaînon de Lagrasse.



c) F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)

Cette formation correspond aux horizons lacustres et palustres du Maastrichtien – Danien. Elle constitue le pendant de la formation F022 à dominante calcaire. On distingue :



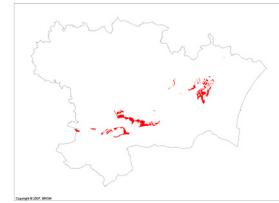
- des calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux, d'épaisseur pouvant atteindre 200 m. Les calcaires sont parfois argileux, de teinte claire, à joints marneux millimétriques à décimétriques ; les marnes sont calcareuses, beige ou gris-foncé ;
- des calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréomarneux rougeâtres. Ces horizons sont rattachés exclusivement au Maastrichtien (faciès Rognacien). L'épaisseur de ce niveau n'excède pas 20 m.

4.3.6. Formations du Crétacé Supérieur

Au sein des formations du Crétacé supérieur ont été distingués les dépôts continentaux de type fluviatile (F024) des dépôts marins (F025 et F026). Ces formations sont bien représentées au niveau du bassin de Camps, de la zone sous-pyrénéenne et des collines tertiaires en transition avec les basses plaines de l'Aude (illustration 10).

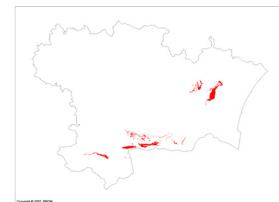
a) F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)

Cette formation regroupe les dépôts fluviatiles du Crétacé supérieur terminal (Campanien – Maestrichtien). Les faciès, bien que similaires à ceux identifiés sur la transition Crétacé – Paléocène, excluent la présence des argiles rutilantes caractéristiques. On a distingué :



- les complexes détritiques à dominante gréuseuse du Campanien :
 - o complexe terrigène fluvial localement sablo-argileux tel que représenté par la formation des *Grès d'Alet* ;
 - o complexe détritique grano-décroissant (de grès à argiles) rattaché à la formation des *Grès de Labarre* ;
 - o grès chenalés parfois séparés par des niveaux marneux rouges de 10 m d'épaisseur comme les *Grès des Estous* ;
- les limons de plaine d'inondation associés à des grès et argiles de chenaux fluviatiles dont l'épaisseur peut atteindre 1 000 m. Localement ce faciès est tantôt très argileux (argiles lie-de-vin, rouges, blanches et beiges) tantôt à dominante limoneuse ou gréuseuse ;
- des marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques. L'épaisseur est très variable, entre 30 et 500 m. Cet ensemble, localisé au niveau de la zone sous-pyrénéenne, constitue la formation des *Marnes rouges de Campagne*, datée du Campanien.

b) F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)



Cette formation regroupe les dépôts marins du Crétacé supérieur (Cénomanien – c1, Turonien – c2, Coniacien – c3, Santonien – c4). Les faciès sont essentiellement gréseux ou calcaires, mais des dépôts d'origine terrigène de type poudingues (sédimentation en milieu deltaïque) sont identifiés dans ces étages et associés à la formation. On a distingué depuis le bas de la séquence vers le sommet (des âges les plus anciens vers les plus récents) :

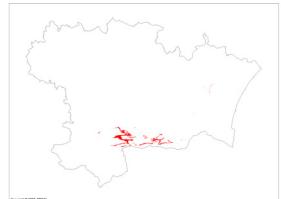
- des calcaires plus ou moins gréseux et marneux, des grès, marno-calcaires et conglomérats d'épaisseur variant entre 30 et 300 m, datés du Cénomanien. Cet ensemble caractérise la *Formation des Escudiés* rattachée à la zone sous-pyrénéenne et du bassin de Camps – sud-Mouthoumet) ;
- des marnes et grès (terrigenes deltaïques – faciès de lagon) à intercalations de calcaires noduleux gris (flanc sud de la branche du Cardou). L'épaisseur de ces niveaux du Turonien moyen atteint 100 m ;
- des grès, conglomérats, argiles sableuses, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux du Turonien supérieur. L'épaisseur varie entre 70 et 600 m. Les grès sont ferrugineux ou micacés, très ponctuellement associés à des marnes rouges ou panachées ;
- des calcaires marneux et marnes datés du Coniacien. Cet ensemble désigné sous le nom des *Marnes de Peyrepertuse* est rattaché à la formation des *Marnes de*

Bugarach, présentes dans la zone des écailles sous-pyrénéennes au niveau du bassin de Camps ;

- des grès, poudingues et marnes du Santonien : les grès sont deltaïques, associés à des conglomérats et poudingues ; les marnes sont bleues, plus ou moins micacées. L'épaisseur de l'ensemble varie entre 400 et 500 m. Les *Grès de Labastide de Camps* et les *Grès de la Montagne des Cormes* appartiennent à cet ensemble.

c) F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)

Cette formation s'apparente aux faciès argileux et marneux de la formation F025, pour les mêmes étages stratigraphiques. Elle se rencontre uniquement au sein de zone sous-pyrénéenne et dans le bassin de Camps. On a distingué depuis le bas de la séquence vers le sommet :



- des marnes et marno-calcaires de teinte claire à passées calcaires d'épaisseur environ 400 m datés du Cénomanien. Les marnes sont claires et constituent la formation des *Marnes de Cubières* ;
- des marnes gris-noir et argiles à passées ligniteuses très localement représentées (quelques mètres d'épaisseur) datées du Cénomanien et du Turonien dont les *Argiles ligniteuses de la Pinède de Durban* (dépôts marécageux littoraux) ;
- des marnes et marno-calcaires sombres, glauconieux, à rares intercalations de calcaires glauconieux de 30 à 60 m d'épaisseur. Ces marnes turoniennes prennent localement des teintes brunes à rouge-brique (Saint-Louis-et-Parahou) ;
- des marnes et marno-calcaires du Coniacien, d'épaisseur entre 80 et 120 m, unité des *Marnes de Bugarach* et sous-formation des *Marnes inférieures de Peyrepertuse*. Cet ensemble présente une dominante marneuse contrairement aux calcaires et marnes de la même formation rattachée à la formation F025 ;
- toujours rattaché à la *Formation de Bugarach*, on a distingué, très localement, au Santonien inférieur, l'ensemble des *Marnes du Pla de Sagnes (Formation de Bugarach)* qui sont des marnes marines ;
- des marnes bleu deltaïques, silteuses et micacées, alternant ponctuellement avec des grès marins. Cet ensemble, d'épaisseur variant entre 100 et 200 m, constitue les *Marnes bleues de Sougraine*.

4.3.7. Formations du Crétacé Inférieur

Dans le département de l'Aude, seule la partie terminale du Crétacé inférieur (étages Aptien – Albien) présente des faciès argileux ou marneux significatifs pour être retenus ici. Pour cette période, la notion de bassin de dépôt devient prépondérante dans le choix final de regroupement des formations argileuses et marneuses puisque les modes de mise en place des formations sont variés. On a distingué :

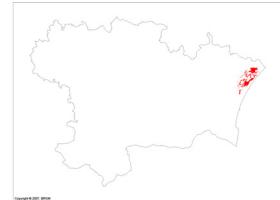
- les formations du Massif de la Clape, issues d'une sédimentation marine à faciès de marnes et calcaires ;
- les formations de la zone nord-pyrénéenne résultant d'une sédimentation marine initiale et affectées d'une phase de métamorphisme lié à la formation de la série

nord-pyrénéenne : faciès de marnes plus ou moins métamorphisées, pélites schistosées.

Deux formations sont par conséquent identifiées :

a) F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)

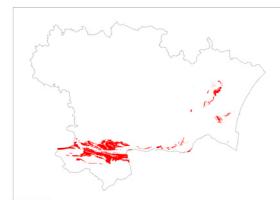
Cette formation regroupe les dépôts marins à composante marneuse, dominante ou non. Le parti a été pris de regrouper des marnes à intercalations calcaires et des calcaires à intercalations marneuses par exemple afin de ne pas multiplier les formations de lithologie relativement homogène et dont la cartographie de détail n'est pas systématique. On distingue :



- des marnes et marno-calcaires localement intercalés de niveaux gréseux, les *Marnes aptiennes à Orbitolines* font partie de cet ensemble ;
- un ensemble à dominante gréseuse (*Complexe des grès verts*) d'âge albien caractérisé par des grès glauconieux, marnes gréseuses et calcaires gréseux, d'épaisseur variant entre 500 et 1300 m ;
- un ensemble à dominante marneuse : marnes à intercalations de marno-calcaires. Les marnes sont sombres, voire noires. L'épaisseur de l'ensemble, formant les *Marnes à Deshayesites*, atteint 60 m.

b) F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)

Les faciès sont relativement similaires à ceux de la formation F027 mais rattachés à la série nord-pyrénéenne et donc localement métamorphisés. On distingue :



- des marnes sombres à intercalations gréseuses, des turbidites (calcaires gréseux et pélites), des marno-calcaires plus ou moins schistosés et localement des olistolites (*Complexe terrigène du Rec de Riben*), formant notamment l'ensemble des *Pélites de Ginoles*, largement représentées au sud de Quillan ;
- des marnes gréseuses et grès glauconieux : grès verts de la série nord-pyrénéenne, caractérisant les formations des *Grès de Laval* ou *Grès verts inférieurs* ;
- des marnes noires, à rares passées calcaires, d'épaisseur environ 200 m, caractéristiques de la zone nord-pyrénéenne : *Marnes gargasiennes de Quirbajou* dont les *Marnes de Montmija* et les *Marnes de Tury*, les *Marnes noires de Fougax, de Barrineuf ou du Rébenty* d'âge bédoulien ;
- des marnes et marno-calcaires localement feuilletés, d'épaisseur comprise entre 80 et 320 m, notamment présentes au Plan de Couloubret en limite de la zone des Corbières.

4.3.8. Formations du Jurassique

Les formations d'âge jurassique affleurent sur la partie orientale du département, principalement en continuité avec la zone des Corbières et ponctuellement au niveau de la zone nord-pyrénéenne. La distinction des formations du Jurassique se fait essentiellement selon un critère lithologique. On a volontairement regroupé des formations du Jurassique inférieur et moyen (le Jurassique supérieur est considéré comme non argileux) en définissant deux formations principales, l'une à dominante calcaire, à niveaux marneux locaux (F030) et l'autre à dominante marneuse (F029) :

a) F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (I3-j1 marin)

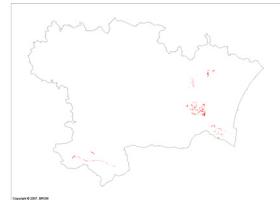
Cet ensemble regroupe les masses franchement marneuses identifiées dans les formations du Jurassique inférieur (« Lias marneux ») et moyen. On distingue notamment :



- les marnes du Pliensbachien (I3) :
 - o marnes feuilletées intercalées de calcaires argileux et localement de niveaux de calcaires plus ou moins gréseux. Les marnes sont sombres, grises ou noires, parfois jaunâtres et gréseuses. Les calcaires peuvent être en plaquettes, caractéristiques de cet étage. L'épaisseur est variable, entre 10 et 120 m ;
 - o des marnes grises à rouges et des calcaires argileux, d'épaisseur de l'ordre de 80 m, localement présents au nord du Grau de Maury ;
- les marnes du Toarcien (I4) : marnes noires feuilletées à intercalations marno-calcaires, d'épaisseur faible, de l'ordre de 35 à 60 m. De lithologie similaire, certains niveaux de base du Jurassique moyen (Aalénien – j1) sont associés à ce faciès.

b) F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (I1-j3 marin)

Cette formation regroupe les faciès à dominante calcaire avec des intercalations marneuses. Les ensembles représentés sont les suivants :



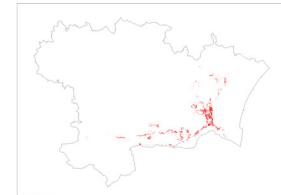
- Bajocien (j2) : calcaires à silex, calcaires ferrugineux brun-roux à niveau de marnes et calcaires argileux, d'épaisseur globale 20 à 30 m ;
- Aalénien (j1) : calcaires à chailles, formés de calcaires argileux à silex blancs et petits lits de marnes bleues ;
- Sinémurien (I2) : marno-calcaires, calcaires plus ou moins gréseux à silex, dont l'épaisseur atteint environ 50 m ;
- Hettangien (I1) : calcaires gris en petits bancs et interlits marneux (collines de Boutenac) ; calcaires massifs micro-graveleux à lits de marnes charbonneuses, calcaires oolithiques et calcarénites (la Berre) d'épaisseur environ 100 m ; calcaires sombres à intercalations de marnes schisteuses noires à silex ou de lumachelles et calcaires oolithiques graveleux (Jonquières-Fontjoncouse) d'épaisseur 30 m.

4.3.9. Formations du Trias

La distinction des formations du Trias se fait selon un critère litho-stratigraphique avec d'une part les faciès du Trias supérieur à dominante argileuse (marnes rhétiennes et argiles gypsifères) et d'autre part les faciès à dominante non argileuse de l'ensemble du Trias :

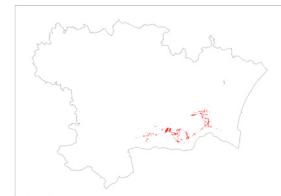
a) F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)

Cet ensemble couvre les formations franchement argileuses ou marneuses du Trias supérieur. La formation est majoritairement constituée des faciès d'argiles bariolées à gypse du Keuper (t7), caractéristiques du Trias argileux. On distingue dans cet ensemble :



- les argiles supérieures du Keuper : la série est caractérisée par une succession monotone d'argiles ou de marnes bariolées (fréquemment associées à de l'anhydrite ou du gypse), intercalées de minces niveaux dolomitiques ou de cargneules, et plus rarement de grès. Ces argiles sont de teinte rouge, gris, vert ou lie-de-vin ;
- les marnes et argiles vertes ou bariolées, feuilletées à niveaux dolomitiques et gréseux du Rhétien. L'épaisseur de ce faciès varie entre 30 et 40 m.

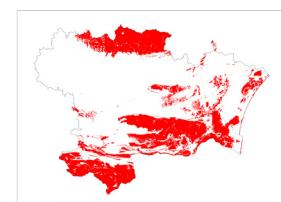
b) F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)



Cet ensemble regroupe les formations triasiques à dominante gréseuse ou dolomitique et composante argileuse ou marneuse :

- dolomies claires associées à des marnes palustres intercalées de calcaires sombres et conglomérats. Cet ensemble, daté du Muchelkalk (Trias moyen), constitue le faciès dit des "Couches jaunes" en raison de la teinte dominante de l'ensemble ;
- calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses, grès et calcaires ou dolomies en plaquettes datés du Rhétien (Trias supérieur). Si, contrairement à la formation F031, la composante argileuse n'est pas prépondérante, elle demeure toujours présente. Ces niveaux constituent les couches de passage aux formations hettangiennes (à composante dolomitique). L'épaisseur atteint 30 m au maximum.

4.4. REMARQUES SUR LES FORMATIONS NON ARGILEUSES



Les formations considérées comme non-argileuses affleurent dans l'ensemble du département. Les grands ensembles non argileux sont les suivants :

- les schistes d'âge cambro-ordovicien de la Montagne Noire ;
- les formations carbonatées (calcaires et dolomies) du Jurassique (plus de 500 km²) et du Crétacé inférieur des Corbières ;
- les calcaires éocènes des Monts d'Alaric ;

- le massif du Mouthoumet dans sa majeure partie : schistes houillers du Carbonifère, calcaires dévoniens et schistes ordoviciens ;
- les formations de la zone nord-pyrénéenne : plutons granitiques, schistes et faciès carbonatés du Paléozoïque pour l'essentiel.

Parmi les formations qui ont été considérées comme non argileuses, certaines peuvent néanmoins contenir des lentilles ou des poches argileuses ou marneuses d'extension limitée, qui n'ont pas été prises en compte dans la cartographie départementale. Ces lentilles, poches argileuses ou développement superficiel d'altération peuvent être localement à l'origine de quelques sinistres, mais elles ne justifient pas pour autant de considérer la formation dans son ensemble comme argileuse et donc sujette au phénomène de retrait-gonflement.

On distingue en particulier un ensemble pouvant être considéré comme argileux qui n'a pas été retenu en raison de l'objectif final de cartographie de l'aléa retrait-gonflement : il s'agit des schistes et des séries gréso-pélitiques du Paléozoïque (schistes des bassins houillers du Carbonifère et schistes cambro-ordoviciens présents dans les Cévennes).

En effet, le métamorphisme affectant les formations carbonifères et les séries cambro-ordoviciennes n'offre pas de domaine favorable à la production d'argiles au sens strict, et qui plus est, de minéraux argileux gonflants (§ 5.3.3). Ce choix est validé *a posteriori* par le très faible nombre de sinistres (§ 6.4) répertoriés sur ces formations (10 sinistres seulement répertoriés sur ces formations sur plus de 2000 recensés).

4.5. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL

Le département de l'Aude peut être subdivisé en plusieurs systèmes aquifères de nature plus ou moins complexe dont le rôle vis-à-vis des phénomènes de retrait gonflement des argiles peut être localement non négligeable.

C'est notamment le cas des aquifères libres tels que les nappes superficielles ou les nappes perchées (pérennes ou non) soumises à des variations piézométriques saisonnières. Ces fluctuations engendrent des modifications de teneurs en eau dans les terrains concernés, avec notamment, en cas d'étiage sévère, une dessiccation accentuée de la zone saturée initialement et de la zone dite de « battement de nappe » soumise aux phénomènes de succion capillaire. A l'inverse, suite à des remontées de nappes sous l'effet des recharges saisonnières, une saturation progressive des terrains de surface peut engendrer une évolution du comportement des formations argileuses superficielles (gonflement).

Les nappes superficielles se rencontrent principalement au niveau des terrasses alluviales anciennes et récentes. Les formations tertiaires (Oligocène et Éocène notamment) peuvent aussi être concernées par la présence de nappes peu profondes avec, localement, des petits aquifères semi-captifs intéressant les horizons superficiels. Les complexes argilo-gréseux du Crétacé supérieur peuvent aussi être ponctuellement concernés par des nappes perchées.

L'étude de sensibilité aux remontées de nappes de quelques départements français réalisée pour le compte du MEDD (rapport BRGM/RP-52340-FR) permet d'avoir une

vision synthétique de ces phénomènes à l'échelle du département de l'Aude (illustration 15).

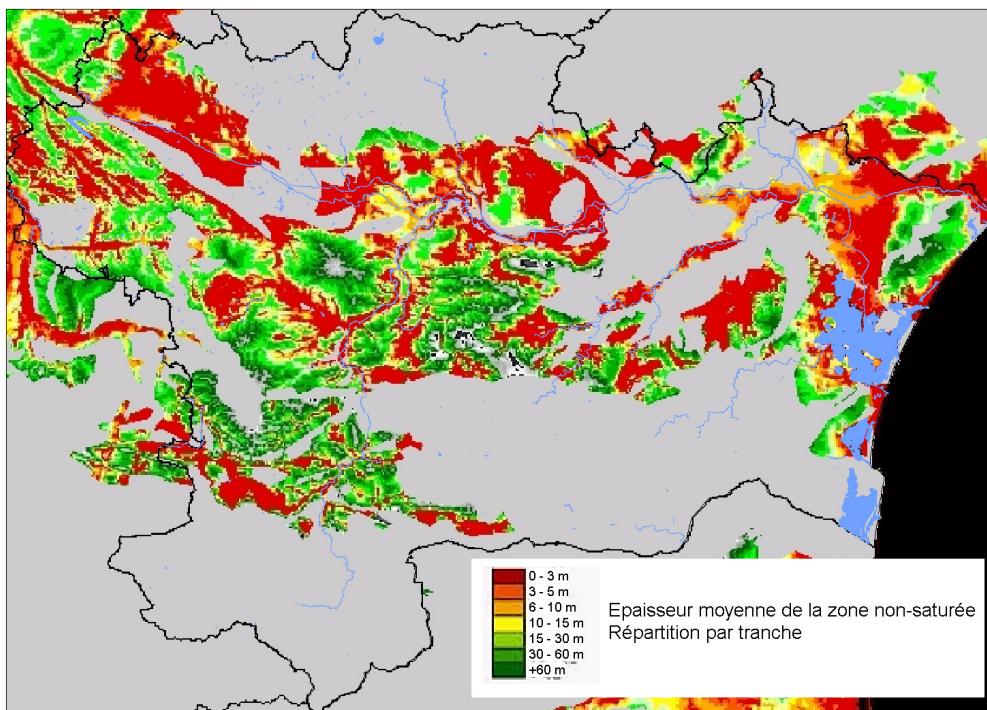


illustration 15 – Epaisseur moyenne de zone non-saturée dans le département de l'Aude (rapport BRGM/RP-52340-FR)

Sont considérées comme sensibles à ces phénomènes :

- les basses plaines de l'Aude, les terrasses du Fresquel et les vallées de l'Orbiel et de l'Orbieu au nord du département ;
- la zone centrale du bassin de l'Aude et de ses affluents.

Les fonds de vallées alluviales présentent fréquemment une zone non saturée dont l'épaisseur est inférieure à 5 m, voire localement 3 m. Dans ces secteurs, les fluctuations piézométriques pouvant atteindre voire dépasser 2 m, la sensibilité à la remontée des nappes est réelle et l'impact sur les phénomènes de saturation / dessiccation d'horizons argileux présents en surface est certain.

Ces phénomènes peuvent être accentués lorsque les apports aux nappes alluviales sont majorés par une alimentation latérale susceptible localement d'être conséquente. C'est notamment le cas lorsque ces alluvions recoupent ou sont superposées à la traversée d'aquifères karstiques tels que ce peut être le cas dans le massif des Corbières.

5. Caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des formations argileuses, élaboration de la carte de susceptibilité

5.1. GENERALITES SUR L'ELABORATION DE LA CARTE DE SUSCEPTIBILITE

5.1.1. Critères retenus

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

En effet, d'autres critères de susceptibilité 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 intervenant de manière locale et ne pouvant par conséquent systématiquement 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, 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 32 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 :
 - o l'étendue de son domaine plastique (caractérisée par son indice de plasticité) ;
 - o la réactivité du sol vis à vis de l'eau (caractérisée par la valeur de bleu) ;
 - o l'importance du retrait possible (en terme de volume) en cas de dessèchement (caractérisée par les mesures de retrait linéaire) ;
 - o le potentiel de gonflement du sol (évalué par le coefficient de gonflement).

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 argileuses ou marneuses identifiées.

Les caractérisations lithologique, minéralogique et géotechnique des 32 formations argileuses et marneuses du département sont présentées ci-après.

5.2. CRITERE 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, qui est forte pour bon nombre de formations de l'Aude. La puissance et la continuité des niveaux argileux entrent également en ligne de compte.

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. Le barème utilisé pour distinguer les différentes classes lithologiques est le suivant (illustration 16) :

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 16 – Barème de classement lithologique des formations

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.

La méthodologie retenue, basée sur l'examen des notices géologiques et sur un travail important de terrain afin d'identifier et de comparer les affleurements par formation, a justifié le "découpage" lithologique des formations géologiques en classes distinctes (ce qui avait déjà été préparé par le choix des formations argileuses). C'est également

la démarche adoptée pour individualiser les différentes masses de colluvions, hétérogènes par nature, mais reclassées de manière lithologique en fonction de l'origine des dépôts (lorsqu'elle est connue), des informations issues des notices des cartes géologiques et de la description des affleurements identifiés.

5.2.2. Caractérisation lithologique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude

Les principaux éléments ayant permis la caractérisation lithologique des formations ont été détaillés lors de la description de ces formations dans le paragraphe 4.3. Les notes lithologiques attribuées à chacune des formations sont présentées sur l'illustration 17.

		DESCRIPTION	Note lithologique
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	1	
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	2	
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres palustres : limons dominants (Q-MLP)	2	
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	3	
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	3	
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	3	
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	3	
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	1	
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	3	
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	2	
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	3	
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grés et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	2	
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	3	
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	3	
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grés, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	2	
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	2	
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	1	
	F018 : Marnes siliceuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	4	
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	3	
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	1	
	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	3	
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	3	
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	1	
CRETACE SUPERIEUR	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	2	
	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	2	
CRETACE INFERIEUR	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	3	
	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	2	
JURASSIQUE	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	2	
	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	3	
TRIAS	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	1	
	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	3	
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	1	

illustration 17 – Hiérarchisation des formations en fonction du critère lithologique : synthèse

La répartition des formations argileuses ou marneuses du département en fonction de leur caractéristique lithologique marque la diversité des faciès rencontrés, et l'équilibre relatif entre le nombre de formations à dominante argileuse ou non-argileuse. L'illustration 18 présente la répartition des formations suivant la note lithologique :

Note lithologique	Nb de formations	Surface totale (km ²)	% de la surface des formations argileuses ou marneuses	% de la surface totale du département
1	7	1006,1	23,1%	15,9%
2	10	1939,9	44,5%	30,6%
3	14	1319,0	30,3%	20,8%
4	1	93,0	2,1%	1,5%

illustration 18 – Répartition des formations par susceptibilité lithologique

Une seule formation atteint la note 4 (terme argileux prédominant et continu) : il s'agit des *Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires* (F018) de l'Éocène moyen qui représentent 2 % de la superficie totale des formations argileuses ou marneuses identifiées.

Quatorze formations obtiennent une note de 3 et occupent près du tiers (30 %) de la surface totale couverte par des formations argileuses ou marneuses. Leur composante argileuse (ou marneuse) est dominante mais non continue. On retrouve ces formations quasiment à tous les étages géologiques avec par ordre d'importance décroissante de superficie affleurante :

- F014 : *Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques* (e4-6 m fluv) couvrant 344,5 km², désignée aussi sous l'appellation « molasse de Carcassonne » d'âge éocène ;
- F011 : *Marnes et molasses* (e7-g1-2 cont), essentiellement d'âge oligocène, présente dans la partie orientale du département sur 337 km² ;
- F004 : *Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires* (Q-CS) cartographiés sur 216,6 km² ;
- F021 : *Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats* (c6/e3 cont) couvrant 88,9 km² et F022 : *Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite* (c6-e2 S cont) pour les formations de transition entre le Crétacé terminal et le Paléocène s'étendant sur 83,4 km².

Les autres formations concernées représentant toutes des superficies inférieures à 100 km².

Les dix formations affectées d'une note lithologique 2 sont constituées principalement par les formations molassiques à dominante conglomératique ou sableuse :

- F015 : *Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés* (e4-5 fluv P) caractérisant les formations détritiques des *Poudingues du Palassou* ;
- F012 : *Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires* (e5-7 cont) aussi désignée sous l'appellation de *Molasse de Castelnaudary*.

Mais sont aussi fortement représentées les formations alluviales : F002, *Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess* (Q-FC2) et les *Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires* (n5-6 marin).

Les formations alluviales et colluviales à dominante sablo-graveleuse constituent une large majorité (72 %) des formations ayant reçu une note de 1 (F001 : *Alluvions, colluvions et remblais peu argileux* (Q-FC1) s'étendant sur 726,8 km²). On citera également dans cette classe les formations à large dominante calcaire ou gréseuse de l'Éocène (F017 et F020) qui représentent 21 % de cet ensemble de par leur surface d'affleurement.

5.3. CRITERE MINERALOGIQUE

5.3.1. Définition du critère minéralogique et barème

Les phénomènes de retrait-gonflement s'expriment préférentiellement dans les minéraux argileux appartenant au groupe des smectites (montmorillonite, beidellite, nontronite, saponite, hectorite, sauconite) et, dans une moindre mesure, au groupe des interstratifiés, alternance plus ou moins régulière de feuillets de natures différentes, lorsque ceux-ci comportent des smectites au sein de leur structure, par exemple smectites/illite ou illite/smectites. La vermiculite et la sépiolite sont aussi connues pour leur sensibilité au phénomène de retrait-gonflement. La caractérisation minéralogique des argiles se détermine par des analyses de diffractométrie aux rayons X.

Le critère minéralogique est basé sur le pourcentage moyen de minéraux gonflants (smectites et interstratifiés) présents dans la phase argileuse. Les notes de 1 à 4 sont attribuées en fonction des coupures suivantes (illustration 19) :

% 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 19 – Barème de classement minéralogique des formations

5.3.2. Source des données

De manière générale, les dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, ne contiennent jamais de caractérisation des minéraux argileux composant les formations géologiques identifiées comme susceptibles. 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 et marneuses du département de l'Aude a donc été réalisée à partir des données suivantes :

- notices des cartes géologiques qui fournissent parfois, selon les auteurs, des résultats sur la composition minéralogique de la phase argileuse en mentionnant les minéraux dominants, sous forme de plages de valeurs, voire en indiquant directement des résultats d'analyses,
- revue bibliographique à partir de rapports techniques et études universitaires dont les références sont reportées illustration 20,
- des analyses spécifiques réalisées dans le cadre de campagnes d'échantillonnages réalisées pour le projet.

Les données recueillies sont :

- soit des résultats d'analyse diffractométrique aux rayons X, données factuelles qui permettent une hiérarchisation des matériaux selon un critère quantitatif objectif. Ces mesures présentent cependant l'inconvénient d'avoir une valeur purement locale et ne sont donc pas nécessairement représentatives de l'ensemble de la

formation géologique, lorsque celle-ci est sujette à de fortes variabilités spatiales. Au total 399 analyses minéralogiques ont ainsi été répertoriées ;

- soit des avis qualitatifs sur la distribution globale des minéraux argileux. Au total 72 avis qualitatifs ont ainsi été pris en considération.

Ces données sont réparties pour l'essentiel dans l'Aude (plus de 90 % de l'ensemble des données valorisées) et ponctuellement dans l'Hérault, en Haute-Garonne et dans les Pyrénées-Orientales.

La répartition des données par source est indiquée sur l'illustration 20. L'ensemble des données ayant servi à la caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département est synthétisé en annexe 6.

Référence bibliographique		Avis qualitatif	Analyse
B0	Notices des cartes géologiques	36	
B1	Le quaternaire du Midi Méditerranéen - Miskovsky (1974)		31
B2	BRGM Géologie de la France, 2ème série, Section 1 n°4 1971, Dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène du Languedoc - P. Freytet	26	78
B4	Thèse, Etudes granulométriques, minéralogiques et géochimiques d'argiles du Trias supérieur du Bas-Languedoc et de la bordure méridionale du Causse du Larzac (Alshamlan, 1972)		4
B8	Recherches d'argile nobles en Languedoc-Roussillon - Bassins oligocènes de Sommières, d'Alès, de Narbonne Sigean et du Malzieu, bassins crétacés supérieurs gardois - M. Eulry 87 SGN 667 LRO		14
B9	Thèse, Les dépôts continentaux et marins du crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène en Languedoc (Pierre Freytet, 1970)	4	237
B10	Chronologie des paléosols du Bas-Languedoc, excursion pédologique (F. Mémillet, 1967, service d'étude des sols)	2	
B11	Sédimentation molassique et paléopédogénèse en Languedoc (excursion, 1987, Plazait, Freytet et Marec)	2	6
B12	Analyse diffractométrique au rayon X BRGM RE 06-6-032-A et BRGM RE 07-6-029-A		18
R1	Nguyen D., ACLR (2005) - Valorisation des matériaux pour la céramique et la poterie artisanale en Languedoc-Roussillon. Rap. BRGM/RP-52704-FR		11
B13	Les formations bauxitiques de la Provence et du Languedoc. Dimensions et distribution des gisements. Mém. du BRGM n°100. BRGM éditions.	1	
CCR	Dossier communal de reconnaissance d'état de catastrophe naturelle sécheresse	1	
		Total des références traitées	72
			399

Illustration 20 – Répartition des données par source bibliographique

Le traitement des données brutes a permis de caractériser 29 des 32 formations argileuses ou marneuses identifiées (illustration 21). Les formations sans caractérisation sont les suivantes :

- F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS) ;
- F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2) ;
- F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm.).

En outre, pour certains cas, la variabilité de la donnée est importante ou le nombre de caractérisations est faible (illustration 21 et illustration 22). Par conséquent, ce traitement a été complété par une analyse plus qualitative, basée sur l'expertise du géologue régional, permettant d'évaluer la composition probable de la phase argileuse des formations en fonction de ses conditions de mise en place (environnement de

dépôt) et d'évolutions pédogénétiques consécutive aux épisodes climatiques et géodynamiques majeurs subis.

	Avis qualitatifs				Analyse			
	Nb	% Min.	% Max.	% Moy.	Nb	% Min.	% Max.	% Moy.
QUATERNAIRE	F001				3	0	0	0
	F002	4	0	20	5	32	0	20
	F003	2	0	60	30			
	F004							
	F005							
MIO-PLIOCENE	F006				4	40	63	47
	F007				5	50	95	75
	F008				1	4	4	4
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009				6	25	50	38
	F010	1	30	30	30	8	0	80
	F011	1	75	75	75			
EOCENE	F012	2	60	70	65	1	62	62
	F013					1	20	20
	F014	3	33	60	42	2	27	56
	F015					4	26	51
	F016	2	20	33	27	1	58	58
	F017	1	20	20	20			
	F018					2	0	0
	F019					6	3	68
	F020	1	60	60	60	2	30	45
	F021	15	0	33	21	43	0	40
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022	20	33	72	60	89	35	95
	F023	3	0	60	40	32	13	90
CRETACE SUPERIEUR	F024	11	0	70	18	72	0	42
	F025	5	0	0	0	67	0	10
	F026					6	0	10
CRETACE INFERIEUR	F027	1	33	33	33	2	0	26
	F028					2	10	28
JURASSIQUE	F029					2	0	12
	F030					1	0	0
TRIAS	F031					5	0	35
	F032							7

Illustration 21 – Proportion de minéraux argileux gonflants par formation à partir des données bibliographiques et analyses spécifiques

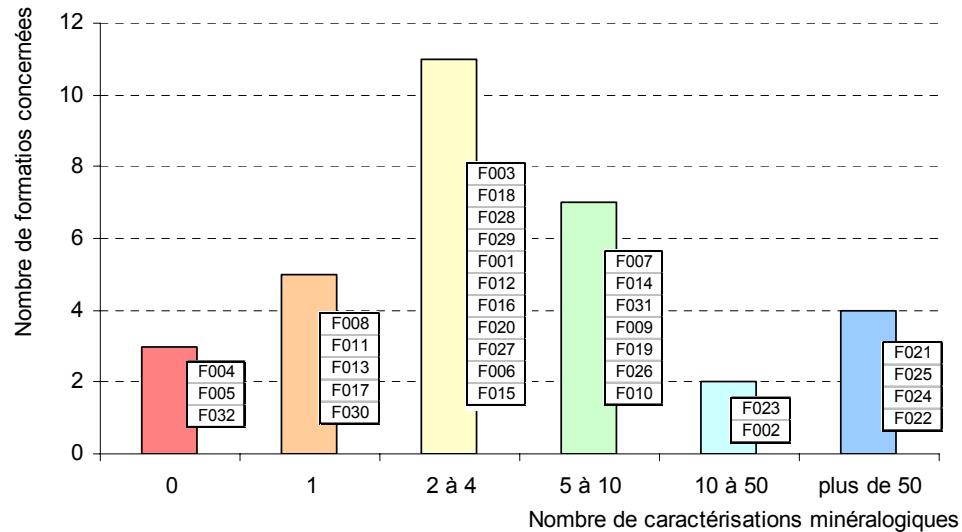


illustration 22 – Distribution du nombre de caractérisations minéralogiques par formation

5.3.3. Spectres argileux et événements géodynamiques

Le principe méthodologique retenu a consisté à dresser de façon synthétique un "profil de dépôt" des formations géologiques en intégrant les paramètres suivants :

- les grandes phases dans les orogènes hercynien et alpin,
- les âges associés,
- les événements géodynamiques majeurs,
- les évolutions climatiques subies,
- les environnements de dépôt.

A partir des données bibliographiques recueillies et de l'expérience du géologue régional, une distribution du spectre argileux des formations argileuses et marneuses de l'Aude est proposée en fonction notamment des environnements de dépôts. De façon très globale on note les éléments suivants (illustration 23) :

- pendant la phase de distension téthysienne et jusqu'à la fin du Jurassique, l'illite constitue le minéral largement prédominant (du fait principalement des environnements de dépôts de type marin et deltaïque associés),
- la fin de la distension téthysienne s'accompagne au début de la phase de compression pyrénéenne et jusqu'au maximum d'inondation (Santonien) d'une continentalisation ponctuelle d'une partie de la région Languedoc-Roussillon au cours de l'émergence de l'isthme durancien entre la mer Alpine au nord et le Golfe de Basse Provence au sud.

Les environnements de dépôt à cette période, dans le département de l'Aude situé à la marge de cet isthme, sont peu influencés par cette continentalisation. Cependant, comme en témoigne la présence des bauxites à Boutezac, l'émergence est bien réelle, et les bassins de sédimentation moins profonds.

Les environnements marins, à illite, sont prédominants. L'apparition de la kaolinite en environnement intermédiaire et continental (fluvio-lacustre) au Crétacé supérieur est directement liée au remaniement des karsts à bauxite (à kaolinite). En outre, la

période du Crétacé supérieur (Cénomanien – Santonien) est caractérisée par d'importants apports détritiques en provenance du Massif Central (batholite) qui alimentent la formation de dépôts de sables marins, dont les résidus argileux sont piégés dans les bassins de proximité après des transports courts (la kaolinite est un minéral qui se transporte peu).

- La continentalisation depuis la fin du Crétacé (Maastrichtien) et pendant la distension oligo-miocène s'accompagne de dépôts fluviatiles et lacustres ou palustres, autant de facteurs favorables à la formation de smectites en milieu confiné ;
- à cette même période (mer éocène, Thanétien – Yprésien), les épisodes marins sont à nouveau marqués par la prédominance de l'illite ;
- le Plio-Quaternaire est dominé par des environnements de dépôts continentaux qui laissent entrevoir des cortèges "étalés" avec héritage direct des formations encaissantes. Au Pliocène inférieur, la néoformation des smectites en climat tropical n'est pas à exclure.

Cette distribution schématique met en évidence des conditions favorables à la présence des minéraux argileux gonflants entre le Crétacé terminal et la fin du Pliocène globalement, de préférence en environnement de dépôt fluvio-lacustre (eaux douces) mais aussi en environnement intermédiaire de type palustre ou lagunaire.

Ce schéma qualitatif de distribution des spectres argileux est ensuite confronté aux données quantitatives disponibles pour chaque formation identifiée (§ 5.3.2). La synthèse de ces travaux est présentée sur l'illustration 24. Le spectre argileux est décliné comme suit :

- K** : kaolinite
- I** : illite
- C** : chlorite
- S** : smectites et interstratifiés
- A** : autres minéraux argileux (attapulgite, vermiculite notamment)

On note en premier lieu que certaines formations, indépendamment de leur « note » lithologique, ont en commun des environnements de dépôt similaires. A ces environnements de dépôts, par période, correspondent des distributions de spectres schématiques proposés sur l'illustration 23. La confrontation des deux analyses permet de définir, formation par formation, les pourcentages finaux de minéraux gonflants en fonction des critères quantitatifs mais aussi et surtout par une analyse qualitative basée sur le contexte géologique. Les éléments qu'apporte ce travail sont :

- homogénéité et validation remarquable du modèle pour la période anté-pyrénéenne, à savoir un spectre argileux à illite largement dominante jusqu'à la fin du Jurassique,
- au Crétacé inférieur terminal, une apparition des smectites (n5-6, Aptien – Albien) correspondant en milieu marin à l'influence d'une phase de continentalisation proche, peu développée dans l'Aude comparée à l'Hérault ou au Gard ;
- au Crétacé supérieur jusqu'au Campanien (c5), il apparaît que la distribution des spectres argileux est intimement liée aux environnements de dépôts en milieu marin et intermédiaire (lagunaire) à savoir illite marine et forte composante de la kaolinite directement héritée des karsts à bauxite. La présence de smectite en milieu laguno-

palustre favorable à la néoformation de ce minéral est également notée ponctuellement ;

- la période comprenant la fin du Crétacé supérieur et le Paléocène montre des distributions globalement homogènes pour des environnements de dépôts de type continental avec apparition de la smectite au dépend du complexe kaolinite / smectite :
 - o prédominance des smectites en environnement calme d'eau douce de type lacustre, smectites néoformées ;
 - o distribution plus régulière en milieu fluviatile avec kaolinite directement héritée ;
- la période éocène montre jusqu'au début de la distension oligocène au moins, des spectres relativement étalés, résultats des décharges détritiques en milieu fluviatile avec des contrastes nets :
 - o illite marine au Thanétien ;
 - o smectite massive voire prédominante à l'Yprésien – Lutétien en milieu palustre et lagunaire alors que l'illite est dominante en milieu lacustre et intermédiaire (domaine de plaine cotière).
- pendant la période comprise entre le début de la distension oligo-miocène et la phase alpine (fin du Tortonien), l'adéquation des résultats au schéma de distribution est bien calibrée :
 - o la dominante d'environnements fluviatiles et lacustres (avec apports d'eaux douces en milieu confiné) atteste, effectivement, de la prédominance du cortège des smectites (≈ 40 à 60 % de la fraction argileuse),
 - o le Miocène inférieur s'accompagne de la création des karsts à Terra Rossa dont la distribution est de type kaolinite dominante / illite / smectite en milieu continental. En milieu marin, les smectites sont à nouveau peu représentées.
- Au Pliocène, pour des environnements de dépôt de type continental fluviatile, on retrouve des cortèges étalés à smectite largement représentée, probablement néoformée dans les bassins sédimentaires ;
- pour le Quaternaire les spectres devraient être plus étalés. Les distributions quantifiées de type illite / kaolinite sont énigmatiques et doivent probablement correspondre à des héritages directs des formations encaissantes au niveau des bassins pour lesquels des données sont collectées.

Cette analyse permet, selon les cas de procéder à des regroupements de formations différenciées du point de vue lithologique, mais présentant des conditions de dépôt comparables. En outre, dans le cas de variabilité importante ou d'un manque partiel de données quantifiées, des choix objectifs ont été réalisés pour caractériser les formations argileuses et marneuses identifiées du point de vue minéralogique.

Cet exercice s'est notamment appliqué aux formations sans données quantifiées :

- o Colluvions argileuses (F005) avec proposition de spectre étalé en milieu continental ;
- o Colluvions issues des formations tertiaires (F004) avec héritage direct des spectres de la période Paléocène – Oligocène ;
- o Formations du Trias (F031 et F032) qui peuvent être associées, du point de vue de leur cortège argileux, à un environnement de dépôt de type palustre prédominant avec large dominante d'illite dans la distribution du spectre.

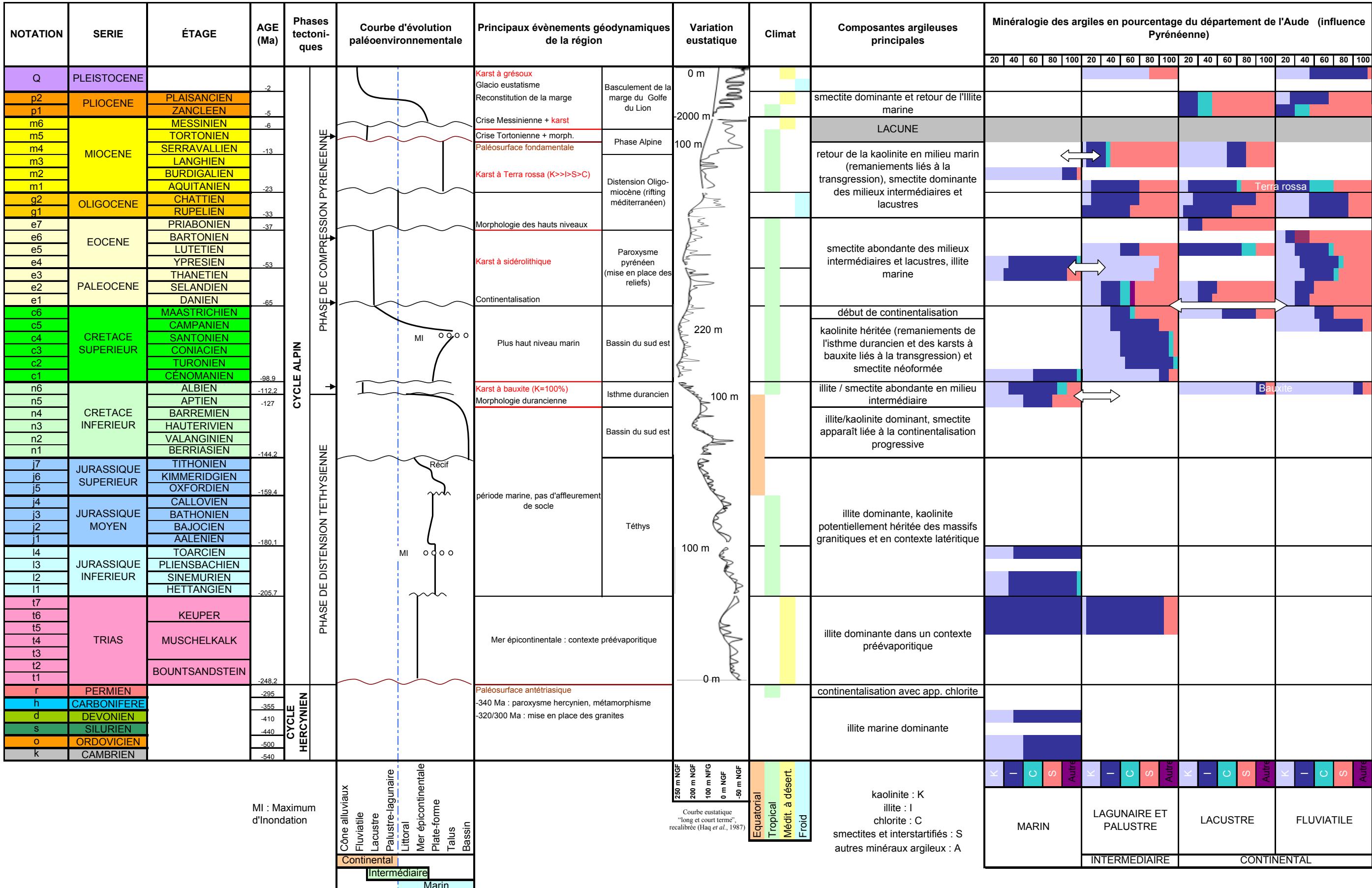


illustration 23 – Analyse synthétique et distribution du spectre argileux des formations géologiques de l'Aude en fonction des principaux évènements géodynamiques et des milieux de dépôt

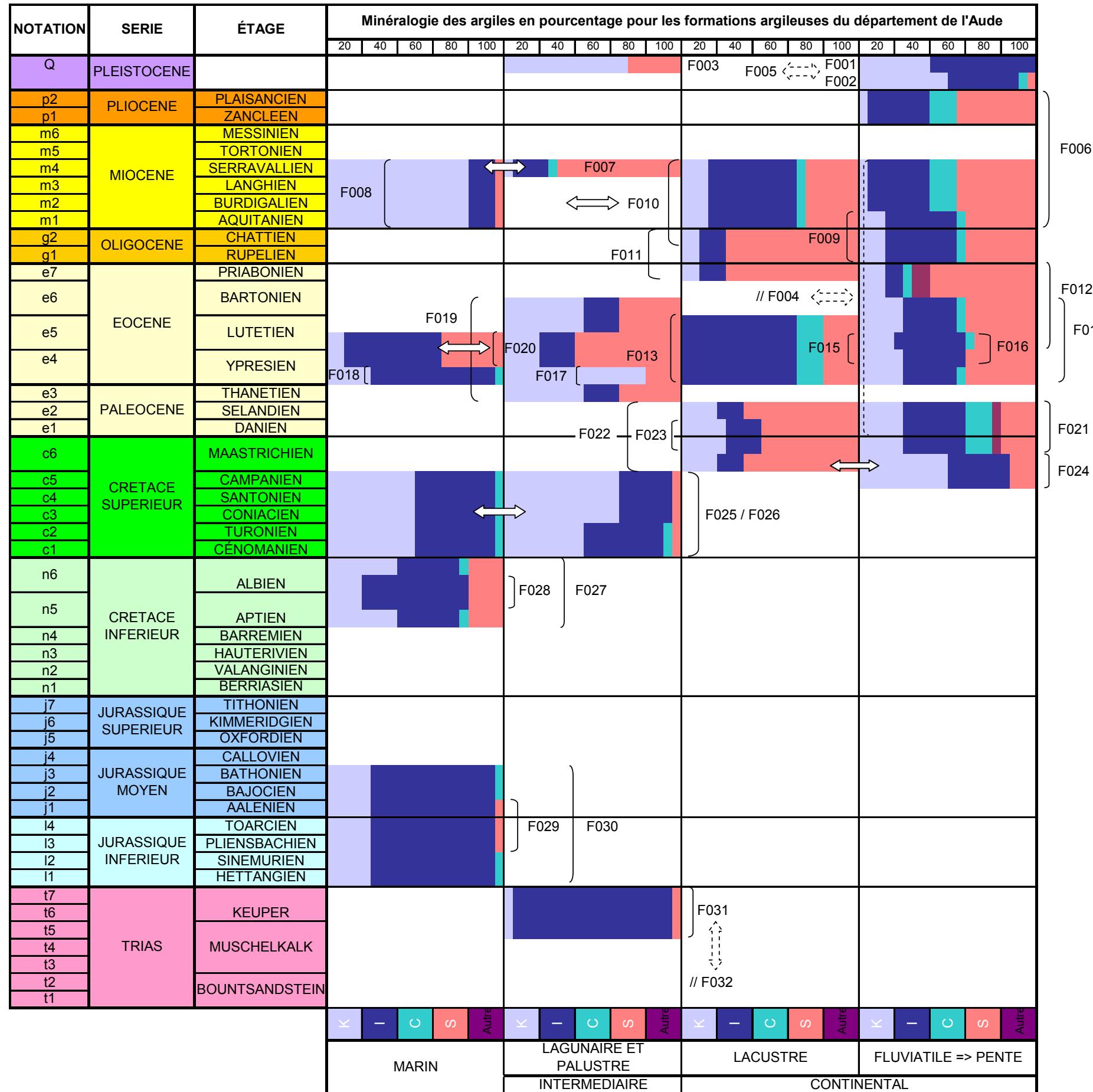


illustration 24 – Distribution du spectre argileux des formations argileuses et marneuses identifiées dans le département de l'Aude en fonction des principaux événements géodynamiques et des milieux de dépôt

En outre, des correctifs ont été apportés aux moyennes fournies par les valeurs d'analyses brutes (parfois peu nombreuses) estimées comme non suffisamment représentatives des formations dans leur ensemble :

- pour les formations mio-pliocènes correspondant aux faciès continentaux (F006), pour laquelle une analogie aux dépôts oligo-miocènes est réalisée renforçant ainsi la prédominance des smectites ;
- pour les formations éocènes de façon assez globale (F013, F014, F015, F016, F017 et F020) et de la fin du Crétacé (F024) compte tenu des environnements de dépôts en milieu continental, propices à la néoformation de smectite. Cette représentation nous semble sous-estimée et le contexte général a incité à relever légèrement les notes brutes théoriques (moyennes par ailleurs proches des bornes de classement).

L'ensemble de ces considérations permet de compléter et d'enrichir les résultats bruts de l'illustration 21. Cette synthèse est présentée sur l'**Erreur ! Référence non valide pour un signet..**

	DESCRIPTION	Note minéralo.
QUATERNAIER	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	1
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	1
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	2
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	3
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	2
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	3
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	3
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	1
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	2
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	2
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	3
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	3
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	2
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	3
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	3
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	3
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	2
	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	1
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	2
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	3
	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	1
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	3
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	3
	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	3
CRETACE SUPERIEUR	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	1
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	1
CRETACE INFERIEUR	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin CI)	1
	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	1
JURASSIQUE	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	1
	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	1
TRIAS	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin)	1
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	1

Illustration 25 – Hiérarchisation des formations en fonction du critère minéralogique : synthèse

5.3.4. Caractérisation minéralogique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude

A l'échelle du département de l'Aude, on note la relative diversité des notes minéralogiques attribuées (illustration 26) et l'absence de note maximale de 4 correspondant à plus de 80 % de smectites au sein de la phase argileuse de la formation considérée :

Note minéralogique	Nombre de formations concernées	% des surfaces argileuses ou marneuses
1	13 (40 %)	45 %
2	7 (23 %)	8 %
3	12 (37 %)	47 %
4	0	-

Illustration 26 – Répartition des formations selon leur susceptibilité minéralogique

Douze formations ont été caractérisées par la note minéralogique de 3, du fait que leur fraction argileuse est généralement composée de plus de 50 % de smectites. Elles représentent près de la moitié de la superficie totale des formations argileuses et marneuses du département. Il s'agit essentiellement des formations argileuses du Mio-Pliocène et du complexe Crétacé terminal – Paléocène – Éocène, y compris les colluvions associées à ces formations tertiaires (F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)). On note que cette note de 3 est attribuée notamment aux formations molassiques de l'Éocène moyen et terminal (F012, F014, F015 et F016).

Sept formations, représentant moins de 10 % de la surface totale des formations argileuses du département, ont reçu une note minéralogique de 2. Ceci concerne en particulier les formations de l'Oligocène.

Enfin treize formations se sont vues attribuer une note minéralogique de 1, dont la quasi-totalité des formations secondaires (triasiques, jurassiques et crétacées), la plupart des faciès marins du Tertiaire et les formations alluviales. Ces formations représentent près de la moitié (45 %) de la surface totale des formations argileuses et marneuses du département.

5.4. CRITERE GEOTECHNIQUE

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.

a) Généralités sur les expertises de sinistres

Les expertises de sinistres qui ont pu être consultées montrent que le type d'essais effectués sur le terrain dépend des bureaux d'études et varie en fonction de l'objectif

assigné à l'étude. Généralement la reconnaissance de sol se fait par sondage à la tarière (le plus souvent manuelle) et souvent en fouille directe dans le cadre d'expertises de sinistres liés à la sécheresse (découverte de fondation). Les essais géotechniques remplissent deux objectifs :

- déterminer les caractéristiques intrinsèques du sol : les essais utilisés pour cela 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 très 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 dont les résultats ont été utilisés ici pour caractériser le comportement géotechnique du matériau vis à vis du phénomène de retrait-gonflement sont finalement au nombre de quatre : l'indice de plasticité, la valeur de bleu, le coefficient de gonflement et le retrait linéaire. 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.

b) 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., 1995) que la susceptibilité d'une argile vis-à-vis du retrait-gonflement varie en fonction de l'indice de plasticité (IP) de la manière suivante (illustration 27) :

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

illustration 27 – Barème de classement géotechnique suivant l'indice de plasticité

Cet essai d'identification de sol est réalisé très classiquement par de nombreux bureaux d'études et les valeurs disponibles sont relativement nombreuses (272 résultats dans l'Aude). Il est cependant important de noter que la corrélation entre ce type de résultat et l'aptitude du sol au retrait-gonflement n'est pas vérifiée dans tous les cas.

c) Essai au bleu de méthylène (Vb)

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. Il traduit en effet à la fois l'argilosité de l'échantillon et la teneur en minéraux gonflants de sa fraction argileuse. 111 essais au bleu caractérisant 29 des 32 formations identifiées ont été collectés dans le département, ce qui permet un traitement statistique satisfaisant (§ 5.4.3).

Cet essai a été développé par Tran Ngoc Lan (1977) et adopté comme procédure d'essai officiel des Laboratoires des Ponts et Chaussées (LCPC, 1979), puis normalisé (norme AFNOR NF P 18-592). Il consiste à mesurer la capacité d'adsorption de bleu de méthylène, c'est-à-dire la quantité de ce colorant nécessaire pour recouvrir d'une couche mono-élémentaire les surfaces externes et internes de toutes les particules argileuses présentes dans 100 g de sol. On appelle cette quantité, la valeur de bleu, notée Vb et exprimée en grammes de bleu pour 100 g de matériau. On considère généralement (Chassagneux et al., 1995) que la sensibilité d'un matériau argileux varie de la manière suivante (illustration 28) en fonction de la valeur de bleu (Vb) :

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 28 – Barème de classement géotechnique suivant la valeur de bleu

d) 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 teneur en eau. Pendant la deuxième phase, les grains sont en contact et ne peuvent plus se rapprocher, l'élimination de l'eau ne fait plus varier le volume du sol, mais se traduit par sa désaturation. La teneur en eau correspondant à ce palier est appelée limite de retrait. Plus cette valeur est faible, plus la variation de volume peut être importante et plus le tassement induit en cas de dessiccation sera grand.

Le retrait linéaire, noté RI, correspond à la pente de la droite donnant le tassement de l'échantillon en fonction de la diminution de teneur en eau, dans la partie où cette teneur en eau reste supérieure à la limite de retrait. Les coupures suivantes (illustration 29) ont été proposées (Mastchenko, 2001) pour caractériser le potentiel de retrait avec ce paramètre.

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 29 – Barème de classement géotechnique suivant le retrait linéaire

Dans le département, la caractérisation par retrait linéaire est représentée par 106 valeurs fournissant une indication quantitative pour 16 formations identifiées.

e) Coefficient de gonflement (C_g)

L'essai de gonflement à l'œdomètre (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 teneur 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 beaucoup de l'état de saturation initial du sol considéré. Le potentiel de gonflement peut cependant être caractérisé par le coefficient de gonflement C_g (pente de la droite de déchargement observée dans un essai œdométrique) qui permet d'évaluer le potentiel de gonflement des formations argileuses identifiées (illustration 30) :

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 30 – Barème de classement géotechnique suivant le coefficient de gonflement

27 essais œdométriques fournissant des valeurs de C_g ont été répertoriés lors du dépouillement des dossiers géotechniques alors que 85 mesures de pression de gonflement sont recensées.

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 (illustration 31) :

- les dossiers établis en vue de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et surtout les études géotechniques réalisées dans le cadre d'expertises après sinistres qui constituent la principale source de données exploitée.

Ces dossiers nous ont été transmis soit par les communes, soit par les mutuelles d'assurance, soit par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), soit directement par les bureaux d'études.

- les archives du BRGM, dont une étude spécifique menée en région Languedoc-Roussillon sur la caractérisation des matériaux pour poteries et céramiques ;
- les résultats spécifiques issus du programme de cartographie des formations argileuses du département de l'Hérault, de la Haute-Garonne et du Tarn, départements limitrophes pour lesquels nombre de formations sont continues territorialement. Ces données sont majoritaires et représentées par des dossiers d'expertises, des analyses spécifiques réalisées dans le cadre des différents programmes.

Les coordonnées complètes des bureaux d'étude ayant fourni des données géotechniques sont présentées en annexe 5, conformément au protocole signé entre le BRGM et l'Union Syndicale de Géotechnique (USG). Les bureaux d'études qui ont été sollicités et qui ont accepté d'accueillir des agents du BRGM pour exploiter leurs archives et en extraire les résultats d'études de sols sont Alpha-Sol, Intrasol et, Fondasol. Nous souhaitons remercier ici l'ensemble des partenaires qui nous ont aimablement donné accès à leurs dossiers d'archives et ont permis ce travail de recensement.

Quelques données recueillies ont du être rejetées lorsque la caractérisation de la géologie de l'échantillon était insuffisante pour établir une corrélation fiable avec les formations argileuses retenues. Mais, de manière générale, la localisation précise des échantillons analysés (à partir de la base de sinistres ou des plans de situation communiqués) a permis l'exploitation de la grande majorité des données.

Origine de la donnée		Nombre de dossiers
Bureau d'étude	ALPHA-SOL	1
	INTRASOL	5
	FONDASOL	14
ASSURANCES	CCR	22
	MMA	2
	MATMUT	11
	MAIF	10
	MAAF	2
		6
Communes		24
BRGM (analyses spécifiques)		3
BRGM (archives Aude)		292
Total des sources de données géotechniques		392

illustration 31 – Source des données géotechniques

La liste des bureaux d'étude ayant réalisé des essais géotechniques pour chaque dossier est détaillée dans le tableau de l'illustration 32.

Bureau d'étude	Nb de résultats
ALPHA-SOL	29
ANTEA	1
BERNARD	1
BRGM	36
CEBTP-SOLEN	5
CETE	57
GEOTER	2
GTA	5
FONDASOL	30
INTRASOL	5
ARCADIS / SIMECSOL	7
SICSOL / FUGRO / SORES	130
SOLS & EAUX	9
TERREFORT	2
Abscence de référence pour certains dossiers des départements limitrophes	73
	392

illustration 32 – Organismes ayant réalisé les études géotechniques exploitées

5.4.3. Caractérisation géotechnique des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude

La synthèse des données géotechniques exploitées dans le cadre de cette étude pour la caractérisation géotechnique des formations est présentée sur l'illustration 34. Les 392 analyses de sols collectées fournissent 532 caractérisations physiques (I_p , VBS, C_g , R_L) relatives aux formations argileuses identifiées (double caractérisation possible sur un même échantillon, limites d'Atterberg et retrait linéaire par exemple) et 64 valeurs de pression de gonflement (P_g).

L'attribution des notes géotechniques s'est faite en se basant sur les coupures précisées § 5.4.1 et utilisées dans toutes les études départementales d'aléa retrait-gonflement réalisées jusqu'à présent. 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.

Le dépouillement des données (illustration 33) montre l'absence de données géotechniques quantifiées pour 2 formations identifiées :

- F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal) ;
- F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm).

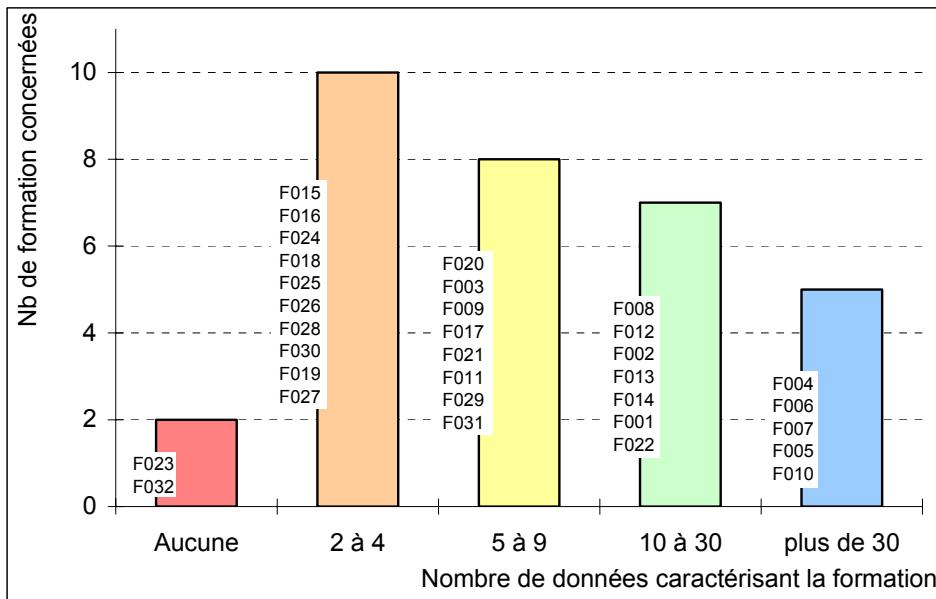


illustration 33 – Distribution des caractérisations géotechniques par formation
(hors mesures de pressions de gonflement)

La distribution des caractérisations géotechniques des autres formations est assez variable. Cinq formations sont caractérisées par plus de 30 essais géotechniques et au total 12 formations par plus de 10 essais, ce qui donne une idée de la variabilité de leurs caractéristiques géotechniques et permet de les caractériser d'une manière fiable.

10 formations sont caractérisées par moins de 5 analyses. Cette disparité n'est pas forcément préjudiciable à l'analyse du comportement géotechnique des formations puisque ce critère plus que tout autre est influencé par la variabilité des faciès géologiques au sein d'un même ensemble (notamment pour les formations du Tertiaire). Par exemple, une ou deux caractérisations de valeurs au bleu pour la formation F018 (Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires – e4 M marin) très homogène tant du point de vue de ces faciès que de ses conditions de genèse sont tout à fait suffisantes pour garantir une caractérisation fiable de la formation.

Ainsi la notation finale ne peut être envisagée sur la seule base de moyennes quantifiées des résultats d'analyses mais doit intégrer une part interprétative, donc subjective, pour établir une hiérarchisation réaliste des formations. A cet égard, l'expertise géotechnique, la caractérisation des faciès sur le terrain sont précieuses et souvent déterminantes dans la notation finale.

La synthèse des notations finalement attribuées est reportée sur l'illustration 35. Les résultats montrent que :

- deux formations reçoivent la note géotechnique maximale (4). Il s'agit des formations F020 et F022 (Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag) et Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)) ;

- onze formations sont affectées d'une note de 3 : les formations quaternaires à dominante argileuse correspondant aux colluvions (F004, F005), les formations des bassins tertiaires d'âge mio-pliocène, oligocène, éocène terminal et paléocène notamment et la formation à dominante marneuse du Jurassique (F029) ;
- douze formations reçoivent une note de 2 : la majeure partie des dépôts éocènes et les formations du Crétacé supérieur (F024, F026) en particulier ;
- enfin cinq formations sont caractérisées par la note minimale (1) : il s'agit des formations du Quaternaire à dominante sableuse (F001, F003) et des formations du Crétacé inférieur (F027, F028) en particulier.

Rappelons que 2 formations ne reçoivent pas de note géotechnique. Il s'agit des formations F023 et F032 (illustration 33).

Formation	Notation	Indice de plasticité (IP)	Valeur au bieu (VBS)			Coeff. gonflement (Cg)			Retrait linéaire (RL)			Prés. de gonflement (Pg)					
			Nb	Min	Max	Nb	Min	Max	Nb	Min	Max	Moy.	Nb	Min	Max		
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	5	9	26	17	12	0,1	3,2	1,3	1	0,81	0,81	1	22	22	22	
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-EG2)	7	7	50	19	11	0,6	2,9	3	0,02	0,06	0,0	3	0,40	0,60	0,50	
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	3	13	23	16	3	0,1	2,6	0,9	1	0,024	0,024	1	0,94	0,94	0,94	
	F004 : Dépôts solifiés à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	43	11	40	27	11	0,9	6,3	4,4	29	0,03	0,046	0,040	13	0,36	0,50	0,48
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	25	6	55	27	3	1,4	4,5	2,9	1	0,03	0,030	0,030	5	0,13	0,93	0,59
	F006 : Marnes, limons argileux et conglomératis (m-p cont)	45	10	35	20	14	3,2	9,0	5,4	2	0,024	0,031	0,028	22	0,26	1,30	0,69
	F007 : Molasse marine : argiles sablonneuses, marnes, sables et grès (m3-4 marin)	44	6	40	16	2	5,0	5,5	5,3	8	0,20	0,66	0,51	5	6	504	143
	F008 : Sables marins, conglomératis, calcaires molassiques à passées marnieuses (m1 4 marin)	13	10	38	20	4	1,8	6,0	3,4	9	0,14	0,97	0,59	8	27	160	74
MIO-PLIOCENE	F009 : Argiles, marnes et conglomératis, rares niveaux calcaires (q1-m1 cont)					8	2,7	12,1	5,1								
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaire et marnes (q2-p2 lac)					3	2,1	5,2	3,6	10	0,03	0,04	0,039	10	0,14	0,43	0,39
	F011 : Marnes et molasses (e7-q1-2 cont)					3	21	46	30	1	0,05	0,05	0,050	1	0,36	0,36	0,36
	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomératis à passées calcaires (e5-7 cont)					10	24	40	31	1	4,1	4,1	4,1	7	0,03	0,45	0,40
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (é4-5 lac-lag)					11	10	31	18	2	3,0	4,0	3,5	10	0,33	1,41	0,75
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles grésoco-conglomératiques (e4-6 fluv)					12	6	34	20	3	1,2	3,2	2,4	4	0,008	0,035	0,021
	F015 : Molasse : conglomératis dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)									4	1,2	3,2	2,0				
	F016 : Grès, conglomératis, sables grossiers et argiles à gravières (e4-5 fluv)					1	34	34	34	3	1,6	4,3	2,5	1	0,55	0,55	0,55
EOCENE	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marnieuses ou conglomératiques (e4 marin)									4	0,015	0,078	0,048	1	0,35	0,35	0,35
	F018 : Marnes siliceuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)									3	2,1	3,9	3,2				
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)									2	1,9	6,5	4,2				
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marnieuses (e3-4 lac-lag)					4	25	45	35	2	5,1	5,4	5,2	2	0,06	0,08	0,070
	PALEOGENE	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomératis (e6/e3 cont)				2	11	12	12	1	7,3	7,3	7,3	1	0,034	0,034	0,034
	Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (e6-e2 S cont)				4	17	27	22	1	14,0	14,0	14,0	8	0,44	1,17	0,69
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (e6-e1 pal)													1	0,29	0,29	1
	CRETACE SUPERIEUR	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (e5-6 fluv)								3	2,1	2,9	2,6	1	0,29	0,29	1
JURASSIQUE	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomératis (c1-5 marin interm)									3	1,4	3,4	2,1				
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès détritiques ou marnes (n5-6 marin)					1	14	14	14	2	2,1	3,2	2,7				
	CRETACE INFÉRIEUR	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)								2	0,3	2,9	1,6				
	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)									3	2,4	4,5	3,7				
	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marino-calcaires (l3-1 marin)					2	31	32	32	3	2,5	7,3	5,6				
	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de narmes (l1-3 marin)					1	34	34	34	2	1,8	6,7	4,2				
	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)					1	5	5	5	4	0,7	5,3	3,0				
	TRIAS	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marnieuses ou argileuses (t1-7 marin interm)								248		115		65		104	

illustration 34 – Synthèse des données géotechniques

		DESCRIPTION	Note géotech.
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	1	
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	2	
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	1	
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	3	
MIO-PLIOCENE	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	3	
	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	3	
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	3	
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	2	
	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	3	
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	3	
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	3	
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	3	
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	3	
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	2	
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	2	
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	2	
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	2	
	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	2	
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	2	
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	4	
	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	3	
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	4	
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	-	
	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	2	
CRETACE SUPERIEUR	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	1	
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	2	
	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	1	
CRETACE INFERIEUR	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	1	
	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	3	
	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	2	
JURASSIQUE	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	2	
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	-	
TRIAS			

illustration 35 – Hiérarchisation des formations en fonction du critère géotechnique : synthèse

5.5. ELABORATION DE LA CARTE DE SUSCEPTIBILITE

5.5.1. Détermination du degré de susceptibilité

Au total, chaque formation a donc été caractérisée par trois (ponctuellement deux) notes, une pour chacun des critères pris en compte selon les classifications présentées précédemment. La moyenne de ces notes permet de calculer, pour chaque formation, un degré de susceptibilité globale vis à vis du retrait-gonflement. La moyenne ainsi obtenue est potentiellement comprise entre 1 et 4. Les classes de susceptibilité (illustration 36) déterminées à partir de la valeur moyenne ainsi calculée sont les suivantes :

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

illustration 36 – Barème d'établissement du degré de susceptibilité

5.5.2. Susceptibilité des formations argileuses et marneuses

Le calcul du degré de susceptibilité des 32 formations argileuses et marneuses identifiées dans le département de l'Aude est présenté sur l'illustration 37.

DESCRIPTION		Note litho.	Note min.	Note géot.	Moyenne	Classe de susceptibilité
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	1	1	1	1,00	faible
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	2	1	2	1,67	faible
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	2	2	1	1,67	faible
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	3	3	3	3,00	moyenne
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	3	2	3	2,67	moyenne
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	3	3	3	3,00	moyenne
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	3	3	3	3,00	moyenne
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	1	1	2	1,33	faible
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	3	2	3	2,67	moyenne
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	2	2	3	2,33	moyenne
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	3	3	3	3,00	moyenne
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	2	3	3	2,67	moyenne
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	3	2	3	2,67	moyenne
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	3	3	2	2,67	moyenne
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	2	3	2	2,33	moyenne
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	2	3	2	2,33	moyenne
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	1	2	2	1,67	faible
	F018 : Marnes siliceuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	4	1	2	2,33	moyenne
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	3	2	2	2,33	moyenne
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	1	3	4	2,67	moyenne
	F021 : Argiles et marnes localement gypsiées à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	3	1	3	2,33	moyenne
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	3	3	4	3,33	forte
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	1	3	-	2,00	faible
	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	2	3	2	2,33	moyenne
CRETACE SUPERIEUR	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	2	1	1	1,33	faible
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	3	1	2	2,00	faible
	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	2	1	1	1,33	faible
CRETACE INFERIEUR	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	2	1	1	1,33	faible
	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	3	1	3	2,33	moyenne
JURASSIQUE	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	1	1	2	1,33	faible
	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	3	1	2	2,00	faible
TRIAS	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	1	1	-	1,00	faible

illustration 37 – Degré de susceptibilité des formations

Cette hiérarchisation des formations argileuses et marneuses de l'Aude, établie sur la base de critères purement physiques identifie une unique formation de susceptibilité forte. Il s'agit des Marnes bariolées et argiles rutilantes du Crétacé terminal – Paléocène (F022).

Dix-huit formations présentent une susceptibilité moyenne. On y recense en particulier les formations colluviales à dominante argileuse (F004, F005), la majeure partie des formations tertiaires (13 formations sur 19 répertoriées) et du Crétacé terminal (F024). On note que 5 de ces formations (F004, F006, F007 et F011) présentent des notes de susceptibilité de 3,00 (en limite de classe moyenne / forte).

Treize formations présentent une susceptibilité faible. Ceci concerne notamment les formations quaternaires peu à moyennement argileuses et les formations du secondaire. On note que 3 de ces formations (F023, F026 et F031) présentent des notes de susceptibilité de 2,00 (en limite de classe faible / moyenne).

A l'échelle du département (illustration 38), on note que les formations de susceptibilité faible à moyenne couvrent plus des deux tiers du département avec une légère prédominance des formations de susceptibilité moyenne qui à elles seules couvrent 36 % du territoire départemental total.

On note également qu'environ 31 % du département n'est *a priori* pas susceptible aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles, ce qui correspond aux formations considérées comme non argileuses et au réseau hydrographique.

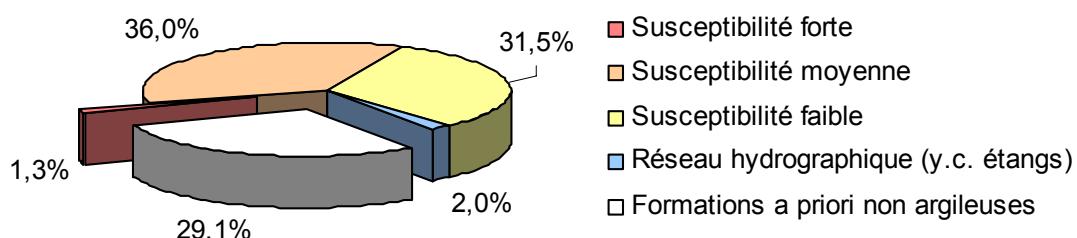


illustration 38 – Répartition des surfaces concernées par classe de susceptibilité

L'illustration 39 présente les résultats établis précédemment en classant les formations par niveau de susceptibilité et par ordre de surface affleurante décroissante.

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

DESCRIPTION		Surf. (km ²)	% Surf. Totale	Classe de susceptibilité
PALEOCENE	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	1,3%	forte
	Total des formations à susceptibilité forte :	83,2	1,3%	
QUATERNAIRE	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3,4%	moyenne
QUATERNAIRE	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	0,3%	moyenne
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	52,9	0,8%	moyenne
MIO-PLIOCENE	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	12,3	0,2%	moyenne
OLIGO-MIOCENE	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	0,6%	moyenne
OLIGO-PLIOCENE	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	0,8%	moyenne
OLIGOCENE	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	337,0	5,3%	moyenne
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	3,8%	moyenne
EOCENE	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	0,1%	moyenne
EOCENE	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	5,4%	moyenne
EOCENE	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	525,1	8,3%	moyenne
EOCENE	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	0,6%	moyenne
EOCENE	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	1,5%	moyenne
EOCENE	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	0,3%	moyenne
EOCENE	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1,5%	moyenne
PALEOCENE	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	89,1	1,4%	moyenne
CRETACE SUP.	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	1,4%	moyenne
JURASSIQUE	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	17,2	0,3%	moyenne
	Total des formations à susceptibilité moyenne :	2 277,6	36,0%	
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	11,5%	faible
QUATERNAIRE	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	9,5%	faible
QUATERNAIRE	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	1,7%	faible
MIO-PLIOCENE	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	0,1%	faible
EOCENE	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1,9%	faible
PALEOCENE	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	20,4	0,3%	faible
CRETACE SUP.	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	1,1%	faible
CRETACE SUP.	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	37,7	0,6%	faible
CRETACE INF.	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	28,5	0,4%	faible
CRETACE INF.	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	192,9	3,0%	faible
JURASSIQUE	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	12,4	0,2%	faible
TRIAS	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	0,8%	faible
TRIAS	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	0,4%	faible
	Total des formations à susceptibilité faible :	1 997,3	31,5%	
FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES		4358,0	68,8%	
RESEAU HYDROGRAPHIQUE (y.c. étangs)		129,6	2,0%	
FORMATIONS NON RETENUES COMME ARGILEUSES		1844,8	29,1%	

illustration 39 – Classement des formations par susceptibilité et surfaces d'affleurement

5.5.3. Carte de susceptibilité

La carte départementale de susceptibilité a été élaborée à partir de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses, en attribuant à chacune des formations géologiques la classe de susceptibilité définie précédemment. Cette carte est présentée sur l'illustration 40 et en carte hors texte n°2 à l'échelle 1/125 000.

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

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

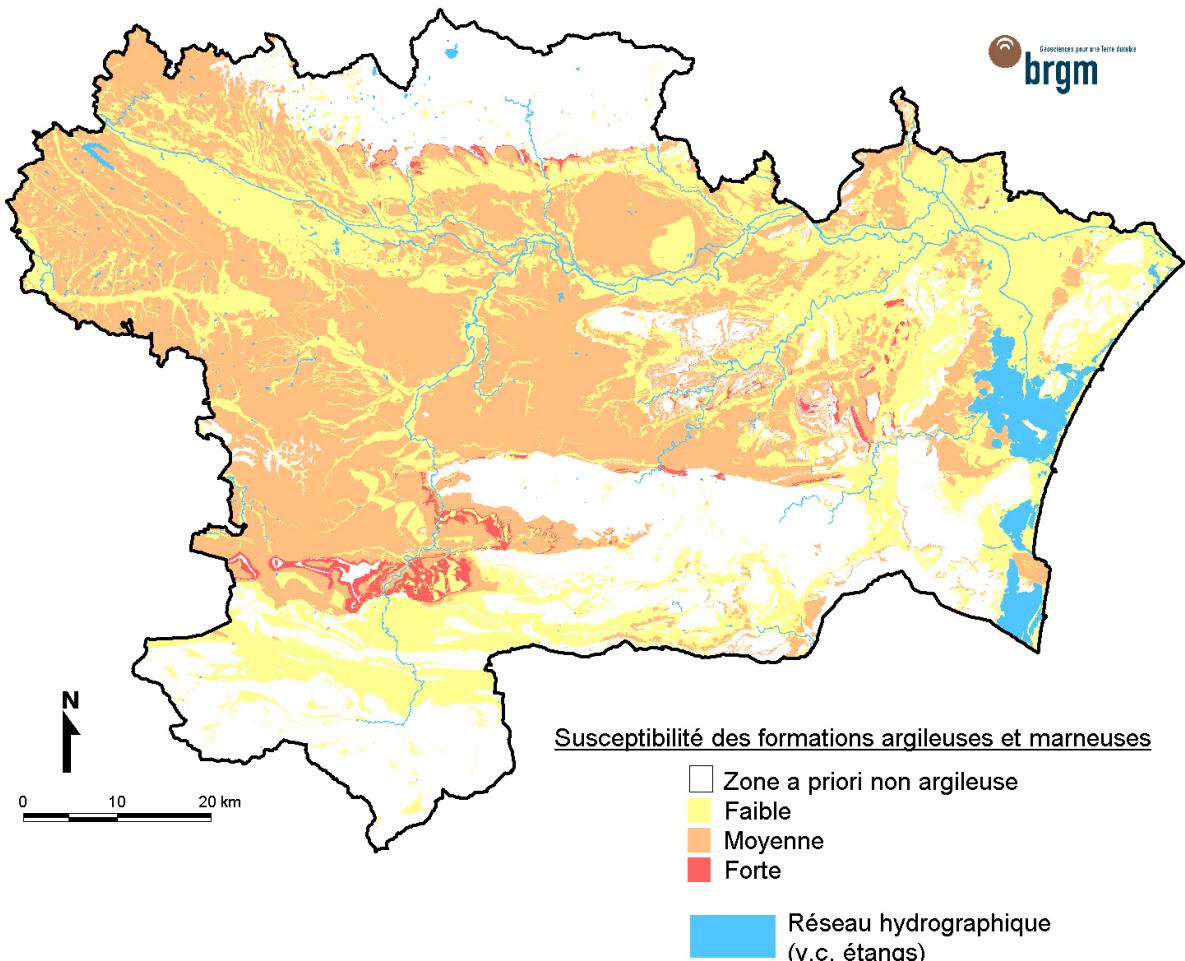


illustration 40 – Carte de susceptibilité au retrait-gonflement des argiles

6. Recensement et localisation des sinistres – détermination du critère densité de sinistres

6.1. 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, 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 décadaire. La comparaison de l'état hydrique des sols (qui dépend essentiellement des précipitations et de l'évapotranspiration) par rapport aux moyennes normales, 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, caractérisé par une sécheresse très intense mais de courte durée, avec des températures élevées engendrant une évapotranspiration particulièrement forte.

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 bâti par commune. L'ensemble des sinistres d'une commune est rarement pris en compte et il n'est pas rare qu'un seul sinistre permette de classer l'ensemble de la commune en état de catastrophe naturelle. Par ailleurs, dès lors qu'une commune a été reconnue une fois, il n'est pas exigé d'étude géotechnique supplémentaire pour définir une nouvelle période de reconnaissance.

De surcroît, ces études préalables sont généralement très succinctes. Une visite de terrain permet de réaliser un bref audit des sinistres, de noter les dates d'apparition des premiers désordres (pour les comparer avec les chroniques pluviométriques), d'observer les pathologies et la nature des terrains, de noter la présence éventuelle de végétation arborée à proximité du bâti sinistré et de recueillir le témoignage des propriétaires. L'examen de la carte géologique du BRGM à l'échelle du 1/50 000, complété éventuellement par des observations de terrain ou des sondages, permet de préciser la nature des formations géologiques environnant les sinistres et de déterminer la formation argileuse ou marneuse en cause.

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

Dans le cas du département de l'Aude, différents bureaux d'études ont réalisé des dossiers techniques pour étayer la demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou expertiser des sinistres pour le compte des compagnies d'assurance.

6.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES SINISTREES

A la date du 30 juin 2007, 117 communes du département de l'Aude ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols, pour des périodes comprises entre le 1^{er} août 1988 et le 30 septembre 2003. Sur ces 117 communes, 49 avaient déjà bénéficié d'une reconnaissance avant 2003 et 68 ont été reconnues pour la seule période de l'été 2003.

Suite à la sécheresse de l'été 2003, 178 communes, dont 129 qui n'avaient jusqu'alors jamais fait l'objet de reconnaissance, ont déclaré des sinistres sur leur territoire. La prise en compte de ces demandes dans l'analyse de sinistralité indique que la répartition géographique des secteurs touchés est en réalité beaucoup plus large que ne le laisse présumer la seule prise en compte des communes effectivement reconnues (illustration 41).

Les 117 communes reconnues à ce jour au moins une fois en état de catastrophe naturelle représentent 27 % des 438 communes que compte le département. Ce taux de sinistralité est relativement élevé.

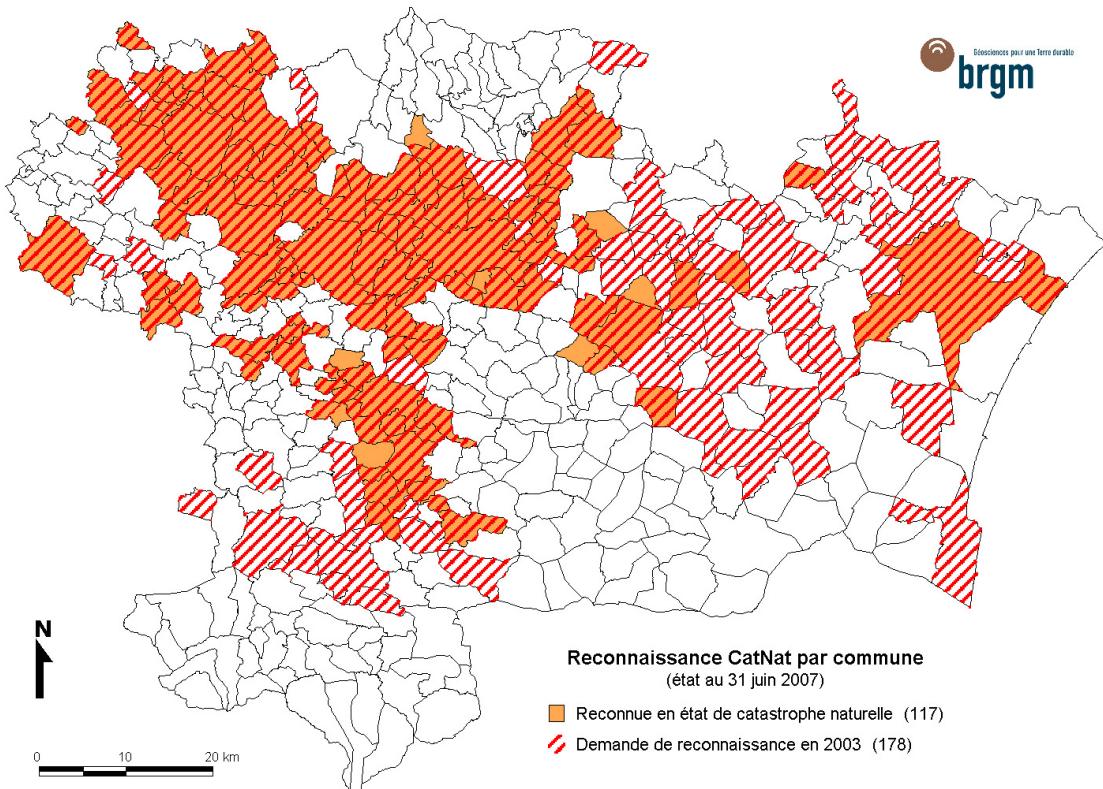


Illustration 41 – Répartition géographique des communes reconnues en état de catastrophe naturelle sécheresse, ou ayant demandé cette reconnaissance en 2003

Au total, 30 arrêtés interministériels successifs reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse ont été pris à ce jour dans le département de l'Aude (annexe 3). Ce sont les arrêtés du 10/06/1991 ; 31/07/1992 ; 25/01/1993 ; 30/06/1994 ; 08/07/1997 ; 09/04/1998 ; 18/09/1998 ; 19/11/1998 ; 21/01/1999 ; 19/03/1999 ; 16/04/1999 ; 19/05/1999 ; 21/07/1999 ; 27/12/2000 ; 29/05/2001 ; 12/03/2002 ; 01/08/2002 ; 17/12/2002 ; 30/04/2003 ; 08/07/2003 ; 03/10/2003 ; 11/05/2004 ; 25/08/2004 ; 11/01/2005 ; 27/05/2005 ; 22/11/2005 ; 09/01/2006 ; 30/03/2006 ; 27/07/2006 et du 22/02/2007.

La plupart de ces arrêtés concerne plusieurs communes et peut associer plusieurs périodes distinctes. Le nombre total d'occurrences ainsi reconnues dans le département (en distinguant par commune et par période) s'élève à 179. Sur les 117 communes reconnues en état de catastrophe naturelle, 76 ont fait l'objet d'un seul arrêté et quatre communes (Castelnau-d'Oléron, Pennautier, Villegailhenc et Villeneuve-Minervois) ont fait l'objet de 4 arrêtés, ce qui constitue le maximum dans le département à ce jour (illustration 42).

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 (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).

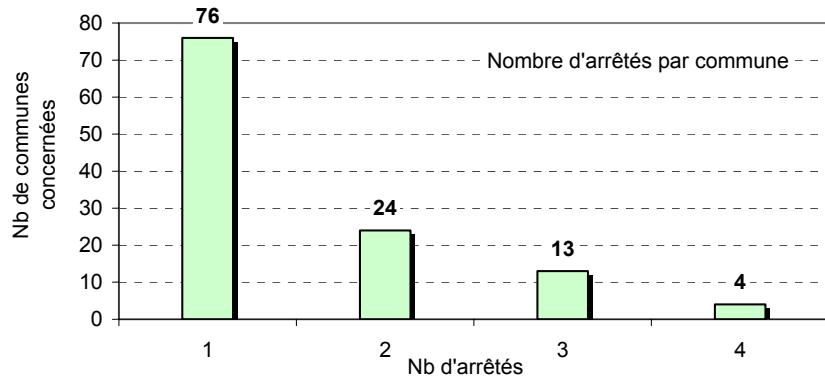


illustration 42 – Répartition du nombre d'arrêtés par commune

D'après les données disponibles sur le site www.prim.net à fin août 2006, ce nombre d'occurrences reconnues place l'Aude à la 28^{ème} position des départements français les plus touchés, très loin derrière certains départements du Sud-Ouest (1205 occurrences reconnues dans le Gers, 1353 en Haute-Garonne, 824 en Dordogne, par exemple). Si l'on se réfère au classement des départements français en termes de coût d'indemnisation (données CCR nov. 2006), l'Aude occupe la 29^{ème} place, loin derrière les départements très urbanisés de la région parisienne ou certains départements du Sud-Ouest comme la Haute-Garonne. Le coût cumulé d'indemnisation pour ces sinistres, dans le seul cadre du régime des catastrophes naturelles atteint néanmoins la somme de 33,1 millions d'euros d'après les estimations de la CCR (nov. 2006).

La liste des communes concernées est présentée en annexe 3, 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 43 précise les durées cumulées de reconnaissance d'état de catastrophe naturelle par commune (détaillées dans le tableau de l'illustration 44) ainsi que la localisation de ces communes.

Ces données indiquent 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 en effet 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.

L'analyse des données montre que pour certaines communes, les périodes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ont été continues : la fin d'une période correspondant à un arrêté était immédiatement suivie par le début de la période concernée par l'arrêté suivant. A cet égard, six communes sont remarquables puisque elles présentent des durées cumulées et continues supérieures à 8 ans sur la période 1989 – 1997 (Alet-les-Bains, Esperaza, Fraisse-Cabardès, Montazels, Pezens et Rouffiac-d'Aude).

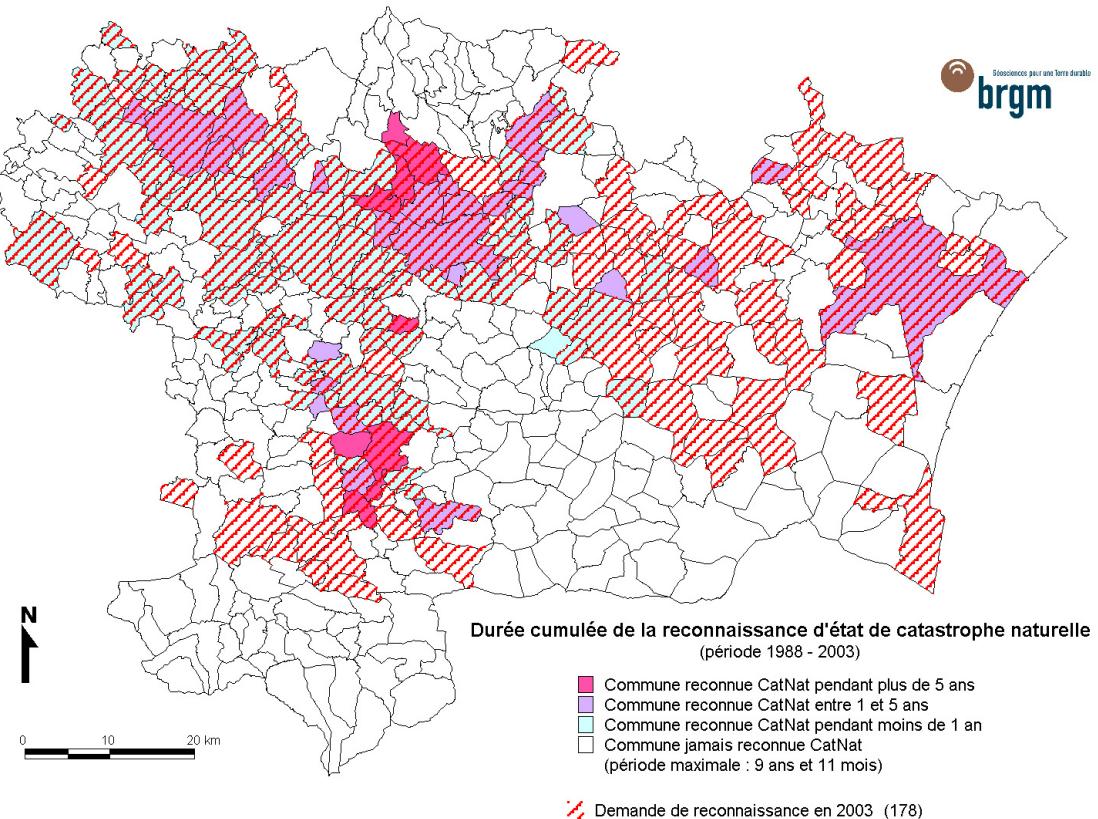


illustration 43 – Durées cumulées de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse par commune

On peut noter que l'analyse de la durée totale par commune des périodes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse intègre certaines années très pluvieuses (cas de 1996 notamment). Ce manque de corrélation entre période sinistrée et pluviométrie s'explique essentiellement par le retard de déclaration des sinistres par rapport à la période de sécheresse critique.

En effet, 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.

Il n'est pas exclu non plus que le gonflement des argiles, consécutif à la pluviométrie importante qu'a connue le département notamment en 1996, ait pu être ponctuellement à l'origine de certains sinistres, ou du moins ait aggravé les effets de mouvements différentiels antérieurs. Cette hypothèse est cependant rarement mise en évidence par les bureaux d'études, sauf dans les cas particuliers de villas construites en période de déficit hydrique sur des sols anormalement desséchés en fond de fouille et qui ont subi des désordres lors de la réhydratation.

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

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
AIGUES-VIVES																
AJAC																
ALAIGNE																
ALAIRAC																
ALET-LES-BAINS																
ALZONNE																
ANTUGNAC																
ARAGON																
ARQUETTES-EN-VAL																
ARZENS																
BADENS																
BAGNOLES																
BELLEGARDE-DU-RAZES																
BELPECH																
BELVEZE-DU-RAZES																
BERRIAC																
BOUILHONNAC																
BRAM																
BREZILHAC																
LES BRUNELS																
CAMBIEURE																
CARCASSONNE																
CARLIPA																
CASSAIGNES																
LES CASSES																
CASTELNAUDARY																
CAUNES-MINERVOIS																
CAUX-ET-SAUZENS																
CAVANAC																
CAZILHAC																
CENNE-MONESTIES																
CEPIE																
COMIGNE																
CONILHAC-CORBIERES																
CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE																
COURNANEL																
LA DIGNE-D'AMONT																
LA DIGNE-D'aval																
ESCUEILLENS-ET-SAINT-JUST-DE-BELENGARD																
ESPERAZA																
FANJEAUX																
FENDEILLE																
FENOUILLET-DU-RAZES																
FONTERS-DU-RAZES																
LA FORCE																
FRAISSE-CABARDES																
GAJA-ET-VILLEDIEU																
GORUVIEILLE																
GRAMAZIE																
ISSEL																
LABASTIDE-D'ANJOU																
LABECCEDE-LAURAGAIS																
LASBORDES																
LASSERRE-DE-PROUILLE																
LAURAGUEL																
LAVALETTE																
LIMOUX																
LUC-SUR-AUDE																
MAGRIE																
MALRAS																
MALVES-EN-MINERVOIS																
MAS-SAINTES-PUELLES																
MIREVAL-LAURAGAIS																
LAURABUC																
MONTAZELS																
MONTCLAR																
MONTFERRAND																
MONTRAT																
MONTLAUR																
MONREAL																
MOUSSOULENS																
MOUX																
NARBONNE																
PALAJA																
PAULIGNE																
PENNAUTIER																
PEXIORA																

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
PEYRENS																
PEZENS																
PLAVILLA																
POMAS																
POUZOLS-MINERVOIS																
PRADELLES-EN-VAL																
PUGINIER																
RAISSAC-SUR-LAMPY																
RENNES-LES-BAINS																
RIBOUISSÈ																
RICAUD																
ROQUETAILLADE																
ROUFFIAC-D'AUDE																
ROULLENS																
SAINTE-EULALIE																
SAINT-JULIEN-DE-BRIOLA																
SAINT-MARTIN-LALANDE																
SAINT-PAPOUL																
SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS																
SAINTE-POLYCARPE																
SERVIES-EN-VAL																
SOUILHANELS																
SOUILHE																
SOUPEX																
TREBES																
TREVILLE																
VENTENAC-CABARDES																
VILLALIER																
VILLARZEL-CABARDES																
VILLARZEL-DU-RAZES																
VILLASAVARY																
VILLEGAILHENC																
VILLEGLY																
VILLEMOUSTAUSSOU																
VILLENEUVE-LA-COMPTAL																
VILLENEUVE-LES-MONTREAL																
VILLENEUVE-MINERVOIS																
VILLEPINTE																
VILLESEQUANDE																
VILLESPY																

illustration 44 – Dates et durées de reconnaissance d'état de catastrophe naturelle

6.3. COLLECTE DES DONNEES DE SINISTRES

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

- la consultation des dossiers de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle disponibles à la Caisse Centrale de Réassurance ;
- une enquête auprès des communes touchées par le phénomène ;
- la consultation de dossiers communiqués par des assureurs, des bureaux d'études, et des experts d'assurance ;
- la prise en compte des dossiers de demande d'aide financière pour la sécheresse de l'été 2003, dans le cadre de la procédure exceptionnelle instituée par l'article 110 de la loi de finances pour 2006.

A chaque étape, les doublons (sinistres successifs sur le même site ou donnée redondante issue de sources parallèles) ont été éliminés.

La principale source d'informations provient d'une enquête effectuée auprès de toutes les communes qui ont été reconnues en état de catastrophe naturelle ou qui ont introduit une demande suite à la sécheresse de l'été 2003 pour ce phénomène. Cette enquête s'est faite par envoi d'un courrier adressé en date du 17 mai 2006, par

l'intermédiaire de la Préfecture, aux maires des communes reconnues en état de catastrophe naturelle à cette date et celles qui avaient introduit une demande de reconnaissance. Une relance des communes n'ayant pas répondu a été réalisée par courrier du BRGM, le 07 août 2006. Enfin, pour les communes n'ayant pas répondu à ces diverses sollicitations, des relances téléphoniques ont été réalisées directement par le BRGM en octobre 2006.

En définitive, ce sont 186 communes qui ont été interrogées. Au total 132 communes soit près de 71 % des communes interrogées ont répondu à la sollicitation. Le manque partiel de retour d'information des communes a été compensé par la collecte, sur ces communes, de sinistres recueillis dans le cadre de la procédure d'aide exceptionnelle notamment et par les données directement issues de la CCR. Au total, ce sont finalement 1 758 sites de sinistres qui ont été répertoriés à partir des réponses des communes. L'illustration 45 présente les sources de données valorisées pour la collecte des sinistres :

Source de donnée	Nombre de données	Organisme	Nombre de données (détail)
Organismes d'assurance	496	EXPERT	3
		MMA	2
		MAAF	1
		MAIF	8
		MATMUT	9
		CCR	473
Bureaux d'étude	3	Alpha-Sol	1
		G.F.C.	2
Autres	9	Particuliers	6
		Visite terrain	3
Communes	1758	Mairie	1758
Préfecture	96	Art. 110 LOF 2006	96
Total (y.c. doublons) : 2 362			

illustration 45 – Sources de recensement des sinistres

De nombreux sinistres sont mentionnés en doublons (source mairie et CCR par exemple). Après élimination des doublons, ce sont finalement **2 141 sites de sinistres** qui ont été recensés.

La localisation des sinistres a été effectuée sur fonds topographiques de l'IGN à 1/25 000. Ce travail a été réalisé grâce aux cartes de localisation renvoyées par les communes, à celles consultées dans les dossiers réalisés par les différents bureaux d'étude, ainsi que par la consultation du site internet www.mappy.fr, fournissant des plans à partir des adresses collectées. Ce travail de localisation des sinistres est orienté en fonction de l'objectif final de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles, à savoir globalement l'évaluation statistique du taux de sinistres par formation argileuse identifiée (§ 4.3). A cet égard, tout autant que la localisation géographique du sinistre, sa localisation au sein de telle ou telle formation argileuse est fondamentale. La démarche a été de définir, pour chaque sinistre recensé, un indice de localisation en fonction de la qualité des données recueillies :

- (x) : situation géographique précise du sinistre : c'est le cas lorsqu'un plan est fourni et qu'il est repérable sur les fonds IGN valorisés,
- (g) : situation géographique du sinistre imprécise mais formation argileuse concernée connue : c'est le cas lorsque que l'on dispose comme donnée, un nom de rue (ou une référence à un lotissement) repérable sur plan mais sans possibilité

de pointer l'adresse précise du sinistré et que l'ensemble de cette rue (ou lotissement) est situé au sein d'une même formation argileuse,

- (-) : situation géographique imprécise et impossibilité de garantir la nature de la formation argileuse concernée.

Cette analyse étant menée pour les 2 141 sinistres recensés, les résultats sont les suivants :

Qualité de situation	Nb de sinistres
Situation géographique précise (positionnement possible sur carte IGN 1/25 000)	1 267
Situation géographique imprécise (échelle communale) / formation argileuse connue	776
Sinistres effectivement valorisables	2 043
<i>Situation géographique imprécise (échelle communale) / formation argileuse inconnue</i>	<i>98</i>

illustration 46 – Localisation des sinistres, synthèse

La liste des sinistres et leurs coordonnées en projection Lambert II étendu, pour les 1 267 cas localisés avec précision, sont fournies en annexe 4. Pour des raisons de confidentialité, les noms et adresses des sinistrés, qui avaient été collectés pour supprimer les doublons, n'apparaissent pas dans ce tableau.

Cet échantillon peut être considéré comme représentatif de la sinistralité du département, étant donné la diversité des sources d'information et le bon taux de réponses des communes. Il faut noter que ce nombre total de sinistres est assez élevé mais reste cependant nettement inférieur à des départements du Sud-Ouest comme la Haute-Garonne où plus de 5 200 sinistres ont été répertoriés.

Les 2 141 sites de sinistres présumés se répartissent dans 152 communes du département dont 109 communes reconnues en état de catastrophe naturelle. Ces 109 communes rassemblent 1741 sinistres soit plus de 80 % des cas recensés. Pour les autres communes, il s'agit de sinistres (400 au total) qui ont fait l'objet de déclarations suite à la sécheresse de l'été 2003, mais pour lesquels la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle n'a pas abouti ou est encore en instance.

Le nombre de sinistres par commune est très variable :

- 52 communes (soit le tiers des communes sinistrées) comptent moins de 5 sinistres et représentent moins de 6 % des sinistres recensés,
- à l'inverse, 10 communes recensent plus de 40 sinistres et cumulent plus de 33 % des sinistres répertoriés,
- 2 communes seulement comptent plus de 100 sinistres chacune (149 à Carcassonne et 114 à Castelnau-d'Armagnac).

Cette répartition des désordres par commune révèle une concentration des dommages sur un petit nombre de communes, puisque les 10 communes les plus sinistrées, soit 6 % des communes concernées, regroupent à elles seules plus de 33 % des sinistres recensés. Cependant le nombre de communes touchées moyennement (entre 10 et 40 sinistres) est élevé (plus de 60 cas) et représente, en cumul, plus de 50 % des sinistres répertoriés.

INSEE	Nom de la commune	Nb de sinistres	INSEE	Nom de la commune	Nb de sinistres	Nb Arrêtés	Nb de sinistres	Nb de sinistres
11001	ANGLES-VIVES	2	11129	ESPERAZA	2	40	1	4
11002	ARROUX	1	11131	FA	3	3	3	6
11003	AJAC	1	11132	FAREZZAN	3	3	1	3
11004	ALAGNE	2	11136	FANJEAUX	1	8	1	1
11005	ALAIRAC	1	11138	FENDEILLE	1	4	9	23
11006	ALBAS	17	11139	FENOUILLET-DU-RAZES	1	3	6	4
11008	BALET-LES-BAINS	3	11148	FONTCOUVERTE	1	5	3	14
11009	ALZONNE	1	11149	FONTERS-DU-RAZES	1	5	1	6
11010	ANTUGNAC	2	11156	FRASSE-CABARDES	2	9	1	24
11011	ARAGON	2	11158	GAIA-ET-VILLEDIEU	1	15	2	13
11013	ARGENS-MINERVOIS	1	11164	GINESTAS	6	3	1	26
11014	ARMISSAN	2	11166	GOURVIEILLE	1	2	2	36
11016	ARQUETTES-EN-VAL	1	11167	GRAMAZIE	1	5	1	6
11018	ARZENS	1	11175	ISSEL	1	9	1	15
11023	BADENS	1	11119	LA DIGNE-DAMONT	3	11	1	7
11026	BAGNOLES	3	11120	LA DIGNE-DAYAL	1	10	1	4
11032	BELLEGARDE-DU-RAZES	1	11153	LA FORCE	1	15	1	2
11033	BELLEGACH	1	11376	LA SERPENT	2	2	2	18
11034	BELVEZE-DU-RAZES	1	11178	LABASTIDE-D'ANJOU	1	1	1	1
11035	BELVIENNES-ET-CAVIRAC	1	11181	LABECCE-DE-LA-UARGAS	2	13	1	4
11037	BERRIAC	1	11192	LABSORDIES	1	5	1	5
11041	BIZE-MINERVOIS	8	11193	LA SASSERE-DE-PROVILLE	1	5	1	7
11042	BLOMAC	1	11197	LAURAGUEL	1	15	1	15
11043	BOUILHONNAC	1	11199	LAVALLET	2	12	1	24
11045	BOURIGE	13	11054	LES BRUNELLS	1	7	1	1
11048	BOUTENAC	5	11074	LES CASSES	1	10	1	17
11049	BRAM	1	11202	LEUCATE	14	60	1	10
11050	BRENAC	3	11206	LIMOUX	2	17	1	16
11051	BREZILHAC	1	11209	LLOC-SUR-AUDE	2	3	1	10
11056	BUGARACH	9	11211	MAGRIE	2	3	1	4
11061	CAMBIEURE	1	11214	MALBES-EN-MINERVOIS	2	2	2	13
11063	CAMPAGNE-SUR-AUDE	41	11215	MALVES-EN-MINERVOIS	1	20	1	25
11064	CAMPLONG-D'AUDE	2	11217	MARCORIGNAN	2	2	3	14
11068	CAPENDU	2	11225	MAS-SAINTES-PUELLES	1	10	3	11
11069	CARCASSONNE	3	11240	MONTAZELS	3	11	1	2
11070	CARLIPA	2	11242	MONTCLAR	1	10	1	13
11071	CASCASTEL-DES-CORBIERES	2	11243	MONTFERRAND	1	15	4	56
11073	CASSAIGNES	1	11248	MONTJARDIN	1	4	2	21
11077	CASTELNAUDARY	1	11249	MONTJARDIN	2	2	3	49
11076	CASTELNAUDARY	4	114	11251	MONTLAUR	1	1	25
11081	CAUNES-MINERVOIS	1	18	11254	MONTREAL	1	6	1
11084	CAUX-ET-SAIZENS	3	35	11256	MONTSERET	1	1	2
11085	CAVANAC	1	2	11258	MOUSSAN	62	4	16
11086	CAVES	1	1	11259	MOUSSOULENS	3	3	34
11088	CAZILHAC	1	1	11261	MOUX	1	6	4
11089	CENNE-MONESTIES	1	1	11262	NARBONNE	1	1	1
11090	CEPIE	1	60	11263	NEBIAS	4	4	5
11095	COMIGNE	1	21	11272	PALAJA	2	93	1
11098	CONILHAC-CORBIERES	1	21	11274	PAULIGNE	2	19	1
11097	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	1	1	11277	PECHARIC-ET-LE-PY	1	1	1
11099	CONQUES-SUR-ORBIEL	3	1	11279	PENNAUTIER	4	15	18
11103	COUZINA	20	1	11281	PEXORA	1	35	1
11105	COURNANNE	1	15	11284	PEYRENS	2	32	29
11116	CUXAC-DAUDE	5	1	11288	PEZENS	2	1	1
11124	DURBAN-CORBIERES	38	1	11289	PIEUSSE	1	1	1
11128	ESQUEILLENS-ET-SAINT-JUST-DE-BELENGARD	6	1	11291	PLAVILLA	1	1	1

INSEE	Nom de la commune	Nb de sinistres	INSEE	Nom de la commune	Nb de sinistres	Nb Arrêtés	Nb de sinistres	Nb de sinistres
11129	POMAS	1	11293	POUZOLS-MINERVOIS	3	1	4	6
11296	POUZOLS-MINERVOIS	3	11298	PRADELLES-EN-VAL	1	1	3	3
11300	PUGNIER	1	11300	PUILLAN	1	1	9	9
11301	PUILLAN	1	11304	RAISSAC-SUR-LAMPY	2	2	2	4
11310	RENNES-LES-BAINS	3	11310	RENNES-LES-BAINS	3	3	14	14
11312	RBROUSSE	1	11312	ROUILLENS	1	1	6	6
11313	RICAUD	2	11313	RIEUX-MINERVOIS	1	1	24	24
11315	ROQUETAILLADE	1	11323	SAINTE-MARIE-LALANDE	2	2	13	13
11325	ROUFFAC-D'AUDE	2	11327	ROUILLENS	1	1	15	15
11327	ROUILLENS	1	11332	SAINTE-ANDRE-DE-ROQUELONGUE	1	1	7	7
11348	SAINTE-JULIEN-DE-BRIOLA	1	11348	SAINTE-MARIE-LALANDE	1	1	4	4
11353	SAINTE-MARCEL-SUR-AUDE	1	11353	SAINTE-MARIE-LALANDE	1	1	2	2
11356	SAINTE-MARTIN-LALANDE	2	11361	SAINTE-PAPOU	3	3	18	18
11363	SAINTE-PIERRE-DES-CHAMPS	1	11364	SAINTE-POLYCARPE	1	1	5	5
11366	SAINTE-COLOMBE-SUR-LIERS	1	11366	SAINTE-COLOMBE-SUR-LIERS	1	1	7	7
11370	SAINTE-EULALIE	1	11340	SAINTE-EULALIE	1	1	15	15
11374	SAINTE-ERIGNE	1	11375	SAINTE-MER-VAL	1	1	24	24
11382	SOUH-CHANELS	1	11382	SOUH-CHANELS	1	1	17	17
11383	SOUH-CHANELS	1	11383	SOUH-CHANELS	1	1	10	10
11385	SOUPIX	1	11385	SOUPIX	1	1	16	16
11397	TREBES	1	11397	TREBES	1	1	10	10
11399	TREVILLE	1	11399	TREVILLE	1	1	4	4
11404	VENTENAC-CABARDES	2	11405	VENTENAC-EN-MINERVOIS	2	2	25	25
11410	VILLALER	1	11410	VILLALER	3	3	14	14
11416	VILLARZEL-CABARDES	3	11417	VILLARZEL-DU-RAZES	1	1	2	2
11417	VILLARZEL-DU-RAZES	1	11418	VILLASAVARY	1	1	13	13
11425	VILLEGAUTHEN	4	11426	VILLEGAUTHEN	2	2	21	21
11429	VILLEMOUSTAISOU	3	11429	VILLEMOUSTAISOU	1	1	49	49
11430	VILLENEUVE-LA-COMPTEAU	1	11430	VILLENEUVE-LA-COMPTEAU	1	1	25	25
11432	VILLENEUVE-MINERVOIS	1	11432	VILLENEUVE-MINERVOIS	4	4	16	16
11434	VILLEPINT	3	11434	VILLEPINT	3	3	34	34
11437	VILLESEQUELANDE	2	11437	VILLESEQUELANDE	2	2	4	4
11439	VILLESY	1	11441	VINASSAN	1	1	6	6
11441	VINASSAN	1	11441	VINASSAN	1	1	5	5
11445	LAURABUC	1	11445	LAURABUC	1	1	1	1
11454	MIREVAL-AUDE	1	11454	MIREVAL-AUDE	1	1	1	1

illustration 47 – Nombre de sinistres recensés par commune

D'un point de vue géographique (illustration 48), les communes les plus sinistrées sont situées dans le bassin de l'Aude (haute et moyenne vallée) et du Fresquel, ainsi que sur le versant sud de la Montagne Noire.

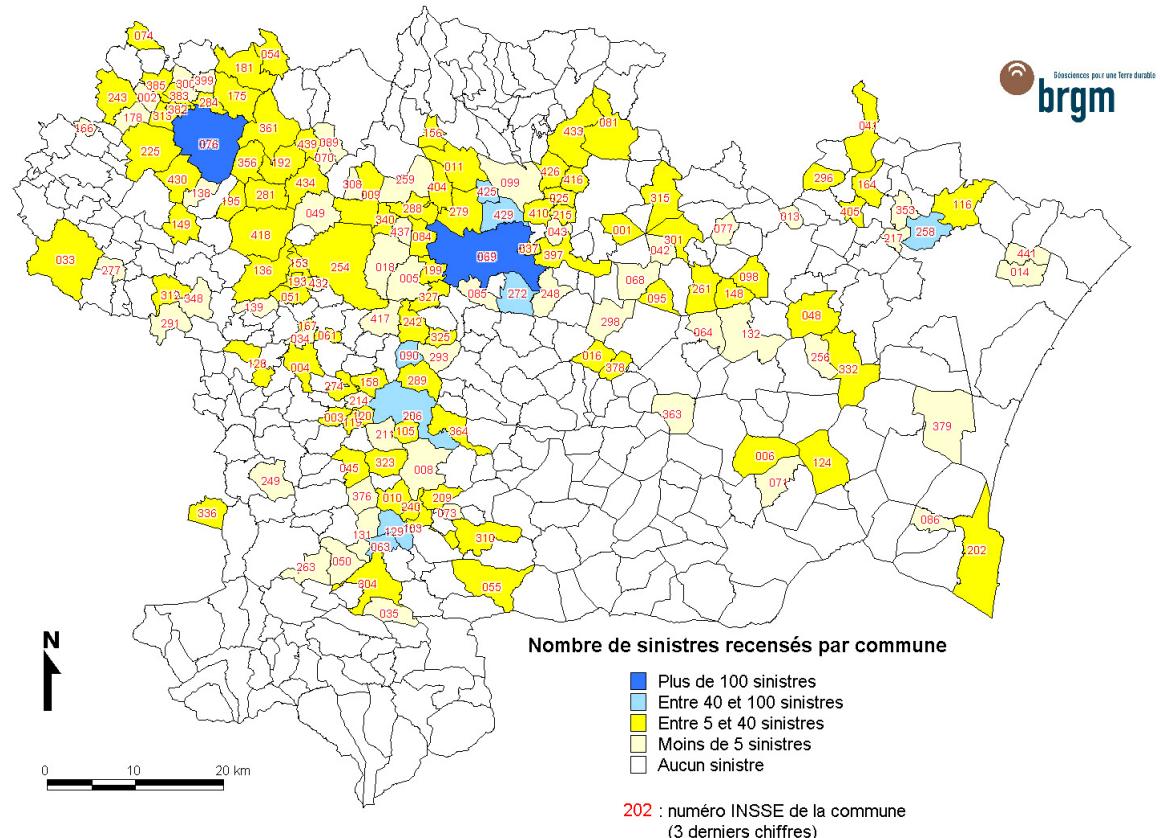


illustration 48 – Répartition des sinistres recensés par commune

6.4. REPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION GEOLOGIQUE ET DENSITES DE SINISTRES

La nature géologique des terrains affleurants constituant le principal facteur de prédisposition au phénomène de retrait-gonflement, la répartition des sinistres par formation géologique est étudiée. Pour chacun des 2 043 sinistres recensés et localisés avec suffisamment de précision du point de vue géologique, le croisement avec la carte des formations argileuses permet de déterminer la nature de la formation concernée (illustration 49). Pour chaque formation argileuse identifiée sont ainsi indiqués le nombre de sinistres, la superficie de la formation, et la densité de sinistres pour 100 km² (illustration 50).

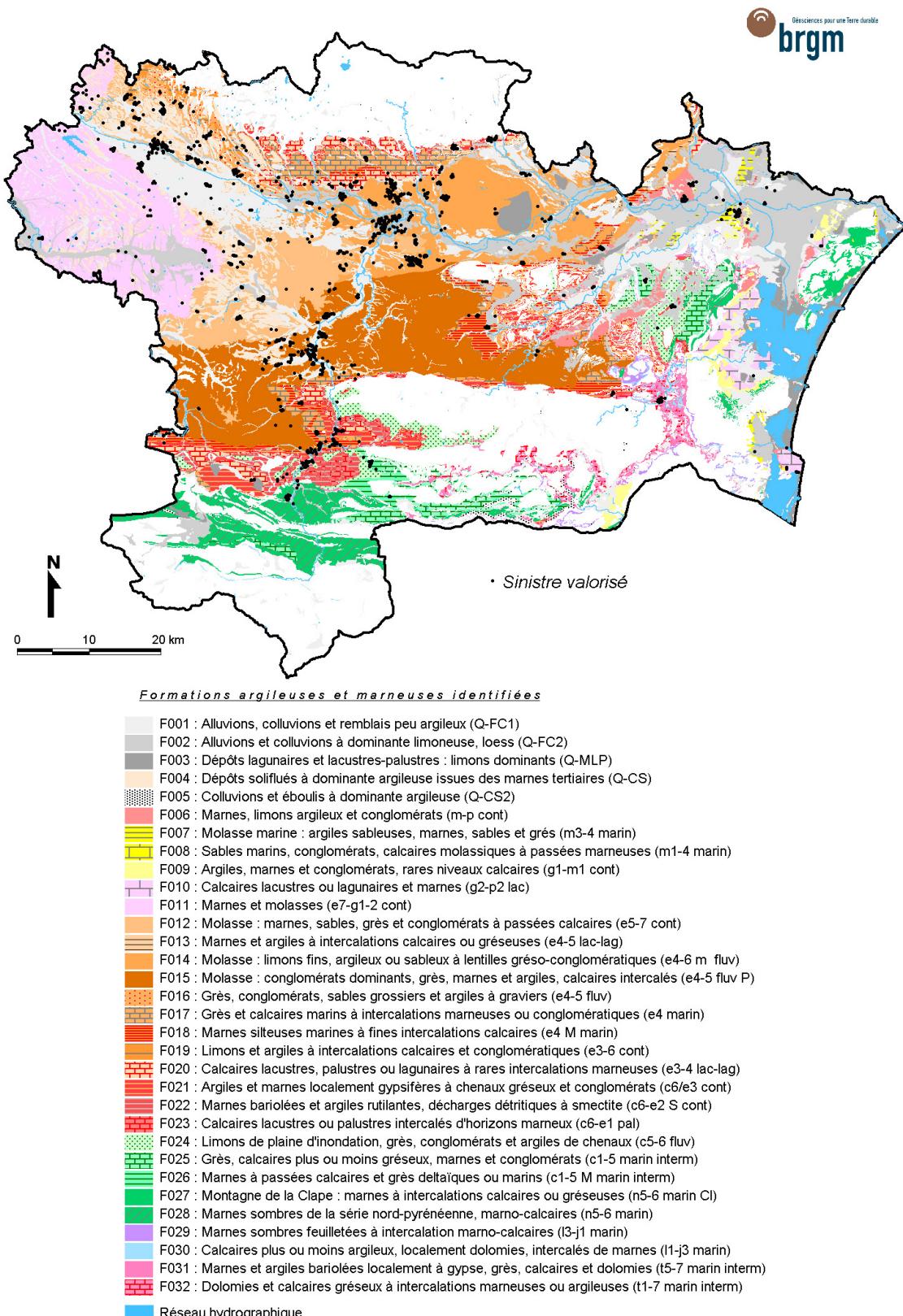


illustration 49 – Carte de répartition des sinistres par formation géologique

Il apparaît ainsi que 99,3% des sinistres sont localisés sur des formations identifiées comme argileuses ou marneuses, alors que ces dernières n'occupent que 68,8 % de la surface du département. La densité de sinistres est plus de 60 fois plus importante pour l'ensemble des formations argileuses et marneuses que pour les formations *a priori* non argileuses.

DESCRIPTION		Surface (km ²)	% Surf. Totale	Nb Sinistres	Densité pour 100 km ²
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	11,5%	376	51,7
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	9,5%	236	39,1
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	1,7%	1	0,9
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3,4%	160	73,9
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	0,3%	7	38,2
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	52,9	0,8%	47	88,8
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grès (m3-4 marin)	12,3	0,2%	5	40,5
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	0,1%	1	18,5
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	0,6%	5	12,6
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	0,8%	11	22,7
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	337,0	5,3%	77	22,8
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	3,8%	227	94,5
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	0,1%	-	-
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	5,4%	377	109,4
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	525,1	8,3%	116	22,1
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	0,6%	48	135,5
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1,9%	58	47,6
	F018 : Marnes siliceuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	1,5%	87	93,5
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	0,3%	9	55,0
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1,5%	44	46,4
	F021 : Argiles et marnes localement gypsiférées à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	89,1	1,4%	37	41,5
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	1,3%	21	25,3
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	20,4	0,3%	-	-
CRETACE SUPERIEUR	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	1,4%	26	28,5
	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	1,1%	3	4,4
CRETACE INFERIEUR	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	37,7	0,6%	19	50,4
	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	28,5	0,4%	-	-
JURASSIQUE	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	192,9	3,0%	11	5,7
	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	17,2	0,3%	-	-
TRIAS	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	12,4	0,2%	-	-
	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	0,8%	16	32,7
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	0,4%	4	16,4
FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES		4 358,0	68,8%	2 029	46,6
RESEAU HYDROGRAPHIQUE (y.c. étangs)		129,6	2,0%	-	-
FORMATIONS NON RETENUES COMME ARGILEUSES		1 844,8	29,1%	14	0,8
TOTAL DEPARTEMENT		6 332,5	100,0%	2 043	32,3

illustration 50 – Tableau de répartition des sinistres par formation géologique

Ces résultats indiquent une assez bonne corrélation entre la carte de répartition des sinistres et celle des faciès argileux. Néanmoins, 5 formations argileuses retenues comme tel ne présentent aucun sinistre. Il s'agit de :

- F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag) ;
- F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal) ;
- F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl) ;
- F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin) ;
- F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin).

Ceci peut s'expliquer pour des raisons diverses :

- la surface d'affleurement de chacune de ces formations est faible, moins de 20 km², voire très faible comme pour F013 qui présente la surface d'affleurement la plus faible (5 km²) et dans une moindre mesure pour F030 (12 km²) ;

- la formation peut-être, qui plus est, peu urbanisée (en l'absence de construction, aucun sinistre ne peut se produire) ;
- la formation effectivement prise en compte intègre des niveaux argileux ou marneux discontinus lesquels ne sont probablement pas affectés dans les secteurs urbanisés. On note à cet égard que les 5 formations considérées sont décrites comme présentant des intercalations non-argileuses significatives (calcaires, dolomies ou grès).

Par ailleurs, 14 sinistres sont localisés sur des formations *a priori* non argileuses. La distribution de ces sinistres s'effectue comme suit :

- géographiquement sur 7 communes réparties sur une grande partie du territoire départemental, avec 2 communes (Caunes-Minervois et Durban-Corbières) rassemblant 9 des 14 cas évoqués ;
- géologiquement affectant 2 grands ensembles et ponctuellement des faciès isolés :
 - schistes cambro-ordoviciens de la Montagne Noire (5 sinistres) : flyschs de Caunes-Minervois représentés par une série noire gréso-pélitique et « schistes violets » du groupe de Saint-Pons-Cabardès ;
 - schistes carbonifères : grès, conglomérats et tufs du Stéphanien (5 sinistres) ;
 - calcaires dévonien (Paléozoïque) et calcaire éocène (2 sinistres) ;
 - granite de Labécède-Lauragais, orthogneiss de Saissac : probablement altérites associées (2 sinistres).

La présence de ces sinistres peut s'expliquer de la façon suivante :

- certaines formations considérées comme *a priori* non argileuses peuvent contenir localement des lentilles ou des placages d'argiles non cartographiés. Ceci concerne en particulier les horizons calcaires éocènes ou dévonien qui peuvent ponctuellement être recouverts de colluvions superficielles ou localement altérés ;
- certaines formations ont été identifiées comme non-argileuses comme les formations métamorphiques (schistes) et qui peuvent comprendre des niveaux argileux développés sous l'effet de l'altération superficielle (non cartographiée) ;
- quelques sinistres attribués au retrait-gonflement des argiles peuvent être dus en réalité à d'autres phénomènes (tassement de remblais locaux ou de sols compressibles, mouvement de terrain gravitaire, défauts de construction, choc thermique sur les enduits de façade, etc.) qui lors du recensement ne sont pas discriminés du phénomène étudié de retrait-gonflement des sols argileux ;
- enfin il faut rappeler que certains contours de formations géologiques peuvent être localement inexacts et aussi qu'il n'est pas impossible que quelques sinistres soient mal localisés.

Parmi les formations argileuses ou marneuses, 6 formations identifiées (soit 60 % des surfaces affleurantes) contiennent 75 % des sinistres. Ces formations présentent plus de 100 sinistres chacune :

- Formations quaternaires
 - F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)
 - F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)

- F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)
- Formations molassiques éocènes :
 - F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)
 - F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréo-conglomératiques (e4-6 m fluv)
 - F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)

Les densités de sinistres varient entre 1 et 136 sinistres pour 100 km² de formation affleurante. La moyenne est de l'ordre de 47 sinistres pour 100 km² de formation affleurante. Les formations molassiques et détritiques de l'Éocène (F014 et F016) sont les plus affectées de ce point de vue.

6.5. FREQUENCE D'OCCURRENCE RAPPORTEE A LA SURFACE URBANISEE

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 très peu habité aura moins de risque de donner lieu à des sinistres sur le bâti qu'une formation très urbanisée. Cela explique que l'on ait été amené à raisonner sur les densités de sinistres par formation géologique, ramenées à 100 km² de surface effectivement urbanisée.

6.5.1. Détermination de la densité de sinistres par formation

Les contours des zones urbanisées ont été tracés à partir des cartes topographiques IGN à l'échelle 1/25 000. Ils ont ensuite été numérisés (illustration 51) et superposés à la carte synthétique des formations argileuses et marneuses. Ceci a permis de calculer, pour chacune des 32 formations argileuses ou marneuses du département, la surface d'affleurement qui se trouve être réellement urbanisée. La surface totale des zones urbanisées du département a été ainsi estimée à 92,4 km², soit environ 1,5 % de la superficie du département.

La superposition de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses avec celle des zones urbanisées montre que la surface totale occupée par les zones urbanisées dans les formations géologiques argileuses et marneuses est de 84,3 km², soit moins de 2 % de leur surface totale d'affleurement.

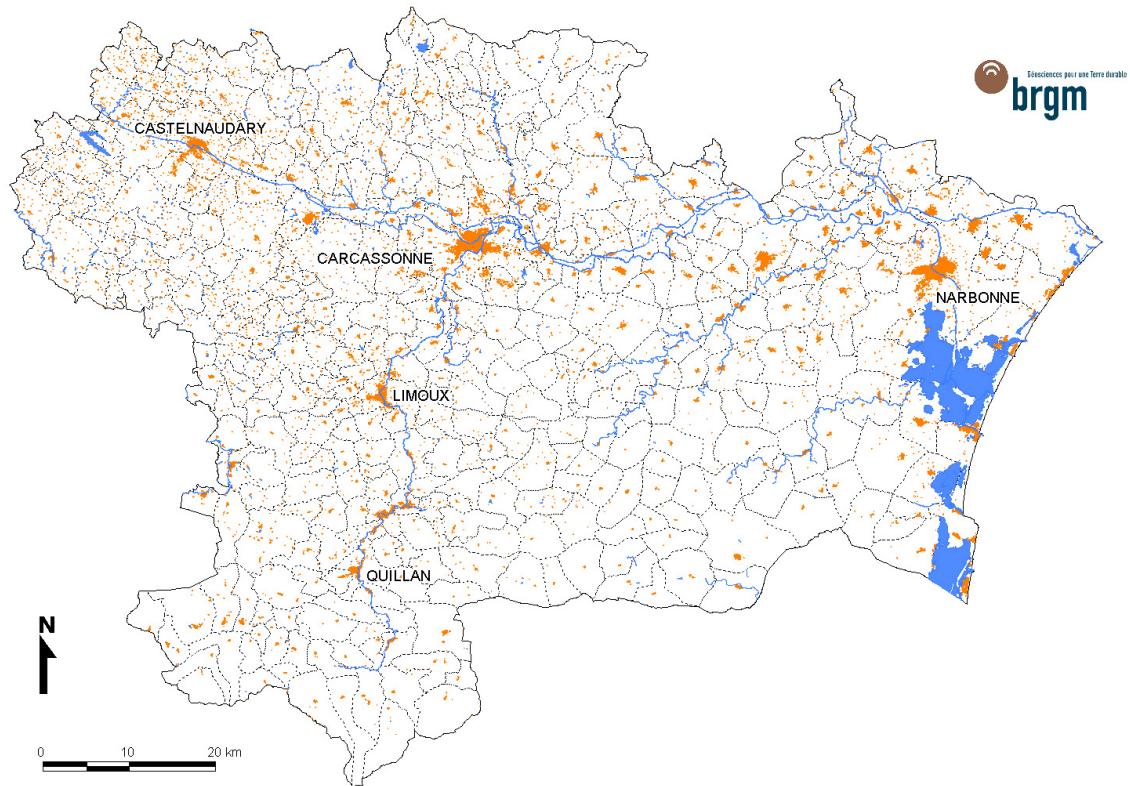


illustration 51 – Carte des surfaces urbanisées du département de l'Aude

Les surfaces urbanisées et le nombre de sinistres recensés sont indiqués pour chaque formation géologique argileuse sur l'illustration 52. Ces éléments permettent de calculer des densités de sinistres par formation géologique, en prenant en compte la surface urbanisée de la formation. Les résultats montrent que la prise en compte du taux d'urbanisation modifie sensiblement la hiérarchisation des formations géologiques en termes de densité de sinistres, dans la mesure où le taux d'urbanisation varie d'une formation à l'autre.

Dans l'ensemble, la densité moyenne de sinistres affectant les formations argileuses, ramenée à 100 km² de surface urbanisée, est élevée de l'ordre de 2 400. Les formations les plus touchées de ce point de vue sont, par ordre décroissant :

- F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm) ;
- F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin) ;
- F004 et F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse issues ou non des marnes tertiaires (Q-CS, Q-CS2) ;
- F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv) ;
- F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont) ;
- F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag).

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

Description		Surface (km ²)	% de la surface totale	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation	Nombre de sinistres	Densité de sinistres pour 100 km ² urb.	Note de densité de sinistres
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	11,5%	25,15	3,5%	376	1 495	1
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	9,5%	20,84	3,5%	236	1 133	1
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	1,7%	4,77	4,5%	1	21	1
	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3,4%	2,10	1,0%	160	7 611	3
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	0,3%	0,07	0,4%	7	9 476	3
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	52,9	0,8%	1,33	2,5%	47	3 529	2
	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	12,3	0,2%	0,79	6,4%	5	635	1
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	0,1%	0,29	5,3%	1	347	1
OLIGOCENE (Eocène terminal -> Miocène basal)	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	0,6%	0,41	1,0%	5	1 224	1
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	0,8%	0,84	1,7%	11	1 316	1
	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	337,0	5,3%	2,70	0,8%	77	2 857	2
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	3,8%	4,36	1,8%	227	5 212	3
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	0,1%	0,01	0,2%	0	-	N.S.
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	5,4%	11,91	3,5%	377	3 166	2
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	525,1	8,3%	1,99	0,4%	116	5 840	3
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	0,6%	0,54	1,5%	48	8 929	3
	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1,9%	0,79	0,6%	58	7 365	3
	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	1,5%	0,70	0,8%	87	12 459	3
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	0,3%	0,10	0,6%	9	8 650	3
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1,5%	0,53	0,6%	44	8 233	3
	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	89,1	1,4%	0,63	0,7%	37	5 875	3
PALEOCENE Crétacé terminal -> Paléocène	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	1,3%	0,39	0,5%	21	5 421	3
	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	20,4	0,3%	0,03	0,2%	0	-	N.S.
	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	1,4%	0,55	0,6%	26	4 689	2
CRETACE SUPERIEUR	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	1,1%	0,23	0,3%	3	1 313	1
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	37,7	0,6%	0,15	0,4%	19	13 038	3
	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	28,5	0,4%	0,31	1,1%	0	0	1
CRETACE INFÉRIEUR	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénénne, marno-calcaires (n5-6 marin)	192,9	3,0%	1,27	0,7%	11	865	1
	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	17,2	0,3%	0,03	0,2%	0	-	N.S.
JURASSIQUE	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	12,4	0,2%	0,01	0,1%	0	-	N.S.
	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	0,8%	0,25	0,5%	16	6 469	3
TRIAS	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	0,4%	0,23	0,9%	4	1 755	1
	FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES	4 358,0	68,8%	84,3	1,9%	2 029	2 407	
RESEAU HYDROGRAPHIQUE (y.c. étangs)		129,6	2,0%	-	-	-	-	
FORMATIONS NON RETENUES COMME ARGILEUSES		1 844,8	29,1%	8,09	0,4%	14	173	
TOTAL DEPARTEMENT		6 332,5	100,0%	92,4	1,5%	2 043	2 212	

illustration 52 – Densité de sinistres par formation ramenée à 100 km² de surface urbanisée et détermination de la note densité de sinistres

Les formations dont la sinistralité est la plus faible se retrouvent parmi les dépôts quaternaires (alluvions peu argileuses), les formations miocènes molassiques à composante sablo-gréseuse dominante et les formations gréseuses et carbonatées du Crétacé pour l'essentiel.

6.5.2. Détermination du critère densité de sinistres

Ces résultats (illustration 52) indiquent que la densité de sinistres rapportée à 100 km² d'affleurement réellement urbanisé est en moyenne de 2 407 pour les formations argileuses ou marneuses (elle s'élève à 2 212 pour l'ensemble du département), alors qu'elle est de 173 pour les formations jugées *a priori* non argileuses, ce qui justifie *a posteriori* leur sélection.

Afin de hiérarchiser les formations argileuses selon leur degré de sinistralité, c'est ce seuil moyen de 2 400 sinistres pour 100 km² urbanisés qui a été retenu comme référence et à partir duquel ont été définies les coupures suivantes pour l'attribution de notes caractérisant la sinistralité :

- *note 1* : moins de 2 400 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité inférieure à la moyenne des zones argileuses) ;
- *note 2* : entre 2 400 et 4 800 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité supérieure à la moyenne des zones argileuses et inférieure à deux fois cette moyenne) ;
- *note 3* : plus de 4 800 sinistres pour 100 km² de surface urbanisée dans la formation (ce qui correspond aux formations ayant une densité supérieure à deux fois la moyenne des zones argileuses).

La note caractérisant ainsi la sinistralité des formations argileuses du département est indiquée dans la dernière colonne de l'illustration 52. Il faut noter que pour les formations présentant les surfaces urbanisées très réduites (inférieure à 0,05 km²) pour lesquelles aucun sinistre n'est recensé, la note théorique calculée (valeur 1) peut ne pas être très significative.

Le calcul d'une densité de sinistre n'est pas possible puisque la prise en compte d'un seul évènement suffirait à faire passer la densité de sinistre de nulle à forte. Dans ces cas, aucune valeur n'est indiquée pour ce paramètre, considéré comme non significatif (N.S. dans l'illustration 52).

Au final, la distribution des notes de densité de sinistres rapportées aux surfaces effectivement urbanisées s'effectue comme suit :

- note de densité de sinistre élevée (valeur 3)..... 13 formations ;
- note de densité de sinistre moyenne (valeur 2) 4 formations ;
- note de densité de sinistre faible (valeur 1)..... 11 formations ;
- note de densité de sinistre non significative (valeur N.S.)..... 4 formations.

Ces résultats montrent que parmi les formations de susceptibilité moyenne 83 % d'entre elles ont une sinistralité moyenne ou forte (ou non significative) et que parmi les formations de susceptibilité faible 77 % d'entre elles ont une sinistralité faible (ou non significative) ce qui confirme la cohérence à la démarche cartographique.

Néanmoins, on note que 3 formations de susceptibilité faible présentent une note de sinistralité élevée, il s'agit, par ordre décroissant de taux de sinistralité des formations :

- F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm) ;
- F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin) ;
- F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm).

Cette « non conformité » des résultats résulte à notre sens pour partie de la qualité des sinistres recensés et pour autre part des coupures de classes réalisées.

La formation F026 est située en limite de classe (indice de susceptibilité de 2,0 – cf. § 5.5.2) et l'attribution de la note de susceptibilité renvoie une note de 1 (faible). Le taux de sinistralité de cette formation se rapporte à 19 sinistres répartis dans 2 communes dont une (Bugarach – 9 sinistres déclarés) n'a jamais été reconnue en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène (demande de reconnaissance pour l'été 2003 rejetée par la commission interministérielle en charge des dossiers). En outre, cette formation possède une des plus faibles surfaces urbanisée pour lesquelles des sinistres ont été répertoriés ce qui peut avoir tendance à surévaluer la note de sinistralité.

Pour la formation F031 (argiles du Trias), la totalité des sinistres (38) est situé sur la seule commune de Durban-Corbières, jamais reconnue en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène (demande 2003).

Enfin pour la formation F017 (Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques, e4 marin), le taux de sinistralité élevé peut correspondre à la concentration de sinistres au sein d'ensembles plus marneux effectivement urbanisés, au sein d'une formation à dominante assez largement non argileuse (note lithologique de 1 caractérisant la majeure partie des *calcaires à Alvéolines*).

Pour conclure, il est rappelé que :

- la note de susceptibilité est élaborée à partir de recouplements d'informations variées (notices des cartes, descriptions, visites de terrain) et d'appréciations physiques (analyses minéralogiques, essais géotechniques) ;
- la note de sinistralité est calculée à partir de recensements en grande partie non validés (déclarations de sinistres par les communes généralement réalisée en vue du montage d'une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle).

Ces différentes considérations nous incitent à conserver les notes de susceptibilité proposées pour ces trois formations somme toute « atypiques ».

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

Description		Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation	Nombre de sinistres	Densité de sinistres pour 100 km ² urb.	Note de densité de sinistres	Note de susceptibilité
CRETACE SUPERIEUR	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	0,15	0,4%	19	13 038	3	1
EOCENE	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	0,70	0,8%	87	12 459	3	2
QUATERNNAIRE	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	0,07	0,4%	7	9 476	3	2
EOCENE	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	0,54	1,5%	48	8 929	3	2
EOCENE	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	0,10	0,6%	9	8 650	3	2
EOCENE	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	0,53	0,6%	44	8 233	3	2
QUATERNNAIRE	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	2,10	1,0%	160	7 611	3	2
EOCENE	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	0,79	0,6%	58	7 365	3	1
TRIAS	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	0,25	0,5%	16	6 469	3	1
PALEOCENE	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	0,63	0,7%	37	5 875	3	2
EOCENE	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	1,99	0,4%	116	5 840	3	2
PALEOCENE	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	0,39	0,5%	21	5 421	3	3
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	4,36	1,8%	227	5 212	3	2
CRETACE SUPERIEUR	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	0,55	0,6%	26	4 689	2	2
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	1,33	2,5%	47	3 529	2	2
EOCENE	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	11,91	3,5%	377	3 166	2	2
OLIGOCENE	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	2,70	0,8%	77	2 857	2	2
TRIAS	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	0,23	0,9%	4	1 755	1	1
QUATERNNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	25,15	3,5%	376	1 495	1	1
OLIGO-PLIOCENE	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	0,84	1,7%	11	1 316	1	2
CRETACE SUPERIEUR	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	0,23	0,3%	3	1 313	1	1
OLIGO-MIOCENE	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	0,41	1,0%	5	1 224	1	2
QUATERNNAIRE	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	20,84	3,5%	236	1 133	1	1
CRETACE INFERIEUR	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénénne, marno-calcaires (n5-6 marin)	1,27	0,7%	11	865	1	1
MIO-PLIOCENE	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)	0,79	6,4%	5	635	1	2
MIO-PLIOCENE	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	0,29	5,3%	1	347	1	1
QUATERNNAIRE	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	4,77	4,5%	1	21	1	1
CRETACE INFERIEUR	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	0,31	1,1%	0	0	1	1
EOCENE	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	0,01	0,2%	0	-	N.S.	2
PALEOCENE	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	0,03	0,2%	0	-	N.S.	1
JURASSIQUE	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (I3-j1 marin)	0,03	0,2%	0	-	N.S.	2
JURASSIQUE	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (I1-i3 marin)	0,01	0,1%	0	-	N.S.	1
FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES		84,3	1,9%	2 029	2 407		
RESEAU HYDROGRAPHIQUE (y.c. étangs)		-	-	-	-		
FORMATIONS NON RETENUES COMME ARGILEUSES		8,1	0,4%	14	173		
TOTAL DEPARTEMENT		92,4	1,5%	2 043	2 212		

illustration 53 – Classement des formations par densité de sinistres ramenée à la surface urbanisée et rappel de la susceptibilité

7. Carte d'aléa

7.1. DETERMINATION DU NIVEAU D'ALEA

L'aléa retrait-gonflement des argiles est, par définition, la probabilité d'occurrence du phénomène. Le niveau d'aléa a été ici évalué, de manière purement qualitative, pour chaque formation argileuse et marneuse, en combinant la susceptibilité et la densité de sinistres. La susceptibilité des formations argileuses et marneuses identifiées a été caractérisée à partir de la moyenne des notes attribuées pour chacun des critères lithologique, minéralogique et géotechnique, comme indiqué au chapitre 5. L'indice de susceptibilité ainsi obtenu a été décliné en trois classes, qualifiées respectivement par une susceptibilité faible, moyenne et forte, et prend donc la valeur 1, 2 ou 3.

Pour le critère de sinistralité, le paramètre utilisé est la densité de sinistres rapportée à 100 km² d'affleurement réellement urbanisé. Selon la valeur de cette densité par rapport aux valeurs seuils, la note de densité de sinistres ainsi attribuée prend également la valeur 1, 2 ou 3.

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

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

Pour les formations dont la note de densité de sinistres est jugée non significative (illustration 52), la niveau d'aléa est pris égal au niveau de la susceptibilité de la formation considérée (illustration 37). Le classement est présenté sur l'illustration 54. L'analyse des résultats montre que :

- une unique formation est classée en aléa fort vis à vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles. Il s'agit de la formation F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont) ;
- quinze formations sont classées en aléa moyen dont les plus étendues en superficie sont les formations molassiques de l'Éocène et les dépôts de pente associés (F004) :
 - o F015 : Molasse, conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P) formant l'ensemble des *Poudingues de Palassou* ;
 - o F014 : Molasse, limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréo-conglomératiques (e4-6 m fluv) formant la *Molasse de Carcassonne* ;

Description	Surface (km ²)	Note géotechnique	Note de susceptibilité de sinistre	Note de densité de sinistre	Indice d'aléa	Note d'aléa
		1	2	3	4	5
F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	1	1	1	1	1
F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	2	1	1	1	3
F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	2	1	1	1	3
F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3	3	3	3	7
F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	3	2	3	2	2
F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p-cont)	52,9	3	3	3	2	6
MIO-PLIOCENE						
F007 : Molasse marine : argiles sabieuses, marnes, sables et grès (m3-4 marin)	12,3	3	3	3	2	1
F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	1	1	2	1	1
F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	3	2	3	2	1
OLIGOCENE (Eocène terminal → Miocène basal)						
F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	2	3	3	2	1
F011 : Marnes et molasses (e7-q1-2 cont)	337,0	3	3	3	2	6
F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	2	3	3	2	3
F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	3	2	3	2	2
F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	3	3	2	2	6
EOCENE						
F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv)	525,1	2	3	2	2	3
F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	2	3	2	2	3
F017 : Grès et calcaires marnes à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1	2	2	1	5
F018 : Marnes siliceuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	4	1	2	2	3
F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	3	2	2	2	3
PALÉOCENE Crétacé terminal → Paléocène						
F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaire à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1	3	4	2	3
F021 : Argiles et marnes localement gypsiées, à chenaux gréseux et conglomératiques (c6/e3 cont)	89,1	3	1	3	2	3
F022 : Marnes bariolées et argiles rutiliantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	3	3	4	3	9
F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marnieux (c6-e1 pal)	20,4	1	3	-	1	1
CRETACE SUPERIEUR						
F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	2	3	2	2	6
F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	2	1	1	1	3
F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 marin interm)	37,7	3	1	2	1	5
JURASSIQUE						
F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (f5-6 marin Cl)	28,5	2	1	1	1	3
INFERIEUR						
F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (h5-6 marin)	192,9	2	1	1	1	3
F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (3-11 marin)	17,2	3	1	3	-	2
F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomiques, intercalés de marnes (l1-13 marin)	12,4	1	2	1	-	1
TRIAS						
F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	3	1	2	1	5
F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	1	1	-	1	3

illustration 54 – Calcul du niveau d'aléa des formations argileuses et marneuses

- F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont) formant les *Molasses supérieures de Saint-Félix-Lauragais* ;
- F012 : Molasse, marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont) formant la *Molasse de Castelnau-dary*.

Ces formations et les dépôts soliflués à dominante argileuse issues de ces versants pour l'essentiel (F004 / Q-CS) présentent des surfaces d'affleurement supérieures à 200 km².

- seize formations sont considérées comme présentant un aléa faible vis à vis du phénomène de retrait-gonflement. Il s'agit pour les plus étendues notamment :
 - des formations quaternaires limoneuses ou peu argileuses (F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1) et F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)) représentant plus de 600 km² de surface d'affleurement chacune ;
 - des Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne et marno-calcaires (F028, n5-6 marin) représentant près de 200 km² de surface d'affleurement.

La répartition schématique des surfaces d'affleurement par classe d'aléa à l'échelle départementale est représentée sur l'illustration 55.

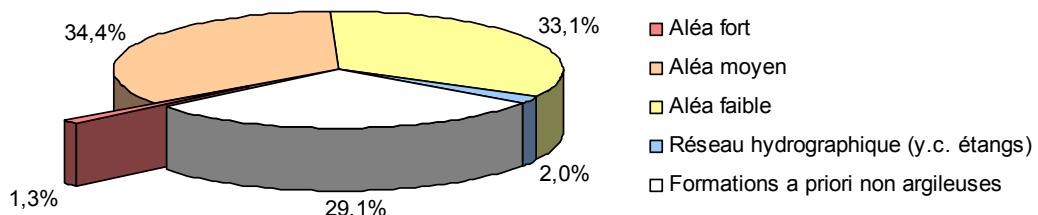


illustration 55 – Comparaison de la superficie des terrains en fonction de la classe d'aléa

La formation classée en aléa fort occupe 1,3 % de la surface départementale. Les quinze formations classées en aléa moyen couvrent 34,4 % de cette surface et les seize formations reconnues en aléa faible occupent 33,1 % du département. Les formations *a priori* non argileuses représentent également près du tiers de la superficie totale de l'Aude.

7.2. CARTE D'ALEA

La carte départementale d'aléa a été tracée à partir de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses, en attribuant à chacune des formations identifiées la classe d'aléa définie ci-dessus (illustration 56).

Le résultat de cette carte est présentée en carte hors-texte n°3 à l'échelle 1/125 000 (où les sinistres, les zones urbanisées et les contours des communes sont également reportés). Son échelle de validité est le 1/50 000, puisque les contours sont issus des cartes géologiques à cette même échelle.

Les zones blanches de la carte correspondent aux formations *a priori* non argileuses, et donc théoriquement dépourvues de tout aléa. Elles couvrent 29,1 % de la superficie départementale (hors réseau hydrographique). Il n'est toutefois pas exclu que, sur ces

derniers secteurs considérés d'aléa *a priori* nul, se trouvent localement des zones argileuses d'extension limitée, notamment dues à l'hétérogénéité de certaines formations essentiellement sableuses ou à l'altération localisée de formations. Ces placages ou lentilles argileuses, non cartographiés sur les cartes géologiques (et pour la plupart non cartographiables à l'échelle départementale), sont susceptibles de provoquer localement des sinistres.

Les formations argileuses et marneuses sont représentées par deux couleurs (jaune, et orange) selon leur niveau croissant d'aléa retrait-gonflement (qualifié respectivement de faible et moyen) :

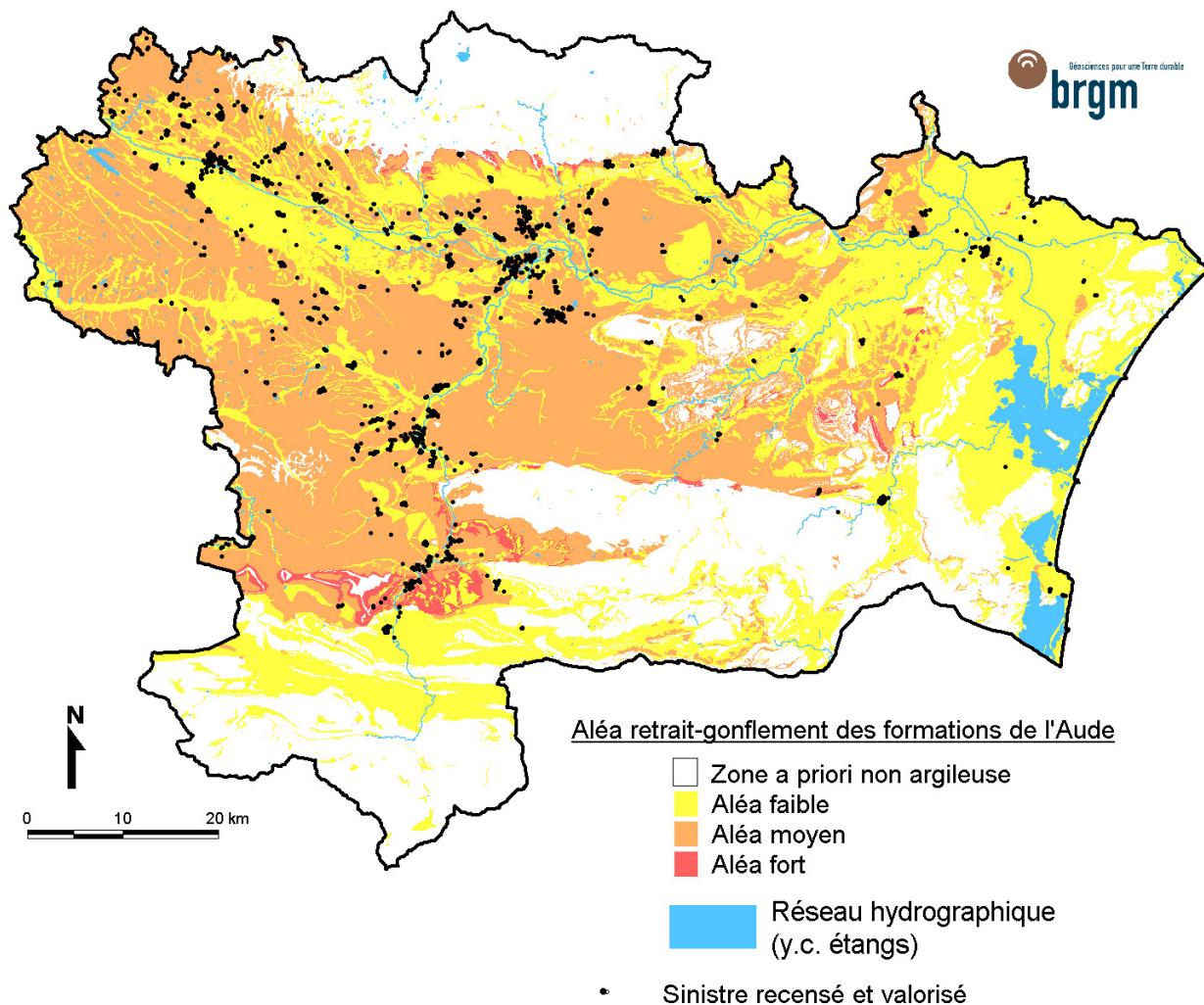


illustration 56 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles

Les formations d'aléa moyen affleurent notamment au niveau des bassins tertiaires (synclinal de l'Aude, collines tertiaires, contreforts de la Montagne Noire et du Moothoumet et Lauragais). Ces formations sont principalement caractérisées par une susceptibilité moyenne et une sinistralité moyenne à forte.

Les formations reconnues en aléa faible se concentrent autour des vallées alluviales, au niveau de la zone nord-pyrénéenne, dans les Corbières et dans la zone littorale.

L'illustration 57 présente le classement des formations par niveau d'aléa décroissant.

		Description	Surface (km ²)	% surface totale	Note d'aléa
PALEOCENE	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	1,3%	3	
	Total des formations en aléa fort	83,2	1,3%		
QUATERNAIRE	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3,4%	2	
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	0,3%	2	
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	52,9	0,8%	2	
OLIGOCENE	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	337,0	5,3%	2	
	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	3,8%	2	
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	0,1%	2	
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	5,4%	2	
EOCENE	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	525,1	8,3%	2	
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	0,6%	2	
	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	1,5%	2	
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	0,3%	2	
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1,5%	2	
PALEOCENE	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	89,1	1,4%	2	
CRETACE SUP.	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	1,4%	2	
JURASSIQUE	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	17,2	0,3%	2	
	Total des formations en aléa moyen	2 177,1	34,4%		
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	11,5%	1	
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	9,5%	1	
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	1,7%	1	
MIOCENE	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grès (m3-4 marin)	12,3	0,2%	1	
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	0,1%	1	
OLIGO-MIOCENE	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	0,6%	1	
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	0,8%	1	
EOCENE	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1,9%	1	
PALEOCENE	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	20,4	0,3%	1	
CRETACE SUP.	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	1,1%	1	
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	37,7	0,6%	1	
CRETACE INF.	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	28,5	0,4%	1	
	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	192,9	3,0%	1	
JURASSIQUE	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	12,4	0,2%	1	
TRIAS	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	0,8%	1	
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	0,4%	1	
	Total des formations en aléa faible	2 097,7	33,1%		
FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES		4 358,0	68,8%		
RESEAU HYDROGRAPHIQUE (y.c. étangs)		129,6	2,0%		
FORMATIONS NON RETENUES COMME ARGILEUSES		1 844,8	29,1%		
TOTAL DEPARTEMENT		6 332,5	100,0%		

Illustration 57 – Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa

7.3. SYNTHESE DE L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DANS L'AUDE

L'Aude se caractérise par le fait que plus des deux tiers de la superficie du département (68,8 %) est concernée par le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Une seule formation est caractérisée par un niveau d'aléa fort dans le

département. Les formations sont classées en aléa moyen (34,4 % de la surface départementale) ou faible (33,1 % de la surface départementale).

La sinistralité est assez élevée (moyenne de 2407 sinistres recensés pour 100 km² de formation argileuse ou marneuse urbanisée) et concentrée au niveau des principaux centres urbains de la partie occidentale du département (Carcassonne, Castelnaudary, Limoux notamment).

Les zones d'aléa définies concernent la totalité du département à l'exception des massifs anciens (Montagne Noire, massif du Mounoumet, zone pyrénéenne à l'extrême sud du département), des massifs calcaires éocènes (Monts d'Alaric) et crétacés (Corbières calcaires).

A l'échelle régionale, la comparaison des résultats avec les départements limitrophes met en évidence une remarquable continuité des aléas à l'ouest et au nord du département (limite Haute-Garonne, Tarn et Hérault). Ce constat est similaire au niveau des basses plaines de l'Aude où les formations sont caractérisées en aléa faible. Des discontinuités locales sont notées dans la partie nord-est du département (secteur du Minervois) où l'aléa caractérisé de moyen dans l'Aude est qualifié de faible dans l'Hérault. Cette différence est liée à la caractérisation lithologique de la *Formation d'Assignan* rattachée à une formation à dominante conglomératique (peu argileuse) dans l'Hérault et à la *Molasse de Carcassonne* dans l'Aude, faciès à marnes et argiles considérées comme dominants.

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

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

8. 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 l'Aude, essentiellement basée sur une interprétation de la carte géologique, associée à la synthèse d'un grand nombre d'informations concernant la susceptibilité au phénomène des formations argileuses ou marneuses et à 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 globale élaborée par le BRGM à la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables et de la profession des assureurs. Cette démarche méthodologique a été mise au point lors d'études similaires menées dans les Alpes de Haute-Provence et les Deux-Sèvres, puis a été appliquée à une quarantaine d'autres départements. D'autres études départementales sont actuellement en cours de réalisation, et à terme, l'ensemble des départements métropolitains devraient faire l'objet d'une telle cartographie.

La démarche de l'étude a d'abord consisté en l'établissement d'une cartographie départementale synthétique des formations argileuses ou marneuses affleurantes à sub-affleurantes, à partir de la synthèse des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 et d'observations bibliographiques existantes. La carte synthétique recense en définitive 32 formations argileuses ou marneuses.

Ces formations argileuses et marneuses identifiées ont 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 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 des essais de laboratoire réalisés dans le cadre d'expertises).

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 argileuses et marneuses, après une seconde hiérarchisation des formations prenant en compte non seulement la susceptibilité des formations identifiées, mais aussi la probabilité d'occurrence du phénomène. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des sinistres, en calculant pour chaque formation sélectionnée une densité de sinistres, rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée dans cette formation, ceci afin de permettre des comparaisons fiables entre formations. Au total, 2 141 sinistres répartis dans 152 communes du département (dont 117 reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle pour la sécheresse) ont ainsi été recensés. Cet échantillon, bien qu'assurément non

exhaustif, paraît tout à fait représentatif du phénomène tel qu'il a été observé à ce jour dans le département.

Trois niveaux d'aléa (fort, moyen et faible) ont été distingués afin de hiérarchiser les formations argileuses et marneuses vis à vis du phénomène de retrait-gonflement. Sur les 6 332 km² de superficie du département,

- 1,3 % sont classés en aléa fort ;
- 34,4 % sont classés en aléa moyen ;
- 33,1 % sont classés en aléa faible ;
- 31,2 % sont considérés comme présentant un aléa *a priori* nul (y compris le réseau hydrographique).

Il n'est toutefois pas exclu que, sur ces derniers secteurs 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 présentant des lentilles argileuses ou à l'altération localisée de formations carbonatées. Ces placages ou lentilles argileuses, non cartographiés sur les cartes géologiques (et pour la plupart non cartographiables à l'échelle départementale), sont susceptibles de provoquer localement des sinistres.

Cette carte d'aléa retrait-gonflement des terrains argileux du département de l'Aude, dont l'échelle de validité est le 1/50 000 et qui est présentée sous format papier 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 point de départ pour l'élaboration de Plans de Prévention des Risques naturels (PPR), en vue d'attirer l'attention des constructeurs et maîtres d'ouvrages sur la nécessité de respecter certaines règles constructives préventives dans les zones soumises à l'aléa retrait-gonflement, 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.

Bibliographie

Ambert P. (1994) – L'évolution du Languedoc central depuis le Néogène. Grands Causses méridionaux, piémonts languedociens). Document n°231 du BRGM, Orléans 210 p.

Arthaud F., Seguret M. (1981) – Les structures pyrénées du Languedoc et du Golfe du Lion (Sud de la France) .Bull. Soc. Géol. France, tome XXIII, n°1, p. 51-63.

Alshamlan (1972) – Études granulométriques, minéralogiques et géochimiques d'argiles du Trias supérieur du Bas-Languedoc et de la bordure méridionale du Causse du Larzac. Thèse

Barnolas A., Chiron J-C., Guerange B. (1996) – Les structures pyrénées du Languedoc et du Golfe du Lion (Sud de la France). Bull. Soc. Géol. France, tome XXIII, n°1, p. 51-63

Bechennec F. (2005) – Carte géologique harmonisée du département de l'Aude. Rapport BRGM/RP-53783-FR

Benedicto Esteban A. (1997) – Modèles tectonosédimentaire de bassins en extension et style structural de la marge passive du Golfe du Lion (partie nord), Sud-est de la France. Thèse de doctorat européen, université de Montpellier II, spécialité géologie et paléontologie.

Boillot G. et al. (1984) – Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France. Masson éditeur, 342 p.

Bousquet J.C. (1997) – Géologie du Languedoc Roussillon. Les Presses du Languedoc. Editions du BRGM

BRGM (2004) – Carte géologique à 1/250 000 Montpellier

Caillère S., Hénin S. (1963) – Minéralogie des argiles. Masson, Paris, 343 p.

CEBTP sous l'égide de l'AQC, l'APSAD, l'AFAC, la CCR et la FNB (1991) – Détermination des solutions adaptées à la réparation des désordres des bâtiments provoqués par la sécheresse. Guide pratique CEBTP, 3 fascicules.

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

Chassagneux D., Stieljes L., Mouroux P., Ménilliet F., Ducreux G.H. (1996) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols (sécheresse-pluie) à l'échelle départementale. Approche méthodologique dans les Alpes de Haute-Provence. Rapport BRGM n° R39218, 33 p., 6 fig., 1 tab., 4 ann., 1 pl. hors-texte.

Chassagneux D., Meisina C., Vincent M., Ménillet F., Baudu R. (1998) – Guide synthétique pour la prise en compte de l'aléa retrait-gonflement à l'échelle nationale. Rapport BRGM R40355, 33 p., 6 fig., 1 tabl., 1 ann., 1 pl. hors-texte.

Colas B. (2005) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-54236-FR. 123 p., 54 ill., 6 ann., 3 cartes h.-t.

Colas B., avec la collaboration de Le Strat P., Vincent M. (2007) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Gard. Rapport BRGM/RP-55420-FR. 111 p., 55 ill., 6 ann., 3 cartes h.-t.

Colas B., avec la collaboration de **Imbault M., H. Paya et M. Vincent** (2006) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-54385-FR, 21 p., 3 ill., 1 carte hors texte, 2 ann., 1 CD-Rom.

Combes P. (1993) – Cartographie des zones géologiques exposées à des risques naturels dans le département de l'Hérault, le cas des argiles. Rapport GEOTER GTR/CGE/0893-14

Debrand-Passard (1984) – Atlas - volume 2. Synthèse géologique du sud-est de la France (Mémoire du BRGM n°126)

Eulry M., Camus A. (1987) – Recherche d'argiles nobles en Languedoc-Roussillon. Bassins oligocènes de Sommières, d'Alès, de Narbonne-Sigean et du Malzieu ; Bassins crétacés supérieurs gardois. Rapport BRGM 87 SGN 667 LRO

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

Freytet P. (1970) – Synthèse - Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Éocène du Languedoc. Thèse

Freytet P. (1971) – Synthèse - Dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Éocène du Languedoc (BRGM Géologie de la France, 2ème série, Section 1 n°4, 1971)

Lajoinie J.P., Laville P. (1979) – Les formations bauxitiques de la Provence et du Languedoc. Dimensions et distribution des gisements. Mém. du BRGM n°100. BRGM éditions.

H. Machard de Gramont, V. Mardhel, T. Pointet, S. Schomburgk (2003) – Etude de sensibilité aux remontées de nappes. Méthodologie et application à 20 secteurs-tests de France métropolitaine. Rapport BRGM/RP-52340-FR

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

Marchal J-P. (1979) – Atlas des ressources du sous-sol du département de l'Aude (synthèse BRGM)

Memillet F. (1967) – Chronologie des paléosols du Bas-Languedoc, excursion pédologique (service d'étude des sols)

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. Edit. La Documentation Française, Paris.

Miskovsky (1974) Le Quaternaire du Midi Méditerranéen

Monaco A. (1971) – Synthèse - Étude minéralogique des argiles fluviatiles du Roussillon (section IV n°1 - 1971, Brgm, géologie générale)

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

Nguyen D., ACLR (2005) – Valorisation des matériaux pour la céramique et la poterie artisanale en Languedoc-Roussillon. Rapport BRGM/RP-52704-FR

Norie A., Vincent M. (2000) – Etablissement de plan de prévention des risques naturels prévisibles : « Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait gonflement des sols argileux » - Approche méthodologique dans le département des Deux-Sèvres - Rapport BRGM /RP-50591-FR, 14 pages, 4 figures, 4 annexes.

Plazait, Freytet, Marec (1987) – Sédimentation molassique et paléopédogénèse en Languedoc, excursion.

Tran Ngoc Lan (1978) – 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 n° R 39967, 89 p., 14 fig., 13 tab., 6 ann., 2 cartes hors-texte.

Vincent M. (2002) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux – Géologues (Revue officielle de l'Union Française des Géologues), n° 132, mars 2002, pp. 90 à 92.

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, janv. 2003. Actes du Colloque, 7 p., 5 fig.

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

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

Vincent M. (2005) – Établissement de cartes départementales de l'aléa retrait-gonflement des argiles. Le Monde des Cartes, revue du Comité Français de Cartographie, n° 185, septembre 2005, pp. 40 à 43

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. BRGM/RP-54862-FR, 378 p., 308 ill.

Zaidan (1972) – Contribution à l'étude sédimentologique, minéralogique et géochimique du Jurassique moyen et supérieur du Bas-Languedoc. Thèse

Sites internet

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

<http://www.prim.net> : site internet sur les risques naturels majeurs du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable

<http://www.argiles.fr> : site internet dédié au phénomène de retrait gonflement des argiles

<http://pedagogie.ac-montpellier.fr/disciplines/svt/litho/index.htm> : site Internet de la Lithothèque du Languedoc-Roussillon

<http://www.cg11.fr> : site du Conseil Général de l'Aude

<http://www.mappy.fr> et <http://www.pagesjaunes.fr> : sites de localisation d'adresses

Annexe 1

Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles

Rappels sur le mécanisme de retrait-gonflement des argiles

Le terme argile désigne à la fois une classe granulométrique ($< 2 \mu\text{m}$) et une nature minéralogique correspondant à la famille des phyllosilicates. Dans le cadre de cette étude, on s'intéressera essentiellement à la composante argileuse qui constitue les formations géologiques argileuses et/ou marneuses, affleurantes à sub-affleurantes. Dans cette approche géologique, on considère que celles-ci constituent les sols argileux. Cette approche est différente de celle consistant à prendre en compte les sols argileux s.s. dérivant de processus pédogénétiques superficiels complexes.

À l'échelle microscopique, les minéraux argileux se caractérisent par une structure minéralogique en feuillets. Ceux-ci sont constitués d'un assemblage de silicates (SiO_3) et d'aluminates (Al_2O_3) entre lesquels viennent s'interposer des molécules d'eau. La majorité des minéraux argileux appartient à la famille des phyllosilicates 2:1 (deux couches tétraédriques encadrant une couche octaédrique). La structure des assemblages cristallins est variable selon le type d'argile. Certains d'entre eux, telle que la montmorillonite, présentent des liaisons faibles entre feuillets, ce qui permet l'acquisition ou le départ de molécules d'eau.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Annexe 2

Tableaux descriptifs détaillés des formations argileuses et marneuses du département de l'Aude

F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)

Alluvions : galets dominants dans une matrice argilo-sableuse

Alluvions anciennes (Günz) : épandage fluviatiles (sables et graviers) à matrice argilo-sableuse
Alluvions anciennes de la dépression de Pexiora (Würm) : gravier hétérogènes dans une gangue sablo-argileuse grisâtre
Alluvions des hautes terrasses (Mindel) : galets emballés dans une matrice sablo-limoneuse beige ou limono-argileuse brun-rouge (2-7 m)
Alluvions des hauts niveaux (Günz) : galets peu roulés dans une matrice argilo-sableuse compacte
Alluvions des moyennes terrasses (Riss) : cailloutis et gangue sablo-argileuse (3-4 m)

Alluvions : galets, cailloutis et sables dominants, limons locaux

Alluvions : sables, graviers et galets
Alluvions actuelles et récentes
Alluvions actuelles et récentes (post-Würm) : limons, sables, galets et blocs
Alluvions actuelles et récentes (post-Würm) : sables riches en cailloux
Alluvions actuelles et récentes : limons, sables, galets et blocs
Alluvions actuelles et récentes : cailloutis et sables dominants
Alluvions anciennes (Günz-Riss) : formation détritique grossière
Alluvions anciennes (Riss-Würm) à galets dominants
Alluvions anciennes (Würm) : galets emballés dans des limons gris blanchâtre
Alluvions anciennes (Würm) : limons, sables et cailloutis
Alluvions anciennes (Würm) à galets dominants
Alluvions de basses terrasses (Würm récent) : cailloutis cryoclastiques et limons loessiques
Alluvions de hautes terrasses (Mindel) : cailloutis indurés, localement à ciment argileux
Alluvions de moyennes terrasses (Würm ancien) : cailloutis à horizons limoneux
Alluvions des basses plaines de l'Hers : cailloux et lentilles sableuses et limons locaux
Alluvions des basses terrasses
Alluvions des basses terrasses des vallées de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents : cailloutis et galets dominants
Alluvions des haute terrasse du Sor à apports Montagne Noire (Mindel-Riss) : pélites et sables dominants, parfois granulométrie grossière
Alluvions des hautes terrasses (Mindel) : Cailloutis et limons
Alluvions des hautes terrasses (Mindel) : cailloutis quartzueux rubéfiés dominants
Alluvions des hautes terrasses (Mindel) : poudingues et graviers dominants
Alluvions des hautes terrasses : galets dominants localement cimentés
Alluvions des hautes terrasses de l'Hers mort (Mindel) : graviers et cailloux très décomposés recouverts par des limons
Alluvions des hautes terrasses des vallées de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents : galets dominants
Alluvions des hauts niveaux
Alluvions des hauts niveaux (Günz) : cailloutis altérés dominants (3-4 m)
Alluvions des hauts niveaux : Blocs et galets rubéfiés dominants
Alluvions des moyennes terrasses
Alluvions des moyennes terrasses (Riss ancien) : galets associés à des lentilles sablo-argileuses (2-4 m)
Alluvions des moyennes terrasses (Riss final-Würm) : galets associés à des lentilles sablo-argileuses (2-4 m)
Alluvions des moyennes terrasses (Riss) : cailloutis à éléments altérés
Alluvions des moyennes terrasses (Würm) : galets et sables dominants et limons superficiels
Alluvions modernes des ruisseaux et rivières : cailloux, sables et argiles
Alluvions récentes : blocs, galets et localement à matrice terreuse
Alluvions récentes : limons, graviers, cailloutis et sables
Epandage ancien sur glaciis : sables et galets dominants (2 m)
Epandage anciens sur glaciis (Würm) : matériel plutôt grossier
Glaciis d'épandage caillouteux
Nappe alluviale ancienne : cailloutis quartzueux dominants

Epandage de Samary-Salvaza

Epandage de Samary-Salvaza : sables, galets et limons (3 m)

Epandage de Villeneuve-Minervois

Epandage de Villeneuve-Minervois :galets dominants

Alluvions : limons sableux

Alluvions des moyennes terrasses (Riss-Würm) : limons sableux
Epandage récent sur glaciis : sables et limons (0.5-3 m)

Alluvions détritiques (graviers, sables et limons) localement tourbeuses ou vaseuses

Alluvions actuelles et récentes (post-Würm) :sables contenant des lits de graviers, de vases ou de tourbes
Alluvions actuelles et récentes : alluvions plus ou moins tourbeuses et détritiques (participation colluviale)
Alluvions de la dépression de Pexiora (post-Würm) : graviers, cailloutis, limons, vase noire et sables recouvrant de la molasse décomposée (3-4 m)
Alluvions des basses terrasses des vallées de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents : cailloutis, sables et argiles tourbeuses

Alluvions et colluvions à dominante caillouteuse et limoneuse

Alluvions et colluvions caillouteuses, limoneuses, argileuses ou sableuses
Alluvions récentes et colluvions
Colluvions et alluvions anciennes à sub-récentes : cailloutis et limons (1-4 m)

Brèches et éboulis, à dominante caillouteuse, consolidés ou cimentés

Brèche de pente
Brèches de cimentation (éboulements en masse)
Brèches de versant
Eboulis : amas de terrains glissés en masse avec brèches de cimentation
Eboulis : blocs et cailloux anguleux cimentés ou à matrice argilo-limoneuse
Eboulis à gros éléments plus ou moins consolidés
Eboulis cryoclastiques : brèches consolidées (marnes sous-jacentes)

Colluvions caillouteuses et loess très peu argileux

Limons éoliens et colluvions : silt très peu argileux plus ou moins mêlé de cailloux anguleux

Colluvions et éboulis, en partie soliflués, à dominante sableuse ou caillouteuse

Colluvions : graviers et sables grossiers remaniés par des solifluxions périglaciaires (Montagne Noire) (< 6 m)
Colluvions alimentées par les granites et les gneiss : arènes en partie solifluées
Colluvions lessivés et éluvions : sables, parfois cailloux (avec passage progressif aux colluvions) au dessus des molasses oligocène (1-2 m)
Colluvions mixtes (dépôts d'altération, de solifluxion et de gélification)
Colluvions récentes : dépôts sablo-limoneux plus ou moins graveleux (0.5-2m)
Eboulis calcaire (parfois remaniés par solifluxion de marnes)

Eboulis et colluvions au pied des escarpements rocheux à dominante caillouteuse

Colluvions caillouteuses
Eboulis
Eboulis : cailloutis et blocs dominants
Eboulis : talus d'éboulis au pied des escarpements rocheux calcaires et éboulis périglaciaires
Eboulis et brèches de pentes, passage progressif à des colluvions
Eboulis pierreux, plus ou moins limoneux (grèzes cryo-nivales)
Eboulis récents de falaises calcaires

Formations résiduelles à dominante caillouteuse ou sableuse

Formations résiduelles : sables dominants passant parfois à des dépôts fluviatiles avec intercalations de lits de sables et de cailloutis
Formations résiduelles : sables ocres peu argileux à kaolinite sur calcaires à alvéolines

Formations résiduelles à dominante caillouteuses

Formations résiduelles diverses

Formations résiduelles sur plateaux molassiques : dominante sableuse

Remblais et dépôts anthropiques

Déblais miniers
Remblais anthropiques
Remblais, dépôts anthropiques

F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)

Alluvions : argiles compactes peu calcaires

Alluvions actuelles et récentes (post-Würm à actuel) : Argiles compactes peu calcaires

Alluvions actuelles et récentes (post-Würm) : argiles compactes peu calcaires

Alluvions : formations détritiques et sol fersialitique argileux bariolé

Alluvions anciennes (Günz-Mindel) : formation détritique grossière sous un sol fersialitique argileux bariolé

Alluvions anciennes (Riss) : sables graveleux sous un sol fersialitique argileux

Alluvions : galets et cailloutis à matrice argileuse ou terreuse

Alluvions anciennes du plateau de Sault : gangue terreuse brune à fragments anguleux et galets

Alluvions récentes : détritiques et argileuses (plurimétriques)

Alluvions résiduelles anciennes du haut niveau d'Espezel : galets dans une gangue argileuse brun-rouge

Cailloutis "villafranchiens"

Cailloutis "villafranchiens" à matrice argileuse rouge (Günz)

Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets

Alluvions : sables, graviers et galets souvent recouverts en terrasse par d'importants dépôts limoneux

Alluvions actuelles et récentes (post-Würm à actuel) : galets, graviers et sables recouverts par des limons

Alluvions actuelles et récentes : galets, graviers, sables argileux à cailloutis recouverts par des limons bruns de débordement de crues (6-7 m)

Alluvions actuelles et récentes des vallées de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents : sables, sables argileux, lentilles de cailloutis et de graviers surmontés de limons de débordement (2-6 m)

Alluvions de la vallée de l'Hers (post-Würm) : sables, graviers et galets souvent recouverts en terrasse par d'importants dépôts limoneux

Alluvions des basses plaines de l'Hers : cailloux et lentilles sableuses surmontés par des limons d'inondation (3-5 m)

Alluvions des basses terrasses (Riss final-Würm) : cailloutis recouverts de limons d'inondation tardi-glaciaires (4 m)

Alluvions des basses terrasses (Würm) : cailloutis recouverts de limons d'inondation tardi-glaciaires (4 m)

Alluvions des basses terrasses (Würm) : cailloux surmontés par des limons argilo-sableux

Alluvions des basses terrasses (Würm) : galets, graviers et sables recouverts de limons (5-7 m)

Alluvions des basses terrasses (Würm) : graviers, sables et limons (solifluxions)

Alluvions des basses terrasses de l'Hers (Würm) : cailloux et galets dans une gangue sableuse recouverts par 1 m de limons gris

Alluvions des basses terrasses de l'Hers (Würm) : graviers, galets et gros blocs décomposés recouverts par des limons (6-7 m)

Alluvions des moyennes terrasses des vallées de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents : galets, lentilles de sables et de sables argileux recouverts par 1 à 2 m de limons éoliens (2-6 m)

Alluvions récentes (holocènes et modernes) : limons en surface, graviers et galets en profondeur et vers l'amont

Alluvions récentes : dépôts grossiers souvent recouverts par une importante couche limoneuse

Remblais urbains sur alluvions

Alluvions et colluvions à dominante limoneuse

Colluvions et alluvions de fond de vallée à dominante limoneuses (4-8 m)

Colluvions et alluvions de fond de vallon à dominante limoneuse

Bauxite siliceuse et altérites ferrugineuses (argiles sableuses rouge) du crétacé supérieur

Bauxite siliceuse et altérites ferrugineuses : argiles sableuses rouges

Colluvions de fond de vallée ou de dépressions à dominante limoneuse

Colluvions de fond de vallée à dominante limoneuse et glacis d'apport plus ou moins caillouteux

Colluvions limoneuses

Limons de la Piège et autres dépressions (Würm)

Loess : dépôts limoneux fins

Loess (Würm final)

Loess (Würm final) intercalés dans les coulées de solifluxion

Loess (Würm supérieur) : limons fins à pouponées calcaires

Terra rossa :argiles rouge d'altération (< 1 m)

Terra rossa

Terra rossa sur roches calcaires primaires :argiles rouges d'altération (< 1 m)

F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)

Argiles lacustres bleu de fond de dépression, recouvertes localement de tourbe et limons fins

Argiles bleues compactes et limons fins : fond des dépressions karstiques

Tourbe (4 m) reposant sur des argiles bleues

Argiles bleues lacustres de Puivert

Argiles bleues lacustres de Puivert et limon argilo-sableux à cailloux

Dépôts lagunaires : vases et sables vaseux localement associés à des cailloutis

Flandrien : sables et cailloutis siliceux associés à des vases

Sables vaseux avec 50 à 25% de fraction fine

Sables vaseux, Couverture de sédiments meubles des étangs côtiers

Vases : dépôts argilo-limoneux pélitiques (1-5 m)

Vases, dépôts lagunaires

Limons : niveaux marneux et crayeux associés aux travertins

Limons : niveaux marneux et crayeux associés aux travertins

Limons de fonds d'étangs asséchés

Dépôts marécageux, sédiments gris limoneux

Limons de fond d'étangs asséchés

Limons de fonds d'étangs asséchés (anciennes dépressions éoliennes)

F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)

Colluvions et éboulis soliflués, à dominante argileuse ou argilo-marneuse

Colluvions (solifluxions) : argiles plus ou moins sableuses ou caillouteuses

Colluvions à dominante argilo-marneuse (dépôts soliflués), à passée caillouteuses, limoneuses ou sableuses recouvrant le bas des versants marneux

Colluvions de fond de vallées souvent riches en argiles (solifluées)

Colluvions des marnes et argiles tertiaires : argiles et cailloutis (reptation et solifluxion)

Colluvions et solifluxions post-Würm à actuel (sur molasses et alluvions) : argiles rouges grumeleuses à lits de graviers (< 10 m)

Eboulis : coulées de solifluxion

Colluvions et éboulis soliflués, à dominante argilo-sableuse, plus ou moins caillouteux

Colluvions : Conglomérats dans des combes argilo-marneuses

Colluvions et éboulis soliflués : argileux et caillouteux, plus ou moins sableux

Colluvions et solifluxion : sables argileux rouges à éléments calcaires

Colluvions solifluées wurmiens : argileuses et caillouteuses, plus ou moins sableuses

Limons et argiles sableuses avec lits de sables et de cailloutis (formations résiduelles)

Formations résiduelles à dominante argileuse

Formations résiduelles : argile limoneuse sans graviers

Formations résiduelles : argiles sableuses

Formations résiduelles sur les calcaires thanétiens : argiles de décalcification noires souvent caillouteuses

F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)

Colluvions alimentées par les terrains primaires : argiles dominantes, dépôts soliflués

Colluvions alimentées par les terrains primaires : argiles dominantes

Colluvions et éboulis à matrice argilo-sableuse plus ou moins caillouteuse (phénomènes de solifluxion)

Colluvions de fond de vallées souvent riches en argiles (dépôts soliflués Montagne Noire)

Colluvions et solifluxion : sables argileux rouges graviers (Montagne Noire)

Colluvions argileuses

Colluvions argileuses en zones montagneuses (ruissellement)

Solifluxion : blocs et cailloux emballés dans une matrice argileuse brun rouge

Eboulis et colluvions : dépôts soliflués, à dominante argileuse ou argilo-marneuse

Colluvions (dépôts soliflués) : blocs ou cailloux dans une matrice argileuse

Colluvions (dépôts soliflués) et éboulis : éboulis emballés dans des dépôts soliflués

Colluvions à dominante argilo-marneuse (dépôts soliflués), à passées caillouteuses, limoneuses ou sableuses recouvrant le bas des versants marneux (zone nord-Pyrénéenne)

F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)

Conglomérats à matrice argileuse rouge

Conglomérats à matrice argileuse

Conglomérats à passées sableuses

Conglomérats à gros galets, débris d'huîtres et à passées sableuses

Conglomérats de bordure à matrice rougeâtre indurée passant localement à des calcrètes

Croûte calcaire basale

Molasse de Thézan et de Fabrezan : conglomérats de bordure à matrice rougeâtre indurée

Marnes jaunâtre à pouées calcaires et limons rougeâtre associés à des graviers et des galets

Limons de Ginestas

Limons de Ginestas (continentaux) : marnes jaunâtres à pouées calcaires et limons rougeâtres associés à des graviers et des galets

Limons rougeâtres de bordures

Molasse : marnes limoneuses jaune à nodules calcaires et chenaux sableux et graveleux faiblement indurés

Molasse de Thézan et de Fabrezan

Molasse de Thézan et de Fabrezan : marnes limoneuses jaunes à nodules calcaires et chenaux sableux et graveleux faiblement indurés

Sables et argiles sableuses à passées grossières

Sables et argiles sableuses à passées grossières

F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)

Molasse marine : argiles sableuses, sables, grés, marnes et lentilles d'argiles

Argiles à huîtres lenticulaires (molasse marine)

Colluvions limoneuses peu épaisse sur molasse marine miocène

Marnes plus ou moins silteuses grises (marin)

Marnes blanches

Sables et grés, marnes plus ou moins silteuses

F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)

Molasses marines : calcaires molassiques, sables grès et conglomérats, localement marnes blanc

Molasses marines : calcaires molassiques, sables grès et conglomérats, localement marnes blanc

Sables marins et calcaires molassiques à passées marneuses et argileuses

Calcaires molassiques à passées conglomératiques, sables et grés, marnes blanches, vertes ou sableuses et argiles grises (dépôts marins)

Sables marins avec des bancs gréseux et des passées marneuses

F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)

Argile rouge, sable rouge et lits de galets (50 m)

Argiles rouges de Nissan

Sables rouges et lits de galets, argile rouge de Nissan (50 m)

Argiles grises, ocre ou orangées à nodules calcaires et à passées de sables ou de graviers

Argiles grises, ocre ou orangées à nodules calcaires et à passées de sables ou de graviers

Conglomérats à matrice limoneuse ocre et épais interbancs de limons d'inondation (500-600 m)

Formation de Paziols-Estagel

Conglomérats et silts limoneux (formations de Paziols-Estagel)

Formation de Paziols-Estagel (Cailloutis de Paziols)

Cailloutis de Paziols : lits de conglomérats à matrice limoneuse ocre et épais interbancs de limons d'inondation (500-600 m)

Cailloutis de Paziols lentilles de conglomérats à matrice limoneuse ocre abondante (500-600 m)

Marnes à galets associées à des bancs de conglomérats et de grés

Marnes à galets associées à des conglomérats et des bancs de grés

Marnes brun à bleu à passées détritiques et à lentilles sableuses (300 m)

Marnes bleues gypsifères (300 m)

Marnes brunes à passées détritiques et à lentilles sableuses

Marnes claires à galets et poudingues de bordure

Limons ocre jaune à lits de galets (gypsifères)

Marnes claires

Marnes saumon clair à galets et poudingues de bordure surmontés par endroit d'une alternance de marnes blanchâtres et de calcaires lacustres (bassin de Narbonne-Portel-Sigean)

Marnes lacustres jaune

Marnes lacustres jaunes

Marnes silteuses ocre et calcaires grumeleux blanchâtre (25-30 m)

Marnes bariolées de Moussan

Marnes bariolées de Moussan : Marnes silteuses ocre et calcaires grumeleux blanchâtres (25-30 m)

F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)

Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques

Calcaires et marnes blanches ou grises à passées détritiques

Calcaires de Brégines

Calcaires de Brégines : calcaires associés à des niveaux sableux et marneux

Calcaires lacustres et marnes blanc

Calcaires lacustres et marnes blanches

Calcaires lacustres et marnes plus ou moins calcaires à bancs ligniteux (40 m)

Calcaires lacustres et marnes plus ou moins calcaires, bancs ligniteux (40 m)

Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes blanc ou gris localement surmontés de limons ocre (10-100 m)

Calcaires grisâtres grumeleux lacustres ou lagunaires et marnes ; au sommet : limons ocre (100m)

Marnes blanches ou grises et calcaires blancs lacustres ou lagunaires (6-8 m)

Calcaires lacustres et limons gris du Mont Belvèze

Calcaires lacustres et limons gris (en profondeur) du Mont Belvèze (70 m)

F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)

Calcaires blanc rosé à intercalations marneuses, conglomératiques

Calcaire de Hounoux

Calcaire de Hounoux : calcaires tendres chargés en poudingues; marnes et grés fins calcaires avec lits de graviers gris et de nodules marneux

Calcaire de Villeneuve-la-Comtal

Calcaire de Villeneuve-la-Comtal : calcaires blanc rosé avec une assise de grés à de chenaux conglomératiques passant à des marnes blanches friables à lits d'argile rouge

Calcaires et conglomérats intercalés dans des faciès plus argileux

Calcaires lacustres de Bélesta

Ensemble argilo-palustre : calcaires et intercalations conglomératiques

Molasses supérieures de St Félix-Lauragais

Encroutements calcaires au sein de l'ensemble argilo-palustre Oligocène

Calcaires et poudingues intercalés dans la molasse (5-8 m)

Calcaires en bancs intercalés dans la molasse

Calcaires et poudingues intercalés dans les molasses

Calcaires plus ou moins marneux et poudingues intercalés dans les molasses (5-8 m)

Calcaires intercalés dans les marnes et molasses

Marnes et molasses : niveau calcaire

Marnes et molasses : niveau calcaire supérieur

Calcaires lacustres de St Paulet

Développements irréguliers de calcaires lacustres au sein de l'ensemble argilo-palustre (sommet des molasses Eocène)

Calcaires marneux, subcrayeux ou passant progressivement à des marnes

Calcaires marneux roux feuilletés

Calcaires souvent marneux ou sub-crayeux ou passant progressivement à des marnes

Calcaires lacustres de Bélesta

Calcaires souvent marneux ou sub-crayeux ou passant progressivement à des marnes

Marnes et molasses : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés

Argile molassique et marnes

Argiles et marnes alternant avec des lits plus sableux, quelques poudingues

Argiles palustres

Argiles, marnes, sables molassiques et bancs de cailloutis (molasses)

Colluvions et éboulis issus des molasses oligocène : argiles grumeleuses parfois rubéfiées, plus ou moins riches en sables, à lits de graviers et masses de molasse (5-10 m)

Marnes argileuses ocres ou versicolores passant progressivement au calcaire sableux supérieur

Marnes entrecoupées de lits de molasse grise parfois grossière

Marnes et molasses plus ou moins riches en éléments grossiers (100 m)

Marnes noduleuses, versicolores et grossières

Marnes sableuses tendres, molasses et poudingues

Molasse marneuse et poudingues à ciment relativement tendre

Argiles palustres de Mourvilles

Argiles palustres de Mourvilles

Poudingues de Palassou

Molasse : Sables, grés et argiles plus ou moins calcarifères, rouge à ocre (poudingues de Palassou)

Molasse intercalées de bancs de poudingues (de Palassou) (60-80 m)

Molasse, marnes et poudingues (de Palassou)

Molasses supérieures de St Félix-Lauragais

Argiles et argiles gréseuses à encroûtements carbonatés (palustre et lacustre)

Pélites silteuses ou argileuses entrecoupées de grés et de poudingues (Molasse supérieure de Saint-Félix-Lauragais)

Poudingues ou calcaires intercalés dans les marnes et molasses

Molasse : bancs de poudingues ou de calcaires

F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)

Calcaires marneux ou noduleux intercalés dans les molasses

Calcaires blancs ou rosés, souvent marneux ou noduleux

Marnes gréseuses à lentilles gréseuses ou conglomératiques

Molasses de Castelnau-d'Agel

Marnes (gréseuses et micacées) à lentilles conglomératiques (Poudingue de Palassou) (150-200 m)

Molasse : alternance de sables, de grès et de marnes avec intercalations de conglomérats

Molasse de Castelnau-d'Agel

Molasse de Castelnau-d'Agel : Marnes sableuses et grès dominants, conglomérats et limons marmorisés

Sables, grès et marno-calcaires à intercalations de bancs de poudingues et de graviers (Molasse de Castelnau-d'Agel)

Molasses de Castelnau-d'Agel

grés à ciment calcaire plus ou moins dur intercalés de lits marneux, de sables argileux fins, de graviers ou de poudingues (Molasses de Castelnau-d'Agel)

Molasses de Castelnau-d'Agel : alternance de sables, de grès et d'argiles avec de nombreuses intercalations de poudingues et de graviers

Molasse : argiles, plus ou moins gréseuses, à lentilles gréseuses et conglomératiques et à passées calcaires

Molasse grise, très détritique, peu consolidée

Calcaires lacustres de Cuq et Vielmur

Calcaires palustres de Cuq et Vielmur associés à des argiles rougeâtres ou verdâtres

Molasses de Saïx-Lautrec

Molasses de Saïx-Lautrec : Argiles gréseuses à lentilles gréseuses et conglomératiques

Molasses de Saïx-Lautrec : lentilles gypseuses intercalées

Molasses inférieures de Saint-Félix-Lauragais (molasse de Blan)

Molasses inférieures de Saint-Félix-Lauragais (molasse de Blan) : Molasse grise, très détritique, peu consolidée : argiles et grès

Molasse : niveaux gréseux et conglomératiques

Molasses inférieures de Saint-Félix-Lauragais (molasse de Blan)

Horizon détritique (grès ou conglomérat) identifié au sein de la molasse de Blan

F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)

Marnes lagunaires, gris verdâtre à beige, à intercalations calcaires ou gréseuses (5-40 m)

Marnes à Potamides inférieures

Marnes lagunaires gris verdâtre à intercalations calcaires et gréseuses (unités de Montbrun, Tourouzelle et Argens) (5-20 m)

Marnes à Potamides supérieures

Marnes lagunaires gris verdâtre à beige, intercalations de quelques bancs calcaires (unités d'Argens) (40 m)

Marnes ligneuses ou argileuses, lacustres et palustres, gris, à nodules calcaires, argiles grumeleuses ocre ou bigarré et calcaires nodulisés plus ou moins silteux (70 m)

Calcaires lacustres d'Agel

Calcaires et marnes d'Agel lacustres-palustres

Calcaires lacustres et palustres d'Agel : calcaires nodulisés plus ou moins silteux, marnes ligniteuses, marnes argileuses grises et argiles ocres ou bigarrées grumeleuses (bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia) (70 m)

Marnes grises à nodules calcaires dans les calcaires lacustres d'Agel (bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia)

Niveaux de marnes dans les formations calcareuses lacustres

Calcaires lacustres de Ventenac

Marnes dans les calcaires lacustres de Ventenac (bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia)

Calcaires lacustres du Sud-Minervois

Marnes dans les Calcaires lacustres (unités de Montbrun, Tourouzelle, Argen)

F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)

Conglomérats et grès plus ou moins calcarifères alternant avec des limons et des argiles rouge, gris-ocre ou versicolores (10-80 m)

Conglomérats et grès grossiers alternant avec des limons argileux rouges ou marmorisés (10-25 m)

Conglomérats de Maurou

Conglomérats de Maurou : alternance de conglomérats, de grés plus ou moins calcarifères et d'argiles gris-ocre, puis rougeâtres (Unités de Montbrun, Tourouzelle, Argens) (55 m)

Conglomérats de Maurou dans les grès à huîtres

Formation d'Assignan

Conglomérats, grés et argiles rouges (formation d'Assignan, bordure méridionale de la Montagne Noire) (25 m)

Grés calcarifères et conglomérats en chenaux et limons fins, argiles ou marnes vesicolores de plaines d'inondations (formation d'Assignan, bordure méridionale de la Montagne Noire) (80 m)

Grés d'Assignan (Formation d'Assignan)

Limons fins à chenaux de grés d'Assignan

Conglomérats, sables et grés en chenaux et limons de plaine d'inondation (100-225 m)

Conglomérats et grés à ciment calcaire en chenaux et limons fins et très calcaires de plaine d'inondation

Conglomérats et grès de chenaux fluviatiles, limons gréseux et calcaires de plaine d'inondation

Eboulis : glissement de terrain

Limons fluviatiles à chenaux sableux et graveleux et bancs de calcaires lacustres (100-225 m)

Marnes, localement gréseuses et micacées, à lentilles gréseuses ou conglomératiques (150-700 m)

Formation d'Aigne

Marnes versicolores à bancs microconglomératiques ou gréseux calcarifères à lentilles conglomératiques (formation d'Aigne, bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia) (300-700 m)

Molasse : limons fins, argileux ou sableux, plus ou moins carbonatés, à lentilles conglomératiques et gréseuses (400 m)

Formation d'Aigne

Formation d'Aigne : limons, grès, conglomérats rouges fluviatiles ; conglomérats largement dominants

Molasse de Carcassonne

Colluvions des marnes de la molasse de carcassonne : limons argileux à argiles sableuses contenant des blocs de grès (1.5-4 m)

Molasse de Carcassonne : conglomérats, grès et limons

Molasse de Carcassonne : Limons fins, argileux,sableux, plus ou moins carbonatés, grès et lentilles conglomératiques et gréseuses (400 m)

Molasses et poudingues

Remblais urbains sur la molasse de Carcassonne

Formations d'Aigne et d'Assignan (Molasse de Carcassonne)

Molasse de Carcassonne (formations d'Assignan et d'Aigne, Unités de Montbrun, Tourouzelle, Argens) : limons fins argileux ou sableux plus ou moins carbonatés à lentilles conglomératiques et gréseuses

F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)

Calcaires et marnes, bancs de calcaires durs intercalés

Calcaires et marnes, bancs de calcaires durs intercalés

Conglomérats à intercalations de marnes, grès et lentilles calcaires

Calcaires lacustres intercalés dans les poudingues, grès et marnes

Poudingues de Palassou

Grès et calcaires lacustres intercalés dans les poudingues et marnes (poudingues du Palassou)

Série de Palassou

Calcaires lacustres intercalés dans les molasses et poudingues (série du Palassou)

Couches de Belloc, Grès de Saint-Quentin (Poudingue de Palassou)

Grès et calcaires lacustres intercalés dans les poudingues et marnes (poudingues du Palassou)

Grès et conglomérats à intercalations de marnes et d'argiles et lentilles calcaires (60-750 m)

Couches de Belloc (Poudingue de Palassou)

Argiles et marnes à lentilles calcaires et conglomératiques (Couches de Belloc, Poudingue de Palassou) (100 m)

Argiles et marnes ocres à intercalations de grès et de conglomérats (Couches de Belloc) (750 m)

Lentilles calcaires intercalées au sein des argiles et marnes (Couches de Belloc, Poudingue de Palassou) (100 m) et conglomératiques (Couches de Belloc, Poudingue de Palassou)

Marnes et argiles à lentilles ou bancs de poudingues (couches de Belloc) (60-80 m)

Couches de Limbrassac (Poudingue de Palassou)

Conglomérats et interbancs argileux (400 m)

Marnes à lentilles conglomératiques (Couches de Limbrassac, Poudingue de Palassou) (200-250 m)

Série de Palassou

Marnes intercalées de grès (série de Palassou) (150-200 m)

Couches de Fa et de Léran (Série de Palassou)

Conglomérats, grès et limons (Couches de Fa et Couches de Léran)

Marno-calcaires bariolés et grès (Couches de Fa et Couches de Léran) (450 m)

Couche de Léran (Série de Palassou)

Marnes ocres (couches de Léran) à chenaux conglomératiques et à lentilles calcaires (est de Villefort) (150-200 m)

Couches de Fa (Série de Palassou)

Marnes à intercalations d'horizons calcaires à marno-calcaires et conglomérats (série de Palassou, Couches de Fa)

Marnes associées à des poudingues passant à des grés fins

Couches de Limbrassac (Poudingue de Palassou)

Marnes associées à des poudingues passant progressivement à des grés fins

Molasse : conglomérats prépondérants, marnes et argiles (250-400 m)

Poudingues des Serres inférieures (Série de Palassou)

Poudingues des Serres inférieures : conglomérats, argiles et marnes (série de Palassou)

Poudingues des Serres

Molasses avec conglomérats (des séries secondaires) prépondérant, marnes, argiles (Poudingue des serres)

Poudingues des Serres (Série de Palassou)

Argiles et marnes avec conglomérats prédominants (Poudingues des serres, Poudingue de Palassou) (250-400 m)

F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)

Grès, conglomérats et sables, avec de rares passages marneux ou de molasses gréseuses (50-100 m)

Grés d'Isse

Grés d'Isse : grès, conglomérats, sables, rares passages marneux et molasses gréseuses (50-100 m)

Grés d'Isse et molasse d'En-Calcat-En-Jaurès

Grés d'Isse et molasse d'En-Calcat - En-Jaurès : conglomérats, grés organisés en chenaux et intercalations silto-marneuses (50-70 m)

Sables grossiers, conglomérats et argiles à graviers (10-50 m)

Graviers d'Isse

Graviers d'Isse : argiles sableuses à graveleuses blanches, grises ou verdâtres (10-50 m)

Graviers d'Isse : sables grossiers clairs, conglomérats et argiles à graviers (15-40 m)

F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)

Calcaires marins à intercalations marneuses, sableuses, gréseuses ou conglomératiques (20-100 m)

Calcaires marins bioclastiques dans les grès à huîtres

Calcaires à alvéolines

Calcaires marin et marnes , grés et poudingues (25-30 m)

Calcaires marins : intercalations de Sables, micacés ou ferrugineux, plus ou moins argileux et localement à lentilles conglomératiques (bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia) (20 m)

Calcaires marins crème ou gris-bleu à minces interlits marneux (bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia)

Calcaires marins gris compacts à intercalations marneuses, sableuses et de calcaires gréseux (50-100 m)

Calcaires plus ou moins argileux, calcaires gréseux et rares intercalations marneuses (40-80 m)

Grès gris jaunâtre à huîtres localement intercalés de niveaux de marnes silteuses (20-45 m)

Grès dans les niveaux de marnes bleues silteuses

Grés, calcaires gréseux et marnes (25-30 m)

Grès à Huîtres

Eboulis de Grès à Huîtres dans les marnes bleues

Grès à huîtres

Grés gris jaunâtre à huîtres, bioturbés associés à des silts gris bioturbés (Unités de Montbrun, Tourouzelle, Argens) (20-45 m)

Grés gris jaunâtre à huîtres, bioturbés associés à des silts gris bioturbés (Unités de Montbrun, Tourouzelle, Argens) (20-45 m) (20-45 m)

Grès intercalés de couches d'argilites rouge et de lentilles de poudingues

Grés à Nummulites

Grés à Nummulites intercalés de couches d'argilites rouges

Grés à Nummulites intercalés de couches d'argilites rouges et de lentilles de poudingues (col de la Babourade)

Grès, marnes gréseuses, calcaires gréso-glaconieux

Calcaires gréso-glaconieux, grés et marnes gréseuses ; versant nord du Plantaurel, ouest de Rivel

Calcaires gréso-glaconieux, grés, marnes gréseuses et conglomérats ; versant nord du Plantaurel, ouest de Rivel

Grés lumachelliennes et calcaires à passées marneuses

F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)

Marnes gypseuses noir, grés à lentilles de poudingue et marnes rouge (continental) intercalés de calcaires marins

Calcaires à alvéolines

Marnes noires gypseuses, grés à lentilles de poudingue et marnes rouges (continental) intercalés de calcaires marins

Marnes plus ou moins gréseuses à intercalations calcaires, conglomératiques et gréseuses (60 m)

Marnes à intercalations calcaires glauconieux ; versant nord du Plantaurel, ouest de Rivel

Marnes à intercalations calcaréo-marneuses et gréseuses, marnes gréseuses à intercalations terrigènes (grés et galets), lentilles de conglomérats ; versant nord du Plantaurel, ouest de Rivel (60 m)

Marnes à niveaux conglomératiques grossiers

Marnes grises intercalées de petits bancs calcaréo-marneux et de lits lumachelliennes (partie inférieure) ou détritique avec intercalations de grés et de lentilles de conglomérats (partie supérieure) ; versant nord du Plantaurel, ouest de Rivel (70 m)

Marnes grises ou jaunâtre à intercalations de grés, marnes gréseuses, calcaires gréseux, grés et horizon conglomératique ; chaînons audois, est de Rivel

Marnes silteuses marines, bleu à gris, à fines intercalations calcaires, conglomératiques et gréseuses (10-600 m)

Cônes de déjection : éboulis inscrits dans les marnes bleues remobilisés

Marnes bleues à turitelles

Marnes à turitelles : marnes silteuses à fines intercalations calcaires ou gréseuses et marno-calcaires gréseux

Marnes bleues à intercalations de plaquettes sableuses, calcaires marneux et marnes gréseuses (120-205 m)

Marnes bleues silteuses marines inférieures et supérieures

Marnes gris-bleu à minces intercalations de calcaires (argileux, marneux, gréseux), grés grossiers et conglomérats (530-580 m)

Marnes gris-bleu présentant localement des bancs de calcaire gréseux (50-80 m)

Marnes grises à intercalations de calcaires gréseux (10 m)

Marnes grises, verdâtres ou lie-de-vin à nodule pyriteux et grumeaux calcaires (bordure méridionale de la Montagne Noire et unité d'Oupia) (5-20 m)

Marnes silteuses bleues (unités de Montbrun, Tourouzelle, Argens) (200 m)

Niveaux de marnes dans les formations à huîtres (grès et calcaires marins)

Marnes dans les grès à huîtres

Calcaires à alvéolines

Marnes à huîtres dans les calcaires marins

Colluvions et éboulis soliflués, à dominante argilo-sableuse des marnes marines Eocène (e4)

Colluvions : Conglomérats dans des combes argilo-marneuses

F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)

Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)

Argiles de Saint-Papoul

Argiles de Saint-Papoul et des Mousques-Hautes : Marnes rouges, violettes et blanches à bancs calcaires et conglomérats associés à des argilites rouges

Argiles de Saint-Papoul et d'Issel : argiles rouges à éléments détritiques et lignites (20-30 m)

Brèches à matrice argilo-gréseuse rougeâtre abondante

Complexe bréchique 'Mortadelle'

Brèche "Mortadelle" à matrice argilo-gréseuse rougeâtre abondante

Faciès argileux du complexe 'Mortadelle' remanié : argiles à graviers

Argiles à graviers du complexe bréchique 'Mortadelle'

Alluvions des hautes terrasses (Mindel-Riss) : "argiles à graviers" et faciès argileux du complexe "Mortadelle" remaniées

F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)

Calcaires et marno-calcaires, lacustres ou marins, à interlits marneux (5-75 m)

Calcaires à Miliolés : intercalation de calcaires et de marnes (partie inférieure) et calcaires marneux (à mi-hauteur) (40-75m)

Calcaires et marnes, niveau marin

Calcaires marins et lacustres, marnes et marno-calcaires (5-25 m)

Calcaires marneux

Calcaires lacustres de Montolieu

Calcaires lacustres de Montolieu et interlits marneux (5-15 m)

Calcaires lacustres de Montolieu et interlits marneux (5-25 m)

Calcaires lacustres à intercalations argileuses et marneuses et localement à gypse ou à lignite (20-100 m)

Calcaires lacustres de Ventenac

Calcaire lacustre de Ventenac à passées marneuses (100 m)

Calcaires lacustres de Ventenac : calcaires fins et marnes grises (15-20 m)

Calcaires lacustres de Ventenac : alternance de calcaires gris compacts, d'argiles rouges et de marnes noires à passées de gypse

Calcaires lacustres à intercalations marneuses rares

Calcaires lacustres à intercalations marneuses rares

F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)

Argiles rutilantes et marnes rouge ou bariolées, localement gypseuses, entrecoupées de chenaux conglomératiques, de lentilles gréseuses ou de bancs calcaires (20-300 m)

Argiles rutilantes à passées conglomératiques (20-25 m)

Marnes à chenaux gréseux et conglomératiques, intercalées de bancs de calcaires lacustres (plus ou moins gréseux ou argileux) ou de grés (250 m)

Marnes bariolées à passées calcaires alternant parfois avec des grès roux (90-160 m)

Marnes rouges (localement gypseuses) intercalées de grés et de conglomérats (300 m)

Marnes rouges gypseuses entrecoupées de chenaux conglomératiques, de lentilles gréseuses ou de bancs calcaires (100-200 m)

Marnes gréseuses palustres à chenaux conglomératiques

Conglomérats et grès grossiers alternant avec des limons argileux, rouge, à nodules calcaires ou marmorisés (10-25m)

Conglomérats et grés grossiers alternant avec des limons argileux rouges, roses ou gris à nodules calcaires (10-25 m)

Conglomérats et grés grossiers alternant avec des limons argileux, rouges ou marmorisés (10-25 m)

Faciès "bégudien"

Bassin de Camps : calcaires noduleux conglomératiques, lentilles conglomératiques, grés et marnes rouges (Faciès "bégudiens")

Limons de crues fluviatiles plus ou moins argileux, intercalations rares de calcaires lacustres

Limons de crues fluviatiles jaunâtres (35-60 m)

Limons fluviatiles dans les calcaires lacustres

Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)

Faciès "vitrollien"

Limons sableux peu argileux et chenaux de conglomérats et de grès (faciès vitrollien, Villeneuve-Minervois) (0-30 m)

Sables, graviers, galets et argiles rouges (faciès "vitrolliens", Félines-Minervois) (0-15 m)

Argiles rutilantes rouges et vertes à niveaux sableux (faciès vitrollien, Cennes-Monestie) (10-15 m)

Marnes rouges à jaunes marmorisées entrecoupées de petits bancs gréseux ou de calcaires argileux et de lentilles conglomératiques (faciès vitrollien, cônes d'Arques et de Cucugnan) (50-120 m)

F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)

Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)

Argiles rouges limono-gréseuses fluviatiles (20 m)

Marnes gréseuses fluviatiles à chenaux conglomératiques

Conglomérats du Ressac (Marnes rouges de la Maurine)

Argiles rouges inférieures : finement silteuses ou gréseuses, chenaux gréseux parfois conglomératiques (conglomérats du Ressac)

Faciès "bégudien"

Nord Mouthoumet : calcaires noduleux conglomératiques, lentilles conglomératiques, grés et marnes rouges (Faciès "bégudiens")

Marnes rouges de la Maurine et poudingue fleuri

Marnes rouges de la Maurine et poudingue fleuri : marnes violacées à nodules calcaires et conglomérat polygénique (25-45 m)

Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)

Faciès "vitrollien"

Argiles rouges supérieures (faciès vitrollien) : localement gypsifères à chenaux gréseux (Puivert) parfois conglomératiques (50m)

Argiles rutilantes à passées de calcaires lacustres, de poudingues ferrugineux et de grés (faciès "vitrollien") (30-90 m)

Colluvions sur faciès vitrollien (marnes rouges à jaunes avec intercalations gréseuses, conglomératiques ou calcaires)

Limons calcaires rouges à lentilles conglomératiques (faciès vitrollien)

Limons calcaires rouges parfois associés à des conglomérats (faciès "vitrolliens", Paraza) (0-15 m)

Limons carbonatés brun-rouge et chenaux lenticulaires conglomératiques, calcaires lacustres (faciès Vitrollien)

Limons sableux peu argileux et chenaux de conglomérats et de grès (faciès vitrollien) (0-30 m)

Marnes rouges à jaunes entrecoupées de bancs fins de grés, de conglomérats ou de calcaires plus ou moins argileux (faciès "vitrolliens") (90 m)

Marnes rouges à jaunes marmorisées entrecoupées de petits bancs gréseux ou de calcaires argileux et de lentilles conglomératiques (faciès vitrollien) (50-120 m)

Versant glissé : niches d'arrachement et loupes de glissement dans des séries sablo-argileuses du Paléocène

Chaînon de Lagrasse : limons calcaires et conglomérats fluviatiles

Limons calcaires et conglomérats

F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)

Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)

Calcaires lacustres à joints marneux millimétriques à décimétriques

Calcaires lacustres et palustres, limons calcaires marmorisés, chenaux gréseux et conglomératiques (0-200 m)

Calcaires palustres, calcaires argileux blanchâtres et marnes calcareuses beiges ou gris foncé (20 m)

Marno-calcaires alternant avec des grès et des graviers et calcaires (60-80 m)

Calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux (10-20 m)

Calcaires à joints marneux millimétriques à décimétriques

Faciès "rognacien"

Calcaires lacustres ou palustres intercalés de marnes rouges (faciès Rognaciens)

Calcaires séparés par un horizon marneux ou calcaréo-marneux (faciès rognacien) (10-20 m)

F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)

Conglomérats de base à éléments siliceux

Conglomérats de base à éléments siliceux

Grès à dominante siliceuse : complexe terrigène fluviale

Grès d'Alet

Grès d'Alet, complexe terrigène fluviale sablo-argileux localement

Grès, argiles et marnes rouge (complexes détritiques)

Grès de Labarre supérieurs

Grès de Labarre supérieurs : complexe détritique granodécroissant (de grès à argiles)

Grés des Estous

Grés des Estous : grés chenelisés parfois séparés par des niveaux marneux rouges (10 m)

Limons calcaires et conglomérats fluviatiles

Limons calcaires marmorisés de plaines d'inondations

Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)

Grés et argiles de chenaux fluviatiles et de plaine d'inondation, argiles grises lacustres (150-200 m)

Limons de plaines d'inondations (marmorisations et nodulations) et chenaux de grés (1000 m)

Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)

Marnes rouges ou panachées (ligniteuses) et grés (500 m)

Marnes rouges de Campagne

Marnes rouges de Campagne : Marnes sableuses de teinte ocre à rouge intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (25-30 m)

F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)

Calcaires gréseux roux et marnes noir ligniteuses (15-30 m)

Formation des Escudiés

Calcaires gréseux roux et marnes noires ligniteuses (Zone sous-pyrénéenne) (15-30 m)

Calcaires marneux et marnes

Calcaires médians et marnes supérieures de Peyrepertuse (Marnes de Bugarach)

Calcaires médians et marnes supérieures de Peyrepertuse (zone des écailles sous pyrénées, Camps)

Calcaires médians et marnes supérieures de Peyrepertuse (zone sous pyrénéenne, Camps)

Calcaires, marnes et grès

Calcaires, marnes et grès

Grés deltaïques, poudingues, marnes plus ou moins micacées, calcaires gréseux et olistolithes (400-500 m)

Grés de Labastide de Camps

Grés de Labastide de Camps : grés et marnes micacées et à nodules argileux

Grés de Labastide et de Camps : conglomérats (100 m), grés et marnes bleues (200 m), marnes entrecoupées d'olistolithes et de bancs de grés (100-200 m) (400-500 m)

Grès deltaïques de la Montagne des Cormes

Grés deltaïques (terrènes) : poudingues, grés, calcaires gréseux, silts, marnes micacées et marnes

Grès et marnes (terrènes deltaïques) à intercalations de calcaires noduleux gris (100 m)

Marnes et grés (terrènes deltaïques) à intercalations de calcaires noduleux gris (flanc sud de la branche du Cardou (faciès de lagon)) (100 m)

Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)

Conglomérats, grés ferrugineux ou micacés, argiles sableuses grises, limons marmorisés et calcaires bioconstruits plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)

Grés ferrugineux ou micacés, calcaires plus ou moins gréseux et marnes rouges ou panachées (450 m)

Marno-calcaires, conglomérats, calcaires gréseux et grès (300 m)

Formation des Escudiés

Marnes, calcaires plus ou moins gréseux, grés, marno-calcaires et conglomérats (Formation des Escudiés, zone des écailles sous pyrénées et couverture sud-Mouthoumet) (300 m)

F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)

Marnes

Marnes du Pla de Sagnes (Marnes de Bugarach)

Marnes du Pla de Sagnes (Formation de Bugarach)

Marnes bleu deltaïques, silteuses et micacées, alternant avec des grès marins (100-200 m)

Marnes bleues de Sougraine

Marnes bleues de Sougraine : marnes silteuses et micacées (deltaïques) et grés (marins) (100-200 m)

Marnes brun à rouge brique (30-60 m)

Marnes brunes à rouge brique (St-Louis) (30-60 m)

Marnes et marno-calcaires (85-120 m)

Marnes de Bugarach

Marnes de Bugarach

Marnes de Bugarach : Marnes et marno-calcaires (zone des écailles sous pyrénées, Bugarach et Rennes-les-Bains) (85-90 m)

Marnes de Bugarach : Marnes et marno-calcaires (zone sous pyrénée, Bugarach et Rennes-les-Bains) (85-90 m)

Marnes inférieures de Peyrepertuse (Marnes de Bugarach)

Marnes inférieures de Peyrepertuse et marno-calcaires alternés (zone des écailles sous pyrénées, St-Louis) (120 m)

Marnes inférieures de Peyrepertuse et marno-calcaires alternés (zone sous pyrénée, St-Louis) (120 m)

Marnes et marno-calcaires de teinte claire à passées calcaires (400 m)

Marnes, calcaires et calcaires gréseux

Marnes de Cubières

Marnes de Cubières : marnes prédominantes

Marnes et marno-calcaires de Cubières de teinte claire (zone des écailles sous pyrénée) (400 m)

Marnes ocres sur les calcaires à préalvéolines (Zone sous-pyrénée)

Marnes et marno-calcaires sombres, glauconieux, à rares intercalations de calcaires glauconieux (30-60 m)

Marnes à faunes pélagiques et calcaires glauconieux

Marnes et marno-calcaires glauconieux (zone des écailles sous pyrénées et couverture sud-Mouthoumet)

Marnes et marno-calcaires glauconieux (zone sous pyrénée et couverture sud-Mouthoumet)

Marno-calcaires sombres, glauconieux (Bézu) (30-60 m)

Marnes gris-noir et argiles à passées ligniteuses (quelques mètres)

Marnes grises ou noires à nodules ferrugineux et passées ligniteuses

Argiles de la Pinède de Durban

Argiles ligniteuses de la Pinède de Durban (dépôts marécageux) (quelques mètres)

F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)

Grès vert glauconieux, marnes plus ou moins gréseuses et calcaires gréseux (500-1300 m)

Complexe des grès verts

Grés glauconieux verts intercalés de niveaux plus marneux ("complexe des grès verts")

Marnes feuilletées à intercalations de marno-calcaires (50-300 m)

Marnes à Deshayesites

Marnes feuilletées et calcaires gréso-marneux à Deshayesites (montagne de la Clape) (60 m)

Marnes pyriteuses, marno-calcaires lumachelliennes et marnes noires intercalées de calcaires (60 m)

Marnes noir à passées calcaires et niveaux de grès glauconieux (60-80 m)

Marnes gréso-glaconieuses à intercalations calcaires (Montagne de la Clape) (80 m)

Marnes, marno-calcaires et grés glauconieux (La Clape)

Marnes, marno-calcaires et grés glauconieux (La Clape)

F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)

Marnes et marno-calcaires (localement feuilletés) (80-320 m)

Calcaires marneux et marnes (320 m)
Calcaires marneux et marnes à huîtres (110 m)
Marnes à spicules et calcaires argileux à orbitolines
Marnes et marno-calcaires (Plan de Couloubret) (200 m)
Marnes et marno-calcaires à orbitolines
Marnes feuilletées glauconieuses à intercalations de petits bancs gréseux roux (150 m)

Complexe terrigène du Rec de Riben

Marnes et marno-calcaires à niveaux de conglomérats et d'olistolites (Complexe terrigène du Rec de Riben) (500 m)

Marnes à Deshayesites

Marnes et marno-calcaires à Deshayesites et palorbitolines (300 m)
Marnes feuilletées et calcaires marneux (Plan de Couloubret) (80-100 m)
Marnes feuilletées, micacées et glauconieuses, jaunes et à nodules ; marnes à intercalations de bancs de calcaires (40-50 m)
Marnes grises ou noires et calcaires argileux gris (100 m)
Marnes sombres à Deshayesites finement argileuses (300 m)

Marnes gréseuses et grès glauconieux (> 60 m)

Grès glauconieux, calcaires gréseux glauconieux et marnes gréseuses glauconieuses
Marnes gréseuses
Marnes gréseuses et glauconieuses à intercalations calcaires (60 m)
Marnes, marno-calcaires et grès glauconieux

Grès verts

Grés verts et marnes glauconieuses

Marnes glauconieuses à *Planomalina buxtorti*

Marnes noires et marno-calcaires silto-gréseux (60-80 m)

Marnes noires à passées calcaires rares (200 m)

Marnes de Montmija (Marnes de Quirbajou)

Marnes de Montmija (marnes de Quirbajou) (200 m)

Marnes de Tury (marnes de Quirbajou)

Marnes de Tury (marnes de Quirbajou)

Marnes noires de Fougax

Marnes de Fougax
Marnes de Fougax à passées calcaires
Marnes de Fougax à passées calcaires et niveaux de grès glauconieux
Marnes noires de Fougax (de Barrineuf et du Rébenty) à lentilles de grès glauconieux

Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne à intercalations gréseuses (localement métamorphisées) (300-1300 m)

Marnes noires
Marnes noires (plus ou moins gréseuses) à intercalations gréseuses
Marnes noires à intercalations gréseuses (1000 m)
Marnes noires à intercalations gréseuses, localement métamorphisées (zone de Vingrau)
Marnes sombres, turbidites (calcaires gréseux et pélites) et olistolites (zone des écailles sous pyrénéenne) (300 m)

Faciès de la série nord-pyrénéenne

Marnes noires à intercalations gréseuses (faciès de la série nord-pyrénéenne)

Marno-calcaires et pélites de Ginoles et Grés de Laval (Grès verts inférieurs)

Marno-calcaires et pélites de Ginoles (Marnes noires à Hypacanthoplites) et Grés de Laval ou Grès verts inférieurs : ensemble grésopélitique et glauconieux (1300 m)

F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (I3-j1 marin)

Marnes feuilletées intercalés de calcaires argileux et localement de niveaux de calcaires plus ou moins gréseux (8-25 m)

Calcaires argileux intercalés de minces niveaux de marnes feuilletées (8-10 m)
Calcaires argileux séparés par des marnes très feuilletées, marnes grises à noires très feuilletées et calcaires roux (25 m)
Calcaires marneux, marnes et calcaires gréseux

Marnes gris à rouge et calcaire argileux (80 m)

Marnes grises à rouges et calcaire argileux (80 m)

Marnes noir feuilletées à intercalations marno-calcaires (35-60 m)

Marnes grises ou noires feuilletées et marno-calcaires (60 m)
Marnes noires à intercalations de calcaires gréseux roux et lentilles de marnes jaunes, marnes gréseuses jaunâtres (35 m)
Marnes noires feuilletées et marnes jaunâtres à petits lits calcaires

Marnes sombres à intercalations marno-calcaires et de marnes gréseuses (100-120 m)

Marnes noires à rares intercalations de bancs de calcaires gréseux roux ou en plaquettes et marno-calcaires ferrugineux (100 m)
Marnes noires et calcaires marneux
Marnes noires et grises (plus ou moins schisteuses) à intercalations de calcaires gréseux, de calcaires en plaquettes, de marnes gréseuses ou de grès (100 m)
Marnes noires et grises intercalées de calcaires gréseux, de calcaires en plaquettes ou de marnes gréseuses (120 m)
Marnes noires et grises, marno-calcaires à brachiopodes
Marnes sombres feuilletées à intercalations de marno-calcaires, marnes gréseuses jaunâtres

F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (I1-j3 marin)

Calcaires à silex, calcaires ferrugineux brun-roux à niveau de marnes et calcaires argileux (20-30 m)

Calcaires à silex, calcaires brun-roux et calcaires argileux (20-30 m)
Calcaires ferrugineux brun-roux et niveau de marnes (2,5 m), calcaires graveleux ou massifs (18 m)

Calcaires argileux à silex blancs et petits lits de marnes bleu

Calcaires à chailles : calcaires argileux à silex blancs et petits lits de marnes bleues

Calcaires gris en petits bancs et interlits marneux

Calcaires gris en petits bancs et interlits marneux (collines de Boutenac)

Calcaires sombres, plus ou moins argileux, à intercalations de marnes à silex, localement schisteuses ou charboneuses, calcaires oolithiques (10-100 m)

Calcaires massifs micrograveleux à lits de marnes charboneuses, calcaires oolithiques et calcarénites (la Berre) (80-100 m)
Calcaires sombres à intercalations de marnes schisteuses noires à silex ou de lumachelles et calcaires oolithiques graveleux (Jonquières-Fontjoncouse) (30 m)
Calcaires sombres ou à silex et calcaires argileux (8-10 m) à intercalations de marnes très feuilletées
Marno-calcaires, calcaires plus ou moins gréseux à silex (50 m)

Dolomies et dolomies calcareuses à intercalations de marnes gris (20-100 m)

Dolomies, dolomies calcareuses à intercalations de marnes grises (région de Durban-Corbières) (20-100 m)

Lias indifférencié

Lias indifférencié

F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)**Marnes et argiles bariolées plus ou moins cristallisées à intercalations de cargneules jaunâtre, de gypse et de dolomies noir**

Argiles bariolées salifères très plastiques

Argiles rouges ou bariolées gypsifères et à blocs de cargneules

Argiles vertes et rouges (route de Puivert)

Marnes "lie-de-vin" à intercalations calcaréo-dolomitiques ou marnes bariolées gypsifères

Marnes bariolées versicolores à rares intercalations de dolomies noires ou de cargneules (présence de gypse et d'anhydrite)

Marnes et argiles bariolées à fragments de cargneules jaunâtres et de gypse

Marnes et argiles bariolées contenant du gypse et de la cargneule jaunâtre fragmentées

Marnes versicolores (gypsifères) à rares intercalations de dolomies noires ou de cargneules

Marnes et argiles vert ou bariolées à intercalations gréuses, dolomitiques ou calcaires (30-40 m)

Argiles vertes à bancs dolomitiques gris, calcaires en plaquette et dolomies jaunâtres (Boutenac) (30-40 m)

Marnes feuilletées vertes et rouges, minces bancs calcaires argileux jaunâtres et calcaires dolomitiques jaunâtres

Marnes gris-vert surmontées de niveaux de calcaires en plaquettes jaunes (40 m)

Marnes vertes à gris-bleuté en plaquettes à intercalations gréuses, dolomitiques ou calcaires (25 m) et calcaires dolomitiques, gréseux, oolithiques puis marneux (Jonquières) (30 m)

Marnes vertes ou bleues et calcaires dolomitiques (Ornaisons)

Pélites vertes ou roses et dolomies sableuses en lentilles, calcaires

F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)**Calcaires gréseux jaune à intercalations marneuses ou argileuses, grès jaune et calcaires ou dolomies en plaquettes (30 m)**

calcaires dolomitiques en plaquettes

Calcaires gréseux jaunes à intercalations marneuses, calcaires et grès jaunes

Calcaires gréseux jaunes à intercalations marneuses, grès jaunes et calcaires en plaquettes jaunes à intercalations de bancs de calcaire bleu (la Berre)

Calcaires jaunes en plaquettes et argiles bariolées, calcaires rouges, grès calcaieux et dolomies grises (30 m)

Dolomies en plaquettes, grès calcaieux, calcaires et marnes jaunes

Grès calcaieux, calcaires à silex ou en plaquettes et argilites vertes et violacées

Dolomies jaune ou gris, marnes palustres à intercalations de calcaires noir et conglomérats (7 m)

Dolomies et calcaires, marnes palustres intercalées de petits bancs calcaires noirs ou litées et conglomérats

Faciès des "couches jaunes"

Marnes palustres à intercalation de calcaires noirs (7 m), dolomies jaunes ou grises et conglomérats (couche jaune, nord-ouest de Dermacueillette)

Dolomies, marnes jaune plus ou moins dolomitiques, calcaires vermiculés, schistes rouge et conglomérats jaune**Faciès des "couches jaunes"**

Dolomies, calcaires vermiculés, marnes, grès et conglomérats (couches jaunes)

Marnes dolomitiques, dolomies, calcaires (plus ou moins dolomitiques), schistes rouges et conglomérats jaunes (région de Tuchan)

Marnes jaunes dolomitiques et calcaires vermiculés (couche jaune)

Grès, marnes et conglomérats (ensemble rouge)

Conglomérats, grès rouges, marnes gréseuses, marnes bariolées locales (25 m)

Annexe 3

Liste des 117 communes de l'Aude reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols, dates des périodes de reconnaissance et demandes de classement 2003

(état au 30 juin 2007)

Données compilées par le site internet www.prim.net

Département de l'Aude : liste des communes ayant au moins un arrêté de catastrophe naturelle "mouvement de terrain consécutif à la sécheresse" et/ou ayant déposé une demande d'introduction suite à l'été 2003

INSEE	Commune	Reconnue CatNat	Demande 2003
11001	AIGUES-VIVES	Oui	
11002	AIROUX		Oui
11003	AJAC	Oui	Oui
11004	ALAIGNE	Oui	Oui
11005	ALAIRAC	Oui	Oui
11006	ALBAS		Oui
11008	ALET-LES-BAINS	Oui	Oui
11009	ALZONNE	Oui	Oui
11010	ANTUGNAC	Oui	Oui
11011	ARAGON	Oui	Oui
11012	ARGELIERS	Non	Oui
11013	ARGENS-MINERVOIS		Oui
11014	ARMISSAN		Oui
11016	ARQUETTES-EN-VAL	Oui	
11018	ARZENS	Oui	Oui
11023	BADENS	Oui	Oui
11025	BAGNOLES	Oui	Oui
11032	BELLEGARDE-DU-RAZES	Oui	Oui
11033	BELPECH	Oui	Oui
11034	BELVEZE-DU-RAZES	Oui	Oui
11035	BELVIANES-ET-CAVIRAC		Oui
11037	BERRIAC	Oui	Oui
11041	BIZE-MINERVOIS		Oui
11042	BLOMAC		Oui
11043	BOUILHONNAC	Oui	Oui
11045	BOURIEGE		Oui
11048	BOUTENAC		Oui
11049	BRAM	Oui	Oui
11050	BRENAC		Oui
11051	BREZILHAC	Oui	Oui
11055	BUGARACH	Non	Oui
11061	CAMBIEURE	Oui	Oui
11063	CAMPAGNE-SUR-AUDE		Oui
11064	CAMPLONG-D'AUDE		Oui
11068	CAPENDU		Oui
11069	CARCASSONNE	Oui	Oui
11070	CARLIPA	Oui	Oui
11071	CASCASTEL-DES-CORBIERES		Oui
11073	CASSAIGNES	Oui	Oui
11077	CASTELNAU-D'AUDE		Oui
11076	CASTELNAUDARY	Oui	Oui
11081	CAUNES-MINERVOIS	Oui	Oui
11084	CAUX-ET-SAUZENS	Oui	Oui
11085	CAVANAC	Oui	Oui
11086	CAVES		Oui
11088	CAZILHAC	Oui	
11089	CENNE-MONESTIES	Oui	Oui
11090	CEPIE	Oui	Oui
11095	COMIGNE	Oui	
11098	CONILHAC-CORBIERES	Oui	Oui
11097	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	Oui	Oui
11099	CONQUES-SUR-ORBIEL	Non	Oui
11103	COUIZA		Oui
11105	COURNANEL	Oui	Oui
11111	CRUSCADES		Oui
11116	CUXAC-D'AUDE		Oui
11122	DOUZENS	Non	Oui
11124	DURBAN-CORBIERES		Oui
11128	ESCUEILLENS-ET-SAINT-JUST-DE-BELENGARD	Oui	Oui

Département de l'Aude : liste des communes ayant au moins un arrêté de catastrophe naturelle "mouvement de terrain consécutif à la sécheresse" et/ou ayant déposé une demande d'introduction suite à l'été 2003

INSEE	Commune	Reconnue CatNat	Demande 2003
11129	ESPERAZA	Oui	Oui
11131	FA		Oui
11132	FABREZAN		Oui
11136	FANJEAUX	Oui	Oui
11138	FENDEILLE	Oui	Oui
11139	FENOUILLET-DU-RAZES	Oui	Oui
11148	FONTCOUVERTE		Oui
11149	FONTERS-DU-RAZES	Oui	Oui
11151	FONTIES-D'AUDE		Oui
11152	FONTJONCOUSE		Oui
11156	FRAISSE-CABARDES	Oui	
11158	GAJA-ET-VILLEDIEU	Oui	Oui
11159	GAJA-LA-SELVE		Oui
11164	GINESTAS		Oui
11165	GINOLES		Oui
11166	GORVIEILLE	Oui	Oui
11167	GRAMAZIE	Oui	Oui
11175	ISSEL	Oui	Oui
11119	LA DIGNE-D'AMONT	Oui	
11120	LA DIGNE-D'aval	Oui	Oui
11153	LA FORCE	Oui	Oui
11376	LA SERPENT		Oui
11178	LABASTIDE-D'ANJOU	Oui	Oui
11181	LABECEDA-LAURAGAIS	Oui	Oui
11185	LAGRASSE		Oui
11192	LASBORDES	Oui	Oui
11193	LASSERRE-DE-PROUILLE	Oui	Oui
11197	LAURAGUEL	Oui	
11199	LAVALETTE	Oui	Oui
11054	LES BRUNELS	Oui	Oui
11074	LES CASSES	Oui	Oui
11200	LESPINASSIERE		Oui
11202	LEUCATE		Oui
11203	LEZIGNAN-CORBIERES		Oui
11206	LIMOUX	Oui	Oui
11209	LUC-SUR-AUDE	Oui	Oui
11211	MAGRIE	Oui	Oui
11214	MALRAS	Oui	Oui
11215	MALVES-EN-MINERVOIS	Oui	Oui
11217	MARCORIGNAN		Oui
11220	MARSEILLETTE		Oui
11225	MAS-SAINTES-PUELLES	Oui	Oui
11239	MONTAURIOL		Oui
11240	MONTAZELS	Oui	Oui
11241	MONTBRUN-DES-CORBIERES		Oui
11242	MONTCLAR	Oui	Oui
11243	MONTFERRAND	Oui	Oui
11248	MONTIRAT	Oui	Oui
11249	MONTJARDIN		Oui
11251	MONTLAUR	Oui	Oui
11254	MONTREAL	Oui	Oui
11255	MONTREDON-DES-CORBIERES		Oui
11256	MONTSERET		Oui
11258	MOUSSAN		Oui
11259	MOUSSOULENS	Oui	Oui
11261	MOUX	Oui	Oui
11262	NARBONNE	Oui	Oui

Département de l'Aude : liste des communes ayant au moins un arrêté de catastrophe naturelle "mouvement de terrain consécutif à la sécheresse" et/ou ayant déposé une demande d'introduction suite à l'été 2003

INSEE	Commune	Reconnue CatNat	Demande 2003
11263	NEBIAS		Oui
11269	OUVEILLAN		Oui
11272	PALAJA	Oui	Oui
11274	PAULIGNE	Oui	Oui
11277	PECHARIC-ET-LE-PY		Oui
11279	PENNAUTIER	Oui	Oui
11281	PEXIORA	Oui	Oui
11284	PEYRENS	Oui	Oui
11288	PEZENS	Oui	Oui
11289	PIEUSSE		Oui
11291	PLAVILLA	Oui	Oui
11293	POMAS	Oui	Oui
11296	POUZOLS-MINERVOIS	Oui	Oui
11298	PRADELLES-EN-VAL	Oui	Oui
11300	PUGINIER	Oui	Oui
11301	PUICHERIC		Oui
11303	PUIVERT	Non	Oui
11304	QUILLAN		Oui
11308	RAISSAC-SUR-LAMPY	Oui	Oui
11309	RENNES-LE-CHATEAU		Oui
11310	RENNES-LES-BAINS	Oui	Oui
11311	RIBAUTE		Oui
11312	RIBOUISSSE	Oui	Oui
11313	RICAUD	Oui	Oui
11315	RIEUX-MINERVOIS		Oui
11318	ROQUECOURBE-MINERVOIS		Oui
11323	ROQUETAILLADE	Oui	
11325	ROUFFIAC-D'AUDE	Oui	Oui
11327	ROULLENS	Oui	Oui
11332	SAINT-ANDRE-DE-ROQUELONGUE		Oui
11337	SAINT-COUAT-D'AUDE		Oui
11348	SAINT-JULIEN-DE-BRIOLA	Oui	Oui
11351	SAINT-LAURENT-DE-LA-CABRERISSE	Non	Oui
11353	SAINT-MARCEL-SUR-AUDE		Oui
11356	SAINT-MARTIN-LALANDE	Oui	Oui
11361	SAINT-PAPOUL	Oui	Oui
11363	SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS	Oui	Oui
11364	SAINT-POLYCARPE	Oui	Oui
11336	SAINTE-COLOMBE-SUR-L'HERS		Oui
11340	SAINTE-EULALIE	Oui	Oui
11366	SAINTE-VALIERE		Oui
11378	SERVIES-EN-VAL	Oui	Oui
11379	SIGEAN		Oui
11382	SOUILHANELS	Oui	Oui
11383	SOUILHE	Oui	Oui
11385	SOUPEX	Oui	Oui
11386	TALAIRAN		Oui
11393	TOUROUZELLE		Oui
11397	TREBES	Oui	Oui
11399	TREVILLE	Oui	Oui
11404	VENTENAC-CABARDES	Oui	Oui
11405	VENTENAC-EN-MINERVOIS		Oui
11410	VILLALIER	Oui	Oui
11416	VILLARZEL-CABARDES	Oui	Oui
11417	VILLARZEL-DU-RAZES	Oui	Oui
11418	VILLASAVARY	Oui	Oui

Département de l'Aude : liste des communes ayant au moins un arrêté de catastrophe naturelle "mouvement de terrain consécutif à la sécheresse" et/ou ayant déposé une demande d'introduction suite à l'été 2003

INSEE	Commune	Reconnue CatNat	Demande 2003
11422	VILLEDUBERT		Oui
11425	VILLEGAILHENC	Oui	Oui
11426	VILLEGLY	Oui	Oui
11428	VILLEMAGNE		Oui
11429	VILLEMOUSTAUSSOU	Oui	Oui
11430	VILLENEUVE-LA-COMPTAL	Oui	Oui
11432	VILLENEUVE-LES-MONTREAL	Oui	Oui
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	Oui	Oui
11434	VILLEPINTE	Oui	Oui
11437	VILLESEQUELANDE	Oui	Oui
11439	VILLESPY	Oui	Oui
11441	VINASSAN		Oui
11195	LAURABUC	Oui	Oui
11234	MIREVAL-LAURAGAIS	Oui	Oui

LISTE DES ARRETES DE CLASSEMENT PAR COMMUNE

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11001	AIGUES-VIVES	01/05/1989	30/06/1990	30/04/2003	22/05/2003
11001	AIGUES-VIVES	01/01/2002	31/03/2002	30/04/2003	22/05/2003
11003	AJAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11004	ALAIGNE	01/01/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11004	ALAIGNE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11005	ALAIRAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11008	ALET-LES-BAINS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11008	ALET-LES-BAINS	01/02/1998	30/09/1998	17/12/2002	08/01/2003
11008	ALET-LES-BAINS	01/06/1989	31/12/1997	21/01/1999	05/02/1999
11009	ALZONNE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11010	ANTUGNAC	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11010	ANTUGNAC	01/01/1997	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11011	ARAGON	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11011	ARAGON	01/05/1989	30/11/1996	08/07/1997	19/07/1997
11016	ARQUETTES-EN-VAL	01/02/1998	30/09/1998	12/03/2002	28/03/2002
11018	ARZENS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11023	BADENS	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11025	BAGNOLES	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11025	BAGNOLES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11025	BAGNOLES	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11032	BELLEGARDE-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11033	BELPECH	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11034	BELVEZE-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11037	BERRIAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11043	BOUILHONNAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11049	BRAM	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11051	BREZILHAC	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11054	LES BRUNELS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11061	CAMBIEURE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11069	CARCASSONNE	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11069	CARCASSONNE	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11069	CARCASSONNE	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11070	CARLIPA	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11070	CARLIPA	01/01/2002	31/07/2002	30/04/2003	22/05/2003
11073	CASSAIGNES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11074	LES CASSES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11076	CASTELNAUDARY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11076	CASTELNAUDARY	01/03/1992	30/06/1992	29/05/2001	06/06/2001
11076	CASTELNAUDARY	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11076	CASTELNAUDARY	01/05/1989	31/12/1990	29/05/2001	06/06/2001
11081	CAUNES-MINERVOIS	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11084	CAUX-ET-SAUZENS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11084	CAUX-ET-SAUZENS	01/06/1998	30/09/1998	11/05/2004	23/05/2004
11084	CAUX-ET-SAUZENS	01/01/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11085	CAVANAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11088	CAZILHAC	01/05/1989	31/12/1990	31/07/1992	18/08/1992
11089	CENNE-MONESTIES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11090	CEPIE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11095	COMIGNE	01/03/1998	30/06/1999	17/12/2002	08/01/2003
11098	CONILHAC-CORBIERES	01/03/1998	30/06/1999	27/12/2000	29/12/2000
11097	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	01/07/2003	30/09/2003	22/02/2007	10/03/2007
11105	COURNANEL	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11119	LA DIGNE-D'AMONT	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003

LISTE DES ARRETES DE CLASSEMENT PAR COMMUNE

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11119	LA DIGNE-D'AMONT	01/05/1989	30/09/1990	27/12/2000	29/12/2000
11119	LA DIGNE-D'AMONT	01/03/1992	30/06/1992	27/12/2000	29/12/2000
11120	LA DIGNE-D'aval	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11128	ESCUEILLENS-ET-SAINT-JUST-DE-BELENGARD	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11129	ESPERAZA	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11129	ESPERAZA	01/05/1989	31/12/1998	19/05/1999	05/06/1999
11136	FANJEAUX	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11138	FENDEILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11139	FENOUILLET-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11149	FONTERS-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11153	LA FORCE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11156	FRAISSE-CABARDES	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11156	FRAISSE-CABARDES	01/08/1988	31/08/1997	19/11/1998	11/12/1998
11158	GAJA-ET-VILLEDIEU	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11166	GORVIEILLE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11167	GRAMAZIE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11175	ISSEL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11178	LABASTIDE-D'ANJOU	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11181	LABECEDA-LAURAGAIS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11181	LABECEDA-LAURAGAIS	01/01/2002	31/07/2002	30/04/2003	22/05/2003
11192	LASBORDES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11193	LASSERRE-DE-PROUILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11197	LAURAGUEL	01/08/1996	31/03/1998	21/07/1999	24/08/1999
11199	LAVALETTE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11199	LAVALETTE	01/02/1998	30/09/1998	17/12/2002	08/01/2003
11206	LIMOUX	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11206	LIMOUX	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11209	LUC-SUR-AUDE	01/02/1998	30/09/1998	01/08/2002	22/08/2002
11209	LUC-SUR-AUDE	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11211	MAGRIE	01/01/1996	31/12/1997	21/07/1999	24/08/1999
11211	MAGRIE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11214	MALRAS	01/07/1997	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11214	MALRAS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11215	MALVES-EN-MINERVOIS	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11225	MAS-SAINTES-PUELLES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11234	MIREVAL-LAURAGAIS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11195	LAURABUC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11240	MONTAZELS	01/05/1989	31/10/1997	09/04/1998	23/04/1998
11240	MONTAZELS	01/01/2002	30/09/2002	08/07/2003	26/07/2003
11240	MONTAZELS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11242	MONTCLAR	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11243	MONTFERRAND	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11248	MONTIRAT	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
11251	MONTLAUR	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11254	MONTREAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11259	MOUSSOULENS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11261	MOUX	01/06/1999	30/06/1999	12/03/2002	28/03/2002
11262	NARBONNE	01/01/1989	28/02/1991	30/06/1994	09/07/1994
11272	PALAJA	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11272	PALAJA	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11274	PAULIGNE	01/01/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11274	PAULIGNE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005

LISTE DES ARRETES DE CLASSEMENT PAR COMMUNE

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11279	PENNAUTIER	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11279	PENNAUTIER	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11279	PENNAUTIER	01/05/1989	30/06/1990	27/12/2000	29/12/2000
11279	PENNAUTIER	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11281	PEXIORA	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11284	PEYRENS	01/06/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11284	PEYRENS	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
11288	PEZENS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11288	PEZENS	01/05/1989	31/10/1997	09/04/1998	23/04/1998
11291	PLAVILLA	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11293	POMAS	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11296	POUZOLS-MINERVOIS	01/05/1989	30/09/1989	12/03/2002	28/03/2002
11296	POUZOLS-MINERVOIS	01/03/1998	30/06/1999	12/03/2002	28/03/2002
11296	POUZOLS-MINERVOIS	01/01/1991	31/12/1991	12/03/2002	28/03/2002
11298	PRADELLES-EN-VAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11300	PUGINIER	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11308	RAISSAC-SUR-LAMPY	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11308	RAISSAC-SUR-LAMPY	01/01/1995	31/12/1998	19/05/1999	05/06/1999
11310	RENNES-LES-BAINS	01/01/2002	30/09/2002	03/10/2003	19/10/2003
11310	RENNES-LES-BAINS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11310	RENNES-LES-BAINS	01/12/1997	31/12/1997	16/04/1999	02/05/1999
11312	RIBOISSE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11313	RICAUD	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11313	RICAUD	01/01/1996	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11323	ROQUETAILLADE	01/01/1992	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11325	ROUFFIAC-D'AUDE	01/05/1989	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11325	ROUFFIAC-D'AUDE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11327	ROULLENS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11340	SAINTE-EULALIE	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
11348	SAINT-JULIEN-DE-BRIOLA	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11356	SAINT-MARTIN-LALANDE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11356	SAINT-MARTIN-LALANDE	01/10/1988	28/02/1991	25/01/1993	07/02/1993
11361	SAINT-PAPOUL	01/05/1989	30/09/1990	27/12/2000	29/12/2000
11361	SAINT-PAPOUL	01/03/1992	30/06/1992	27/12/2000	29/12/2000
11361	SAINT-PAPOUL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11363	SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11364	SAINT-POLYCARPE	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11378	SERVIES-EN-VAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11382	SOUILHANELS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11383	SOUILHE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11385	SOUPEX	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11397	TREBES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11399	TREVILLE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11404	VENTENAC-CABARDES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11404	VENTENAC-CABARDES	01/01/1991	31/12/1997	18/09/1998	03/10/1998
11410	VILLALIER	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11410	VILLALIER	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11410	VILLALIER	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11416	VILLARZEL-CABARDES	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11416	VILLARZEL-CABARDES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11416	VILLARZEL-CABARDES	01/09/1998	30/09/1998	30/04/2003	22/05/2003
11417	VILLARZEL-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11418	VILLASAVARY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005

LISTE DES ARRETES DE CLASSEMENT PAR COMMUNE

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11425	VILLEGAILHENC	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11425	VILLEGAILHENC	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11425	VILLEGAILHENC	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11425	VILLEGAILHENC	01/05/1989	30/06/1990	27/12/2000	29/12/2000
11426	VILLEGLY	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11426	VILLEGLY	01/02/1998	30/09/1998	12/03/2002	28/03/2002
11429	VILLEMOUSTAUSSOU	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11429	VILLEMOUSTAUSSOU	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11429	VILLEMOUSTAUSSOU	01/06/1996	31/12/1998	19/05/1999	05/06/1999
11430	VILLENEUVE-LA-COMPTAL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11432	VILLENEUVE-LES-MONTREAL	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/01/1995	31/12/1995	12/03/2002	28/03/2002
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/01/2002	30/09/2002	25/08/2004	26/08/2004
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/02/1998	30/09/1998	12/03/2002	28/03/2002
11434	VILLEPINTE	01/07/1990	31/12/1990	10/06/1991	19/07/1991
11434	VILLEPINTE	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11434	VILLEPINTE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11437	VILLESEQUELANDE	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11437	VILLESEQUELANDE	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11439	VILLESPY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004

Annexe 4

Liste des sinistres “sécheresse” recensés et localisés avec précision dans le cadre du programme

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LiCarto	Y_LiCarto	Nombre de sinistres
AIGUES-VIVES	615941,37	1804024,74	
	616210,61	1803350,62	
Total AIGUES-VIVES			6
AIROUX	561773,42	1818037,37	
Total AIROUX			1
AJAC	583781,14	1782857,94	
	583353,23	1781554,74	
	583443,86	1781524,95	
	583644,46	1782688,5	
	583744,02	1782945,59	
	584246,29	1783132,79	
	583950,59	1782725,62	
	583888,15	1782337,81	
Total AJAC			10
ALAIGNE	580034,44	1788610,03	
	580087,6	1788689,2	
	580379,75	1788791,62	
	580229,55	1788724,71	
	580086,34	1788960,95	
Total ALAIGNE			19
Total ALAIRAC			2
Total ALBAS			17
ALET-LES-BAINS	593859,53	1776947,75	
	594160,04	1774604,96	
Total ALET-LES-BAINS			2
ALZONNE	587470,22	1805937,21	
	586894,51	1805598,32	
	586813,29	1805651,71	
	586815,58	1805549,52	
	586699,52	1805712,09	
	587036,12	1805168,81	
	587416,83	1805860,57	
	587565,42	1806338,89	
Total ALZONNE			8
Total ANTUGNAC			25
Total ARAGON			11
Total ARGENS-MINERVOIS			1
ARMISSAN	661549,07	1798774,11	
	661735,82	1798780,87	
Total ARMISSAN			2
ARQUETTES-EN-VAL	613462,13	1789031,18	
	613341,27	1788960,72	
	613383,2	1788998,48	
	613491,81	1788901,03	
	613476,23	1789003,46	
	613445,18	1789035,99	
	613485,62	1789056,27	
	613432,81	1789049,97	
	613446,78	1789068,64	
	613519,76	1789048,48	
	613522,86	1789079,53	
	613539,93	1789073,34	
	613547,72	1789102,79	
	613560,09	1789081,02	
	613561,58	1789079,53	
	613569,37	1789070,13	
	613521,25	1789102,79	
Total BOUTENAC			4
BRENAC	585526,35	1765852,92	
	586323,51	1766387,95	
	585491,98	1766093,52	
Total BRENAC			3
BREZILHAC	579843	1795817,7	
	580348,47	1796520,11	
	580358,67	1796540,39	
	579055,92	1796174	
	578618,28	1796397,98	
	578933,79	1796187,52	
	578903,21	1796272,42	
Total BREZILHAC			12
BUGARACH	601164,35	1763657,7	
	601191,85	1763661,94	
	601236,41	1763670,41	
	601259,67	1763661,94	
	601223,58	1763714,87	
	601187,61	1763727,7	
	601149,46	1763719,11	
	601140,98	1763704,33	
	601117,61	1763634,33	
Total BUGARACH			9
CAMBIEURE	583077,24	1791265,7	
	583502,4	1791494,84	
	583465,51	1791568,62	
	583572,29	1791376,38	
	583420,83	1791593,83	
	583556,82	1791551,09	
	583354,84	1791085,15	
	583566,44	1791531,73	
	583026,72	1791388,06	
	583350,94	1791054,1	
	582766,53	1791366,64	
	583477,2	1791690,98	
	583424,72	1791461,84	
	583360,68	1791438,47	
	583519,93	1791648,25	
	583073,35	1791234,54	
Total CAMBIEURE			16
CAMPAGNE-SUR-AUDE	590498	1768546,86	
	589340,07	1767878,48	
	589640,24	1768008,28	
	589673,35	1767985,37	
	589383,38	1768013,32	
	589337,55	1768021	
	589291,84	1768031,2	
	589078,17	1768092,15	
	589322,31	1768148,17	
	590449,66	1768551,9	
	590397,53	1768605,41	
	590361,9	1768623,17	
	589732,46	1768565,88	
	589844,4	1768537,93	
	589943,61	1768632,1	
	589900,31	1768573,44	
	589877,51	1768564,62	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LiCarto	Y_LiCarto	Nombre de sinistres
ARQUETTES-EN-VAL	613527,44	1789108,97	
	613501,09	1789118,37	
	613393,97	1788990,97	
	613487,11	1789011,25	
	612295,04	1789012,74	
	613639,03	1789061,89	
Total ARQUETTES-EN-VAL			25
ARZENS	590315,27	1800104,7	
	589715,97	1799726,63	
	590004,1	1799341,68	
Total ARZENS			3
BAGNOLES	608210,36	1807699,72	
	608185,62	1807758,03	
	608043,44	1807598,16	
	608109,66	1807617,8	
	608085,94	1807698,69	
	608083,99	1807677,03	
	608316,22	1807431,75	
Total BAGNOLES			13
BELPECH	551992	1799813,81	
	552483,49	1799198,41	
	552549,71	1799254,2	
	552145,4	1799865,05	
	552518,32	1800068,27	
	552591,53	1799778,98	
	550740,58	1800030	
	556196,05	1799636	
	552399,86	1799848,64	
	552500,91	1799967,22	
Total BELPECH			10
Total BELVEZE-DU-RAZES			3
Total BELVIANES-ET-CAVIRAC			1
Total BERRIAC			10
Total BIZE-MINERVOIS			8
BLOMAC	621294,08	1800233,82	
Total BLOMAC			1
BOUILHONNAC	608535,62	1803489,82	
	608236,48	1803030,29	
	608502,39	1803511,25	
Total BOUILHONNAC			3
BOURIEGE	586072,95	1775704,01	
	585937,3	1776390,15	
	585742,54	1777272,44	
	586039,5	1775784,09	
	585618,12	1777277,71	
	586092,66	1775777,22	
	586149,6	1775843,21	
	586093,46	1775743,07	
	586076,73	1775735,51	
	585946,35	1775834,04	
	586052,56	1775815,83	
	585711,26	1777274,73	
	586296,7	1775755,56	
Total BOURIEGE			13
BOUTENAC	636971,72	1793994,01	
	636862,08	1793980,95	
	637009,99	1793674,26	
	637063,26	1793968,92	
Total BOUTENAC			5
BRAM	581914,38	1803806,37	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LiCarto	Y_LiCarto	Nombre de sinistres
BRAM	583263,87	1806533,31	
	582763,56	1807129,06	
	581654,43	1803847,5	
Total BRAM			4
BRENAC	585526,35	1765852,92	
	586323,51	1766387,95	
	585491,98	1766093,52	
Total BRENAC			3
BREZILHAC	579843	1795817,7	
	580348,47	1796520,11	
	580358,67	1796540,39	
	579055,92	1796174	
	578618,28	1796397,98	
	578933,79	1796187,52	
	578903,21	1796272,42	
Total BREZILHAC			12
BUGARACH	601164,35	1763657,7	
	601191,85	1763661,94	
	601236,41	1763670,41	
	601259,67	1763661,94	
	601223,58	1763714,87	
	601187,61	1763727,7	
	601149,46	1763719,11	
	601140,98	1763704,33	
	601117,61	1763634,33	
Total BUGARACH			9
CAMBIEURE	583077,24	1791265,7	
	583502,4	1791494,84	
	583465,51	1791568,62	
	583572,29	1791376,38	
	583420,83	1791593,83	
	583556,82	1791551,09	
	583354,84	1791085,15	
	583566,44	1791531,73	
	583026,72	1791388,06	
	583350,94	1791054,1	
	582766,53	1791366,64	
	583477,2	1791690,98	
	583424,72	1791461,84	
	583360,68	1791438,47	
	583519,93	1791648,25	
	583073,35	1791234,54	
Total CAMBIEURE			16
CAMPAGNE-SUR-AUDE	590498	1768546,86	
	589340,07	1767878,48	
	589640,24	1768008,28	
	589673,35	1767985,37	
	589383,38	1768013,32	
	589337,55	1768021	
	589291,84	1768031,2	
	589078,17	1768092,15	
	589322,31	1768148,17	
	590449,66	1768551,9	
	590397,53	1768605,41	
	590361,9	1768623,17	
	589732,46	1768565,88	
	589844,4	1768537,93	
	589943,61	1768632,1	
	589900,31	1768573,44	
	589877,51	1768564,62	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LiCarto	Y_LiCarto	Nombre de sinistres
CAMPAGNE-SUR-AUDE	589587,54	1768385,32	
	589611,99	1768197,09	
	589567,14	1768211,07	
	589578,6	1768253	
	589366,19	1768217,48	
	589394,15	1768255,63	
	589399,19	1768268,35	
	589376,39	176	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
Total CARLIPA			1
Total CASCABEL-DES-CORBIERES			2
Total CASSAIGNES			3
CASTELNAUDARY	568106,14 568436,55 569721,2 569340,37 568839,26 570483,87 569873,8 569882,51	1812920,44 1813038,56 1812843,8 1812754,09 1814469,97 1813328,65 1812511,67 1812523,7 1812493,11 1812722,36 1813142,59 1813090 1812512,24 1812490,36 1812901,88 1812744,24 1812718 1812860,3 1812823,06 1812788 1812378,77 1812365,59	
Total CASTELNAUDARY			114
Total CASTELNAU-D'AUDE			1
CAUNES-MINERVOIS	615062,3 614957,7 615407,83 615041,33 615347,91 615407,15 615459,39 615543,02 615950,65 616062,13 616114,37 616131,79 615891,42 615884,43 615922,81 612746,66 615187,29 614898,47	1813596,51 1813697,55 1813396,13 1813993,71 1813565,23 1813903,09 1813791,61 1813721,96 1813941,47 1813847,41 1813878,8 1814171,41 1813707,98 1813666,16 1813666,16 1812436,85 1813655,28 1813561,68	
Total CAUNES-MINERVOIS			18
CAUX-ET-SAUZENS	593484,21 593765,35 593531,52 593656,74 593667,86 593461,86 593726,29	1802616,48 1802012,36 1802616,48 1802494 1802532,96 1802608,11 1801970,66	
Total CAUX-ET-SAUZENS			35
CAVANAC	598885,49	1796401,19	
Total CAVANAC			2
Total CAVES			1
CENNE-MONESTIES	582685,42	1813934,14	
Total CENNE-MONESTIES			1
Total CEPIE			60

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
COMIGNE			619892
Total COMIGNE			21
CONILHAC-CORBIERES			630898,61 631009,4 630961,4 631146,08 630714,05 630885,09
Total CONILHAC-CORBIERES			21
Total CONQUES-SUR-ORBIEU			3
COUIZA			593275,58 593234,45 593296,2 593487,87 593467,94 593796,86 593807,51 593793,31 593657,43 594253,41 594283,54 594281,25 592784,89 593342,71 593256,9
Total COUIZA			20
COURNANEL			591774,63 591778,52 591845,32 591692,6 591768,9 591843,37 591818,62 591797,54 591543,55 592019,12 591749,88 591795,71 591734,53 591837,64 591442,27
Total COURNANEL			15
CUXAC-D'AUDE			654029,32 655134,44 653713,12 653674,97 653779,11
Total CUXAC-D'AUDE			5
DURBAN-CORBIERES			639226,41 639227,32 639222,4 639206,7 639190,89 639270,86 639279,68 639292,51 639254,02 639217,47 639237,29 639294,57
Total DURBAN-CORBIERES			1776957,26 1776983,95 1777001,71 1777029,44 1777041,24 1777001,71 1777029,44 1777035,28 1777043,19 1777053,04 1777078,7 1777085,69
GAJA-ET-VILLEDIEU			587632,44 587900,76 587948,88 587265,48 587237,99 587302,15 587490,15
Total GAJA-ET-VILLEDIEU			15
GINESTAS			643528,19 644131,96 643728,34 643677,35 643138,08 643358,51
Total GINESTAS			6
GORUVIEILLE			554892,04 556203,96 555758,86
Total GORUVIEILLE			3
GRAMAZIE			
ISSEL			570880,39 571810,79 571836,23 571904,05 571889,27 572149,91 572010,02 573724,53 571215,27
Total ISSEL			9
LA DIGNE-D'AMONT			585256,09 585247,61 585485,22 585578,48 585534,5 585184,82 585688,81 585234,09
Total LA DIGNE-D'AMONT			11
LA DIGNE-D'AVAL			587107,04 587249,56 587266,51 587271,56 587246,12 587402,28 587001,86 587470,1 587566,8 587459,9
Total LA DIGNE-D'AVAL			10
LA FORCE			580337,7 580250,86 580183,38 580629,62 580516,2 580120,6 580364,28 580243,64 580142,25 580159,21
Total LA FORCE			10

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
DURBAN-CORBIERES	639306,38 639355,75 639221,48 638913,29 639014,11 639062,69 639211,51 639189,86 638954,88 639031,87 638966,68 638996,36 639112,76 639180,92 639230,3 639248,06 639231,22 639322,07 639000,25 639274,75 639780,23 638813,62 638743,51 638899,55 638789,91 639220,45	1777109,41 1777125,22 1777138,96 1777386,32 1777349,88 1777310,59 1777569,05 1777511,77 1777239,33 1777153,4 1777074,35 1777062,55 1777391,81 1777433,29 1777483,7 1777502,37 1777437,3 1777490,11 1776816,69 1777187,88 1777434,2 1777007,21 1777008,13 1777174,02 1777187,88 1776944,43	
Total DURBAN-CORBIERES			38
ESCUILLENS-ET-SAINT-JUST-DE-B			6
Total ESPERAZA			40
FA	588629,07 586793,81	1770489,81 1766866,39	
Total FA			3
FABREZAN	629781,58 629804,04 629581,78	1793051,24 1793076,1 1792914,33	
Total FABREZAN			3
FANJEAUX	575400,88 577530,57 577937,75 575959,85 575374,64	1797945,79 1800634,69 1798056,12 1796790,61 1798113,75	
Total FANJEAUX			8
FENDEILLE	568360,13 568000,39 568174,54 567493,66	1807563,5 1807613,79 1807842,01 1806611,79	
Total FENDEILLE			4
FENOUILLET-DU-RAZES	576274,68	1795265,03	
Total FENOUILLET-DU-RAZES			3
FONTCOUVERTE			6
Total FONTONERS-DU-RAZES			5
FRAISSE-CABARDES	594659,78 594776,76 594715,69 594881,93 594688,54	1813642,91 1813680,25 1813605,67 1813673,5 1813522,5	
Total FRAISSE-CABARDES			9
GAJA-ET-VILLEDIEU	587568,17 587884,72 587650,77	1785194,32 1786432,79 1785150,67	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
GAJA-ET-VILLEDIEU			587632,44 587900,76 587948,88 587265,48 587237,99 587302,15 587490,15
Total GAJA-ET-VILLEDIEU			15
GINESTAS			643528,19 644131,96 643728,34 643677,35 643138,08 643358,51
Total GINESTAS			6
GORUVIEILLE			554892,04 556203,96 555758,86
Total GORUVIEILLE			3
GRAMAZIE			
ISSEL			570880,39 571810,79 571836,23 571904,05 571889,27 572149,91 572010,02 573724,53 571215,27
Total ISSEL			9
LA DIGNE-D'AMONT			585256,09 585247,61 585485,22 585578,48 585534,5 585184,82 585688,81 585234,09
Total LA DIGNE-D'AMONT			11
LA DIGNE-D'AVAL			587107,04 587249,56 587266,51 587271,56 587246,12 587402,28 587001,86 587470,1 587566,8 587459,9
Total LA DIGNE-D'AVAL			10
LA FORCE			580337,7 580250,86 580183,38 580629,62 580516,2 580120,6 580364,28 580243,64 580142,25 580159,21
Total LA FORCE			10

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
LA FORCE	580231,61 580115,79 580129,08 580098,95 579339,02	1799226,08 1799146,46 1799084,93 1799419,13 1798765,29	
Total LA FORCE		15	
LA SERPENT	587352,1 585260,9	1773558,39 1773693,69	
Total LA SERPENT		2	
LABASTIDE-D'ANJOU	561055,89	1815972,52	
Total LABASTIDE-D'ANJOU		1	
LABECEDE-LAURAGAIS	572903,54 572927,14 572860,34 572728,94 572770,07 572377,67 572783,81 570144,52 571106,43 570189,78 570127,68 570967,92 572950,62	1820845,07 1820772,44 1820795,92 1820866,61 1820338,69 1821145,36 1820301,34 1823595,49 1822751,02 1824126,06 1823534,09 1823992,36 1820917,6	
Total LABECEDE-LAURAGAIS		13	
LASBORDES	576688,56 577628,18	1810448,42 1811209,49	
Total LASBORDES		5	
LASSERRE-DE-PROUILLE	579281,39 579387,37 579465,39 579698,76 579458,63	1797452,12 1797452,12 1797443,64 1797384,29 1797400,33	
Total LASSERRE-DE-PROUILLE		5	
LAURABUC	572692,85	1806104,48	
Total LAURABUC		5	
LAVALETTE	595232,28 594032,18 594395,82 595146,24 594240,01 594922,83 594678,11 595214,98 593955,76 594203,35 594682,01 594334,87	1797941,78 1797742,43 1798118,67 1797940,75 1798047,18 1797736,7 1797844,05 1797905,92 1797737,62 1798133,22 1797743,46 1798091,63	
Total LAVALETTE		12	
LES BRUNELS	575327,9 575304,64 575279,21 575895,92 575914,94 576594,96 575359,75	1825696,2 1825776,74 1825723,7 1825677,07 1825655,88 1825609,25 1825727,94	
Total LES BRUNELS		7	
LES CASSES	560746,33 561814,9 561721,07	1824651,23 1824851,04 1824712,41	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
LES CASSES	561150,06 561186,84 562414,54 560709,66 561655,88 560640,24 560946,13	1824153,55 1824173,95 1825878,94 1824687,9 1825785,22 1824781,73 1824496,22	
Total LES CASSES		10	
LEUCATE	656788,68 656757,18 656828,21 656785,82 658433,87 658156,39 658160,28 658464,46 658199,81 658094,18 658361,81 657653,78	1770505,39 1767826,12 1767790,6 1767573,38 1767073,64 1767201,04 1767192,1 1767100,22 1767164,49 1767091,4 1769819,02	
Total LEUCATE		14	
LIMOUX	590573,28 589098,56 589428,86 590945,05 590814,21 590575,68 590717,86 590539,02 588394,43 589736,25 589759,16 590272,88 590470,16 590371,52 590479,33	1782209,49 1783741,14 1784235,39 1784709,12 1784402,88 1782409,53 1784306,53 1783561,04 1783994,57 1785747,1 1784854,74 1784742,35 1782430,26 1784859,32 1784068 1789933,53 1783882,18 1788664,62 1783579,37 178415,06 1783714,79 1781576,85 1782023,25 1783879,88 1783162,84 1781726,02 1783643,65 1784480,91 1784297,37 1784100,08 1780350,29 1780216,13 1783152,72 1783625,32 1784508,4 1782308,71 1782195,06 1782932,53 1782934,82 1782967,01 1782948,57 1782925,65	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
LIMOUX	590238,51 588899,1 590275,17 589901,34 590206,43 587857,8 590892,12 588908,15 588809,51 588876,19 589924,37 590266,12 591855,51 589926,54 588825,66 592550,48 588841,7 589791,24 590075,59 590765,99 589017,91	1784223,93 1783811,14 1783244,49 1783600,11 1784944,22 1783522,09 1782781,18 1783616,15 1783581,67 1784093,21 1783710,1 1783545 1783093,15 1783315,64 1783710,21 1782639 1783441,78 1783792,81 1785013,07 1783485,31 1783632,65	
Total LIMOUX		60	
LUC-SUR-AUDE	593595,34 593767,87 593820,46 593795,14 593746,11 593755,16 593637,15 593949,46 593987,61 594056,58 594029,32 594465,13 594561,37 594485,18 594648,55 594812,04 593608,05	1773090,15 1772926,78 1773042,95 1773061,17 1773108,37 1773013,85 1772556,27 1772919,45 1772912,23 1772866,74 1772915,78 1772899,51 1772877,74 1772834,09 1773001,13 1772921,28 1773224,54	
Total LUC-SUR-AUDE		17	
TOTAL MAGRIE		3	
MALRAS	587281,52	1784870,89	
Total MALRAS		2	
MALVES-EN-MINERVOIS	608640,68 608573,43 608998,24 608790,19 608829,14 609139,05 609143,4 609225,77 608389,32	1805474,82 1805613,56 1805245,11 1805438,04 1805609,21 1805800,99 1805198,48 1805213,6 1805555,02	
Total MALVES-EN-MINERVOIS		20	
MARCORIGNAN	648349,76 647691,68	1803273,52 1802466,16	
Total MARCORIGNAN		2	
MAS-SAINTES-PUELLES	562170,51 562563,02 562678,05 562544,92	1812295,13 1812188,36 1812486,46 1812465,72	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
MAS-SAINTES-PUELLES	562485,34 565458,49 560395,41 562361,84 562492,22 562635,08	1812260,42 1812691,77 1813738,11 1812440,75 1812075,97 1812399,16	
Total MAS-SAINTES-PUELLES		10	
MONTAZELS	591448 591384,3 591434,36 591455,56 591464,61 591599,57 591540,45 591425,2 591473,78 591485,92 592215,26	1771249,28 1771145,47 1771146,17 1771143,08 1771114,32 1771152,24 1771006,63 1770619,85 1770751,83 1770771,53 1771388,82	
Total MONTAZELS		11	
MONTCLAR	592763 593539,31 593377,08 592755,1 592750,74 592777,78 592739,4 592726,34 592728,44 592761,74	1792269,04 1792821,42 1792714,98 1792614,51 1792694,02 1792558,6 1792555,16 1792509,79 1792378,84 1793522,8	
Total MONTCLAR		10	
MONTFERRAND		15	
MONTIRAT	608119,51 608058,22 607887,51 608755,47	1796784,76 1796805,61 1796847,43 1796674,21	
Total MONTIRAT		4	
MONTJARDIN	574427,97 574539,9	1776052,41 1776011,74	
Total MONTJARDIN		2	
MONTREAL	584074,55 584521,82 584405,31 586991,32 585948,42 584172,05	1799636,12 1799644,6 1799625,58 1799335,03 1801260 1799754,81	
Total MONTREAL		6	
MONTSERET	638696,19	1787282,77	
Total MONTSERET		1	
MOUSSAN	651438,73 649811,52 649620,43 649936,98 649975,81 650088,47 650062,43 650109,4 650087,86 650095,19 650121,08	1802533,53 1803201,46 1802950,44 1803214,75 1803151,51 1803113,81 1803128,02 1803139,25 1803196,19 1803262,64 1803216,47 1803113,01	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
MOUSSAN	650143,31	1803144,4	
	650067,58	1803192,52	
	650076,75	1803223,91	
	650028,74	1803246,02	
		1803065,01	
	650126,7	1803260,8	
	650113,75	1803331,03	
	650006,52	1803283,03	
	649882,78	1803506,55	
	649904,9	1803501,05	
	649856,89	1803447,43	
	649849,56	1803491,77	
	649838,45	1803491,77	
		1803499,22	
	650230,15	1803514	
	650272,54	1803449,27	
	650241,15	1803403,1	
	650222,71	1803395,76	
	650093,36	1803460,38	
	651277,53	1802085,8	
	651299,75	1802080,3	
	650036,08	1803109,34	
	650069,42	1803079,79	
		1803029,95	
	650098,86	1803002,34	
	650067,47	1802972,67	
	649875,34	1803205,47	
	649770,05	1803412,38	
	650006,63	1803772,69	
	650043,52	1803809,58	
	650073,08	1803805,91	
	650204,26	1803785,52	
	650239,32	1803774,52	
	650122,92	1803868,7	
	648893,95	1803863,2	
	648655,65	1803794,8	
	648548,53	1803756,88	
	649787,69	1803455,8	
	649555,81	1803660,87	
	649533,58	1803646,09	
	649428,3	1803766,16	
	649697,07	1802849,85	
	649828,37	1803365,17	
	649780,25	1803560,97	
	650136,78	1803080,7	
	649795,94	1802942,19	
	649744,16	1802916,41	
	650299,58	1804693,7	
Total MOUSSAN		62	
MOUSSOLENS	590439,8	1807769,95	
	589232,61	1807367,47	
	591109,11	1809137,65	
Total MOUSSOLENS		3	
Total MOUX		6	
NEBIAS	582219,59	1766061,67	
	581796,95	1766077,48	
	581789,04	1765990,63	
	582247,2	1766168,33	
Total NEBIAS		4	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
PALAJA	605057,01	1796857,97	
	605199,54	1796898,07	
	604326,87	1797065,57	
	604896,96	1797013,1	
	605179,59	1796772,96	
	605227,03	1796638	
	604166,82	1796427,89	
	604346,8	1797005,53	
	605264,6	1796337,84	
	604036,78	1796612,91	
	605512,18	1796655,42	
	604229,37	1796610,39	
	605397,16	1796785,45	
	605494,66	1796467,87	
	605007,06	1796390,42	
	604209,32	1796512,89	
	605096,99	1796337,84	
	605294,62	1796682,91	
	604221,81	1796447,93	
	604862,01	1796512,89	
	604281,84	1796570,41	
	603976,75	1797090,54	
	605429,58	1796765,52	
	603419,04	1797313,15	
	604369,26	1797020,54	
	605157,02	1796422,84	
	605254,52	1796375,41	
	604459,31	1797040,59	
	604934,42	1796908,04	
	604944,39	1796650,49	
	604596,9	1796935,53	
	604442,35	1796050,73	
Total PALAJA		93	
PAULIGNE	586319,39	1785637,81	
	585454,47	1785587,28	
	586168,04	1785711,13	
	585381,31	1785484,06	
	586427,19	1785713,42	
	585633,58	1785614,78	
	585750,56	1785628,64	
	585569,43	1785589,57	
	586360,52	1785653,85	
	586383,66	1785676,76	
	584285,01	1785218,03	
	586408,75	1785690,39	
	584344,59	1785190,54	
	585294,12	1787011,59	
	585725,35	1785564,37	
	585993,67	1785793,73	
	584603,74	1787087,2	
	585200,06	1785376,25	
	585404,22	1785578,12	
Total PAULIGNE		19	
PECHARIC-ET-LE-PY	557281,69	1799823,09	
Total PECHARIC-ET-LE-PY		1	
PENNAUTIER	598907,48	1804587,38	
Total PENNAUTIER		15	
Total PEXIORA		18	
PEYRENS	569570,31	1817274,24	
	569462,39	1817277,33	
	569370,05	1817756,91	
	569692,21	1817547,02	
	569295,92	1817653	
	569304,4	1818664,05	
	569666,78	1817481,37	
	569613,73	1817578,87	
	569586,24	1817589,41	
	569603,19	1817553,44	
	569437,87	1817498,33	
	569478,2	1818483,84	
	569192,01	1818793,29	
	569486,56	1817460,18	
	569643,41	1817767,45	
	569671,1	1817542,78	
	569319,18	1817636,04	
	569419,08	1817834,93	
	569352,17	1817943,77	
	569415,07	1817888,78	
	569446,01	1817786,92	
	569472,01	1817820,95	
	569538,92	1817844,9	
	569582,8	1817787,96	
	569630,8	1817717,04	
	569528,95	1818042,64	
	569576,84	1817633,18	
	569434,09	1817521,24	
	569364,2	1817665,14	
	569519,98	1817402,44	
	569051,66	1817699,05	
	569225,35	1817473,35	
	569354,12	1817618,51	
Total PEYRENS		35	
PEZENS	592711,33	1807383,86	
	594388,14	1805548,94	
	594593,79	1806039,06	
	594670,67	1806084,78	
	594303,02	1806138,74	
	594735,05	1806076,53	
	594622,89	1805272,84	
	593033,15	1807188,06	
Total PEZENS		32	
Total PIEUSSE		29	
PLAVILLA	565162,21	1793934,9	
Total PLAVILLA		1	
Total POMAS		4	
POUZOLS-MINERVOIS	639860,08	1809700,64	
	639813,45	1809431,41	
	639576,07	1809728,14	
	639749,87	1809550,1	
	639872,34	1809638,66	
	639930,08	1809656,07	
Total POUZOLS-MINERVOIS		6	
PRADELLES-EN-VAL	614534,37	1793763,96	
	614802,92	1793822,28	
	614223,55	1793830,3	
Total PRADELLES-EN-VAL		3	
Total PUGINIER		1	
PUCHERIC	622904,44	1802253,07	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
PAULIGNE	586319,39	1785637,81	
	585454,47	1785587,28	
	586168,04	1785711,13	
	585381,31	1785484,06	
	586427,19	1785713,42	
	585633,58	1785614,78	
	585750,56	1785628,64	
	585569,43	1785589,57	
	586360,52	1785653,85	
	586383,66	1785676,76	
	584285,01	1785218,03	
	586408,75	1785690,39	
	584344,59	1785190,54	
	585294,12	1787011,59	
	585725,35	1785564,37	
	585993,67	1785793,73	
	584603,74	1787087,2	
	585200,06	1785376,25	
	585404,22	1785578,12	
Total PAULIGNE		19	
PECHARIC-ET-LE-PY	557281,69	1799823,09	
Total PECHARIC-ET-LE-PY		1	
PENNAUTIER	598907,48	1804587,38	
Total PENNAUTIER		15	
Total PEXIORA		18	
PEYRENS	569570,31	1817917,42	
	568124,93	1817887,74	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues			
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
PEYRENS	569533,31	1817274,24	
	569462,39	1817277,33	
	569370,05	1817756,91	
	569692,21	1817547,02	
	569295,92	1817653	
	569304,4	1818664,05	
	569666,78	1817481,37	
	569613,73	1817578,87	
	569586,24	1817589,41	
	569603,19	1817553,44	
	569437,87	1817498,33	
	569478,2	1818483,84	
	569192,01	1818793,29	
	569486,56	1817460,18	
	569643,41	1817767,45	
	569671,1	1817542,78	
	569319,18	1817636,04	
	569419,08	1817834,93	
	569352,17	1817943,77	
	569415,07	1817888,78	
	569446,01	1817786,92	
	569472,01	1817820,95	
	569538,92	1817844,9	
	569582,8	1817787,96	
	569630,8	1817717,04	
	569528,95	1818042,64	
	569576,84	1817633,18	
	569434,09	1817521,24	
	569364,2	1817665,14	
	569519,98	1817402,44	
	569051,66	1817699,05	
	569225,35	1817473,35	
	569354,12	1817618,51	
Total PEYRENS		35	
PEZENS	592711,33	18073	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues

Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
PUICHERIC	622984,64	1802254,21	
	623639,73	1802582,91	
	623737,92	1802582,91	
	623781,91	1802857,07	
	623551,17	1802459,17	
	622568,53	1802560,22	
	622584,22	1802556,33	
	621967,97	1804376,12	
Total PUICHERIC			9
QUILLAN	586852,12	1763790,14	
	586999,57	1763233,11	
	588195,43	1764917,94	
	587004,96	1763323,16	
	586603,63	1763599,04	
	586884,89	1763776,5	
	586723,81	1763776,5	
	587021,34	1763544,39	
	586917,66	1763377,92	
	587018,59	1763948,58	
	588252,83	1765969,21	
	586873,89	1763358,68	
	588362,01	1765335,65	
	586822,11	1763497,99	
	586813,86	1763356,04	
	587706,68	1762747,12	
	587045,97	1763440,71	
	586691,04	1763642,69	
	587261,59	1763863,92	
	586772,96	1763208,59	
	588271,96	1765919,95	
	588282,84	1765854,41	
	586996,82	1763511,62	
Total QUILLAN			23
RAISSAC-SUR-LAMPY	585917,71	1807314,31	
	585642,98	1808350,58	
	585554,76	1808357,45	
	585295,27	1807807,87	
Total RAISSAC-SUR-LAMPY			4
RENNES-LES-BAINS	598689,92	1768644,48	
	598772,87	1768689,96	
	598528,04	1768312,69	
	598346,33	1768587,19	
	597522,71	1769205,4	
	598573,41	1768324,6	
	598456,89	1768466,78	
	599317,98	1767542,45	
	598636,65	1768462,77	
	598597,12	1768413,39	
	598322,62	1768599,11	
	598441,08	1767858,43	
	598443,03	1768184,37	
Total RENNES-LES-BAINS			14
RIBOISSE	565667,57	1797281,3	
	563179,28	1798135,51	
Total RIBOISSE			6
RICAUD	563233,13	1815303,1	
	563835,06	1816051	
	563707,44	1816052,83	
	563858,21	1815743,16	
	563676,04	1815669,15	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues

Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
RICAUD	563823,95	1815905,84	
	563744,44	1815683,92	
	563740,78	1815639,59	
	563805,51	1815863,34	
	563729,66	1816103,81	
	563727,83	1816070,48	
	563823,03	1815709,93	
Total RICAUD			24
RIEUX-MINERVOIS	620849,1	1808691,76	
	620202,14	1808907,49	
	619669,4	1809011,4	
	619601,8	1808954,23	
	620726,97	1808782,72	
	619716,14	1809019,19	
	620358,06	1808647,65	
	619518,74	1808988,03	
	620298,26	1808639,86	
	619986,41	1808956,87	
	620293,1	1808764,62	
	619651,18	1808910,12	
	620862,16	1808702,18	
Total RIEUX-MINERVOIS			13
ROQUETAILLADE	588673,75	1776840,17	
	588714,99	1776844,76	
	588738,02	1776819,55	
	588896,24	1776752,99	
	588907,69	1776725,49	
	588793,13	1776814,28	
	588935,08	1776672,68	
	588833,57	1776803,17	
	588718,31	1776869,5	
	588634,79	1776856,21	
Total ROQUETAILLADE			26
ROUFFIAC-D'AUDE	596728,53	1791528,87	
	596818,35	1791544,17	
	596779,51	1791943,03	
	596726,46	1791985,88	
	596518,41	1791708,39	
Total ROUFFIAC-D'AUDE			6
ROULENS	594273	1796083,61	
	595050	1796261,99	
	594342,89	1795676,55	
	594443,94	1795675,06	
	594157,17	1795874,18	
	595106,48	1796107,44	
	595733,51	1797597,62	
	594271,51	1795730,05	
Total ROULENS			15
Total SAINT-ANDRE-DE-ROQUELONGUE			7
SAINTE-COLOMBE-SUR-L'HERS	570297,93	1772513,88	
	569498,94	1772167,65	
	569527,12	1772271,8	
	569568,13	1771270,48	
	569618,09	1772254,5	
	569668,66	1772539,42	
Total SAINTE-COLOMBE-SUR-L'HERS			7
SAINTE-EULALIE	589943,27	1804750,52	
	589950,49	1804856,73	
	589964,92	1804880,79	

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues

Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
SAINTE-EULALIE	589579,06	1804818,12	
	590305,07	1804738,49	
	589868,46	1804873,57	
	588158,19	1803792,85	
	589898,91	1804743,31	
	589899,85	1804784,32	
	590343,68	1804680,64	
	590136,2	1804822,93	
	590073,53	1804859,13	
	589808,19	1804885,6	
	589854,02	1804912,18	
	590003,53	1804837,37	
Total SAINTE-EULALIE			15
Total SAINT-JULIEN-DE-BRIOLA			4
SAINT-MARCEL-SUR-AUDE	647912,45	1805220,14	
	646960,51	1805573,81	
Total SAINT-MARCEL-SUR-AUDE			2
SAINT-MARTIN-LALANDE	574027,67	1810952,17	
	574379,97	1810793,15	
	574348,35	1810313,46	
	574068,92	1810670,8	
	575339,01	1809498,08	
	574561,56	1812860,75	
Total SAINT-MARTIN-LALANDE			36
SAINT-PAPOUL	575139,66	1814047,79	
	575962,37	1814383,01	
	575934,76	1814292,5	
	575916,43	1814456,45	
	575942,67	1814554,86	
	576143,39	1814750,43	
	577908,19	1813688,85	
	575563,45	1814103,47	
	575446,7	1813800,44	
	575592,32	1814247,94	
	576064,68	1814358,15	
	575104,26	1814145,51	
Total SAINT-PAPOUL			18
SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS	622005,54	1784092,87	
	621819,72	1784049,44	
	621697,93	1783508,92	
	621833,01	1784174,9	
Total SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS			4
SAINT-POLYCARPE	596807,12	1780838,81	
	596305,2	1782108,1	
	595974,67	1782047,72	
	595878,09	1782096,07	
Total SAINT-POLYCARPE			5
SERVIES-EN-VAL	614937,76	1787322,18	
	614968,12	1787317,6	
	615022,08	1787413,72	
	614648,37	1787386,34	
	614856,53	1787442,59	
	615046,37	1787369,61	
	614775,99	1787289,07	
	614625,57	1787407,65	
	614595,21	1787422,77	
	614709,09	1787416,7	
	614807,84	1787565,63	
	615066,08	1787366,63	
	614671,16	1787415,21	

Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres
SERVIES-EN-VAL	615078,22	1787363,54	
	615102,51	1787287,58	
	614953,69	1787466,88	
	614973,39	1787450,15	
	614827,66	1787366,63	
	614829,15	1787406,04	
	615123,82	1787471,46	
	614950,71	1787321,03	
	614800,28	1787427,35	
	616004,84	1788982,15	
	615063,79	1787296,4	
Total SERVIES-EN-VAL			24
SIGEAN	652120,17	1780654,24	
Total SIGEAN			1
SOUILHANELS	564376,74	1819529,04	
	564399,77	1819533,83	
	564437,69	1820006,33	
	564912,69	1819928,53	
	564153,91	1819674,19	
	564486,04	1820023,17	
	564406,07	1819581,62	
	564557,53	1819934,84	
	564109,68	1819651,05	
	564292,65	1819558,48	
	564034,07	1819516,44	
	564232,04	1819760,01	
	565302,56	1821551,38	
Total SOUPEX			16
TREBES	608425,29	1801007,6	
	608979,22	1801226,54	
Total TREBES			10
TREVILLE	569032,19	1820252,76	
	569056,93	1820253,68	
	568949,36	1820350,49	
	569013,51	1820368,24	
Total TREVILLE			4
VENTENAC-CABARDES	596550,37	1807874,43	
	596451,49	1808708,94	
	595815,88	1806933,79	
	595746,34	1807248,55	
	595670,04	1807134,9	
	595759,86	1807246,83	
	595653,08	1807396,12	
	596601,24	1807821,96	
	595946,49	1807151,86	
	596485,87	1807648,85	
	594328,34	1807506,44	
	596224,66	1807676	
Total VENTENAC-CABARDES			13
VENTENAC-EN-MINERVOIS	642618,18	1805246,6	
	642546,34	1805215,78	
	642380,45	1805210,17	
	642417,23	1805296,78	
	642514,49	1805274,33	
	642558,37	1805413,07	
	642521,71	1805435,98	
	642509,8	1805468,98	
	642729,3		

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues				
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres	
VENTENAC-EN-MINERVOIS	642609,47 642867,02 642702,04 642577,51 642213,07 642233,23 642262,9 642330,61 642173,88 642102,62 642414,82 642351,92 642532,71 642573,38	1805393,82 1805290,59 1805233,54 1805680,58 1805034,77 1805033,5 1805079,9 1805075,09 1805048,97 1805082,2 1805002,69 1805870,42 1805853,81 1805067,53 1805247,52		
Total VENTENAC-EN-MINERVOIS	25			
VILLALIER	606396,64 606495,4 606147,92 606450,03 605956,36 606153,76 606485,43 606491,39 606475,58 606513,16 606367,09 606416,35 606524,96 606477,99	1805433,92 1806119,03 1805854,5 1806077,56 1806598,84 1806105,17 1806184,22 1806057,85 1805540,58 1806091,42 1806055,9 1806150,65 1806271,06 1806090,96		
Total VILLALIER	14			
VILLARZEL-CABARDES	1808446,24 609927,84 610079,99 609996,01 609988,11 610069,56 609988,65 609817,63 609846,39 609993,38 609990,74	ib-barthronien, mc 1808382,31 1808503,07 1808521,4 1808849,52 1808581,77 1808629,09 1808579,14 1808442,69 1808429,63 1808720,86		
Total VILLARZEL-CABARDES	11			
VILLARZEL-DU-RAZES	586727,59 590331,65	1792770,89 1792764,13		
Total VILLARZEL-DU-RAZES	2			
VILLASAVARY	577439,83 574727,22 576081,98 575799,57 576148,66 576119,22 575825,92 575940,72 575717,31 575959,39 575624,17 575742,06 576192,2	1804011,1 1803399,66 1802005,14 1801866,98 1801884,05 1801908,91 1802078,01 1802026,8 1802183,52 1802172,76 1802197,5 1802160,27 1805513,54		
Total VILLASAVARY	13			

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues				
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres	
VILLEGAILHENC	601665,47 601704,65 601487,43 601332,65 602012,03 601518,13 601248,9 601467,27 601869,97 601443,89 601562,59 601255,32 601426,94 601306,18 601759,76 601479,98 601914,54 601638,89	1807480,89 1807437,36 1807881,1 1807870,88 1806920,2 1807448,01 1808100,93 1807723,55 1807121,61 1807840,18 1807371,71 1807952,57 1807055,85 1807710,83 1807498,88 1807420,52 1807638,77 1806875,64 1806646,73 1806712,38 180672,4 1807507,94 1807002,8 180524,55 1807965,17 1801884,86 1806983,67 1801956,93 1807587,9 1801471,5 1807543,33 1801284,99 1807589,96 1800941,63 1808952,97 180231,05 1806918,03 600784,67 1808081,8 180620,4 1806899,01 601405,74 1807867,67 601647,37 1807384,43 601522,37 1807929,2 601630,41 1807100,3 601641,06 1807098,24 601613,45		
Total VILLEGAILHENC	56			
VILLEGLY	608185,62 608521,18 608394,82 608193,52 607238,03	1809066,16 1809875,7 1809067,15 1809461,19 1808213,21		
Total VILLEGLY	21			
VILLEMOUSTAUSSOU	601023,77 600869,22 601106,49 600892,6 601372,63 601383,29 600610,42 601045,43 601034,66 601025,61 601210,75 601419,26 601410,33 601243,86 602308,08	1806563,44 1806707,34 1806637,22 1806331,55 1806372,91 1806241,73 1805754,59 1805768,91 1805743,82 1805715,07 1805626,96 1805824,71 1805590,99 1805376,41 1805637,85		
Total VILLEMOUSTAUSSOU	21			

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues				
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres	
VILLEMOUSTAUSSOU	602404,54 602106,32 601977,78 602191,1 602027,39 601952,92 601995,31 601933,9 601660,54 602268,66 602179,42 602201,41 602161,89 602357,8 602911,73 603253,83 602715,94 602786,05 603024,35 603046,23 602723,15 602711,47 602647,2 603857,49 603788,75 603860,46 603774,2 600968,9 604080,09	1805438,96 1804721,31 1805408,37 1805463,82 1805501,86 1805534,05 1805741,65 1805768 1805950,73 1805895,17 1805161,25 1805104,31 1805080,94 1805060,43 1804751,9 1806117,31 1806127,51 1805998,96 1805952,11 1805855,64 1806039,87 1806034,02 1805820,58 1805867,33 1805091,13 1806215,27 1806120,18 1806104,25 1806060,26 1806636,07 1806012,37		
Total VILLEMOUSTAUSSOU	49			
Total VILLENEUVE-LA-COMPTAL	25			
VILLENEUVE-LES-MONTREAL	581766,82 581538,26	1797342,02 1797439,97		
Total VILLENEUVE-LES-MONTREAL	2			
VILLENEUVE-MINERVOIS	610120,2 610016,52 609921,89 610031,53 609988,79 610410,63 610346,36 610378,67 610294,46 610198,79 610727,07 610618,57 610579,39 610517,06	1812613,63 1812462,63 1812468,47 1812809,89 1812824,89 1812873,24 1812695,66 1812612,6 1812500,78 1812545,81 1812288,49 1812407,3 1812383,12 1812400,42 1812400,42		
Total VILLENEUVE-MINERVOIS	16			
VILLEPINTE	579463,78 579465,5 579653,74 579394,24 579567,24 580294,86 579801,3 580381,35	1809072,01 1809205,94 1809474,02 1808881,94 1808978,64 1808563,1 1809248,33 1808730,94		
Total VILLEPINTE	16			

Nombre de sinistres recensés par commune et coordonnées (Lambert II étendu) lorsque connues				
Commune	X_LIICarto	Y_LIICarto	Nombre de sinistres	
VILLEPINTE	579222,96 580442,42 579543,52 579618,11 579809,78 579412,92 579524,85 579580,87 580598,46 579353,46 579723,28 580508,52 580070,99 579665,45 579719,84 579504,46 579869,12 579731,76 579962,38 579339,94 579548,56 579429,87 579307,74 580235,51	1809345,02 1808698,75 1809255,2 1808958,24 1809029,5 1809317,87 1809190,7 1808710,66 1809041,42 1807538,52 1809231,49 1809273,76 1808744,57 1809248,44 1809161,94 1809202,61 1809166,98 1808556,34 1809345,14 1809116,36 1808949,76 1808790,29 1809414,56 1808597,01		
Total VILLEPINTE	34			
VILLESEQUELANDE	591395,07 591378,11 591385,67 591407,78	1804045,82 1804047,42 1804046,51 1804043,07		
Total VILLESEQUELANDE	4			
VILLESPY	580800,1 580751,29 580594,45 579782,4 581071,97	1812605,27 1812734,27 1812849,3 1812553,03 1812127,75		
Total VILLESPY	6			
Total VINASSAN	2			

Annexe 5

Liste et coordonnées des bureaux d'études ayant fourni des données géotechniques

Coordonnées de l'Union Syndicale de Géotechnique :

Coordonnées des bureaux d'études ayant fourni des données :

Alpha-Sol 61bis, chemin des Romarins
30340 Saint Privat des Vieux
Tél : 04 66 86 32 51
Fax : 04 66 86 32 82

Fondasol 8, rue Montels l'Eglise ZA Puech Radier
34970 Lattes
Tél : 04 67 22 13 33
Fax : 04 67 22 14 33

Intrasol 458, chemin de Tres Patas
30980 Langlade
Tél : 04 66 81 37 72
Fax : 04 66 81 39 03

Annexe 6

Données minéralogiques et synthèse des environnements de dépôts valorisée dans le cadre du projet

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S	
B1	F001	Alluvions : galets dominants dans une matrice argilo-sableuse	continental		Fx	Riss; Alluvions des moyennes terrasses (45 m) : cailloutis quartzeux à granites altérés	illite dominante / kaolinite		3	40	60	0	0	
B10	F002	Alluvions : galets, cailloutis et sables dominants, limons locaux	continental		Fx	Alluvions : limons superficiels recouvrant sables, graviers et galets et Colluvions à galets calcaires et à texture limono-sableuse	illite et kaolinite	1		50	50	0	0	
B1	F002	Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets	continental		fluviatile	Fx	Alluvions des moyennes terrasses (10-20 m) : sables et galets	illite largement dominante		3	25	75	0	0
B1	F002	Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets	continental		fluviatile	Fx	Alluvions des moyennes terrasses (10-20 m) : sables et galets	kaolinite néoformée / illite		3	50	50	0	0
B1	F002	Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets	continental		fluviatile	Fx	Alluvions des moyennes terrasses (10-20 m) : sables et galets	illite largement dominante		7	20	80	0	0
B1	F002	Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets	continental		fluviatile	Fx	Alluvions des moyennes terrasses (10-20 m) : sables et galets	illite / kaolinite / montmorillonite		5	30	50	0	20
B1	F002	Alluvions : limons superficiels (2-7 m) recouvrant des sables, graviers et galets	continental		fluviatile	Fx	Alluvions des moyennes terrasses (10-20 m) : sables et galets	illite dominante / kaolinite		10	35	60	0	5
R1	F002	Terra rossa : argiles rouge d'altération (< 1 m)	continental		T	Argile karstique	analyse		1	38	58	4	0	
R1	F002	Terra rossa : argiles rouge d'altération (< 1 m)	continental		T	Argile karstique	analyse		1	48	48	4	0	
B9	F002	Terra rossa : argiles rouge d'altération (< 1 m)	continental		T	Argile rouge (karst)	illite (prédominante) / kaolinite		1	25	75	0	0	
B9	F002	Terra rossa : argiles rouge d'altération (< 1 m)	continental		T	Terra rossa (Alaric)	kaolinite		1	100	0	0	0	
B13	F002	Bauxite siliceuse et altérites ferrugineuses (argiles sableuses rouge) du crétacé supérieur	continental		AI	Bauxites et altérites ferrugineuses, argiles résiduelles Terra-Rossa		1		100	0	0	0	
B0	F002	Bauxite siliceuse et altérites ferrugineuses (argiles sableuses rouge) du crétacé supérieur	continental		AI	Bauxites et altérites ferrugineuses, argiles résiduelles Terra-Rossa	altérites kaolinitiques, ou argiles kaolinite / illite ou kaolinite / illite / smectite	1		60	20	0	20	
B2	F002	Terra rossa : argiles rouge d'altération (< 1 m)	continental		T	Terra rossa (Alaric)	kaolinite pure	1		100	0	0	0	
B0	F003	Dépôts lagunaires : vases et sables vaseux localement associés à des cailloutis	intermédiaire	lagunaire	LMz	Vases sableuses (dépôts lagunaires)	Kaolinite seule	1		100	0	0	0	
B0	F003	Dépôts lagunaires : vases et sables vaseux localement associés à des cailloutis	intermédiaire	lagunaire	LMz	couverture sédimentaire meuble	smectite	1		40	0	0	60	
R1	F006	Conglomérats de bordure à matrice rougeâtre indurée passant localement à des calcrètes	continental	fluviatile	p2	Pliocène : argile de ciment de brèche.	analyse		1	15	40	0	45	
B8	F006	Conglomérats à matrice argileuse rouge	continental	fluviatile	m1	Aquitanién - Alternance d'argiles et de conglomérats rutilants (argiles de base exploitées à Nissan et Narbonne) // Harm : Miocène. Série argilo-conglomératique	analyse		1	0	30	30	40	
B8	F006	Conglomérats à matrice argileuse rouge	continental	fluviatile	m1	Aquitanién - Alternance d'argiles et de conglomérats rutilants (argiles de base exploitées à Nissan et Narbonne) // Harm : Miocène. Série argilo-conglomératique	analyse		1	0	40	20	40	
R1	F006	Marnes jaunâtre à pouées calcaires et limons rougeâtre associés à des graviers et des galets	continental		p1-2	Pliocène continental. Limons et marnes concrétionnées	analyse		1	0	20	17	63	
B11	F007	Molasse marine : argiles sableuses, sables, grés, marnes et lentilles d'argiles	marin	plate-forme	m3-4	marnes, vert jaunâtre clair et calcaires farineux altérés	illite, kaolinite, chlorite et Montmorillonite		1	15	30	5	50	
B11	F007	Molasse marine : argiles sableuses, sables, grés, marnes et lentilles d'argiles	marin	plate-forme	m3-4	marnes, vert jaunâtre clair altérées	Montmorillonite prédominante		1	0	20	0	80	
B11	F007	Molasse marine : argiles sableuses, sables, grés, marnes et lentilles d'argiles	marin	plate-forme	m3-4	marnes, vert jaunâtre clair altérées	Montmorillonite prédominante		3	0	5	0	95	
R1	F008	Sables marins et calcaires molassiques à passées marmeuses et argileuses	marin		m2	Sables marins et calcaire molassique du Burgdigalien Sable argileux avec oxydes de Fe	analyse		1	83	13	0	4	
B8	F009	Marnes et molasses : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés	continental	palustre	g1	Stampien supérieur. Marnes beiges, ocres, grises parfois gréseuses passant latéralement à des alternances de calcaires lacustres et marnes	analyse		1	0	50	0	50	
B8	F009	Marnes claires à galets et poudingues de bordure	continental	lacustre	g1-m1	Stampien supérieur - Aquitanien. Brèches d'effondrement de bordure	analyse		1	10	50	0	40	
B8	F009	Marnes et molasses : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés	continental	palustre	g1-m1	Stampien supérieur. Marnes beiges, ocres, grises parfois gréseuses passant latéralement à des alternances de calcaires lacustres et marnes	analyse		1	10	50	0	40	
B8	F009	Marnes claires à galets et poudingues de bordure	continental	lacustre	g1-m1	Stampien supérieur - Aquitanien. Brèches d'effondrement de bordure	analyse		1	0	50	0	50	
R1	F009	Conglomérats à matrice limoneuse ocre et épais interbancs de limons d'inondation (500-600 m)	continental	fluviatile	g1-2	Argile oligocène de la formation de Paziols-Estagel et d'Espira de l'Aglé, argile rouge décantée	analyse		1	35	40	0	25	
B8	F009	Marnes claires à galets et poudingues de bordure	continental	lacustre	g1-m1	Stampien - Aquitanien Marnes, calcaires lacustres et conglomérats, brèches	apports détritiques (I/K) dominants subissant localement des transformations (dégradation illite et néoformation M / Interstratifiés) => I dominante		1	30	40	5	25	

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
B0	F010	Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes blanc ou gris localement surmontés de limons ocre (10-100 m)	continental	lacustre	m3-4	Calcaires grisâtres grumeleux lacustres ou lagunaires et marnes; au sommet : limons ocreux. (1m). (Miocène moyen)	kaolinite dominante, illite hydratée et montmorillonite (limons ocreux)	1		50	20	0	30
B8	F010	Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques	continental	lacustre	g1-m1	Aquitainien (Stampien sup. aquitanien) : calcaires de Sigean - alternance de marnes et calcaires blanchâtres	analyse		1	20	60	0	20
B8	F010	Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques	continental	lacustre	g1-m1	Aquitainien (Stampien sup. aquitanien) : calcaires de Sigean - alternance de marnes et calcaires blanchâtres	analyse		1	30	70	0	0
B8	F010	Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques	continental	lacustre	g1-m1	Aquitainien (Stampien sup. aquitanien) : calcaires de Sigean - alternance de marnes et calcaires blanchâtres	analyse		1	0	40	0	60
B8	F010	Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques	continental	lacustre	g1-m1	Aquitainien (Stampien sup. aquitanien) : calcaires de Sigean - alternance de marnes et calcaires blanchâtres	analyse		1	0	60	40	0
B8	F010	Calcaires et marnes, blanc ou gris, à passées détritiques	continental	lacustre	g1-m1	Aquitainien (Stampien sup. aquitanien) : calcaires de Sigean - alternance de marnes et calcaires blanchâtres	analyse		1	0	20	0	80
B12	F010	Calcaires lacustres et marnes blanc	continental	lacustre	g2	Oligocène d'eau douce. Calcaires lacustres	analyse		1	17	83	0	0
B8	F010	Calcaires marneux, subcrayeux ou passant progressivement à des marnes	continental	lacustre	g1	Stampien supérieur. Calcaires lacustres à intercalations marneuses	analyse		1	10	50	0	40
B8	F010	Calcaires marneux, subcrayeux ou passant progressivement à des marnes	continental	lacustre	g1	Stampien supérieur. Calcaires lacustres à intercalations marneuses	analyse		1	0	50	0	50
B0	F011	Molasse : argiles, plus ou moins gréuses, à lentilles gréuses et conglomératiques et à passées calcaires	continental	lacustre	e7	Priabonien inférieur à moyen - Molasses inférieures de Saint-Félix de Lauragais : succession de grès et d'argiles montmorillonitiques	dominante montmorillonite	1		10	15	0	75
B12	F012	Molasse : alternance de sables, de grès et de marnes avec intercalations de conglomérats	continental	fluviatile	e5	Bartonien : molasse de Castelnau-d'Oléron (2 à 7 m) : alternances de sables argiles et grès avec intercalations de poudingues et graviers	analyse		1	22	10	6	62
B0	F012	Molasse : alternance de sables, de grès et de marnes avec intercalations de conglomérats	continental	fluviatile	e6	Bartonien : molasse de Castelnau-d'Oléron (2 à 7 m) : alternances de sables argiles et grès avec intercalations de poudingues et graviers	montmorillonite dominante, attapulgite	1		15	15	0	60
CCR	F012	Molasse : alternance de sables, de grès et de marnes avec intercalations de conglomérats	continental	fluviatile	e6	Bartonien : molasse de Castelnau-d'Oléron (2 à 7 m) : alternances de sables argiles et grès avec intercalations de poudingues et graviers	montmorillonite largement dominante, attapulgite	1		5	5	0	70
B9	F013	Marnes ligneuses ou argileuses, lacustres et palustres, gris, à nodules calcaires, argiles grumeleuses ocre ou bigarré et calcaires nodulisés plus ou moins siliceux (70 m)	continental	lacustre	e5	Lutétien : marne grise	illite / montmorillonite / chlorite	1	0	65	15	20	
B0	F014	Conglomérats, sables et grès en chenaux et limons de plaine d'inondation (100-225 m)	continental	fluviatile	e4	Formation fluviatile gréso-conglomératique, limons, calcaires noduleux. (Sparnacien inférieur)	kaolinite, illite, smectite	1		33	33	0	33
B0	F014	Conglomérats, sables et grès en chenaux et limons de plaine d'inondation (100-225 m)	continental	fluviatile	e3	Formation fluviatile à algues : conglomérats, grès, limons gréseux et calcaires. (Sparnacien inférieur)	smectite prédominante néoformée	1		20	20	0	60
B12	F014	Molasse : limons fins, argileux ou sableux, plus ou moins carbonatés, à lentilles conglomératiques et gréuses (400 m)	continental	fluviatile	e3	Molasse de Carcassonne : conglomérats, grès, marnes gréseuses fluviatiles (Formation Aigne et Assignan)	analyse		1	13	26	5	56
B12	F014	Molasse : limons fins, argileux ou sableux, plus ou moins carbonatés, à lentilles conglomératiques et gréuses (400 m)	continental	fluviatile	e4-6	Formation d'Aigne : marnes bariolées à bancs conglomératiques	analyse		1	16	47	10	27
B0	F014	Conglomérats, sables et grès en chenaux et limons de plaine d'inondation (100-225 m)	continental	fluviatile	e3	Formation fluviatile gréso-conglomératique, limons, calcaires noduleux. (Sparnacien inférieur)	kaolinite, illite, smectite	1		33	33	0	33
B12	F015	Grès et conglomérats à intercalations de marnes et d'argiles et lentilles calcaires (60-750 m)	continental	fluviatile	e4	Couches de Limbrassac : molasses et poudingues	analyse		1	16	28	5	51
B12	F015	Grès et conglomérats à intercalations de marnes et d'argiles et lentilles calcaires (60-750 m)	continental	fluviatile	e4-6	Couches de Belloc : argiles et marnes et poudingues	analyse		1	10	47	14	29
B12	F015	Grès et conglomérats à intercalations de marnes et d'argiles et lentilles calcaires (60-750 m)	continental	fluviatile	e4-6	Couches de Limbrassac : molasses et poudingues	analyse		1	23	46	5	26
B12	F015	Molasse : conglomérats prépondérants, marnes et argiles (250-400 m)	continental	fluviatile	e4-6	Poudingues des Serres : marnes jaunes à galets	analyse		1	26	39	5	30
B0	F016	Grès, conglomérats et sables, avec de rares passages marneux ou de molasses gréseuses (50-100 m)	continental	fluviatile	e5	Lutétien supérieur - Grès d'Issel (5 à 1 m) : grès conglomérats et passages marneux et argileux + d'argiles vers l'Est de la feuille	proportion équivalente illite, montmorillonite, kaolinite	1		33	33	0	33
B12	F016	Grès, conglomérats et sables, avec de rares passages marneux ou de molasses gréseuses (50-100 m)	continental	fluviatile	e5	Lutétien supérieur : Grès d'Issel	analyse		1	12	17	13	58
B0	F016	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental. Argiles rouges d'Issel (2 à 3 m)	illite, kaolinite mal cristallisées	1		40	40	0	20
B0	F017	Calcaires marins à intercalations marneuses, sableuses, gréuses ou conglomératiques (20-100 m)	intermédiaire	fan delta	e4	Yprésien (Lierdien) : Calcaires marins à alvéolines à couches marneuses. Au sommet s'intercalent des sables à kaolinite et calcaires gréseux	kaolinite dominante	1		80	0	0	20
B12	F018	Marnes silteuses marines, bleu à gris, à fines intercalations calcaires, conglomératiques et gréuses (10-600 m)	marin	plate-forme	e4	Marnes bleu à turritelles	analyse		1	27	70	3	0
B12	F018	Marnes silteuses marines, bleu à gris, à fines intercalations calcaires, conglomératiques et gréuses (10-600 m)	marin	plate-forme	e4	Yprésien moyen. Marnes bleues à Operculines et Turritelles	analyse		1	26	70	4	0
R1	F019	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental (argile de St-Papoul), argile silteuse	analyse		1	79	18	0	3

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
R1	F019	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental (argile de St-Papoul), silt blanc peu argileux	analyse		1	18	14	0	68
B12	F019	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental; Argiles de Saint-Papoul et marno-calcaires de Ventenac	analyse		1	35	13	0	52
B12	F019	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental (argile de St-Papoul), argile grasse	analyse		1	43	12	0	45
R1	F019	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental (argile de St-Papoul), argile grasse	analyse		1	48	24	0	28
R1	F019	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental (argile de St-Papoul), argile sigillée	analyse		1	44	36	0	20
B0	F020	Argiles rouge à éléments détritiques, plus ou moins ligniteuses, et marnes à bancs calcaires et conglomératiques (20-30 m)	continental	palustre	e5	Lutétien inférieur continental. Marno-calcaires de Ventenac (calcaires et alternances de marnes noires et argiles rouges)	montmorillonite dominante	1		20	20	0	60
B9	F020	Calcaires et marno-calcaires, lacustres ou marins, à interlits marneux (5-75 m)	intermédiaire	plaine côtière	e3	Thanétien marin : marne jaune	illite / montmorillonite et traces de kaolinite		1	10	60	0	30
B9	F020	Calcaires et marno-calcaires, lacustres ou marins, à interlits marneux (5-75 m)	intermédiaire	plaine côtière	e3	Thanétien marin : marne grise	illite / montmorillonite et traces de kaolinite		1	5	50	0	45
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e3	Yprésien inférieur continental (Sparnacien) - Argiles rutilantes : argiles rutilantes à passées conglomératiques (25 m)	kaolinite dominante	1		80	0	0	20
B0	F021	Conglomérats et grès grossiers alternant avec des limons argileux, rouge, à nodules calcaires ou marmorisés (10-25m)	continental	fluviatile	e3	Thanetien supérieur : Conglomérats et sables quartzeux, limons argileux rouges (1 à 25 m) apparenté aussi au Lierdien inférieur (ouest de la feuille)	proportion équivalente illite, montmorillonite, kaolinite	1		33	33	0	33
B0	F021	Conglomérats et grès grossiers alternant avec des limons argileux, rouge, à nodules calcaires ou marmorisés (10-25m)	continental	fluviatile	e3	Thanetien supérieur : Conglomérats et sables quartzeux, limons argileux rouges (1 à 25 m) apparenté aussi au Lierdien inférieur (ouest de la feuille)	kaolinite prédominante dans l'ouest de la feuille	1		60	15	0	25
B9	F021	Conglomérats et grès grossiers alternant avec des limons argileux, rouge, à nodules calcaires ou marmorisés (10-25m)	continental	fluviatile	e3	limons et fins bancs calcaires	Kaolinite, illite et smectite	1		33	33	0	33
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne grise ou "schisteuse" et calcaire crayeux	chlorite dominante et montmorillonite		4	8	9	43	40
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires plus ou moins gréseux rouge et marne jaune et brune	illite / kaolinite / montmorillonite / chlorite		8	10	32	22	36
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien (vitrollien à 3 m) : Conglomérats sables limons argileux marmorisés fluviatiles	chlorite dominante les cônes de Félines-Minervois et Vileneuve-Minervois	1		5	10	60	25
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires à Microcodium ou gréseux brun et marne brune	illite / kaolinite / montmorillonite / chlorite		6	15	33	18	34
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien (Vitrollien) : conglomérats et limons rouges - épandage fluviatile divers cônes (Arques)	illite abondante sur ce cône	1		0	75	0	25
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires marmorisés à Microcodium	montmorillonite / illite / kaolinite / chlorite		1	14	28	26	32
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien (Vitrollien) : conglomérats et limons rouges - épandage fluviatile divers cônes (Albas)	illite / kaolinite / smectite sur ce cône	1		33	33	0	33
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires rouge à Microcodium	kaolinite / illite / chlorite		2	13	25	32	30
B2	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire (Cône de Villeneuve Minervois)	chlorite dominante	1		10	10	60	20
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne rouge et grise	chlorite prédominante		2	5	0	95	0
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires rouge	illite dominante / montmorillonite / kaolinite		2	20	60	0	20
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaire à Microcodium	illite dominant		1	17	66	0	18
B2	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Fosse de Cucugnan) : à galets albiens	illite prédominante		1	20	60	0	20

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
B2	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Cône de Aigre Pechlat) : à galets variés	à chlorite	1		10	10	60	20
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien continental de faciès vitrollien - Argiles rutilantes (Eocène couverture Montagne Noire) - argiles rouges	essentiellement kaolinite	1		80	0	0	20
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien continental de faciès vitrollien - Argiles rutilantes (Eocène couverture Montagne Noire) - argiles vertes (15 m)	illite, kaolinite	1		40	40	0	20
B2	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire (Cône de Félines Minervois)	chlorite abondante	1		10	10	60	20
B2	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Belcastel - Alet) : à galets variés	à chlorite	1		10	10	60	20
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaire brun jaune-ocre	illite dominant		1	22	58	0	20
B2	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Cône d'Arques) : à galets Jurassique / Néocomien)	illite abondante		1	20	60	0	20
B0	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : faciès supérieur (marnes gréseuses)	argiles à vermiculite	1		0	0	0	0
B9	F021	Argiles rutilantes et marnes rouge ou bariolées, localement gypseuses, entrecoupées de chenaux conglomératiques, de lentilles gréseuses ou de bancs calcaires (20-300 m)	continental	fluviatile	c6	Conglomérats à gros galets	illite dominante / montmorillonite / kaolinite		2	13	72	0	15
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires marmorisés	illite / kaolinite / montmorillonite		1	40	30	0	30
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires noduleux ou gréseux rouge	illite / kaolinite / montmorillonite		3	33	40	0	27
B9	F021	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires rouge et jaune	illite / kaolinite / chlorite		1	20	55	25	0
B9	F021	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires, grès calcaire et conglomérats	illite / kaolinite / montmorillonite		5	50	28	0	22
B2	F021	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Calcaires et marnes du Bégudo-Rognacien inférieur : montagne d'Alaric	illite / kaolinite	1		50	50	0	0
B9	F021	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c5	Argile (de base) rouge indurée plus ou moins sableuse	illite / kaolinite		2	33	67	0	0
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : Marno-calcaires plus ou moins gréseux rouge à Microcodium	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		6	6	7	0	87
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : calcaire en petits bancs, à débit en nODULES, et craies blanches ou roses	montmorillonite prédominante		1	10	5	0	85
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : dolomie à débris de schistes et argile sableuse rouge	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		2	5	7	0	88
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : argile tachée lie de vin et blanc	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		1	16	0	0	84
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaire rouge à Microcodium	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		3	10	25	0	65
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : argile verte et brune et sable grossier blanc rosé	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		4	30	14	0	56
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire	montmorillonite prédominante, illite kaolinite	1		15	15	0	70
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne marmorisée brun-jaune et grise ou argile rouge	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		4	14	15	0	71
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires rouge, rose ou jaune plus ou moins gréseux et calcaire gréseux blanchâtre ou calcaire jaune	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		9	20	27	0	53
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Cône de Taura) : à galets aptiens	montmorillonite abondante	1		20	20	0	60
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne blanc crème, argile marneuse verte, sable fin ou à graviers et grès friable	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		5	18	13	0	69

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire (Cône de Orbier- Sallèles Cabardes)	montmorillonite abondante, illite et kaolinite	1		20	20	0	60
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Ilôt de Sallèles d'Aude)	montmorillonite / kaolinite		3	40	0	0	60
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire	montmorillonite prédominante et muscovite, illite et kaolinite	1		15	15	0	70
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Cône Villerouge Termenes - Termes) : à galets variés	montmorillonite abondante	1		20	20	0	60
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : arène gneissique	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		1	20	25	0	55
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : argile sableuse grise, blanche, ou verdâtre tachetée de rouge	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		5	8	17	0	75
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire (Cône de Cennes-Monestiès)	montmorillonite prédominante, illite kaolinite	1		15	15	0	70
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne grise et jaune, dolomie à graviers	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		3	16	16	0	68
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire (Cône de Caunes Minervois)	montmorillonite prédominante, illite kaolinite	1		15	15	0	70
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien de la Montagne Noire (Camplong)	montmorillonite abondante, illite kaolinite	1		20	20	0	60
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne beige et verte, argile rouge et grès sableux friable	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		4	18	13	0	69
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : Marne rouge marmorisée à Microcodium et conglomérats à ciment calcaire	montmorillonite dominante / illite / kaolinite / chlorite		3	11	26	3	60
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marne sableuse grise	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		2	9	21	0	70
B9	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : conglomérats à ciment argileux et galets de quartz	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		1	20	30	0	50
B11	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	limons et bancs de calcaires et de conglomérats	smectite prédominante	1		28	0	0	72
B0	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien (Vitrollien) : sables, grès argiles rouges	smectite prédominante	1		20	20	0	60
B0	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien (vitrollien à 3 m) : Conglomérats sables limons argileux marmorisés fluviatiles	smectite dominante sur la plupart des cônes alluviaux	1		20	20	0	60
B0	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Dano-Montien (Vitrollien) : conglomérats et limons rouges - épandage fluviatile divers cônes (Taura / Villerouge)	smectite dominante sur ces cônes	1		20	20	0	60
B0	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Formation rouge à microcodium du Vitrollien (Montien) : microconglomérats lenticulaires associés à des limons calcaires rouges.	smectite prédominante	1		20	20	0	60
B0	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marnes rutilantes	richesse des argiles en montmorillonite	1		20	20	0	60
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien des Corbières (Cône de Brenac) : à galets variés, Aptien métamorphique	illite / kaolinite / montmorillonite	1		33	33	0	33
B2	F022	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques à faible proportion de smectite (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Arènes gneissiques de la Montagne noire	montmorillonite abondante, néoformée dans le bassin de sédimentation vitrollien et envahissant l'amont	1		33	33	0	33
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Bégudien : marno-calcaires rose	montmorillonite prédominante, illite kaolinite		1	20	0	0	80
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires rouge gréseux ou rouge violacé	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		4	10	0	0	90
B2	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Pinède de Durban (Bégudo-Rognacien) : décharge inférieure (galets paléozoïques, liasiques, aptiens)	illite / kaolinite / montmorillonite	1		33	33	0	33
B2	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Pinède de Durban (Bégudo-Rognacien) : décharge supérieure (galets albiens)	montmorillonite (abondante) / kaolinite	1		40	0	0	60
B2	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marnes violettes du Bégudo-Rognacien (Mouthoumet sous le calcaire de Rognac)	riche en montmorillonite néoformée	1		15	15	0	70
B2	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Bégudo-rognacien inférieures (Alet), marnes violettes	qualitatif (4 analyses)		4	20	10	0	70
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires gréseux, marmorisés ou rouge violacé (paléosol)	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		4	7	0	0	93
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires et argiles marmorisés	kaolinite / montmorillonite		4	34	10	0	56
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	calcaire gréseux	illite / kaolinite / montmorillonite		1	35	30	0	35
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires et marnes sableuses	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		1	20	0	0	80

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Calcaire gréseux grossier	montmorillonite (dominante) / kaolinite / illite		1	20	20	0	60
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires gréseux violet	montmorillonite (prédominante) / kaolinite / illite		1	15	5	0	80
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Niveau à nodules calcaires nombreux	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		1	15	0	0	85
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marnes et argiles violettes à grises	illite / kaolinite / montmorillonite		4	39	10	0	51
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires rose	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		1	5	0	0	95
B2	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires violacées du Bégudo-Rognacien inférieur (Boutenac, plateau de Poursan, Roquelongue)	analyse	1		30	0	0	70
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marne rose	montmorillonite (dominante) / kaolinite / illite		2	38	7	0	55
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires rouge, lie de vin et jaune	montmorillonite (dominante) / kaolinite / illite		1	30	4	0	66
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Grès à stratifications obliques	illite / kaolinite / montmorillonite		1	5	40	0	55
B9	F022	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Grès fin rouge (basal)	montmorillonite (prédominante) / kaolinite / illite		1	20	10	0	70
B9	F023	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : calcaire noduleux à ciment marno-calcaire rose et galets de dolomies	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		1	5	5	0	90
B9	F023	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires marmorisés, à nodules calcaires ou à Microcodium et grès brun-rouge	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		6	14	10	0	76
B9	F023	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires rouge à Microcodium et calcaire gréseux rose à rouge	kaolinite / montmorillonite		2	45	0	0	55
B9	F023	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires plus ou moins gréseux rouge et marne griseuse	montmorillonite prédominante sur illite / kaolinite		4	5	20	0	75
B9	F023	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : Marno-calcaires gréseux rouge à Microcodium et calcaire gréseux marmorisé	montmorillonite dominante / illite / kaolinite		5	13	19	0	68
B9	F023	Marnes rouge à jaune, argiles rutilantes et limons sableux ou carbonatés rouge à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (0-120 m)	continental	palustre	e1-2	Vitrollien : marno-calcaires rouge à Microcodium	illite / montmorillonite et peu de kaolinite		2	17	43	0	40
B9	F023	Marnes et argiles rouge ou violacé, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaire jaune plus ou moins marmorisé	illite / kaolinite / montmorillonite		2	20	22	0	58
B9	F023	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires marmorisés	kaolinite / montmorillonite		1	60	0	0	40
B9	F023	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaire rouge violacé à nodules calcaires	illite / kaolinite / montmorillonite		2	30	57	0	13
B9	F023	Calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux (10-20 m)	continental	palustre	c6	Calcaire lithographique blanc	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		1	15	0	0	85
B0	F023	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Calcaires inférieurs lacustres en bancs métriques séparés par des joints marneux mm à dm. Bégudo-Rognacien (Maestrichtien)	illite, kaolinite, chlorite	1		33	33	33	0
B9	F023	Calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux (10-20 m)	continental	palustre	c6	Calcaire lithographique gris clair à points noirs	montmorillonite (prédominante) / kaolinite		1	20	0	0	80
B9	F023	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires	montmorillonite prédominante associée à kaolinite plus ou moins abondante		1	30	0	0	70
B9	F023	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Série marno-gréseuse inférieure : Marno-calcaires gréseux ou marmorisés rouge	illite / kaolinite / montmorillonite		4	18	49	0	33
B0	F023	Calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux (10-20 m)	continental	palustre	c6	Calcaires palustres	smectite prédominante	1		20	20	0	60
B0	F023	Calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux (10-20 m)	continental	palustre	c6	Calcaires palustres	smectite prédominante	1		20	20	0	60
B9	F024	Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)	continental	fluviatile	c6	Grès (ciment des conglomérats)	illite / kaolinite / montmorillonite		1	50	30	0	20
B11	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c6	limons et conglomérats, au sommet banc de calcaire	smectite prédominante	1		30	0	0	70
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Grès calcaire jaunâtre	illite / kaolinite / montmorillonite		1	25	50	0	25
B0	F024	Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)	continental	fluviatile	c6	Intercalations gréso-limoneuses du Bégudo-Rognacien (Maestrichtien)	kaolinite prédominante	1		90	0	0	10
B0	F024	Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)	continental	fluviatile	c6	Marnes gréseuses supérieures du Bégudo-Rognacien (Maestrichtien)	kaolinite prédominante	1		90	0	0	10
B9	F024	Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)	continental	fluviatile	c6	Grès fin rouge	illite / kaolinite et parfois chlorite et montmorillonite		4	36	46	13	5
B9	F024	Marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (30-500 m)	continental	fluviatile	c6	Grès rougeâtre	kaolinite prédominante		1	80	10	0	10

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
B9	F024	Marnes et argiles rouge ou violace, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques (20-45 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires marmorisés	kaolinite / montmorillonite		1	70	0	0	30
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Calcaire gréseux rose à passées gréseuses	kaolinite / montmorillonite		1	60	0	0	40
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Grès à stratifications obliques	kaolinite / montmorillonite		1	70	0	0	30
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires à nodules calcaires	illite / kaolinite		1	60	40	0	0
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marne rouge à gros blocs de griotte	illite / kaolinite à égale proportion		1	50	50	0	0
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marnes et grès	illite / kaolinite / montmorillonite		1	40	40	0	20
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Marno-calcaires lie de vin à nodules calcaires	illite / kaolinite / montmorillonite		3	57	30	0	13
B2	F024	Limons calcaires et conglomérats fluviatiles	continental	fluviatile	c6	Conglomérats du Bégudo-Rognacien	illite kaolinite (hérites du Senonien)	1		50	50	0	0
B2	F024	Limons calcaires et conglomérats fluviatiles	continental	fluviatile	c6	Grès du Bégudo-Rognacien inférieur (Tournissan)	illite kaolinite, présence smectites	1		42	43	0	15
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c6	Ciment du conglomérat	illite / kaolinite		1	40	60	0	0
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Calcaire gréseux à stratifications obliques	illite / kaolinite		1	40	60	0	0
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Grès calcaire à stratifications obliques	illite / kaolinite à égale proportion		1	50	50	0	0
B2	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c6	Bégudo-rognacien d'Albieres (grès et conglomérats)	qualitatif (6 analyses)		6	50	40	0	10
B11	F024	Limons calcaires et conglomérats fluviatiles	continental	fluviatile	c6	limons et conglomérats	Kaolinite, illite et smectite		1	40	20	0	40
B2	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien sup. : dépôts fluviatiles, limons et grès	répartition illite / kaolinite / montmorillonite égale proportion (néoformation en plaine alluviale)		5	33	33	0	33
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien supérieur	illite / kaolinite / montmorillonite	1		42	43	0	15
B9	F024	Calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux (0-200 m)	continental	palustre	c5	Marnes et argiles (en bancs)	illite / kaolinite / montmorillonite		3	25	33	0	42
B0	F024	Grès à dominante siliceuse : complexe terrigène fluviatile	continental	fluviatile	c5	Campanien : grès à reptiles, marnes et argiles (fluviatile)	cortège complet	1		25	25	25	25
B0	F024	Grès à dominante siliceuse : complexe terrigène fluviatile	continental	fluviatile	c5	Campanien : grès à reptiles, marnes et argiles (fluviatile)	association illite-kaolinite	1		50	50	0	0
B2	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien d'Albieres (grès et conglomérats)	qualitatif (3 analyses)		3	45	50	5	0
B2	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien : grès d'Alet	qualitatif (7 analyses)		7	60	40	0	0
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien : argile grise, rose, ocre-jaune, rouge ou verte	illite / kaolinite / montmorillonite		11	40	42	0	18
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Grès blancs, friables, à passées cimentées	illite / kaolinite, avec prédominance illite et traces de chlorite		1	45	50	5	0
B9	F024	Grès à dominante siliceuse : complexe terrigène fluviatile	continental	fluviatile	c5	Grès d'Alet : grès blanc à jaunâtre grossier	illite / kaolinite avec traces de chlorite		3	40	55	5	0
B9	F024	Grès à dominante siliceuse : complexe terrigène fluviatile	continental	fluviatile	c5	Grès d'Alet : sables argileux, grès argileux et argiles sableuses	illite / kaolinite		4	64	36	0	0
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien inférieur fluviatile	illite / kaolinite	1		50	50	0	0
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien inférieur fluviatile : argile sableuse marmorisée rouge	illite / kaolinite		2	58	42	0	0
B9	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien fluviatile : Cyclothèmes entre les grès fins (argile rose ou brune)	illite / kaolinite		2	33	67	0	0
B0	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien (Valdonien) : limons et grès	illite / kaolinite	1		40	50	0	10
B0	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien (Fuvélien) : limons et grès	illite / kaolinite / smectite avec augm. De la smectite vers le haut de la série	1		30	30	0	40
B2	F024	Limons de plaine d'inondation, grès et argiles de chenaux fluviatiles (150-1000 m)	continental	fluviatile	c5	Campanien inf. : dépôts fluviatiles, limons et grès	illite / kaolinite		5	50	50	0	0
B9	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c3-4	Argiles roses à grenaille ferrugineuse	illite / kaolinite, avec prédominance illite et traces de chlorite		2	33	65	2	0

Source	Formation	Description synthétique	Environnement de dépôt		Notation	Description carte 1/50 000	Minéraux argileux	Avis qualitatif	Nb d'analyses	K	I	C	S
B9	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c3-4	Grès friables blancs	illite / kaolinite avec traces de chlorite		1	55	40	5	0
B2	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2-4	Turonien sup. Coniacien Santonien	illite / kaolinite	1		50	50	0	0
B9	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2	Grès grosiers ferrugineux à lits de galets et de graviers ou grès micacés très légèrement calcaires	illite / kaolinite, avec prédominance illite et traces de chlorite		2	42	53	5	0
B2	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2-4	Turonien - Santonien : grès ferrugineux et argiles grises (collines de Boutenac)	illite / kaolinite avec traces de chlorite		9	45	50	5	0
B2	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2-4	Turonien - Santonien : grès ferrugineux, grès blancs et argiles rouges (Laval)	illite / kaolinite		17	50	50	0	0
B2	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2-4	Turonien sup., Coniacien, Santonien - Massif de Fontfroide grès dominants	qualitatif (16 analyses log synthétique)		16	30	60	0	10
B9	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2-5	Grès blancs, grossiers et tendres, grès ferrugineux et argiles roses (marins)	illite / kaolinite		3	70	30	0	0
B9	F025	Grés ferrugineux ou micacés, conglomérats, argiles sableuses gris, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux (70-600 m)	intermédiaire	plaine deltaïque	c2-5	Grès et argiles	illite / kaolinite, avec prédominance kaolinite		17	60	40	0	0
B2	F025	Calcaires gréseux roux et marnes noir ligniteuses (15-30 m)	marin	plate-forme	c1	Cénomanien sup. Argiles grises et grès coquilliers (3 m)	illite / kaolinite	1		50	50	0	0
B2	F025	Grès et marnes (terrigenes deltaïques) à intercalations de calcaires noduleux gris (100 m)	marin	rampe proximale	c1	Cénomanien sup. Argiles et grès	illite et kaolinite avec traces de chlorite	1		50	45	5	0
B2	F025	Calcaires marneux et marnes	intermédiaire	front delta	c1-5	Crétacé supérieur Languedocien : ride du Moutoumet / Minervois (partie occidentale de la Montagne Noire)	illite / kaolinite	1		50	50	0	0
B9	F025	Calcaires marneux et marnes	intermédiaire	front delta	c1-6	Grès et argiles	illite / kaolinite	1		50	50	0	0
B9	F026	Marnes gris-noir et argiles à passées ligniteuses (quelques mètres)	continental	palustre	c2	Argiles grises à débris de végétaux localement	illite / kaolinite		1	45	55	0	0
B2	F026	Marnes gris-noir et argiles à passées ligniteuses (quelques mètres)	continental	palustre	c1	Cénomanien sup. Argiles noires	kaolinite / montmorillonite		1	90	0	0	10
B9	F026	Marnes bleu deltaïques, silteuses et micacées, alternant avec des grès marins (100-200 m)	intermédiaire	fan delta	c1	Grès coquilliers (huîtres) à ciment pélitique peu abondant et argiles grises	illite / kaolinite avec traces de chlorite		2	40	55	5	0
B9	F026	Marnes bleu deltaïques, silteuses et micacées, alternant avec des grès marins (100-200 m)	intermédiaire	fan delta	c1	Argiles des couches grises à Turitelles	illite / kaolinite avec traces de chlorite		2	60	35	5	0
B10	F027	Marnes feuillettées à intercalations de marno-calcaires (50-300 m)	marin	rampe proximale	n5	calcaire altéré	illite, kaolinite et Montmorillonite	1		33	33	0	33
B12	F027	Marnes feuillettées à intercalations de marno-calcaires (50-300 m)	marin	rampe proximale	n5	Bédoulien supérieur. Montagne de la Clape. marnes et marno-calcaires	analyse		1	50	24	0	26
B12	F027	Grès vert glauconieux, marnes plus ou moins gréseuses et calcaires gréseux (500-1300 m)	marin		n6	Grès glauconieux ("complexe des grès verts"), de l'Albien inférieur	analyse		1	32	53	15	0
B9	F028	Marnes et marno-calcaires (localement feuillettés) (80-320 m)	marin	rampe proximale	n6	Calcaire marno-gréseux gris	illite prédominante		1	10	80	0	10
B12	F028	Marnes et marno-calcaires (localement feuillettés) (80-320 m)	marin	rampe proximale	n6	Albien supérieur; Marnes	analyse		1	26	46	0	28
R1	F029	Marnes noir feuillettées à intercalations marno-calcaires (35-60 m)	marin	rampe proximale	I4	Marnes noires altérées	analyse		1	0	100	0	0
B12	F029	Marnes sombres à intercalations marno-calcaires et de marnes gréseuses (100-120 m)	marin	plate-forme	I4	Marnes sombres	analyse		1	47	41	0	12
B12	F030	Calcaires sombres, plus ou moins argileux, à intercalations de marnes à silex, localement schisteuses ou charboneuses, calcaires oolithiques (10-100 m)	marin	plate-forme	I1-2	Sinémurien, Carixien; Calcaires gris-noir à cristaux de quartz, calcaires dolomitiques gris-beige	analyse		1	25	69	6	0
B4	F031	Marnes et argiles vert ou bariolées à intercalations gréseuses, dolomitiques ou calcaires (30-40 m)	marin	plate-forme	t5-7	Trias supérieur : argiles rouges (Sud et est Montagne noire)	illite massive		1	0	100	0	0
B4	F031	Marnes et argiles vert ou bariolées à intercalations grlseuses, dolomitiques ou calcaires (30-40 m)	marin	plate-forme	t5-7	Trias supérieur : argiles brunes (Sud et est Montagne noire)	illite massive		1	0	100	0	0
B4	F031	Marnes et argiles vert ou bariolées à intercalations grlseuses, dolomitiques ou calcaires (30-40 m)	marin	plate-forme	t5-7	Trias supérieur : argiles rouges (Sud et est Montagne noire)	illite massive		1	0	100	0	0
B4	F031	Marnes et argiles bariolées plus ou moins cristallisées à intercalations de cagneules jaunâtre, de gypse et de dolomies noir	intermédiaire	lagunaire	t5-7	Trias supérieur : argiles brun-gris (Sud et est Montagne noire)	illite massive		1	0	100	0	0
B9	F031	Marnes et argiles bariolées plus ou moins cristallisées à intercalations de cagneules jaunâtre, de gypse et de dolomies noir	intermédiaire	lagunaire	t5-7	Marnes à quartz	illite dominante / montmorillonite / kaolinite		1	5	60	0	35


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

Service géologique Languedoc-Roussillon
1039, rue de Pinville
34 000 Montpellier – France
Tél. : 04 67 15 79 80

HAUTE-GARONNE

TARN

HERAULT



Carte 1

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


Carte synthétique des formations
argileuses et marneuses

Echelle 1/125 000

BRGM/RP-55419-FR

août 2007






HAUTE-GARONNE

TARN

HERAULT



Carte 3

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

Carte départementale d'aléa
au retrait-gonflement des argiles
Echelle 1/125 000

BRGM/RP-55419-FR
août 2007

BIBLIOTHÈQUE
CENTRALE
DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES