



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



PREFECTURE
DES BOUCHES DU
RHÔNE

Service
Aménagement

9, av. Général Leclerc
13003 MARSEILLE 3

Approuvé par arrêté
préfectoral le
26 juillet 2007

COMMUNE DE TRETS

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES (P.P.R.)

MOUVEMENTS DIFFERENTIELS DE TERRAIN
liés au phénomène de
retrait/gonflement des argiles

- 1 - RAPPORT DE PRESENTATION

SOMMAIRE

| | |
|--|-------------|
| Chapitre I: - Justification, procédure d'élaboration et contenu du P.P.R. | P 2 |
| I.1.: Les plans de prévention des risques | |
| I.2.: Le dossier de Trets | |
| I.3.: Les procédures | |
| I.4.: La sécurité civile | |
| | |
| Chapitre II: - La commune de Trets – Présentation et Risques prévisibles | P 8 |
| II.1.: Présentation de la commune | |
| II.2.: Risques prévisibles | |
| II.3.: Géologie | |
| II.4.: Hydrogéologie | |
| II.5.: Description des phénomènes | |
| II.6.: Sinistres observés dans le département | |
| II.7.: Caractérisation de l'aléa | |
| II.8.: Caractérisation des enjeux et vulnérabilité | |
| | |
| Chapitre III: - Le zonage du P.P.R. | P 15 |
| | |
| Annexes 1,2,3 | P16 |

CHAPITRE I

| |
|--|
| <p style="text-align: center;">Justification, procédure d'élaboration et contenu du</p> <p style="text-align: center;">Plan de Prévention des Risques (P.P.R.)</p> |
|--|

En application de l'article L.562 du code de l'Environnement, ont été prévues l'élaboration et la mise en application par l'Etat des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR).

| |
|---|
| <p>I-1. Les Plans de Prévention des Risques (P.P.R.)</p> |
|---|

Le PPR est l'outil qui permet d'afficher et de pérenniser la prévention.

Il doit contenir des informations tant sur les risques potentiels et les techniques de prévention que sur la réglementation et l'utilisation du sol. Il permet d'améliorer la sécurité des personnes et des biens et de limiter les dommages, résultats des effets des catastrophes naturelles. Il fixe les dispositions applicables aux biens et activités existants, à l'implantation de toute construction et installation, à l'exécution de tous travaux, à l'exercice de toute activité, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

| |
|--|
| <p>I-2. Le Dossier de Trets</p> |
|--|

L'aire d'étude du P.P.R. s'étend sur la totalité du territoire de la commune.

Par arrêté préfectoral du 6 juillet 2005 a été prescrit l'établissement d'un P.P.R. pour le risque "mouvements de terrain – retrait/gonflement des argiles".

Le dossier du P.P.R. comprend:

- le présent rapport de présentation (pièce n° 1)
- le document graphique à l'échelle du 1/15 000^{ème} (pièce n° 2)
- le règlement (pièce n° 3)
- les annexes (pièce n° 4)

Ces annexes sont données à titre informatif.

Ce dossier de P.P.R. ne concerne que l'aléa retrait/gonflement des argiles. Il ne traitera pas des mouvements de terrain d'autre nature comme les écroulements de fronts rocheux, les glissements de terrain ou les effondrements.

Les phénomènes de retrait et de gonflement de certains sols argileux ont été observés depuis longtemps dans les pays à climat aride et semi-aride où ils sont à l'origine de nombreux dégâts causés tant aux bâtiments qu'aux réseaux et voiries. En France, où la répartition pluviométrique annuelle est plus régulière et les déficits saisonniers d'humidité moins marqués, ces phénomènes n'ont été mis en évidence que plus récemment, en particulier à l'occasion des sécheresses de l'été 1976, et surtout des années 1989-90.

Les dégâts observés en France concernent principalement le bâti individuel.

Depuis 1989, date à laquelle ce phénomène est considéré comme catastrophe naturelle en France, plusieurs centaines de milliers d'habitations ont ainsi été touchées et le montant total des indemnisation versées à ce titre en fait la deuxième cause d'indemnisation derrière les inondations.

Le département des Bouches-du-Rhône fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 35 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1989 et 2003, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 50 communes, soit 42% des 119 communes que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en août 2004 par le BRGM, 3 711 sites de sinistres, répartis dans 76 communes, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">Des règles constructives simples permettent de limiter les désordres</p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none">> délimiter les zones d'aléa potentiel> diffuser auprès des maîtres d'ouvrages et constructeurs des règles préventives pour diminuer la sinistralité <p>Service Aménagement et Risques Naturels 22 mars 2004</p> <p style="text-align: right;"> Géosciences pour une Terre durable</p> | <p>Pourtant il est possible de construire des maisons sur des sols argileux sensibles au phénomène de retrait-gonflement, à condition de respecter un certain nombre de règles préventives simples à mettre en œuvre et qui n'entraînent pas de surcoûts notables.</p> <p>Les objectifs des mesures du PPR sont pour l'essentiel de résister aux tassements différentiels et de limiter les variations hydriques au droit des constructions.</p> |
|---|--|

I-3. Les Procédures

Elaboration du P.P.R.

La procédure d'élaboration, prévue par le décret n° 95-1089 du 5 Octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005 comprend trois phases successives:

Prescription:

Le Préfet du département prescrit par arrêté l'établissement du P.P.R. (article.1^{er} du décret de 1995).

Cet arrêté détermine le périmètre et la nature des risques pris en compte et désigne le service déconcentré de l'Etat chargé d'instruire le projet. Cet arrêté définit les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet. Il fait l'objet d'une notification aux maires des communes ainsi qu'aux présidents des collectivités territoriales et établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est inclus en tout ou partie dans le périmètre du projet de plan. Cet arrêté est en outre affiché pendant un mois dans les mairies de ces communes et aux sièges de ces établissements publics et publié au recueil des actes administratifs de l'Etat dans le Département. Mention de cet affichage est insérée dans un journal diffusé dans le département (article. 2 du décret de 2005).

Enquête publique:

Le projet de P.P.R. est soumis par le Préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles 6 à 21 du décret n°85-453 du 23 avril 1985 (article 5 du décret de 2005). En particulier, l'arrêté de mise à l'enquête est publié en caractères apparents quinze jours au moins avant le début de l'enquête et rappelé dans les huit premiers jours de celle-ci dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le Département.

Il est, également, soumis à l'avis des conseils municipaux des communes, des organes délibérant des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert en tout ou partie par le plan et, éventuellement, à l'avis des organes délibérants du Conseil Général, du Conseil Régional, et à l'avis de la Chambre d'Agriculture et du Centre Régional de la Propriété forestière.

Les maires des communes sur le territoire desquels le plan s'applique, sont entendus par le commissaire enquêteur une fois consigné ou annexé au registre d'enquête l'avis des conseils municipaux.

Le projet de P.P.R., éventuellement modifié au vu des résultats de l'enquête publique et des avis recueillis, est adressé par le Préfet au Maire (article 5 du décret de 2005).

Approbation:

Le projet de P.P.R., éventuellement modifié, ainsi qu'il est indiqué plus haut, est approuvé par arrêté préfectoral (article 5 du décret de 2005).

Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des Actes Administratifs de l'Etat dans le Département ainsi que dans un journal régional ou local diffusé dans le Département. Une copie de l'arrêté est affichée à la Mairie pendant un mois au minimum.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public en Préfecture, à la Mairie et au siège de l'établissement public de coopération intercommunale. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus aux alinéas précédents.

Le P.P.R. approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au plan d'occupation des sols conformément à l'article L. 126-1 du code de l'urbanisme.

Révision du P.P.R.:

En cas de changement de fait ou de droit, le P.P.R. peut être modifié selon la procédure décrite ci-dessus (article. 8 du décret de 1995).

I-4. La Sécurité Civile

I.4.1 - Les mesures de sécurité civile:

L'organisation de la sécurité civile repose sur les pouvoirs de police du Maire. Selon les articles L. 2212-1 à L. 2212-5 du Code Général des Collectivités Territoriales, le Maire est chargé "d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publiques" sur le territoire communal.

Ainsi, en cas de danger grave ou imminent, tel que les accidents naturels, le Maire prescrit l'exécution des mesures de sûreté exigées par les circonstances.

Le **plan communal de sauvegarde** détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien des populations. Il est **obligatoire** dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques (P.P.R.) approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention (P.P.I.).

Le plan communal de sauvegarde est arrêté et mis en œuvre par le Maire.

Dans les communes où un P.P.R. a été prescrit ou approuvé, **le maire doit réaliser une information de ses administrés au minimum tous les deux ans.**

Par ailleurs, le maire informe d'urgence le représentant de l'Etat dans le département et lui fait connaître les mesures qu'il a prescrites.

Dans l'exercice de ces responsabilités, le Maire dispose d'un centre de secours de sapeurs-pompiers communal, dont les moyens peuvent, si nécessaire, être renforcés par ceux de la Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours (D.D.S.I.S.).

Cependant, lorsque le Maire n'est plus en mesure d'assurer ces responsabilités, faute de moyens ou en raison de la gravité de la situation, il fait appel au représentant de l'Etat dans le Département. Ce dernier appréciera alors l'opportunité de la mise en oeuvre du plan ORSEC (organisation des secours).

LE PLAN ORSEC, issu d'une ordonnance ministérielle en date du 5 Février 1952 sur "l'organisation des secours dans le cadre départemental en cas de sinistre important", est une mesure générale de mise en sécurité des populations par l'organisation des secours: il est déclenché par le Préfet et place les opérations de secours sous l'autorité de celui-ci.

Le Préfet peut alors mobiliser en tant que de besoin, différents services tels que: police, gendarmerie, Direction Départementale de l'Equipement (D.D.E.), Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (D.R.I.R.E.), Direction Départementale de l'Agriculture de la Forêt (D.D.A.F.), Direction Départementale des affaires Sanitaires et Sociales (D.D.A.S.S.), services vétérinaires, Météo-France, Service Départemental d'Incendie et de Secours (S.D.I.S.).

Le plan ORSEC peut faire l'objet d'adaptations à différents risques spécifiques.

I.4.2 – Solidarité et obligations

L'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles

Par la loi n°82-600 du 13 Juillet 1982, le législateur a voulu apporter une réponse efficace aux problèmes posés par l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

Cette loi repose sur deux principes fondamentaux:

- la solidarité:

il s'agit d'une garantie obligatoire figurant automatiquement dans les contrats d'assurance garantissant les dommages directs aux biens, aux véhicules terrestres à moteurs ainsi que les pertes d'exploitation couvertes par ces contrats.

L'adjonction de cette couverture aux contrats d'assurance est accompagnée de la perception d'une prime ou cotisation additionnelle individualisée dans l'avis d'échéance du contrat et calculée à partir d'un taux unique défini par l'article A.125-2 du code des Assurances pour chaque catégorie de contrat.

- la prévention des dommages par la responsabilisation des intéressés:

en contrepartie de la garantie offerte au titre de la solidarité, les personnes concernées par l'éventualité d'une catastrophe naturelle ont la responsabilité de mettre en oeuvre certaines mesures de prévention.

Sujétions applicables aux particuliers:

Les particuliers sont soumis à différentes sujétions:

- * ils devront d'abord se conformer aux règles de prévention exposées notamment dans le règlement du P.P.R.
- * ils devront ensuite s'assurer, auprès de leur compagnie d'assurance, de la couverture des risques naturels potentiels dont ils peuvent être victimes. Ce contrat d'assurance permet, dès lors que l'état de catastrophe naturelle est constaté, de bénéficier de l'indemnisation prévue par la loi n° 82-600 du 13 Juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (articles L.125-1 à L.125-6 du code des assurances).

La déclaration de catastrophe naturelle est prononcée par arrêté interministériel au vu de dossiers établis par les communes selon des modèles types et après avis des services compétents (notamment service de la météo) et celui d'une commission interministérielle.

A compter de la date de publication de cet arrêté au *Journal Officiel*, les particuliers disposent de 10 jours pour saisir leur compagnie d'assurance.

- * enfin, ils ont la charge, en tant que citoyen, d'informer les autorités administratives territorialement compétentes (Maire, Préfet) des risques dont ils ont connaissance.

Les financements par le fond de prévention des risques naturels majeurs

Créé par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, le fond de prévention des risques naturels majeurs était originellement destiné à financer les indemnités d'expropriation des biens exposés à un risque naturel prévisible de mouvement de terrain, d'avalanche ou de crue torrentielle menaçant gravement des vies humaines, ainsi que les dépenses liées à la limitation de l'accès et à la démolition éventuelle de ces biens afin d'en empêcher toute occupation future.

Les possibilités d'intervention du fonds ont été élargies par la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages par la loi de finances initiales pour 2004.

Ces financements concernent:

- * L'expropriation ou l'acquisition amiable de biens exposés à des risques naturels menaçant gravement des vies humaines,
- * L'acquisition amiable de certains biens fortement sinistrés à la suite d'une catastrophe naturelle,
- * Les études et travaux de prévention imposés à certains biens existants par un PPR approuvé
- * Les opérations de reconnaissance et les travaux de prévention des risques d'effondrement de cavités souterraines menaçant gravement des vies humaines,
- * Les études et travaux de prévention contre les risques naturels réalisés par les collectivités territoriales sur le territoire de communes dotées d'un PPR approuvé,
- * D'autres mesures de prévention plus spécifiques comme les évacuations temporaires et le relogement des personnes exposées à certains risques naturels majeurs.

oOo

CHAPITRE II

La Commune de Trets

Présentation et Risques prévisibles

Le département des Bouches-du-Rhône offre un paysage particulièrement contrasté. Sa partie occidentale est constituée de plaines (Comtat, Crau, Camargue) d'où surgissent les Alpilles, tandis que sa partie orientale est formée de hauteurs calcaires (Sainte-Victoire, Trévasse, Estaque, Sainte-Baume) séparées par des bassins où sont concentrées les populations humaines (Arc, Huveaune).

II-1. Présentation de la commune

La commune fait partie de l'arrondissement d'Aix en Provence, du canton de Trets et de la communauté d'agglomération du Pays d'Aix. Elle se situe à l'est du département, sa superficie est de 7031 hectares et sa population, au recensement de 1999, était de 9314 habitants.

Les formations géologiques "argileuses" qui affleurent plus spécialement sur la commune sont:

- les colluvions, les alluvions et cône de déjection, les alluvions à limons argileux du Quaternaire,
- les argiles et grès du Maestrichtien supérieur,
- les argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur,
- les calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur,
- les argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur,
- les calcaires, calcaires argileux et argiles du Valdo-Fuvélien,
- les marno-calcaires, grès et sables du Crétacé supérieur,
- les calcaires argileux et marneux du Bédoulien,
- les calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovien-Oxfordien,
- les calcaires marneux du Jurassique,
- les dolomies de l'Hettangien,
- les calcaires argileux du Rhétien (cf. annexe 1).

II-2. Risques prévisibles

Le Bureau des Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) a été chargé de réaliser la carte d'aléa retrait/gonflements des argiles et de la transposer en proposition de zonage réglementaire, pour l'ensemble du département des Bouches-du-Rhône.

L'aléa correspond par définition à la probabilité d'occurrence du phénomène. Il est ici approché de manière qualitative à partir d'une hiérarchisation des formations géologiques argileuses du département vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Pour cela, on établit d'abord une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation purement physique des formations géologiques à partir des critères suivants:

- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique);
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (composition minéralogique);
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 39 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations).

En définitive, seulement 1,7 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 6,59 % du département est considéré en aléa moyen et 65 % en aléa faible. Le reste, soit 21 % du département correspond à des zones a priori non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement (ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés).

II.3 - Géologie

La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie du département, en s'attachant particulièrement aux formations géologiques contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, alluvions, limons, sables argileux, tourbes, etc.). Il est en effet important de déterminer, pour chaque formation, la nature lithologique des terrains ainsi que les caractéristiques minéralogiques et géotechniques de leur phase argileuse.

Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données déjà disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées par l'analyse de données de sondages contenues dans la Banque de données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et par un certain nombre de dossiers géotechniques collectés dans les bureaux d'étude. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles des Bouches-du-Rhône, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données locales sur le proche sous-sol.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont brièvement décrites en annexe 1, après regroupement d'unités stratigraphiquement distinctes, mais dont les caractéristiques lithologiques, et donc le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, sont comparables.

La carte géologique des formations argileuses et marneuses est une carte synthétique qui résulte d'une analyse interprétative à partir des connaissances actuellement disponibles.

Cette synthèse géologique départementale montre que près de 80% de la superficie

du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumises à un risque potentiel de retrait-gonflement.

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département des Bouches-du-Rhône sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, les *Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire)* (30,33 % de la superficie du département), les *Alluvions à limons argileux (Quaternaire)* (13,71 %), les *Colluvions (Quaternaire)* (9,78 %), les *Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire)* (4,95 %) et les *Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien)* (3,66 %). Les autres formations argileuses ou marneuses n'affleurent que sur des superficies toutes inférieures à 2 % du département.

II.4 - Hydrogéologie

Les fluctuations du niveau des nappes phréatiques peuvent avoir une incidence sur la teneur en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations à alternance argilo-sableuse, et contribuer ainsi au déclenchement ou à l'aggravation de mouvements de terrain différentiels.

Dans le département des Bouches-du-Rhône, ce sont essentiellement les nappes alluviales qui vont avoir une influence importante sur le retrait-gonflement des sols. En effet, les autres aquifères, notamment au niveau des plateaux, sont suffisamment profonds pour n'avoir que peu d'influence sur la teneur en eau de la tranche superficielle du sol, laquelle est soumise au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Ainsi, les alluvions récentes, qui correspondent au lit majeur des cours d'eau, sont largement baignées par la nappe alluviale, ce qui atténue le phénomène de retrait, puisque des remontées capillaires vont limiter la dessiccation. Cependant, les niveaux sablo-graveleux, à fortes perméabilités, peuvent être dénoyés, ce qui est de nature à aggraver la dessiccation de niveaux argileux sous-jacents, en cas de sécheresse prolongée.

II.5 – Description des phénomènes

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse.

Ce sont des sols fins comprenant une proportion importante de minéraux argileux et le plus souvent dénommés "argiles", "glaises", "marnes" ou "limons". Ils sont caractérisés notamment par une consistance variable en fonction de la quantité d'eau qu'ils renferment: plastiques, collant aux mains, lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché.

Ainsi par leur structure particulière, certains minéraux argileux présentent de très fortes amplitudes de gonflement lorsque leur teneur en eau augmente et, inversement se rétractent en période de sécheresse. Ces variations de volume sont rarement uniformes et se traduisent par des tassements différentiels entre les secteurs qui sont soumis à l'évaporation (et à la succion des racines d'arbres) et ceux qui en sont protégés.

Retrait et gonflement sont deux mécanismes liés. Il arrive que leurs effets se compensent (des fissures apparues en été se referment parfois en hiver), mais la variabilité des propriétés mécaniques des sols de fondations et l'hétérogénéité des structures (et des régimes de contraintes) font que les phénomènes sont rarement complètement réversibles.

L'intensité de ces variations de volume, ainsi que la profondeur de terrain affectée par ces mouvements de "retrait-gonflement" dépendent essentiellement:

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité);
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau: plus la couche concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 3 à 5 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables;
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...);
- de facteurs d'environnement tels que:
 - * la végétation;
 - * la topographie (pente);
 - * la présence d'eaux souterraines (nappe, source...);
 - * l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

Remarques: le rôle de la végétation dans l'apparition des désordres sur des terrains argileux en période de sécheresse est avéré. L'absorption d'eau par le système racinaire des végétaux crée une dépression locale dans le sol. Cette dépression crée un gradient qui permet un rééquilibrage des teneurs en eau. Or dans les terrains argileux très peu perméables, ce rééquilibrage est très lent et on peut constater des variations en eau saisonnières importantes et progressives. En période de bilan hydrique négatif, une fondation située dans le domaine d'influence de l'arbre subira une distorsion verticale et horizontale. Les mécanismes s'inversent quand le bilan hydrique redevient positif. La distance et la profondeur d'action de la végétation dépendent de paramètres comme l'espèce, la croissance de l'arbre, du climat,.

Les dégâts observés en France concernent principalement le bâti individuel. En effet des maisons individuelles légères et fondées superficiellement résistent parfois mal à de tels mouvements de sol, ce qui se traduit par des désordres tels que la fissuration des façades et des soubassements mais aussi des dallages et des cloisons, la distorsion des huisseries, des décollements entre corps de bâtiments voire des ruptures de canalisations enterrées. Les désordres consécutifs au retrait-gonflement des argiles ne sont pas seulement d'ordre esthétique mais peuvent aller jusqu'à rendre certaines maisons inhabitables.

Leur réparation se révèle souvent très coûteuse, notamment quand il est nécessaire de reprendre les fondations en sous-œuvre au moyen de micro-pieux.

Manifestation des désordres

- > **Concerne surtout les maisons individuelles**
 - constructions légères de plain-pied
 - dallage sur terre-plein
 - fondations continues peu profondes (< 80 cm)
 - arbres à proximité



- > **Désordres observés**
 - fissuration des structures
 - distorsion des ouvertures
 - rupture de canalisations
 - décollement des bâtiments annexes
 - etc...

 Géosciences pour une Terre durable

Service Aménagement et Risques Naturels

22 mars 2004

II-6 - Sinistres observés dans le département

Entre 1989 et 2003, 50 des 119 communes que compte le département des Bouches-du-Rhône (soit 42% d'entre elles) ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 3 711, répartis dans 76 communes: ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance (octobre 2003), le département des Bouches-du-Rhône est classé en 7^{ème} position des départements français en terme de coût d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles.

Les périodes prises en compte dans ces arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle s'étalent entre mai 1989 et juin 2002. Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 105.

La commune a fait l'objet de 5 arrêtés de reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle, entre 1988 et 2002, totalisant 86 sinistres recensés.

II-7 - Caractérisation de l'aléa

L'approche du phénomène de retrait-gonflement des argiles et la cartographie de l'aléa proprement dit sont basées principalement sur:

- l'analyse et l'interprétation, des cartes géologiques au 1/50 000° éditées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), des renseignements obtenus lors de campagnes de reconnaissance de sol par sondages et des documents réalisés par différents bureaux d'études, à partir desquels il a été établi une carte des formations argileuses,
- la synthèse d'informations concernant la susceptibilité des différentes formations à prédominance marneuse ou argileuse (lithologie, minéralogie, essais de laboratoire et géotechniques),
- l'inventaire et la localisation des sinistres engendrés par des mouvements de terrain liés aux tassements différentiels des sols consécutifs au processus de sécheresse réhydratation.

La carte d'aléa a été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses au sens large, après hiérarchisation de ces dernières en tenant compte d'une part de la susceptibilité des terrains au phénomène de retrait-gonflement et d'autre part de la probabilité d'occurrence du phénomène qui a été évaluée à partir du recensement des sinistres en calculant pour chaque formation considérée une densité de sinistres rapportée à la surface d'affleurement réellement urbanisée.

Pour ce PPR trois niveaux d'aléa, estimés de façon qualitative, ont été retenus:

- fort
- moyen,
- faible.

La carte d'aléa retrait-gonflement des argiles du département des Bouches-du-Rhône dont l'échelle de validité est le 1/ 50 000 est le point de départ pour l'élaboration du plan de zonage réglementaire du plan de prévention des risques, en vue d'attirer l'attention des constructeurs et maîtres d'ouvrages sur la nécessité de respecter les règles constructives préventives dans les zones soumises à l'aléa retrait-gonflement des argiles et en fonction du niveau de celui-ci.

Remarques: Il n'est toutefois pas exclu que, sur des secteurs d'aléa à priori nul, se trouvent localement des zones argileuses d'extension limitée, notamment due à l'hétérogénéité de certaines formations essentiellement sableuses présentant des lentilles argileuses ou à l'altération localisée de formations carbonatées. Ces placages ou lentille argileuses non cartographiés sur les cartes géologiques sont susceptibles de provoquer localement des sinistres.

II-8 - Caractérisation des enjeux et vulnérabilité

Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des argiles, les zones concernées, même soumises à un aléa considéré comme fort restent constructibles.

La lenteur et la faible amplitude des déformations observées pour ce genre de phénomène sont sans danger réel pour les vies humaines bien que les dégâts aux constructions individuelles et ouvrages fondés superficiellement peuvent être localement très conséquents.

Toutefois, l'importance et la vulnérabilité du parc immobilier concerné par ce type de phénomène (bâtiments privés ou publics) ainsi que le coût relativement élevé des réparations des dommages nécessitent la mise en œuvre de mesures techniques de prévention.

Pour informer la population des communes les plus sensibles et faire connaître ces mesures, souvent simples à mettre en place et peu coûteuses, l'élaboration d'un Plan de Prévention des risques (PPR) peut être une des solutions les plus efficaces.

Ces plans de prévention présentent l'avantage de pouvoir être rapidement et simplement réalisés. Du fait de l'importance des informations et des données techniques disponibles (études et reconnaissances géotechniques, rapports de compagnies d'assurance etc....), il s'avère que ce type de document peut être établi à un coût relativement réduit.

La réglementation ainsi éditée concerne essentiellement les maisons neuves et les prescriptions sont principalement des dispositions constructives, non exhaustives, qui viennent compléter les documents normatifs en vigueur (NF - DTU).

Quelques recommandations ou consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants et ont pour objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité de ces derniers vis à vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Le tracé du zonage réglementaire réalisé pour la commune a été extrapolé directement à partir de la carte d'aléa départementale en intégrant une marge de sécurité de 50 mètres de largeur afin de tenir compte de l'imprécision des contours, valides à l'échelle du 1/50 000°. Cette transcription automatique de la carte d'aléa en zonage réglementaire à l'échelle de la commune constitue le meilleur compromis coût/efficacité pour l'élaboration de ce PPR en fonction des connaissances actuelles. Il est à noter que seule une étude géotechnique à la parcelle peut permettre d'établir un diagnostic définitif quant à la nature précise du sol et au degré réel d'exposition au phénomène de retrait-gonflement.

Le plan de zonage a été établi sur un fond cartographique extrait des cartes de l'Institut Géographique National (IGN) à l'échelle du 1/25 000° et agrandi à l'échelle du 1/10 000°.

oOo

CHAPITRE III

Le zonage du P.P.R.

En application du décret n° 95-1089 du 5 Octobre 1995, deux zones bleues (B1 et B2) ont été définies sur la commune.

La zone B1 correspond aux secteurs soumis à un aléa fort, la zone B2 correspond quant à elle aux secteurs exposés aux aléas moyen à faible. Dans ces zones (B1 et B2) les constructions sont autorisées sous certaines conditions.

Les zones d'aléa faible et moyen sont regroupées sous une même zone réglementaire car la différence des deux niveaux d'aléa n'est pas la gravité des dommages susceptibles de s'y produire (et donc les mesures minimales de prévention qu'il convient d'appliquer) mais la répartition statistiques des sinistres: relativement rares et localisés dans les zones d'aléa faible, plus fréquent et plus régulièrement répartis dans les zones d'aléa moyen. Ainsi il n'est pas envisageable de prescrire des dispositions préventives moins contraignantes dans les secteurs d'aléa faible car ces dispositions pourraient s'avérer insuffisantes ou mal adaptées localement.

Le plan de zonage et le règlement permettent ainsi de déterminer les mesures de prévention applicables à toute construction. Ces mesures sont pour l'essentiel des règles préventives simples à mettre en œuvre et qui n'entraînent pas de surcoût notable.

Il s'agit avant tout de rappeler un certain nombre de règles de l'art des constructions qui vont permettre à celles-ci de pouvoir résister aux tassements différentiels qui pourraient survenir compte tenu de la nature du sol fondation. D'après des études menées sur des bâtiments sinistrés, il apparaît que les désordres résultent déjà souvent du non-respect des règles de l'art.

Certaines mesures visent donc à assurer la stabilité de la construction au regard du risque avéré de tassements différentiels. Elles couvrent la conception, le pré dimensionnement et l'exécution des fondations. A ces mesures, s'ajoutent des mesures visant à assurer une homogénéité d'ancrage, la rigidification de la structure ainsi qu'une limitation des variations hydriques au droit des fondations.

Pour limiter des variations de la teneur en eau des sols à proximité des fondations, il est important lors de la mise en place de projets nouveaux mais aussi pour des constructions existantes de respecter certaines règles comme s'affranchir de l'incidence de la végétation, limiter au maximum les infiltrations d'eau aux abords des constructions (rupture de canalisation, rejets directs des eaux usées et pluviales...), lutter contre l'évaporation de l'eau du sol, ...

oOo

ANNEXE 1

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant sur la commune de Trets

- **Colluvions (Quaternaire)**: Cette formation regroupe l'ensemble des formations de colluvions du département. On y retrouve des limons et des cailloutis occupant des fonds de vallons ou des hauts de versants, des limons et des cailloutis provenant de glissements sur les pentes et de ruissellements aréolaires. Une formation composée de sables, limons, argiles, graviers et galets est visible au nord et au sud des Alpilles, ainsi qu'en contrebas ou sur les versants de massifs ou de reliefs comme la Montagnette et le Cengle ainsi qu'au sud de Miramas et d'Istres. Enfin, les colluvions limono-sableuses brun foncé et les limons, rouge brun, peu épais, provenant du lessivage du sol d'altération qui affecte toute la Crau composent également cette formation. Les argiles sont représentées par de l'illite, de la kaolinite, de la chlorite et des interstratifiés illite-montmorillonite.

- **Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire)**: Les alluvions fluviales présentent sur le département se composent de graviers et galets à intercalations sableuses et limoneuses (alluvions villafranchiennes) et de cailloutis duranciens à galets siliceux (alluvions wurmiennes). Les premières constituent les alluvions rhodaniennes de la Petite Crau et de Caumont (galets mêlés de limons et d'argiles rubéfiés); les autres correspondent à la nappe de la Crau de Miramas affleurant très largement au nord-ouest de l'Étang de Berre. Les cônes de déjection torrentiels rissiens sont formés de cailloutis. Les cônes de déjection wurmiens se retrouvent sur les versants des massifs de Marseilleveyre et de Carpiagne, ainsi que dans la vallée du Jarret, vers Château Gombert et Plan de Cuques, au sud du massif de l'Étoile.

- **Alluvions à limons argileux**: Cette formation Quaternaire regroupe des alluvions fluviales à limons argileux et des cônes torrentiels récents. Au nord-est de Miramas (la Ménarde), cette formation détritique comprend à la base des sables argileux gris et au sommet des conglomérats calcaires avec des lentilles de graviers ou de sables argileux (riches en montmorillonite). Les alluvions rissiennes à galets calcaires et siliceux sont largement représentées entre le Grand Rhône et Saint-Martin-de-Crau et sont constituées de cailloutis à galets, à ciment sablo-gréseux. Les argiles sont représentées par l'illite dominante avec des traces de chlorite et de complexes gonflants. Les passées marno-sableuses sont riches en montmorillonite. Enfin, les alluvions fluviales récentes correspondent à des sables, limons, graviers et galets, et sont présentes essentiellement dans la Durance, le long de l'Huveaune et de l'Arc et à l'ouest de Salon de Provence

- **Argiles et grès du Maestrichtien supérieur (Rognacien)**: Cette formation est représentée par des marnes rouges ou marmorisées à smectites, avec lentilles gréseuses, des argilites gréseuses rouges, des marnes sableuses blanchâtres ou versicolores surmontées par des calcaires lacustres et des argiles calcaire. La puissance du Rognacien inférieur dépasse 250 m dans le synclinal des Baux alors qu'en bordure ouest du plateau de l'Arbois, il n'atteint qu'une centaine de mètres d'épaisseur. Les argiles et grès inférieurs à reptiles du Rognacien affleurent largement dans le bassin de l'Arc.

- **Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur (Rognacien)**: Cette formation datée aussi du Rognacien est plus calcaire que la précédente. On y retrouve des bancs de calcaires lacustres, des argiles et des grès à lentilles calcaires. Les calcaires Rognacien affleurent sur le flanc nord des Alpilles, au Sud-Est de Saint Rémy jusqu'à

Eygalières. Dans le synclinal des Baux leur épaisseur atteint 40 m. Dans la moitié orientale du bassin de l'Arc, les calcaires de Rognac (30 m) commencent souvent par des marnes grises ligniteuses. Des intercalations d'argile rouge se développent vers l'est, surtout à partir de Rousset. Entre Saint Rémy et Eygalières, au sud de Viret, des marnes roses à smectites et attapulгите ont été distinguées sur le calcaire rognacien et sous un niveau attribué au Vitrollien. Entre l'étang de Berre et le plateau de l'Arbois, des argiles calcaires et des marnes rouges à smectites dominantes atteignent 50 m d'épaisseur. Enfin, au nord et à l'est du plateau du Cengle, au pied de la Sainte Victoire, les argiles inférieures et supérieures du Rognacien n'ont pas été distinguées. Leur épaisseur cumulée est de l'ordre de 100 à 200 m.

- **Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur:** Cette formation est datée du Bégudien, et formée de poudingues, calcaires, marnes à lentilles de grès et marnes à lentilles de poudingues. On les retrouve sur la bordure du synclinal de l'Arc (avec des marnes riches en smectites et localement attapulгите vers Plan de Campagne), au sud-ouest des Pennes Mirabeau et jusqu'à l'étang de Berre. Au voisinage de la Sainte-Victoire, ainsi que dans la bordure orientale du massif d'Allauch, dans la région d'Auriol et dans le massif de la Sainte-Baume, le Bégudien présente un faciès conglomératique (150 m d'épaisseur). Il est représenté sur le flanc nord des Alpilles par deux ou trois niveaux calcaires, noduleux ou argileux, intercalés dans des marnes grises ou jaunes, à smectites dominantes. Au nord de Martigues, des marnes et argiles du Bégudien alternent avec des barres lenticulaires de poudingues ou de grès sur au moins 400 m d'épaisseur.

- **Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur:** Cette formation, plus argileuse que la précédente, est aussi datée du Bégudien. Les argiles bégudiennes affleurent entre Rognac et Ventabren. Généralement peu calcaires, presque exclusivement à smectites, elles renferment quelques lentilles de grès. Dans le bassin de l'Arc, les argiles et marnes rouges (300 m d'épaisseur), avec des lentilles de grès irrégulièrement réparties, passent sans limite nette au Rognacien vers l'est.

- **Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-Fuvélien:** Cette formation datée du Valdonien est composée d'argiles, grès et calcaires. Dépasseant parfois les 100 m d'épaisseur (vers Port de Bouc notamment), elle affleure dans le bassin de l'Arc ainsi qu'au nord-est du Cengle, au pied de la Sainte-Victoire et au sud d'une ligne Cadolive, Mimet, Simiane-Collongue. Le Fuvélien est davantage calcaire (calcaires gris à characées, en plaquettes ou en gros bancs, parfois un peu argileux, utilisés autrefois comme pierre à ciment). Son extension géographique est identique à celle du Valdonien et son épaisseur peut atteindre les 300 m, notamment dans le lambeau de Gardanne. Le Campanien proprement dit est représenté par des calcaires noirs riches en Corbicules et Unios, des marnes, des argilites ligniteuses et des argiles gréseuses. On en retrouve hors du bassin de l'Arc, constitué plus particulièrement de calcaires argileux et de marnes à smectites.

- **Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé supérieur:** Du Cénomaniien au Santonien, on passe successivement des calcarénites, marno-calcaires, grès et sables, calcaires à rudistes sur Martigues, aux marnes et grès, calcaires noduleux et calcaires marneux, puis aux calcaires à rudistes, grès, marnes sableuses, calcaires à entroques. Les marnes sont peu épaisses mais présentes dans tous les niveaux. Cette formation s'observe à l'est de Coudoux, dans le chaînon de La Fare, dans la région située au sud de Martigues, dans le synclinal de Méjean-La Redonne, et au nord d'Auriol.

- **Calcaires argileux et marneux du Bédoulien:** Le Bédoulien existe sur le front de chevauchement de l'Etoile. Les faciès sont nombreux ; calcarénites glauconieuses, marno-calcaires, calcaires siliceux. Les couches sont très disloquées et ne montrent pas de succession complète.

- **Calcaires marneux du Jurassique:** Ils comprennent des calcaires marneux, calcaires biodétritiques et calcaires biodétritiques clairs à chailles affleurant au sud de Cadolive, au sud-est d'Auriol et dans l'extrémité occidentale du massif de la Sainte-Baume, ainsi que des calcaires marneux et calcaires phosphatés pour lesquels les faciès marneux sont plus marqués vers le sud du département. La série est présente dans la Sainte Victoire, au nord de Septèmes les Vallons, à l'est de l'Étoile, dans la Sainte Baume et à Vaufrège au pied du col de la Gineste.

- **Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien:** A l'est d'Aix en Provence, le Toarcien, épais de 30 m est représenté par des alternances de calcaires noirs et de marnes noires.

- **Dolomies de l'Hettangien:** On rapporte à cet étage des dolomies de teinte claire, bien stratifiées, avec des niveaux varvées et des lits marneux verdâtres. Dans le massif de l'Olympe, la série (100m) se termine par des calcaires gris, parfois oolithiques à débris.

- **Calcaires argileux du Rhétien:** Sur la carte d'Aix en Provence, la formation du Rhétien se caractérise par des calcaires varvés sombres, avec des passées en plaquettes de teinte jaune ou rousse en altération. Certains niveaux sont riches en lumachelles. Dans la partie moyenne s'intercalent des calcaires noduleux jaunes, en petits bancs, parfois dolomitiques, qui ressemblent à certains niveaux du Muschelkalk. On observe également, surtout à la base, des lits marneux verdâtres ou bruns.

ANNEXE 2

Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Une période de sécheresse provoque le retrait qui peut aller jusqu'à la fissuration du sol. Le retour à une période humide se traduit alors par une pénétration d'autant plus brutale de l'eau dans le sol par l'intermédiaire des fissures ouvertes, ce qui entraîne des phénomènes de gonflement. Le bâtiment en surface est donc soumis à des mouvements différentiels alternés dont l'influence finit par amoindrir la résistance de la structure. Contrairement à un phénomène de tassement des sols de remblais, dont les effets diminuent avec le temps, les désordres liés au retrait-gonflement des sols argileux évoluent d'abord lentement puis s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

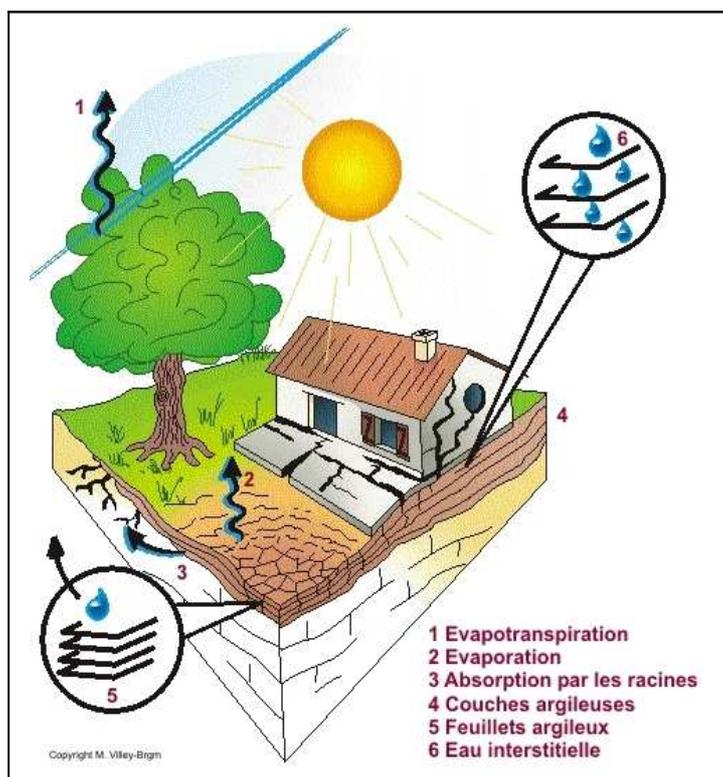


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

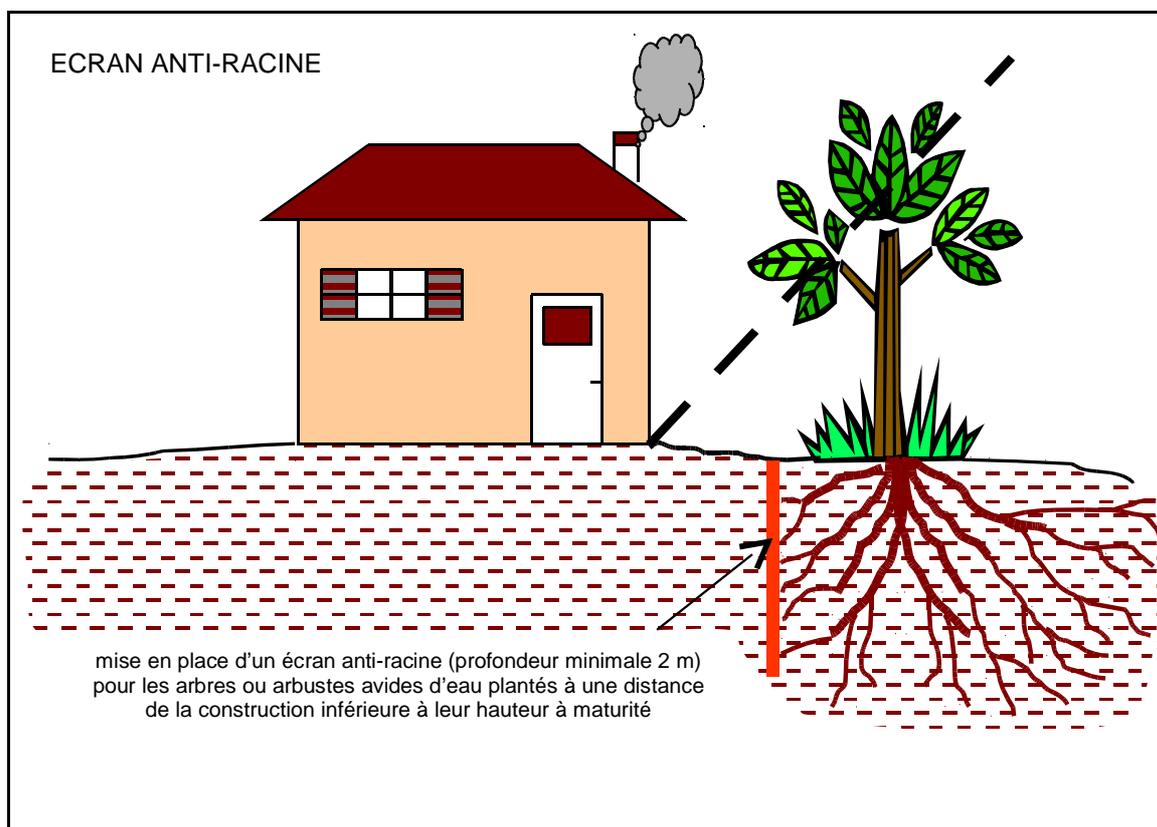
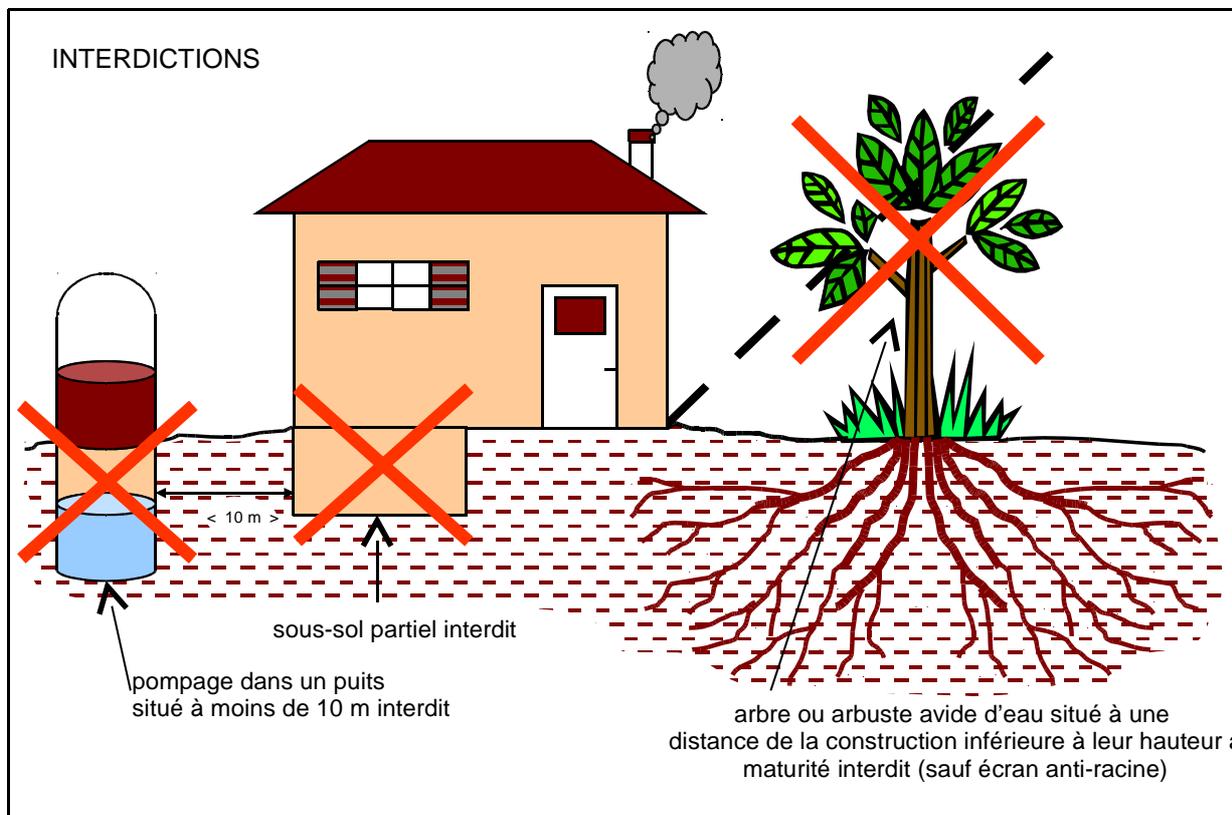
Sous une maison, l'évaporation ne peut se produire qu'en périphérie. Il apparaît un gradient (variation d'intensité d'un phénomène par unité de distance entre deux points) entre le centre du bâtiment et les façades, et par suite des mouvements différentiels.

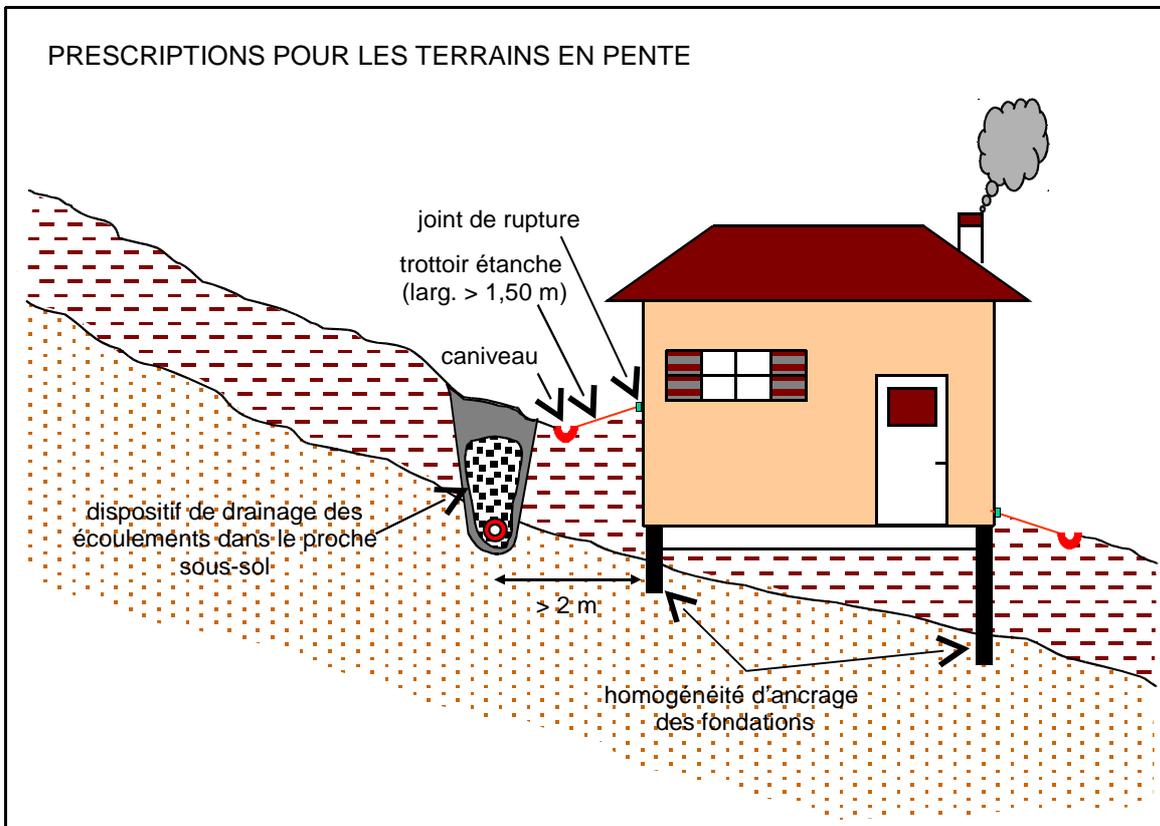
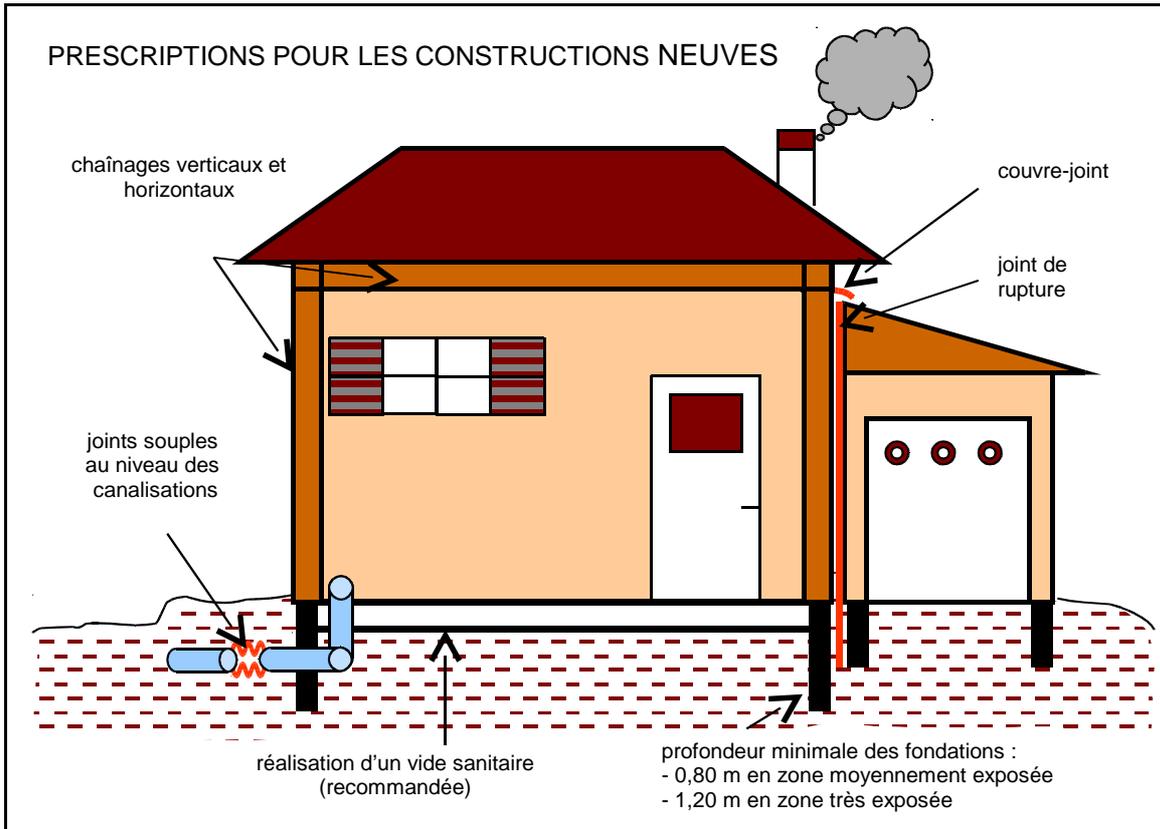
Contrairement aux phénomènes de tassement par consolidation, les effets ne s'atténuent pas avec le temps mais augmentent quand la structure perd de sa rigidité.

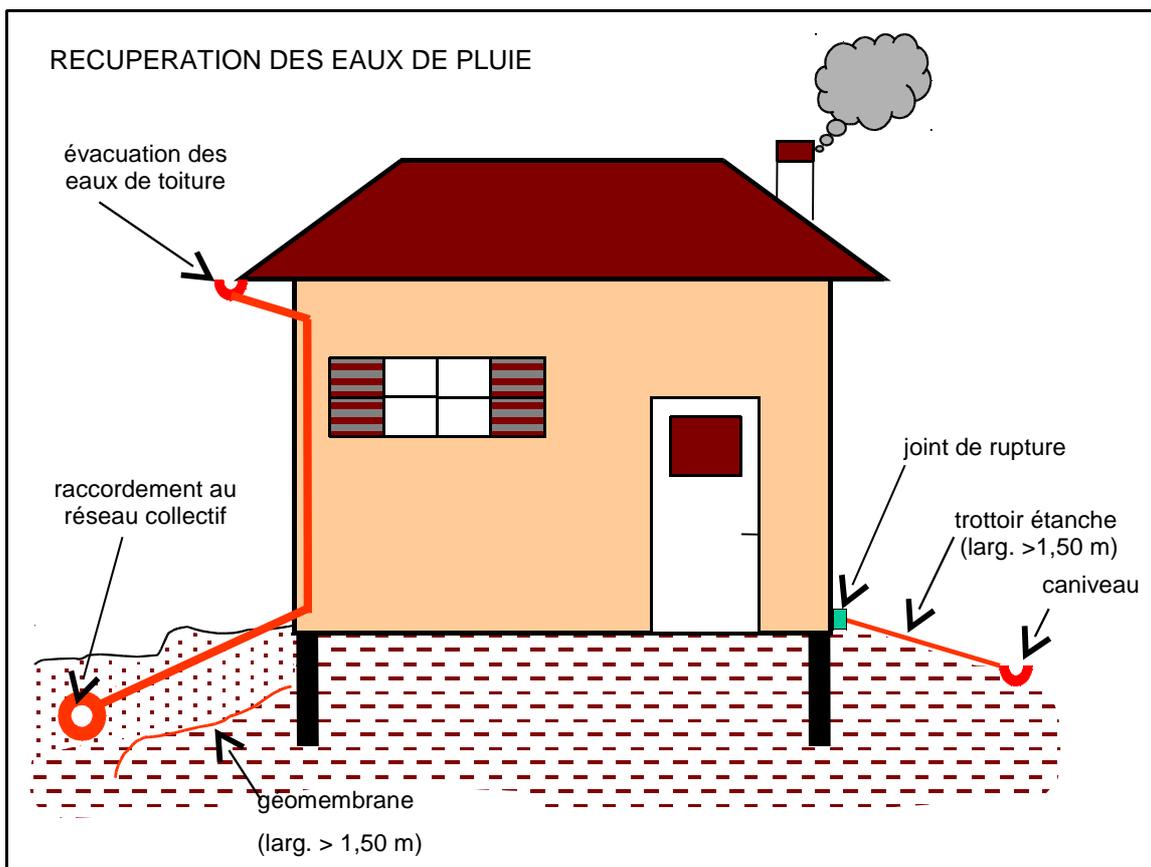
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans la zone réglementée par le PPR. Suivant le type de construction (existante ou

PPR retrait-gonflement des argiles - (Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION

projetée) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement pour obtenir toutes les précisions nécessaires.







ANNEXE 3

UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

La norme NF P 94-500 (révision déc. 2006) Classification des missions géotechniques types

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques.

Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Etude géotechnique préliminaire de site (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisinants.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

Etude géotechnique d'avant-projet (G12)

Elle est réalisée au stade d'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis à vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'oeuvre générale.

Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

Phase Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



PREFECTURE
DES BOUCHES DU
RHÔNE

Service
Aménagement

9, av. Général Leclerc
13003 MARSEILLE 3

Approuvé par arrêté
préfectoral le
26 juillet 2007

COMMUNE DE TRETS

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES (P.P.R.)

MOUVEMENTS DIFFERENTIELS DE TERRAIN
liés au phénomène de
retrait/gonflement des argiles

- 2- REGLEMENT

TITRE I

PORTEE DU REGLEMENT P.P.R.

DISPOSITIONS GENERALES

I.1.: Champ d'application

Le présent règlement s'applique à la Commune de **Trets**. Il détermine les mesures de prévention à mettre en oeuvre pour réduire le risque naturel **mouvements de terrain** différentiels liés au phénomène de **retrait-gonflement des sols argileux**. Il fixe les dispositions applicables aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation de toutes constructions et installations, à l'exécution de tous travaux et à l'exercice de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

En application de l'article L.562 du code de l'Environnement et conformément à l'article 3.2 du décret n° 95-1089 du 5 Octobre 1995 modifié, le plan de zonage comprend les zones suivantes délimitées en fonction de l'intensité des risques encourus:

- une zone bleue très exposée (B1),
- une zone bleue moyennement exposée (B2).

En application de l'article L.562-1 du code de l'environnement, le présent règlement fixe les dispositions applicables aux biens et activités existants ainsi que l'implantation de toutes constructions et installations, à l'exécution de tous travaux et à l'exercice de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

I.1.1 Objectifs

Le règlement du Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain a pour vocation essentielle de réduire la vulnérabilité des constructions et de diminuer le coût des sinistres par des règles simples n'entraînant pas un surcoût important.

Le présent règlement s'applique à l'ensemble du territoire de la commune de Trets.

Il détermine les mesures de prévention à mettre en oeuvre pour les risques naturels prévisibles pris en compte à savoir le phénomène de retrait/gonflement des argiles.

I.2.: Effets du P.P.R.

Le P.P.R. vaut servitude d'utilité publique en application de l'article L.562-4 du code de l'Environnement. A ce titre, il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme, conformément à l'article R 126.1 du code de l'urbanisme.

Dans tout le périmètre du P.P.R., les conditions spéciales ci-après s'imposent en sus des règles définies au Plan Local d'Urbanisme (P.L.U.), ou d'une Zone d'Aménagement Concerté (Z.A.C.).

En application de l'article 5 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005, les mesures de prévention prévues par le plan de prévention des risques naturels prévisibles concernant les biens existants antérieurement à la publication de ce plan ne peuvent entraîner un coût supérieur à **10%** de la valeur vénale ou estimée à la date d'approbation du présent P.P.R..

Pour les biens et activités implantés antérieurement à la publication de ce plan, le propriétaire ou l'exploitant dispose d'un délai de **cinq ans** pour se conformer au présent règlement.

Les biens et activités existants antérieurement à la publication du P.P.R. continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi.

La date de référence pour les "constructions existantes" visées dans le corps de règles des deux zones, est celle de l'approbation du présent P.P.R.

La publication du plan est réputée faite le trentième jour d'affichage en mairie de l'acte d'approbation (article 5 du décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005).

Le respect des dispositions du P.P.R. conditionne la possibilité pour l'assuré de bénéficier de la réparation des dommages matériels directement occasionnés par l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque l'état de catastrophe naturelle sera constaté par arrêté interministériel.

Les maîtres d'ouvrage qui s'engagent à respecter les règles de construction lors du dépôt de permis de construire et les professionnels chargés de réaliser les projets sont responsables des études ou dispositions qui relèvent du Code de la Construction en application de son article R 126-1. Néanmoins il apparaît nécessaire lors de la délivrance d'une autorisation (de construire, de lotir, etc.) que l'autorité compétente en la matière rappelle, au maître d'ouvrage, au delà du visa, par note distincte, l'existence des dispositions qu'il lui appartient de respecter et, le cas échéant, les moyens de les mettre en œuvre. Il s'agit là d'un souci de bonne administration mais aussi de l'exercice des compétences de l'Etat et des Maires au titre du droit de l'information des citoyens sur le risque (article 21 de la loi du 22 juillet 1987).

La nature et les conditions d'exécution des techniques de prévention prises pour l'application du présent règlement sont définies et mises en oeuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre concernés par les constructions, travaux et installations visés. Ceux-ci sont également tenus d'assurer les opérations de gestion et d'entretien nécessaires pour maintenir la pleine efficacité de ces mesures.

Le non respect des dispositions du P.P.R.:

- est puni des peines prévues à l'article L.480-4 du code de l'urbanisme, en application de l'article L.562-5 du code de l'Environnement,
- permet aux entreprises d'assurances de déroger à certaines règles d'indemnisation en application de l'article L.125-6, du code des assurances.

I.3.: Information du public et gestion de crise

Un **Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs** (DICRIM) dans le respect du droit à l'information des citoyens sur les risques majeurs (codifié dans les articles L 125-2 et L 125-5 et L 563-3 du code de l'environnement) doit être établi **dès la transmission par le préfet** des informations nécessaires à son élaboration.

En plus de l'élaboration du DICRIM, le maire doit arrêter les modalités d'affichage des risques et consignes conformément à l'article 6 du décret 90-918 modifié et de l'arrêté du 9 février 2005 (rappel)

Concernant l'information de la population par les communes, l'article 40 de la loi risque du 30 juillet 2003 dispose que:

"Dans les communes où un P.P.R. a été prescrit ou approuvé, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L125-1 du code des assurances. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents, à partir des éléments portés à connaissance du maire par le représentant de l'Etat dans le département, lorsqu'elle est notamment prise en application de la loi 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs et ne porte pas sur les mesures mises en oeuvre par le maire en application de l'article L2212-2 du code général des collectivités territoriales".

Lors de la vente ou de la location d'un bien immobilier bâti ou non bâti, l'article L.125-5 du code de l'environnement crée, pour le propriétaire de ce bien, **une double obligation d'information des acquéreurs/locataires (IAL) sur:**

- la situation du bien au regard des risques pris en compte dans un **Plan de Prévention des Risques (P.P.R.)** naturels et technologiques prescrit ou approuvé
- la situation du bien au regard des **zones sismiques** réglementaires en vigueur;

les sinistres subis par le bien, à partir des indemnisations consécutives à un événement ayant fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou technologique,

Un **Plan Communal de Sauvegarde (P.C.S.)** (loi 13 août 2004) doit être établi par la commune. Le PCS regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours.

oOo

TITRE II

DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONES BLEUES

II-1 - Mesures applicables aux constructions existantes

De manière générale les mesures visent des études ou des travaux de modification des biens déjà situés dans les zones réglementées par un PPR au moment de son approbation. Elles concernent l'aménagement, l'utilisation et l'exploitation de tous types de bâtiments, d'ouvrages, d'espaces agricoles ou forestiers.

Ces mesures doivent être prises par les propriétaires, exploitants, utilisateurs ou la collectivité. Elles visent essentiellement la limitation des dommages aux biens.

Sauf dispositions particulières résultant d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre des missions géotechniques adaptées définies dans la norme en vigueur, les dispositions ci-après s'appliquent aux zones B1 et B2 délimitées sur le plan de zonage réglementaire, (par exemple et à titre indicatif les missions anciennement nommées G0 et G12 définies dans la norme NF P94 500)

Les mesures suivantes visent à limiter les variations hydriques au droit des constructions et à résister aux tassements différentiels.

Article II-1-1.: Est rendu immédiatement obligatoire en zones B1 et B2:

- * le respect d'une distance minimale entre les constructions et toutes nouvelles plantations d'arbres ou arbuste égale au moins à la hauteur à maturité de ces plantation (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et toute construction existante. **Cette mesure est à la charge du propriétaire de l'arbre planté.**

Article II-1-2 : Sont rendus immédiatement obligatoires en zone B1:

- * le respect des mesures préconisées par une étude de faisabilité, en application de la mission géotechnique adaptée dans la norme en vigueur (à titre indicatif la mission anciennement nommée G12 définie dans la norme NF P94-500), pour les travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations,
- * la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées ou pluviales (joints souples, ne pas bloquer la canalisation dans le gros œuvre, éviter les canalisations qui longent les bâtiments...) en cas de remplacement de ces dernières,

Article II-1-3 : Est rendue obligatoire dans un délai de 5 ans en zones B1 et B2:

- * la récupération des eaux de ruissellement et leur évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau afin d'empêcher leur déversement en pied de mur.

Article II-1-4 : Sont rendus obligatoires dans un délai de 5 ans en zone B1, sauf prescriptions plus sévères:

- * le raccordement des rejets d'eaux usées ou pluviales au réseau collectif:
 - immédiatement lorsqu'il existe
 - dans un délai de 1 an à compter de la mise en service d'un nouveau réseau.

En cas d'absence ou d'insuffisance de ces réseaux, la zone d'épandage de l'assainissement autonome pour les eaux usées et/ou l'exutoire des rejets des eaux pluviales doivent être situés à une distance minimale de 15 mètres de toute construction. Si le respect de cette distance s'avérait impossible, il conviendra de vérifier par une étude, confiée à un bureau compétent, l'impact des épandages ou des rejets, et au besoin de mettre en œuvre les mesures de nature à réduire leurs conséquences. En tout état de cause, le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière du système et à une vérification périodique de son bon fonctionnement;

Article II-1-5 : Sont rendues obligatoires dans un délai de 5 ans en zone B1:

- * la mise en place d'un dispositif d'isolation thermique des murs en cas de source de chaleur installée en sous-sol,

- * la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur de 1,5 mètres, s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse), dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif d'évacuation de type caniveau; il peut être dérogé à cette prescription en cas d'impossibilité matérielle (maison construite en limite de propriété, par exemple).

Article II-1-6 : Est rendue obligatoire dans un délai de 1 an en zone B1, dans un délai de 5 ans en zone B2:

- * l'interdiction de tout pompage, à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 mètres de toute construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 mètres.

Article II-1-7 : Est fortement recommandée en zone B1:

- * la limitation de l'action des végétaux sur les terrains sous-jacents des fondations, comme par exemple : l'élagage régulier ou l'arrachage d'arbres ou arbustes implantés à une distance de la construction inférieure à la hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) ou la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et la construction. En cas d'arrachage d'arbre, il convient de mettre en œuvre préalablement un élagage progressif en période d'équilibre hydrique.

Cette mesure s'impose au propriétaire de la (ou des) construction(s) existante(s) à l'égard des effets des plantations situées sur les unités foncières de ces constructions.

II-2 - Mesures applicables aux constructions futures

Un projet est un ensemble de réalisations de constructions, ouvrages, aménagements ou d'exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles. Ainsi les projets d'extension, de changement de destination ou de reconstruction de biens existants après sinistre sont, comme tout projet nécessitant une déclaration de travaux ou déclaration préalable ou l'obtention préalable d'un permis de construire ou permis d'aménager, réglementés au titre des projets futurs même si cela concerne des biens existants.

Le présent règlement précise les conditions de réalisation, d'utilisation et d'exploitation. Les conditions de réalisation se traduisent par le respect de règles d'urbanisme et de règles de construction (sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du propriétaire, de l'occupant ou de

l'utilisateur). Les conditions d'utilisation sont des règles liées à l'usage des biens, ouvrages ou exploitation.

Les dispositions ci-après sont définies en application de l'article L.562-1 du code de l'environnement, sans préjudice des règles normatives en vigueur. Elles s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan de zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées.

Article II-2-1: Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés

Afin de résister au phénomène de tassement différentiel,

est interdite:

- * l'exécution d'un sous-sol partiel (ne couvrant pas l'intégralité de la surface bâtie), sauf si elle est justifiée par une étude géotechnique spécifique avec réalisation de fondations adaptées.

sont prescrites:

A défaut d'une étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique adaptée à la norme en vigueur (à titre indicatif les missions anciennement nommées G0 et G12 définies dans la norme NF P94-500), les dispositions suivantes:

en matière de fondations:

- * la profondeur minimum des fondations est fixée à:
 - 0,80 m en zone B2,
 - 1,20 m en zone B1sauf rencontre de sols durs non argileux à une profondeur inférieure,
- * sur terrain en pente et pour les constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité d'ancrage,
- * les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 (règles pour le calcul des fondations superficielles).

en matière de conception et de réalisation des constructions:

- * toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la longueur de la construction,
- * les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme DTU 20-1 (règles de calcul et dispositions constructives minimales),
- * la réalisation d'un plancher sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est recommandée. A défaut, le dallage sur terre plein doit faire l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations,
- * la mise en place d'un dispositif d'isolation thermique le long des murs extérieurs en cas de source de chaleur en sous-sol.

Article II-2-2: Mesures applicables à tous les autres bâtiments notamment les logements collectifs, groupés et les permis d'aménager à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitations non accolées

Afin de résister aux tassements différentiels,

est prescrite:

La réalisation d'une étude définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement différentiel et couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique adaptée dans la norme en vigueur (à titre indicatif les missions nommées G0 et G12 définies dans la norme NF P94-500).

Article II-2-3: Dispositions relatives à l'environnement immédiat des constructions projetées en zones B1 et B2

Sauf dispositions contraires résultant des investigations ou études réalisées dans le cadre des missions géotechniques adaptées définies dans la norme en vigueur (à titre indicatif

les missions nommées G0 et G12 définies dans la norme NF P94-500), les mesures suivantes sont applicables:

Afin de limiter les variations hydriques au droit des constructions,

est interdit:

- * tout pompage à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 mètres de toute construction et ou la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 mètres.

sont prescrits:

- * le respect d'une distance minimale entre la construction projetée et toute nouvelle plantation d'arbres ou d'arbustes égale au moins à la hauteur à maturité de ces plantations (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et toute construction existante. **Cette mesure est à la charge du propriétaire de l'arbre planté,**
- * le raccordement des rejets d'eaux usées ou pluviales (eau de drainage, eau de vidange de piscine) au réseau collectif:
 - immédiatement lorsqu'il existe
 - dans un délai de 1 an à compter de la mise en service d'un nouveau réseau.

En cas d'absence ou d'insuffisance de ces réseaux, la zone d'épandage de l'assainissement autonome pour les eaux usées et/ou l'exutoire des rejets des eaux pluviales doivent être situés à une distance minimale de 15 mètres de toute construction. Si le respect de cette distance s'avérait impossible, il conviendra de déterminer par une étude, confiée à un bureau compétent, les conditions d'épandage ou de rejets (stockage à la parcelle par exemple) afin que ceux-ci soient sans conséquence néfaste sur la construction projetée. En tout état de cause, le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière du système et à une vérification périodique de son bon fonctionnement,

- * la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples, ne pas bloquer la canalisation dans le gros œuvre, éviter les canalisations qui longent les bâtiments...),
- * la récupération des eaux de ruissellement et leur évacuation des abords de la construction par un dispositif d'évacuation type caniveau éloigné d'une distance minimale de 1,5 mètre,

- * la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur de 1,5 mètre, s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse), dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif d'évacuation par caniveau; il peut être dérogé à cette prescription en cas d'impossibilité matérielle (maison construite en limite de propriété, par exemple),
- * le captage des écoulements épidermiques, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique à une distance minimale de 2 mètres de toute construction,
- * des mesures spécifiques d'adaptation des fondations, en zone très exposée (B1), si le déboisement préalable au démarrage des travaux de construction concerne des arbres de grande taille ou en nombre important (plus de 5),
- * pour les arbres existants situés à une distance inférieure à leur hauteur à maturité de l'emprise de la nouvelle construction et pour limiter l'action des végétaux sur les terrains sous-jacents des fondations de cette dernière, la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et la construction nouvelle ou la réalisation des fondations à une profondeur où les racines n'induisent plus de variation en eau

Cette mesure est prescrite au propriétaire de la parcelle sur laquelle se situe la construction à réaliser.

TITRE III

MESURES DE PREVENTION DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE

Ces mesures ont pour objectif d'agir sur les phénomènes ou sur la vulnérabilité des personnes.

Les mesures de **prévention** permettent d'améliorer la connaissance, d'assurer l'information préventive, de favoriser la conscience du risque et la mémoire du risque, et d'anticiper par la surveillance et l'alerte.

Les mesures de **protection** permettent de maîtriser l'aléa par l'entretien ou la réhabilitation des dispositifs de protection existants ou sa réduction par la création de nouveaux dispositifs.

Les mesures de **sauvegarde** permettent de maîtriser ou réduire la vulnérabilité des personnes: plans d'alerte et d'évacuation, moyens d'évacuation... et de garantir un retour rapide à la normale après la crise.

En application des articles 4 et 5 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005 et de l'article L.562-1 du code de l'Environnement, les travaux et mesures de prévention suivants, devront être réalisés ou **mis en oeuvre, sauf précision contraire, dans un délai maximum de 5 ans après l'approbation du PPR pour l'existant et au fur et à mesure des aménagements nouveaux.**

Article III-1: Pour les communes, établissements publics de coopération intercommunale

Dès l'approbation du PPR, les dispositions réglementaires en matière de rejet d'eaux s'imposent. De ce fait, il est fortement recommandé:

- d'établir ou d'adapter le **schéma directeur d'assainissement pluvial** ou d'écoulement pluvial communal afin d'assurer la maîtrise du débit des ruissellements pluviaux.

Ce schéma devra, entre autres choses, définir les prescriptions et les équipements à mettre en œuvre pour la rétention ou l'infiltration des eaux pluviales, par les aménageurs, la collectivité et les particuliers,

Le schéma devra également définir les mesures dites alternatives à la parcelle, permettant la rétention des eaux pluviales sur le terrain d'assiette afin de limiter les impacts des aménagements ou équipements dans les zones émettrices de ruissellement et d'au moins compenser les ruissellements induits.

- d'adapter, dans les meilleurs délais, le dimensionnement des **stations d'épuration** (STEP) et/ou des **réseaux collectifs**.

Article III-2: Pour les concessionnaires de réseaux publics de transport d'eau (eau potable, assainissement, irrigation...):

Il est fortement recommandé:

- d'élaborer un diagnostic des installations au regard du risque concerné : Le diagnostic doit permettre d'identifier les réseaux situés en zones à risques, leur degré d'exposition, d'analyser leur vulnérabilité et les effets directs et indirects des atteintes.
- de définir et mettre en œuvre les mesures adaptées de réduction de la vulnérabilité des réseaux afin de limiter les dysfonctionnements et les dégâts en fonction des enjeux préalablement définis.
- de contrôler périodiquement l'état des réseaux et élaborer un programme d'entretien intégrant le risque.
- de procéder au remplacement des tronçons dégradés et des canalisations sensibles aux déformations du sous-sol, même de faible amplitude

oOo



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône – Rapport complémentaire de mise à jour

Rapport final

BRGM/RP-55403-FR
juin 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 05RISD13

N. Marçot

Vérificateur :

Nom : M. Vincent

Date : 21/06/2007

Signature :



Approbateur :

Nom : S. Solages

Date : 21/06/2007

Signature :



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : argiles, marnes, argiles gonflantes, actualisation, smectites, retrait-gonflement, aléa, risque naturel, sinistre sécheresse, catastrophe naturelle, géotechnique, cartographie, Bouches-du-Rhône

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

Marçot N. (2007) - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône – Rapport complémentaire de mise à jour. Rapport BRGM/RP-55403-FR, 64 p., 34 ill., 3 ann. et 3 pl. h.-t.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

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

Le département des Bouches-du-Rhône fait partie des départements français les plus touchés par le phénomène, puisque 3 881 sinistres déclarés liés à la sécheresse y ont été recensés au total (étude réalisée par le BRGM en 2004¹ et données nouvelles acquises au cours de l'actualisation). 50 communes sur les 119 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre mai 1989 et juin 2002, soit un taux de sinistralité de 42 %. Par ailleurs, d'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance, le département des Bouches-du-Rhône est désormais situé en 8^{ème} position des départements français en terme de coût total d'indemnisation pour ce phénomène, et en 28^{ème} position en égard au nombre d'occurrences de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (en distinguant par commune et par période).

Afin d'établir un constat scientifique objectif et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, il a été demandé par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) de réaliser, en 2002-2004, une cartographie de cet aléa à l'échelle de tout le département des Bouches-du-Rhône dans le but de définir les zones les plus exposées au phénomène de retrait-gonflement. Réalisée dans le cadre de sa mission de Service Public sur les risques naturels, cette étude s'est intégrée dans un vaste programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux, qui concernera à terme l'ensemble du territoire métropolitain dont plus de 30 départements sont d'ores et déjà couverts.

La présente étude vient en complément de la précédente en apportant des modifications ponctuelles à la cartographie initiale. Lors de la phase d'enquête publique qui s'est déroulée fin 2006 - début 2007, auprès de 16 communes concernées par des Plans de Prévention des Risques (PPR), certaines d'entre elles ont en effet demandé à apporter des modifications ponctuelles à la cartographie.

L'étude a été conduite par le Service Géologique Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, en collaboration avec le Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM

¹ Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM/RP-53237-FR, juillet 2004

à Marseille. Le financement nécessaire à cette étude complémentaire a été apporté par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) des Bouches-du-Rhône.

La démarche initiale de l'étude réalisée en 2004 avait d'abord consisté à établir 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. Les formations ainsi identifiées, au nombre de trente neuf, 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 ou marneuses, après hiérarchisation de celles-ci en tenant compte non seulement de la susceptibilité des formations identifiées, mais aussi de la probabilité d'occurrence du phénomène. Cette dernière a été évaluée à partir du recensement des sinistres (3 881 au total) 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.

Les modifications apportées à la carte initiale ont permis de caractériser 41 formations au lieu de 39 initialement. En effet, les principales modifications apportées à la cartographie de l'aléa ont concerné :

- des formations argileuses non prises en compte initialement ;
- la réaffectation d'un certain nombre de secteurs d'éboulis aux formations argileuses correspondantes ;
- la suppression de certains niveaux qui se sont avérés être davantage calcaires.

Ces modifications apportées restent néanmoins relativement marginales, surtout par rapport aux superficies concernées.

Ainsi, sur l'ensemble du département,

- seulement 1,86 % de la superficie départementale est classée en aléa fort (au lieu de 1,7 % dans la version initiale de la carte d'aléa, publiée en 2004, ce qui représente 8 km² supplémentaires) ;
- 7,06 % en aléa moyen (au lieu de 6,59 % dans la version précédente, soit une extension de 24 km²) ;
- 65,83 % en aléa faible (au lieu de 65 % initialement, soit une extension de 48 km² supplémentaires) ;
- 25,25 % de la surface correspond à 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'altération localisée des calcaires ou à des lentilles argileuses non cartographiées, et susceptibles de provoquer des sinistres.

Cette nouvelle carte d'aléa retrait-gonflement des terrains argileux du département des Bouches-du-Rhône, dont l'échelle de validité est le 1/50 000 et qui est présentée sous format papier à l'échelle 1/120 000, annule et remplace celle réalisée en 2004.

Une des finalités de cette carte d'aléa étant l'élaboration des propositions de zonage réglementaires en vue de l'élaboration de PPR dans les communes les plus touchées, la carte ainsi actualisée a été transcrite en plans de zonage pour chacune des 119 communes du département et les fichiers correspondant sont joints au présent rapport dans un CD Rom qui annule et remplace donc celui fourni avec le rapport initial².

A ce jour, 18 communes des Bouches-du-Rhône ont fait l'objet d'une prescription de PPR par arrêté préfectoral en date du 6 juillet 2005, dont 16 ont fait l'objet d'une enquête publique qui s'est déroulée du 27 novembre 2006 au 5 janvier 2007. 3 d'entre elles (Sausset-les-Pins, Rognac et la Penne-sur-Huveaune) ont demandé des précisions sur la cartographie qui ont été prises en compte dans ce présent rapport de mise à jour. En revanche, pour 3 autres communes (Roquevaire, Trets et Meyreuil), l'enquête publique n'avait pas fait l'objet de demande particulière ni de remarque sur le zonage réglementaire, mais pour des besoins d'homogénéisation, la cartographie a néanmoins été modifiée. Des discussions préliminaires ayant eu lieu depuis fin 2005 avec la ville de Marseille où un tel PPR est également prescrit, des correctifs ont été apportés sur le territoire de cette commune, en concertation étroite avec les services techniques de la ville. Nous avons également dû modifier le secteur de la commune d'Alleins suite à l'acquisition d'éléments issus d'une expertise judiciaire dans le cadre d'une affaire opposant un particulier au Préfet, suite à un sinistre survenu dans la commune d'Alleins.

La commune de La Fare-les-Oliviers, située au centre du département, a été choisie par la DDE et la Préfecture pour servir d'illustration de la méthode retenue pour l'établissement des PPR. Dans le présent rapport, un exemple complet de dossier PPR actualisé (zonage réglementaire, note de présentation, règlement) concernant cette commune est présenté en annexe sur support papier, mais les plans de zonage ont été réalisés pour l'ensemble des communes du département des Bouches-du-Rhône et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La DDE disposera ainsi de tous les éléments pour établir les PPR, après concertation avec la population et les élus des communes concernées.

² 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 des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM RP-53314-FR, septembre 2004

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction | 11 |
| 2. Rappels méthodologiques | 13 |
| 2.1.1. Cartographie des formations argileuses ou marneuses | 13 |
| 2.1.2. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations..... | 13 |
| 2.1.3. Carte de susceptibilité | 14 |
| 2.1.4. Recensement et localisation géographique des sinistres..... | 14 |
| 2.1.5. Détermination des densités de sinistres | 14 |
| 2.1.6. Carte d'aléa | 15 |
| 3. Modifications apportées à la cartographie des formations argileuses | 17 |
| 3.1. FORMATIONS SUPPLEMENTAIRES PRISES EN COMPTE EN TANT QUE FORMATIONS ARGILEUSES | 18 |
| 3.1.1. Les remblais et dépôts artificiels (X)..... | 18 |
| 3.1.2. Zones d'aléa géotechnique glissement de terrain et tassement (Ville de Marseille) | 18 |
| 3.1.3. Les colluvions limoneuses (CFxG) | 19 |
| 3.1.4. Les éboulis récents (Ez) sur les communes d'Alleins, Vernegues et Aurons | 20 |
| 3.1.5. La formation des « Terra Rossa » (R) | 21 |
| 3.1.6. Les éboulis anciens, récents, Rissiens et Würmiens | 22 |
| 3.1.7. Les Tufs villafranchiens (Quaternaire) Uv4 | 25 |
| 3.1.8. le Calcaires du Plan de Sausset (Burdigalien inférieur-Tertiaire) m1b1 ... | 25 |
| 3.1.9. Les Dolomies de l'Hettangien (l2)..... | 26 |
| 3.1.10. Les Calcaires argileux du Rhétien (l1)..... | 28 |
| 3.2. FORMATIONS ARGILEUSES SUPPRIMEES | 29 |
| 3.3. NOUVELLE CARTE DES FORMATIONS ARGILEUSES OU MARNEUSES SUR LE DEPARTEMENT | 31 |
| 4. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations argileuses ou marneuses et élaboration d'une nouvelle carte de susceptibilité | 35 |
| 4.1. CRITERE LITHOLOGIQUE | 35 |
| 4.2. CRITERE MINERALOGIQUE | 36 |
| 4.3. CRITERE GEOTECHNIQUE | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4. NOUVELLE CARTE DE SUSCEPTIBILITE DES ARGILES AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT | 40 |
| 5. Détermination du critère de densité de sinistres | 45 |
| 5.1. REPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION ARGILEUSE ET DENSITES DE SINISTRES | 45 |
| 5.2. EVALUATION D'UNE NOUVELLE DENSITE DE SINISTRES PAR FORMATION ARGILEUSE | 45 |
| 6. Elaboration de la carte d'aléa..... | 49 |
| 6.1. DETERMINATION DU NIVEAU D'ALEA | 49 |
| 6.2. NOUVELLE CARTE DE L'ALEA RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES.... | 49 |
| 6.3. SYNTHESE DE L'ALEA RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES DANS LES BOUCHES-DU-RHONE | 54 |
| 7. Implications de l'actualisation de la carte d'aléa sur les projets de PPR | 55 |
| 7.1. ACTUALISATION DES PLANS DE ZONAGE | 55 |
| 7.2. ACTUALISATION DE LA NOTE DE PRESENTATION | 56 |
| 7.3. ACTUALISATION DU REGLEMENT | 56 |
| 8. Conclusion..... | 57 |
| 9. Bibliographie | 59 |

Liste des illustrations

| | |
|--|----|
| Illustration 1 : Localisation des dépôts artificiels et remblais sur le département | 18 |
| Illustration 2 : Zones d'aléa glissement de terrain rajoutées sur la commune de Marseille | 19 |
| Illustration 3 : Localisation des Colluvions limoneuses (CFxG) dans les Bouches-du-Rhône | 20 |
| Illustration 4 : Localisation des Eboulis récents rapportés aux Colluvions du Quaternaire..... | 21 |
| Illustration 5 : « terra-rossa » ajoutées sur les communes de Saint-Chamas et Lançon-de-Provence | 21 |
| Illustration 6 : Localisation des zones d'éboulis retenues dans les Bouches-du-Rhône..... | 23 |

| | |
|---|----|
| Illustration 7 : Zone d'éboulis récents ajoutés dans les communes de la Penne-sur-Huveaune, Marseille et Aubagne | 24 |
| Illustration 8 : Eboulis würmiens (Quaternaire) ajoutés dans les communes de Mimet et Saint-Savournin..... | 24 |
| Illustration 9 : Tufs villafranchiens (Quaternaire) Uv4 ajoutés sur Marseille..... | 25 |
| Illustration 10 : Calcaires du Plan de Sausset (Burdigalien inférieur-Tertiaire) m1b1 ajouté sur les communes de Martigues et Sausset-les-pins | 26 |
| Illustration 11 : Localisation des dolomies de l'Hettangien, | 27 |
| Illustration 12 : Localisation précise des dolomies de l'Hettangien sur le secteur d'Allauch..... | 27 |
| Illustration 13 : Localisation des calcaires argileux du Rhétien sur l'Est du département des Bouches-du-Rhône | 28 |
| Illustration 14 : Détail des calcaires argileux du Rhétien sur le secteur Allauch – Peypin | 29 |
| Illustration 15 : Zones caractérisées par un aléa éboulement sur la commune de Marseille..... | 30 |
| Illustration 16 : Localisation des sables et graviers au niveau de l'étang de Berre | 30 |
| Illustration 17 : Formations argileuses ou marneuses prises en compte dans la nouvelle carte de l'aléa retrait gonflement des argiles | 31 |
| Illustration 18 : Carte des formations argileuses et marneuses des Bouches-du-Rhône..... | 32 |
| Illustration 19 : Légende associée à la carte des formations argileuses et marneuses des Bouches-du-Rhône | 33 |
| Illustration 20 : Note lithologique des formations argileuses et marneuses..... | 35 |
| Illustration 21 : Notes minéralogiques des formations argileuses et marneuses..... | 37 |
| Illustration 22 : Répartitions des mesures utilisées pour la caractérisation des formations argileuses par type d'essai géotechnique | 38 |
| Illustration 23 : Synthèse des données géotechniques et notes géotechniques | 39 |
| Illustration 24 : Comparaison de la superficie des terrains en fonction de leur susceptibilité..... | 40 |
| Illustration 25 : Degré de susceptibilité des formations | 41 |
| Illustration 26 : Classement des formations par susceptibilité et surfaces d'affleurement | 42 |
| Illustration 27 : Carte de la susceptibilité des argiles au retrait gonflement..... | 43 |
| Illustration 28 : Carte de la répartition des sinistres sur les formations argileuses..... | 46 |
| Illustration 29 : Densité de sinistres par formation ramenée à 100 km ² de surface urbanisée et détermination de la note densité de sinistres..... | 48 |
| Illustration 30 : Calcul du niveau d'aléa des formations argileuses et marneuses | 50 |
| Illustration 31 : Carte départementale de l'aléa retrait gonflement des argiles..... | 51 |
| Illustration 32 : Comparaison de la superficie des terrains en fonction de leur susceptibilité..... | 52 |
| Illustration 33 : Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa | 53 |

Illustration 34 : Transcription, pour la commune de La Fare-les-Oliviers, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire..... 55

Liste des annexes

Annexe 1 – Répartition de la superficie de chaque commune suivant la classe d'aléa et rappel des données de base de la sinistralité – Comparaisons avec l'étude initiale 65

Annexe 2 – Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de la Fare-les-Oliviers - Proposition de note de présentation (document type)..... 69

Annexe 3 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de la Fare-les-Oliviers - Proposition de règlement (document type) 107

Liste des planches hors-texte

Carte 1 - Carte départementale des formations argileuses ou marneuses.

Carte 2 - Carte départementale de susceptibilité des formations argileuses au retrait gonflement.

Carte 3 : Carte départementale de l'aléa retrait gonflement des argiles.

1. Introduction

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

Le département des Bouches-du-Rhône fait partie des départements français les plus touchés par le phénomène, puisque 3 880 sinistres déclarés liés à la sécheresse y ont été recensés dans le cadre de l'étude initiale³. 50 communes sur les 119 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre mai 1989 et juin 2002, soit un taux de sinistralité de 42 %. Par ailleurs, d'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance, le département des Bouches-du-Rhône est désormais situé en 8^{ème} position des départements français en terme de coût total d'indemnisation pour ce phénomène (en intégrant les coûts de la sécheresse 2003), et en 28^{ème} position en égard au nombre d'occurrences de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (en distinguant par commune et par période).

Afin d'établir un constat scientifique objectif et de disposer de documents de référence permettant une information préventive, il a été demandé par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) de réaliser, en 2002-2004, une cartographie de cet aléa à l'échelle de tout le département des Bouches-du-Rhône dans le but de définir les zones les plus exposées au phénomène de retrait-gonflement. Réalisée dans le cadre de sa mission de Service Public sur les risques naturels, cette étude s'est intégrée dans un vaste programme national de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux, qui concernera à terme l'ensemble du territoire métropolitain dont plus de 30 départements sont d'ores et déjà couverts.

Sur la base de cette carte départementale d'aléa, publiée en juillet 2004 et accessible sur le site Internet www.argiles.fr depuis novembre 2004, des propositions de zonages communaux avaient été élaborés par le BRGM, pour chacune des 119 communes du département, selon une méthodologie validée par le MEDD et appliquée dans tous les départements concernés par de telles cartes d'aléa⁴. Ces propositions de zonages réglementaires ont été utilisées pour élaborer des PPR concernant spécifiquement le

³ Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM/RP-53237-FR, juillet 2004

⁴ 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 des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM RP-53314-FR, septembre 2004

phénomène de retrait-gonflement des argiles. A ce jour, de tels PPR ont été prescrits dans 18 communes du département, par arrêté préfectoral en date du 6 juillet 2005 et 16 d'entre elles ont fait l'objet d'une mise à l'enquête publique qui s'est déroulée du 27 novembre 2006 au 5 janvier 2007.

La présente étude vient en complément de celle menée en 2002-04 en apportant des modifications ponctuelles à la cartographie initiale. Lors de la phase d'enquête publique qui s'est déroulée fin 2006 - début 2007, auprès de 16 communes concernées par ces PPR, certaines d'entre elles ont en effet demandé à apporter des modifications ponctuelles à la cartographie.

D'autre part, l'avancement des cartographies de l'aléa retrait-gonflement des argiles à l'échelle nationale et régionale a permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur la caractérisation des formations argileuses et la prise en compte de certaines formations superficielles. La cartographie de l'aléa retrait-gonflement dans le département limitrophe du Var, achevée en mai 2007, a mis en évidence le fait qu'un certain nombre de formations (telles que les éboulis, certaines colluvions, une formation du Rhétien et une de l'Hettangien) n'avaient pas été prises en compte dans les Bouches-du-Rhône, alors que leurs caractéristiques lithologiques et géotechniques le justifiaient pleinement.

Enfin, l'acquisition d'éléments nouveaux issus d'une expertise judiciaire dans le cadre d'une affaire opposant un particulier au Préfet, suite à un sinistre survenu dans la commune d'Alleins, nous a permis de caractériser un niveau d'éboulis récents en tant que formation argileuse sur les communes d'Alleins, Vernegues et Aurons.

La présente étude d'actualisation a été conduite par le Service Géologique Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, en collaboration avec le Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM à Marseille. Le financement nécessaire à cette étude complémentaire a été apporté par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) des Bouches-du-Rhône.

2. Rappels méthodologiques

Les paragraphes suivants rappellent les principes de la méthodologie utilisée pour la réalisation de la carte d'aléa retrait gonflement des argiles. Les modifications apportées ponctuellement ont nécessité d'appliquer cette même méthodologie sur les nouvelles données afin d'obtenir une cartographie de l'aléa homogène avec les autres départements, et cohérente avec celle précédemment établie.

2.1.1. Cartographie des formations argileuses ou marneuses

La cartographie des formations argileuses ou marneuses du département a été réalisée à partir des cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000 éditées par le BRGM et des coupes de forage de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) complétées et actualisées par des 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 sur document papier en planche hors-texte à l'échelle 1/120 000.

Dans l'actualisation de l'étude, un certain nombre de formations argileuses supplémentaires ont été prises en compte (éboulis, certaines colluvions, formations du Rhétien et de l'Héttangien).

2.1.2. Caractérisation minéralogique et géotechnique des formations

Pour l'étude initiale réalisée entre 2002 et 2004, la synthèse des notices des cartes géologiques a permis de définir les caractéristiques des formations argileuses ou marneuses, et en particulier de répertorier la présence éventuelle d'argiles gonflantes. Ces données ont été complétées par une revue bibliographique. Enfin le traitement synthétique de dossiers d'expertise a permis de caractériser au mieux chacune des formations identifiées en fonction de sa proportion moyenne de minéraux argileux gonflants.

La caractérisation du comportement géotechnique des formations argileuses ou marneuses du département a été essentiellement établie sur la base du dépouillement et de la synthèse de données bibliographiques, de nombreux rapports d'expertise, obtenus auprès de bureaux d'étude (FONDASOL, ERG, CETE, JUVENTIN), de mutuelles d'assurance ou directement auprès des communes concernées.

Les données disponibles ont été complétées par une campagne spécifique d'échantillonnage et d'analyse afin de permettre une meilleure hiérarchisation des formations sur la base de critères lithologiques, minéralogiques et géotechniques.

Pour l'actualisation de l'étude, aucun recueil spécifique de données nouvelles n'a été réalisé. Néanmoins, certaines données supplémentaires ont été prises en compte et

intégrées dans la base de données géotechniques. Ces données sont issues soit de l'étude du Var qui s'est achevée en mai 2007, soit directement des communes qui ont fait part de nouvelles données acquises depuis 2004 (notamment les deux valeurs de RX acquises dans le rapport annexé à l'expertise judiciaire sur la commune Alleins).

2.1.3. Carte de susceptibilité

En définitive, la carte départementale de susceptibilité au retrait-gonflement a été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses ou marneuses du département, après évaluation du degré de sensibilité de ces formations. Les critères utilisés pour établir cette hiérarchisation sont liés à la caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique de ces formations et sont identiques à ceux utilisés pour la version précédente de la carte de susceptibilité. La nouvelle carte mise à jour intègre à la fois les modifications apportées à la carte départementale des formations argileuses et les modifications quant à la caractérisation de certaines de ces formations (du fait de la prise en compte de données nouvelles).

2.1.4. Recensement et localisation géographique des sinistres

La carte départementale de l'aléa retrait-gonflement (qui correspond, rappelons-le, à la probabilité d'occurrence du phénomène), est établie à partir de la carte des formations argileuses en combinant pour chaque formation son niveau de susceptibilité et sa densité de sinistre qui y a été observée au cours des dernières années.

Pour ce faire, un recensement des sinistres sécheresse avait été effectué auprès des 50 communes du département qui ont bénéficié depuis 1989 de la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre des mouvements de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (soit plus de 42 % des communes du département).

Un sinistre supplémentaire issu de l'expertise judiciaire sur la commune d'Alleins a été pris en compte. Néanmoins, aucun autre recueil spécifique de sinistres n'a été réalisé pour l'étude de mise à jour.

En revanche, la mise en évidence de formations argileuses supplémentaires a impliqué la prise en compte de sinistres qui avaient été caractérisés en dehors des formations argileuses initialement, et qui par conséquent sont maintenant situées en zone argileuse. Le nombre total de sinistres recensés et localisés sur le département est donc de 3 713 sinistres. L'étude initiale indiquait 3 551 sinistres situées en zone argileuse et 161 en zone à priori non argileuse. L'actualisation de la carte permet désormais de caractériser 3 671 sinistres en zone argileuse et 42 sinistres seulement en zone à priori non argileuse.

2.1.5. Détermination des densités de sinistres

Afin d'obtenir la carte départementale d'aléa retrait-gonflement, il a été nécessaire de déterminer, pour chacun des sinistres recensés, la nature de la formation géologique

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

Le nombre de sinistres par formation argileuse et les superficies des formations argileuses proprement dites ayant évolué par rapport à la version précédente de l'étude, les densités de sinistres sont par conséquent différentes de celles présentées en 2004.

2.1.6. Carte d'aléa

La carte départementale d'aléa a dès lors été établie à partir des contours de la carte d'interprétation des formations argileuses ou marneuses : chacune de ces formations a été caractérisée par une classe d'aléa prenant en compte à la fois son degré de susceptibilité et la densité de sinistres la concernant. Cette carte est également numérisée et a été présentée en planche hors-texte à l'échelle 1/120 000 (mais son échelle de validité est le 1/50 000). Suite aux modifications effectuées sur les superficies des formations argileuses, sur la répartition des sinistres par formation, et par conséquent sur les densités de sinistres, la cartographie de l'aléa a légèrement évolué par rapport à la première version, mêmes si les modifications restent relativement minimales.

3. Modifications apportées à la cartographie des formations argileuses

Le rapport initial de la cartographie de l'aléa retrait gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône avait identifié 39 formations argileuses.

Ces formations couvrent la quasi totalité du territoire des Bouches-du-Rhône hormis, bien évidemment, les massifs calcaires de la Sainte-Victoire, des Calanques, des Alpilles et de la Sainte-Baume.

D'un point de vue stratigraphique, elles concernent quasiment tous les étages géologiques représentés dans le département, depuis le Trias à la base jusqu'au Quaternaire.

La mise à jour de l'étude de 2004 a permis de modifier sur certains secteurs les contours des formations argileuses et la réaffectation de niveaux considérés initialement comme non argileux. On citera notamment les éboulis, qui ont été réaffectés aux formations concernées. Le calcaire du Plan de Sausset, les colluvions limoneuses, la formation de « Terra Rossa », les calcaires du Rhétien et les dolomies de l'Hettangien ont été également ajoutées. Sur la ville de Marseille, des modifications ont été apportées au niveau des tufs Villafranchiens, et des zones d'aléa glissement de terrain et tassement identifiés par les services techniques de la ville de Marseille, notamment dans les secteurs de la Valentelle et du Grand Littoral. Par ailleurs, certains niveaux de colluvions et d'alluvions ont également été réinterprétés et réaffectés aux formations concernées (notamment dans la commune de Rognac). Enfin, les secteurs recouverts de dépôts anthropiques à Martigues ont été réinterprétés car les remblais de qualité hétérogène reposent eux-mêmes sur des terrains argileux sujets au retrait-gonflement.

En revanche, quelques formations considérées comme argileuses dans la première étude ont été supprimées car les observations effectuées ultérieurement, notamment à la faveur des études menées dans les départements limitrophes, ont permis de les caractériser de manière plus précise.

Ces modifications amènent finalement à considérer 41 formations comme argileuses dans le département, au lieu de 39 initialement.

Une carte géologique synthétique de ces formations est présentée en carte hors-texte à l'échelle 1/120 000.

3.1. FORMATIONS SUPPLEMENTAIRES PRISES EN COMPTE EN TANT QUE FORMATIONS ARGILEUSES

3.1.1. Les remblais et dépôts artificiels (X)

Cette formation n'avait pas été prise en compte comme potentiellement argileuse, mais il s'avère qu'un grand nombre de sinistres y sont localisés. La superficie de la formation concernée est de 2,34 km².

Ces dépôts artificiels sont localement peu épais, de nature souvent très hétérogène, et se retrouvent parfois en recouvrement de formations sous-jacentes sujettes au phénomène de retrait gonflement (Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur notamment), ce qui ne permet pas d'exclure tout risque dans ces secteurs.

L'illustration 1 présente la localisation de ces dépôts artificiels sur les trois communes concernées : Martigues, Port-de-Bouc et Fos-sur-Mer, où il a été nécessaire d'ajouter à la carte des formations argileuses l'ensemble des secteurs bordés d'un trait rouge sur l'extrait de carte présenté.



Illustration 1 : Localisation des dépôts artificiels et remblais sur le département

3.1.2. Zones d'aléa géotechnique glissement de terrain et tassement (Ville de Marseille)

Suite à des discussions avec les services techniques de la ville de Marseille, il a été décidé de rajouter, en tant que zone potentiellement concernée par l'aléa retrait gonflement, l'ensemble des secteurs cartographiés en aléa géotechnique glissement de terrain et tassement par la commune, et dont quelques unes n'apparaissent pas en tant que formation argileuse ou marneuse dans la première étude de 2004 (Illustration 2). Ces formations supplémentaires non prises en compte initialement sont néanmoins très réduites, puisqu'elles ne couvrent que 0,43 km² sur la commune de Marseille.

Elles concernent notamment la zone de la Valentelle (0,02 km²) que la ville de Marseille a souhaité faire apparaître en aléa fort sur la cartographie d'aléa finale.

D'un point de vue lithologique, ces zones de glissement et de tassement sont principalement représentées par des formations du Quaternaires (éboulis, alluvions). Elles ont été rapportées à la formation 39 devenu 41 (Alluvions à limons argileux du Quaternaire).

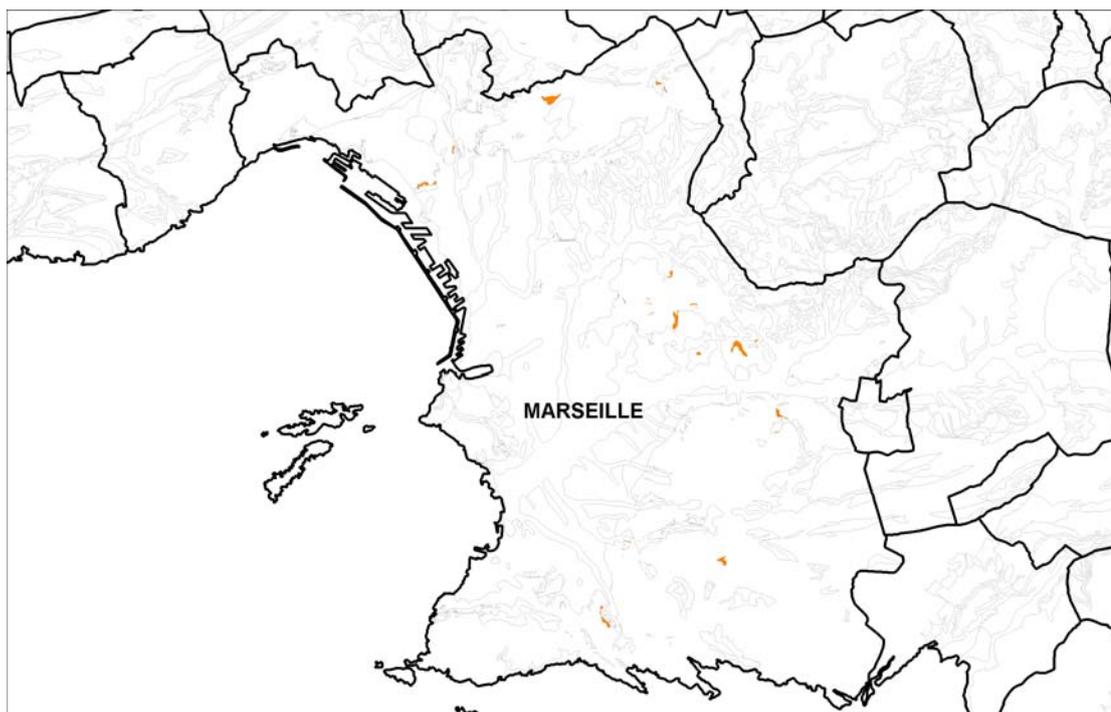


Illustration 2 : Zones d'aléa glissement de terrain rajoutées sur la commune de Marseille

3.1.3. Les colluvions limoneuses (CFxG)

Les colluvions limoneuses (CFxG) n'avaient pas été prises en compte dans la première version de l'étude. Or, il s'est avéré depuis que la présence de limons argileux dans ces formations peut générer des problèmes de retrait-gonflement des argiles.

Ces colluvions ont été réaffectées aux formations de colluvions quaternaires ou de limons, selon les secteurs et en fonction de leur nature lithologique. Elles représentent une superficie importante de 28,73 km² au nord-ouest du département, au niveau de la plaine de la Crau. Elles concernent 8 communes : Eyguières, Maussane-les-Alpilles, Mouriès, Paradou, Fontvieille, Saint-Martin-de-Crau, Istres et Miramas.

Ces colluvions limoneuses sont spécifiques à la bordure de la Crau. Le contact entre les nappes de cailloutis et les alluvions holocènes rhodaniennes n'est pas tranché. On observe en bordure de la Crau un dépôt peu épais (20 cm au maximum) de colluvions limono-sableuses brun foncé. C'est la combinaison de la très faible pente des Crau et

de la proximité de la zone d'émergence de la nappe phréatique qui a permis, sur ce liseré plus humide, l'accumulation de limons. Là où il n'y a pas de culture ou de prairies, on observe sur cette bordure une végétation dense.

L'illustration 3 montre la localisation de cette formation au niveau de la Crau.

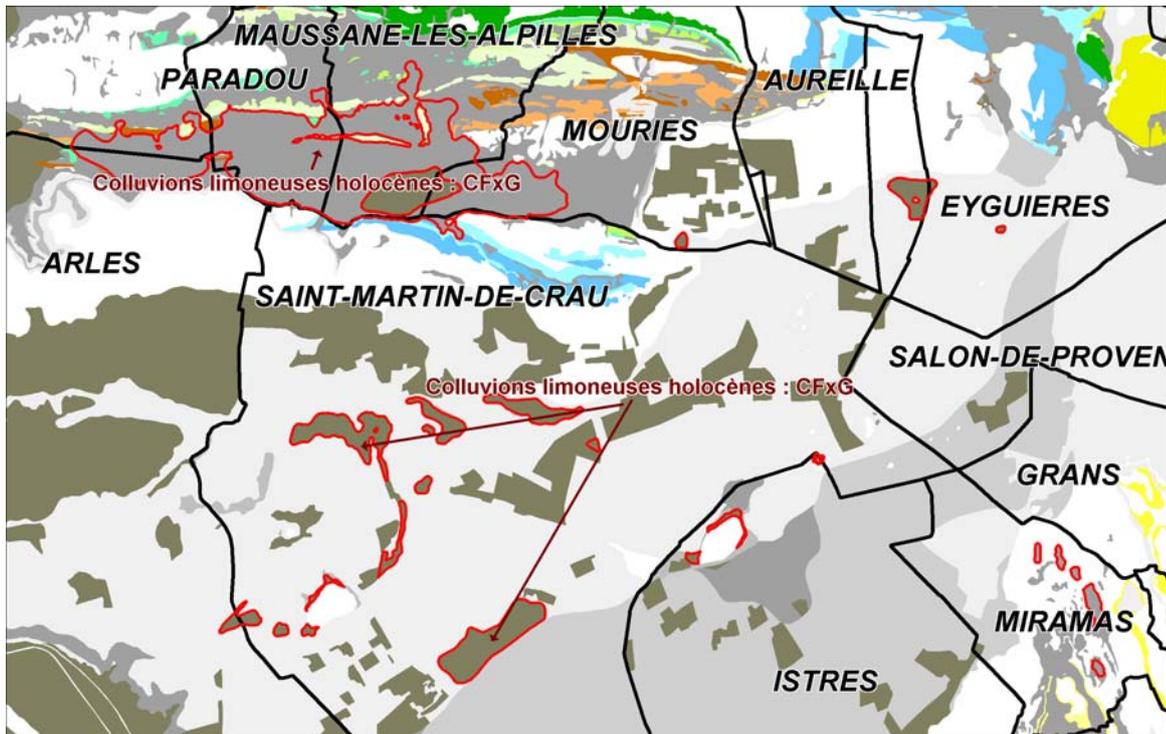


Illustration 3 : Localisation des Colluvions limoneuses (CFxG) dans les Bouches-du-Rhône

3.1.4. Les éboulis récents (Ez) sur les communes d'Alleins, Vernègues et Aurons

Une zone d'éboulis récents non pris en compte dans la version précédente, a été ajoutée à la formation 36 devenue 38 (Colluvions du Quaternaire) sur les communes d'Alleins, Vernègues et Aurons, grâce à l'acquisition d'éléments nouveaux issus d'une expertise judiciaire dans le cadre d'une affaire opposant un particulier au Préfet, suite à un sinistre survenu dans la commune d'Alleins.

La nouvelle formation 38 a été renommée *Colluvions et éboulis du Quaternaire*.

Cette zone couvre une superficie de 0,44 km², et se localise au pied d'un relief composé d'une alternance de formations helvétiques (niveaux de Molasses graveleuses et marnes micacées). Les éboulis proviennent des molasses graveleuses mais peuvent contenir également des traces d'argiles issues des marnes en amont.

L'illustration 4 montre la localisation de ces éboulis récents ajoutés à la formation des Colluvions.

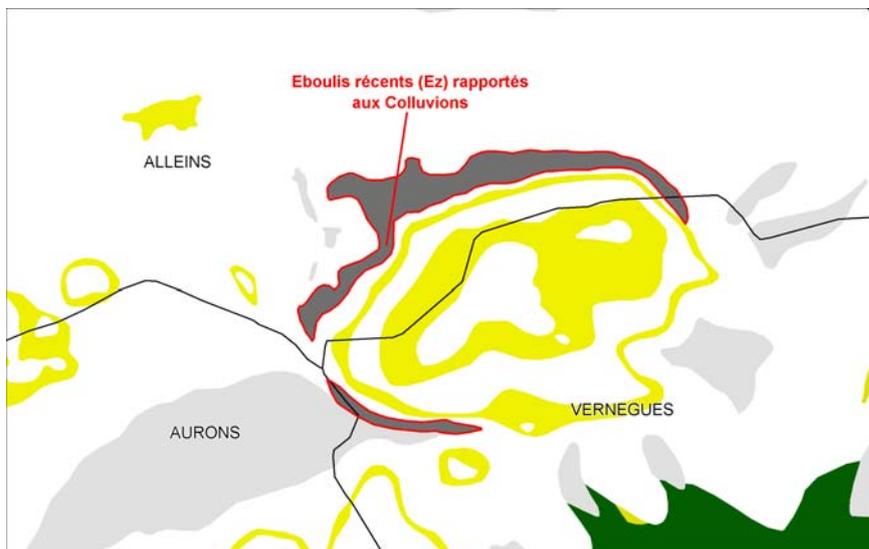


Illustration 4 : Localisation des Eboulis récents rapportés aux Colluvions du Quaternaire

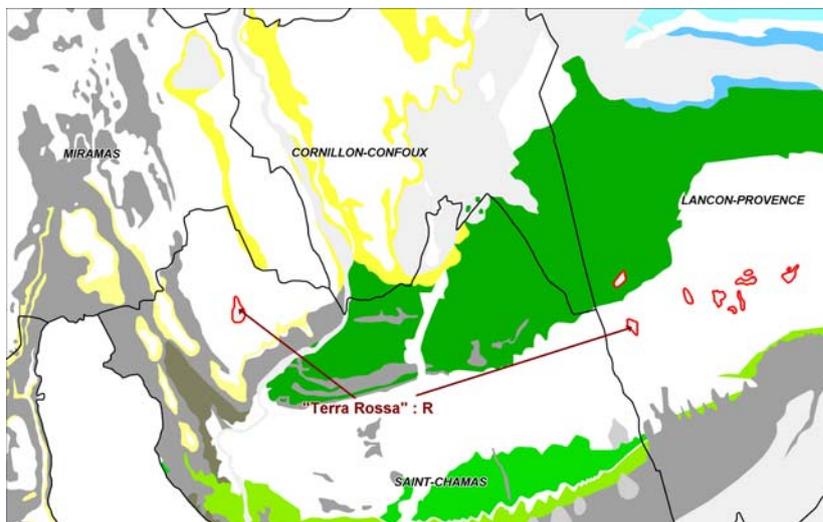
3.1.5. La formation des « Terra Rossa » (R)

Cette formation se localise sur les communes de Saint-Chamas et de Lançon-de-Provence où elle recouvre une très petite surface de 0,18 km².

D'un point de vue lithologique, elle a été ajoutée à la formation 39 devenue 41 (Illustration 5).

Les « *terra-rossa* » karstiques (R) sont des terres rouges formées par évolution pédologique ferrallitisante de matériaux silicatés présents sur les karsts. La néoformation de la kaolinite indique un climat plus chaud et plus humide que l'actuel et caractérisant un Pliocène relativement ancien plutôt que le Villafranchien ou le « Quaternaire ». Dans la région, les résidus des molasses marines miocènes (quartz, minéraux lourds) sont très fréquents. Actuellement, ces *terra-rossa* sont rassemblées dans des cavités du karst et des dolines.

Illustration 5 : « *terra-rossa* » ajoutées sur les communes de Saint-Chamas et Lançon-de-Provence



3.1.6. Les éboulis anciens, récents, Rissiens et Würmiens

Les éboulis représentent dans le département des Bouches-du-Rhône une superficie de 70 km² et sont formés principalement d'éboulis récents et würmiens. Ils ont été ajoutés dans un certain nombre de communes, car ils sont apparus finalement suffisamment sinistrés pour les mettre en évidence en tant que formation susceptible de générer des phénomènes de retrait-gonflement des argiles. On les rencontre en particulier dans la vallée de l'Huveaune et au pied de la Sainte-Victoire.

Une analyse de chaque secteur d'éboulis a été réalisée pour affecter à ces formations superficielles la formation argileuse qui était concernée : à la fois la formation argileuse qui avait été démantelée et qui compose maintenant la matrice des éboulis, mais également la formation argileuse présente sous une couche d'éboulis suffisamment peu épaisse pour agir dans le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Certains secteurs d'éboulis ont été supprimés et non pris en compte comme formation argileuse proprement dite, du fait de leur nature lithologique non argileuse.

Suite à cette analyse, les éboulis concernés par le phénomène correspondent uniquement aux éboulis récents, et représentent une superficie de 40 km².

L'illustration 6 présente la nouvelle carte des formations argileuses avec un contour en rouge pour les zones d'éboulis prises en compte.

Les illustrations 7 et 8 montrent un zoom des secteurs concernés dans les secteurs de la Penne-sur-Huveaune et de Mimet.

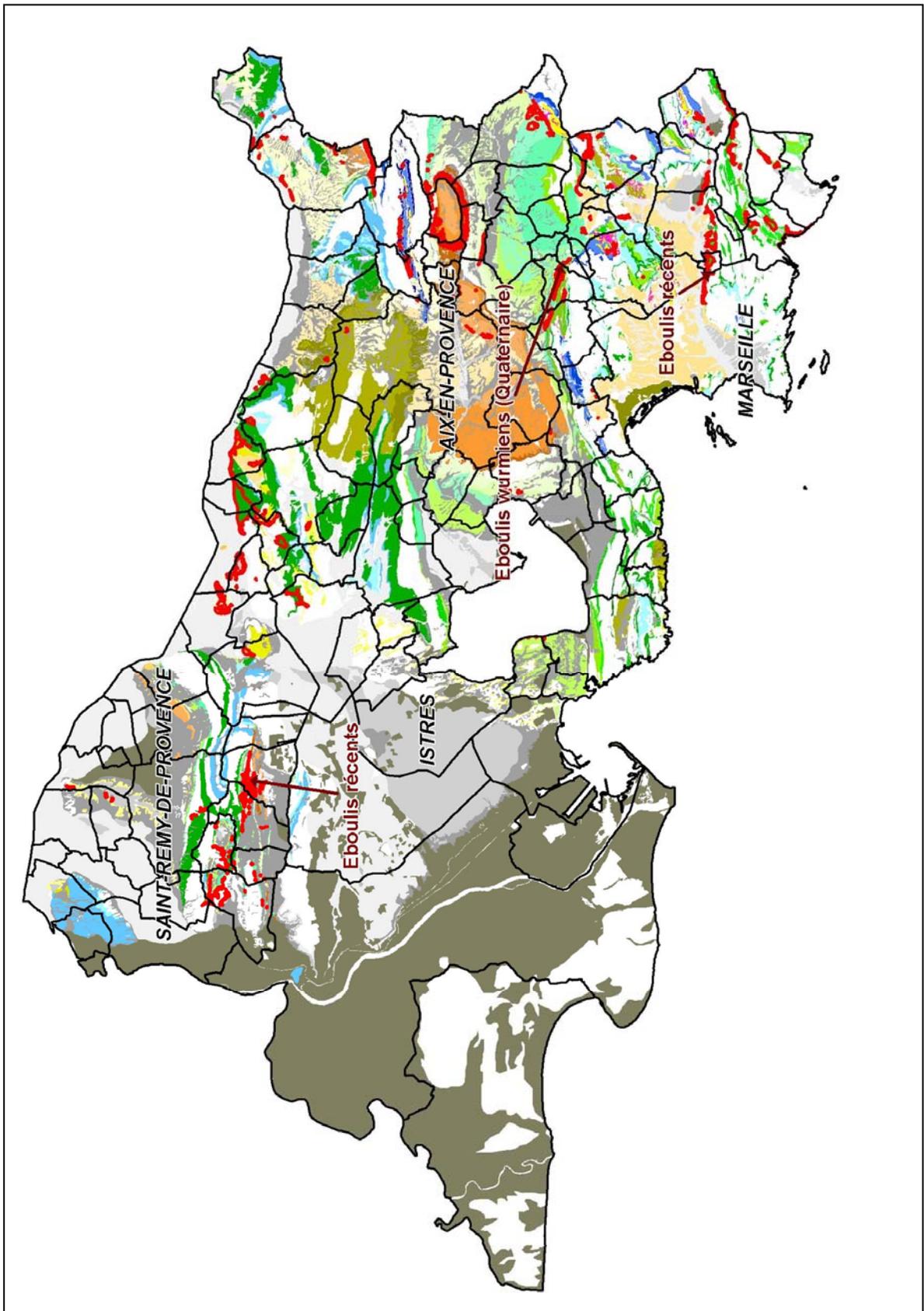


Illustration 6 : Localisation des zones d'éboulis retenues dans les Bouches-du-Rhône

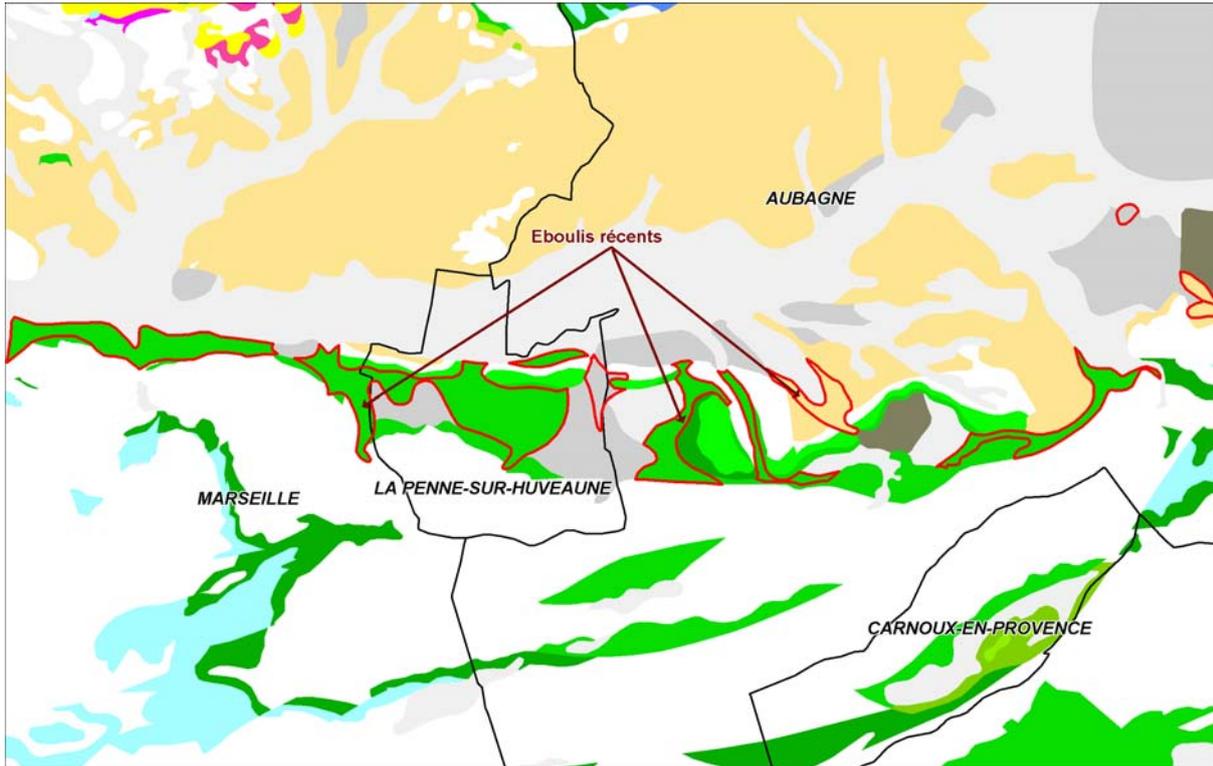


Illustration 7 : Zone d'éboulis récents ajoutés dans les communes de la Penne-sur-Huveaune, Marseille et Aubagne

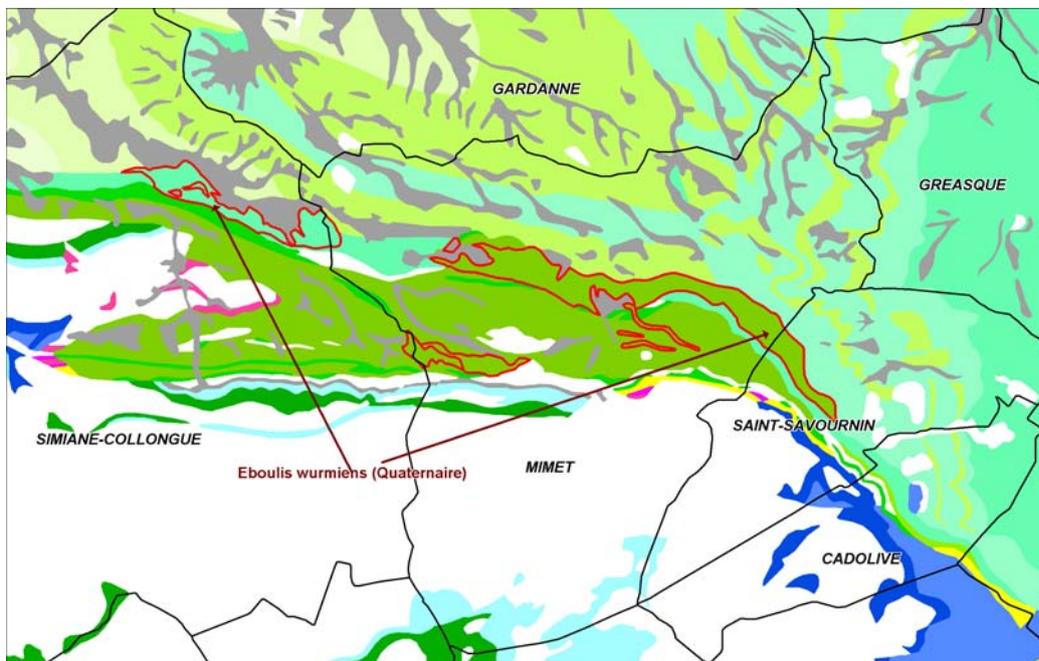


Illustration 8 : Eboulis würmiens (Quaternaire) ajoutés dans les communes de Mimet et Saint-Savournin

3.1.7. Les Tufs villafranchiens (Quaternaire) Uv4

Les Tufs ont été rajoutés en tant que formation argileuse sur la commune de Marseille, au niveau de la zone du complexe Grand Littoral mais également dans les quartiers de Saint-Barnabé et de Saint-Julien (Illustration 9).

D'un point de vue lithologique, cette formation a été rattachée à la formation 38 devenue 40 dans la présente étude (les Alluvions et cônes de déjection).

Le Quaternaire ancien est représenté dans le bassin de Marseille par des dépôts lacustres et des alluvions torrentielles. Les dépôts lacustres, travertins et tufs à plantes, sont très fortement cimentés et forment des plateaux qui couronnent des buttes tout autour de Marseille, alors que les alluvions torrentielles sont composés très probablement de particules argileuses.

Pour l'évaluation de l'aléa, le secteur concernant le Grand Littoral sera traité à part étant donné que la commune de Marseille a souhaité voir apparaître toute la zone du Grand Littoral en aléa fort.

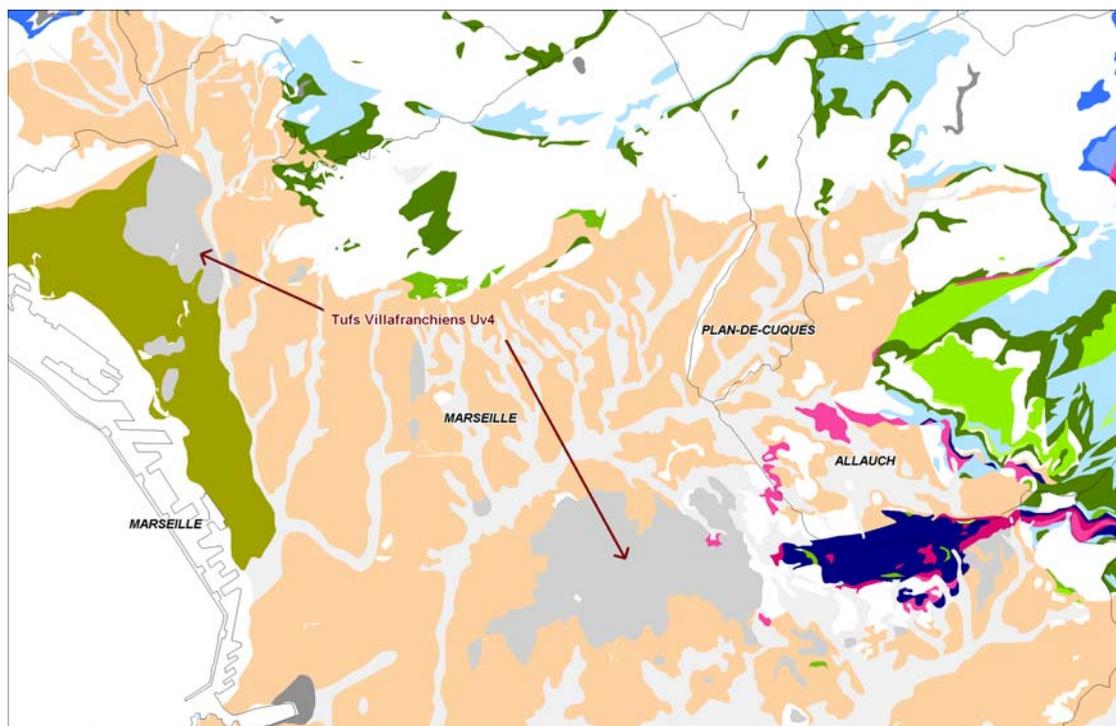


Illustration 9 : Tufs villafranchiens (Quaternaire) Uv4 ajoutés sur Marseille

3.1.8. le Calcaires du Plan de Sausset (Burdigalien inférieur-Tertiaire) m1b1

Cette formation, visible sur la carte géologique de Martigues (1020) dans les communes de Sausset-les-Pins et de Martigues sur une superficie de 1,06 km², a été ajoutée à la formation argileuse 29 devenue 31 : *Calcaire marneux du Burdigalien*. La formation conserve une note lithologique de 2 (Illustration 10).

D'un point de vue lithologique, le calcaire du Plan de Sausset datant du Burdigalien est une formation complexe localement gréseuse et même conglomératique. Des niveaux de calcaire gréseux coquilliers et de grès conglomératiques (anciennement appelés Molasse de Sausset) s'intercalent dans la formation. On y trouve également des niveaux marneux mis en évidence dans des études géotechniques fournies par la DDE des Bouches-du-Rhône au moment de la prescription des PPR. Notamment une étude du bureau Sol-Essais de 2003 qui fait part de la présence de smectite (89 % de smectite dans la phase argileuse) dans les calcaires marneux du Burdigalien à Sausset-les-Pins (Quartier de l'Espéron).

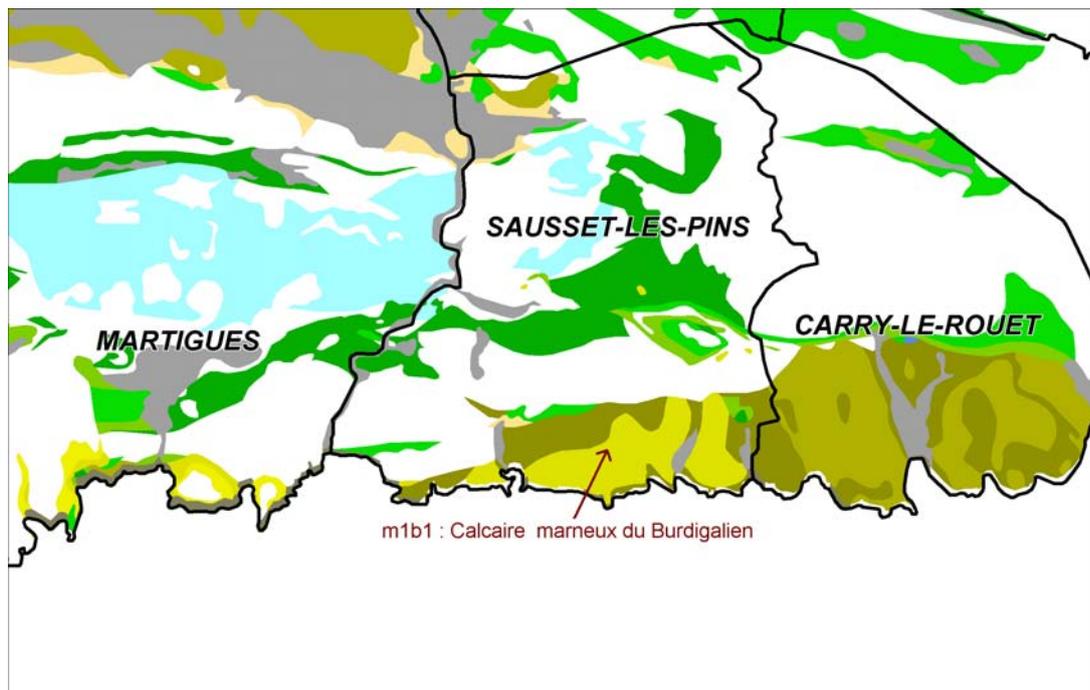


Illustration 10 : Calcaires du Plan de Sausset (Burdigalien inférieur-Tertiaire) m1b1 ajouté sur les communes de Martigues et Sausset-les-pins

3.1.9. Les Dolomies de l'Hettangien (I2)

La formation des Dolomies de l'Hettangien a été ajoutée en tant que formation argileuse proprement dite (formation 3) conformément à l'option retenue dans le département voisin du Var où cette formation est localement sinistrée. Elle recouvre une superficie de 10,77 km² et est localisée sur 18 communes entre Marseille, Trets et Vauvenargues (Illustrations 11 et 12).

On rapporte à cet étage des dolomies de teinte claire, bien stratifiées, avec des niveaux varvés et des lits marneux verdâtres. Dans l'Olympe, la série (100 m) se termine par des calcaires gris, parfois oolithiques à débris.

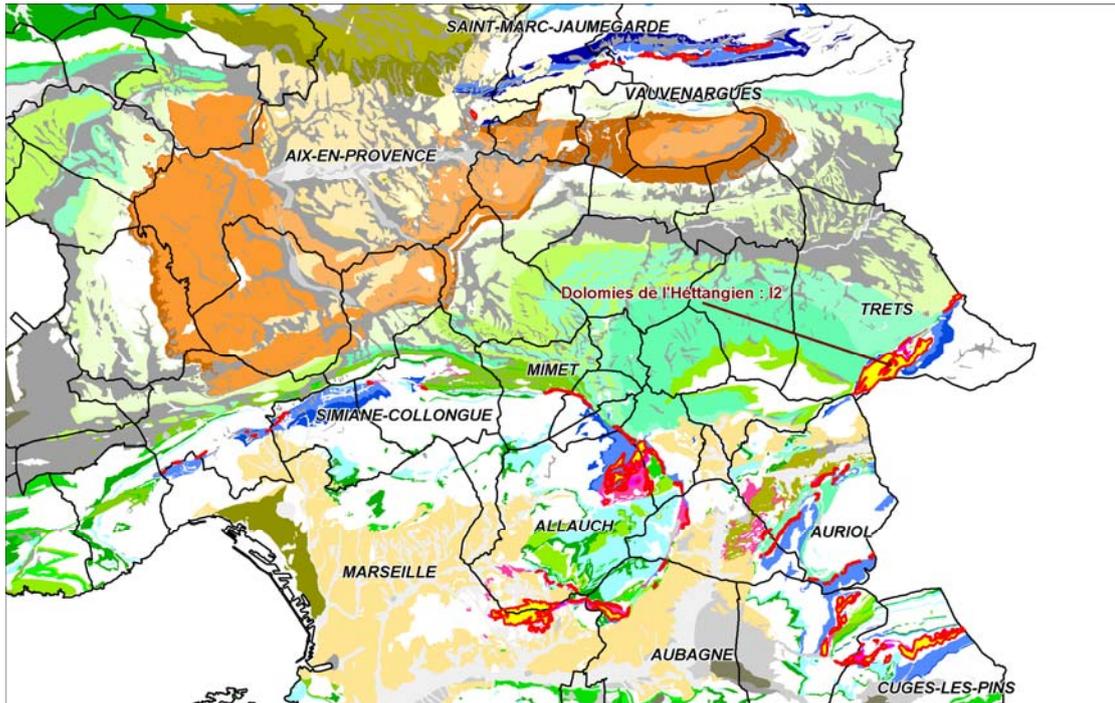


Illustration 11 : Localisation des dolomies de l'Hettangien,

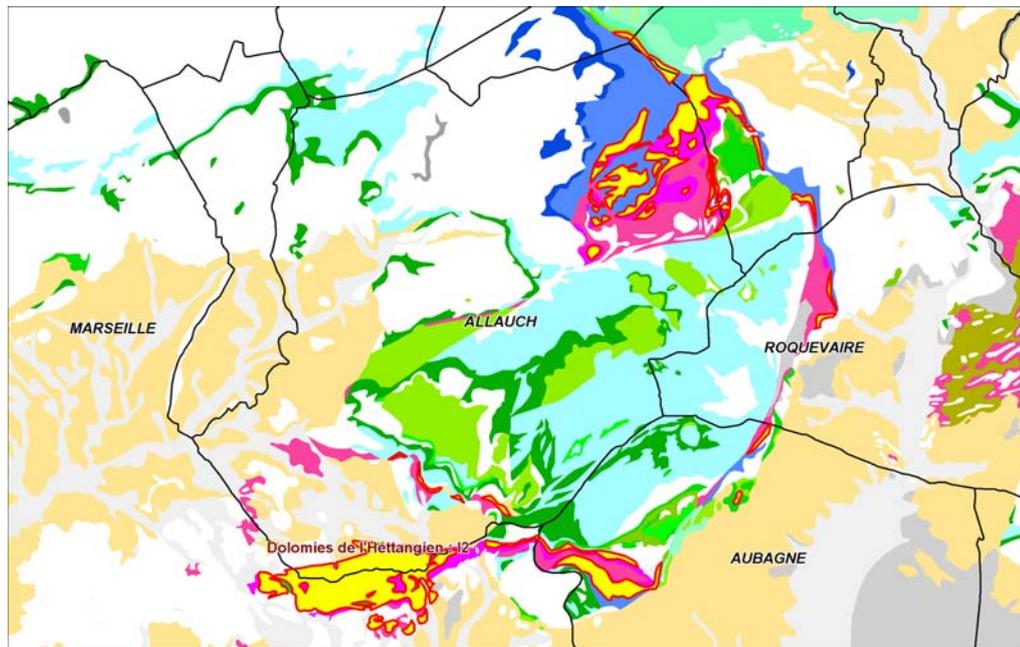


Illustration 12 : Localisation précise des dolomies de l'Hettangien sur le secteur d'Allauch

3.1.10. Les Calcaires argileux du Rhétien (I1)

Les Calcaires argileux du Rhétien (I1) ont aussi été ajoutés en tant que formation argileuse proprement dite (formation 2), toujours par souci de cohérence avec le département voisin du Var où cette formation est localement sinistrée. Ils recouvrent une superficie de 3,25 km² et se localisent sur 13 communes entre Marseille, Aubagne, Auriol et Vauvenargues.

D'un point de vue lithologique, sur la carte d'Aix-en-Provence (1021), la formation du Rhétien se caractérise par des calcaires varvés sombres, avec des passées en plaquettes de teinte jaune ou rousse en altération. Certains niveaux sont riches en Lumachelles. Dans la partie moyenne s'intercalent des calcaires noduleux jaunes, en petits bancs, parfois dolomitiques, qui ressemblent à certains niveaux du Muschelkalk. On observe également, surtout à la base, des lits marneux verdâtres ou bruns.

La note lithologique attribuée à la formation est une note de 2.

L'illustration 12 montre la localisation de cette formation sur le département des Bouches-du-Rhône, et l'illustration 13 présente une vue plus détaillée sur le secteur Allauch – Peypin.

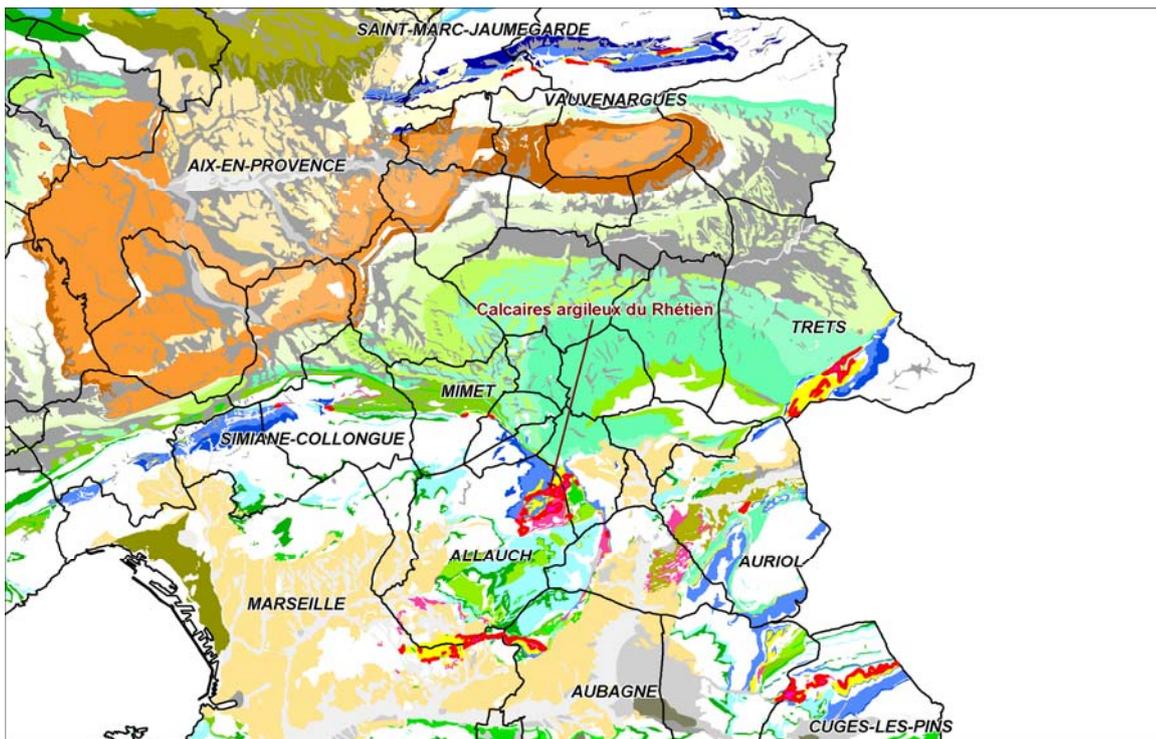


Illustration 13 : Localisation des calcaires argileux du Rhétien sur l'Est du département des Bouches-du-Rhône

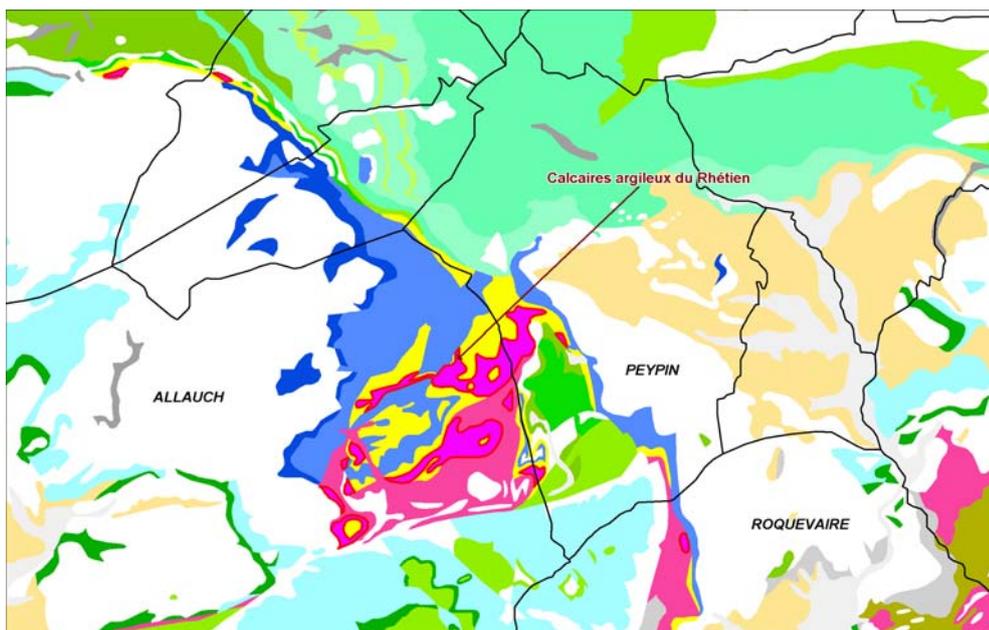


Illustration 14 : Détail des calcaires argileux du Rhétien sur le secteur Allauch – Peypin

3.2. FORMATIONS ARGILEUSES SUPPRIMEES

Trois formations qui avaient été caractérisées comme argileuses ou marneuses précédemment ont finalement été supprimées de la liste, en raison d'une présence d'argile trop infime pour pouvoir occasionner des phénomènes de type retrait-gonflement des sols, et ceci au vu des observations effectuées ultérieurement dans les départements limitrophes. Il s'agit de :

- l'Hauterivien : calcaires à faciès urgonien (partie supérieure), marnes et calcaires argileux (partie inférieure), visibles notamment au niveau de Cuges-les-Pins ;
- le Valanginien : calcaires, calcaires argileux, marnes également présents à Cuges-les-Pins ;
- le Santonien : grès et marnes sableuses, présents à Auriol.

D'autre part, ont été supprimées, à la demande de la mairie de Marseille, toutes les zones caractérisées en aléa éboulement sur la commune de Marseille (Illustration 14), dans la mesure où elles correspondent implicitement à des faciès indurés, localisés dans des formations hétérogènes localement argileuses.

Enfin, les contours de la formation de Sables et graviers de l'étang de Berre a été localement rectifiée pour tenir compte des parties actuellement immergées et donc non sujettes au phénomène de retrait-gonflement (Illustration 15).

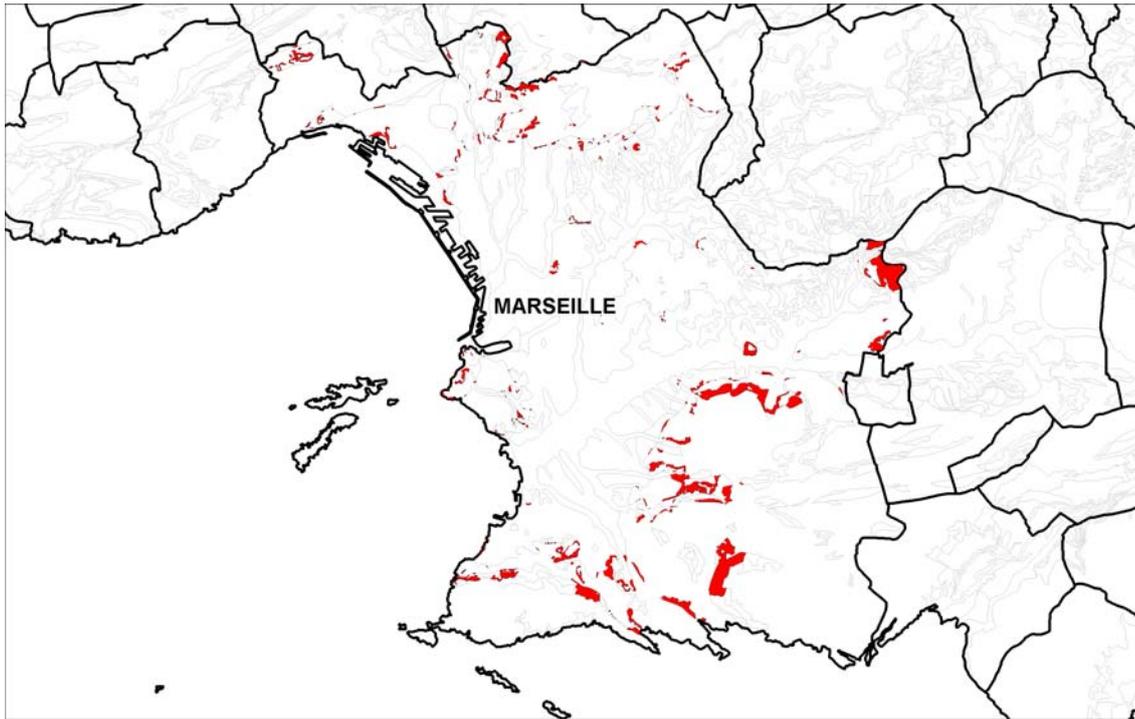


Illustration 15 : Zones caractérisées par un aléa éboulement sur la commune de Marseille

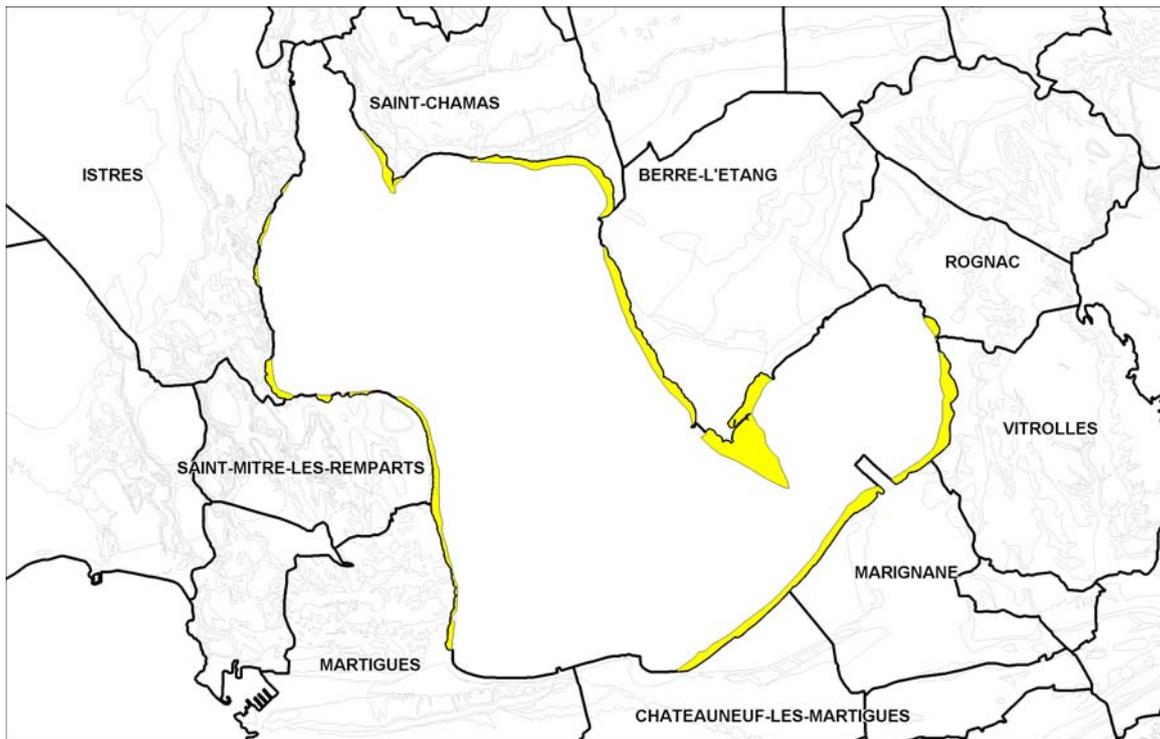


Illustration 16 : Localisation des sables et graviers au niveau de l'étang de Berre

3.3. NOUVELLE CARTE DES FORMATIONS ARGILEUSES OU MARNEUSES SUR LE DEPARTEMENT

La nouvelle carte ainsi obtenue comprend donc 41 formations argileuses ou marneuses qui concernent plus de 74 % de la superficie totale du département (Illustrations 18 et 19). Par rapport à la version précédente où ces formations représentaient environ 73 % de la superficie départementale, l'écart est donc relativement modeste.

Les formations argileuses sont datées du Trias au Quaternaire, comme le montre le tableau de l'illustration 17 qui reprend les 41 formations argileuses d'un point de vue chronologique, en précisant leur superficie.

| N° | Nom de la formation géologique | Age | Superficie de la formation (km²) | % de la superficie totale |
|------|--|---|----------------------------------|---------------------------|
| 41 | Alluvions à limons argileux | Quaternaire | 700,78 | 13,72 |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection | Quaternaire | 256,37 | 5,02 |
| 39 | Marnes et argiles | Quaternaire | 3,61 | 0,07 |
| 38 | Colluvions | Quaternaire | 516,30 | 10,11 |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases | Quaternaire | 1037,03 | 20,31 |
| 36 | Marnes, sables et poudingues (Valensole) | Miocène supérieur et Pliocène (Plaisancien) | 68,22 | 1,34 |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles | Miocène moyen et supérieur (Vindobonien) | 13,38 | 0,26 |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres | Miocène moyen et supérieur (Vindobonien) | 0,32 | 0,01 |
| 33 | Marnes sableuses micacées | Miocène moyen (Helvétien) | 11,96 | 0,23 |
| 32 | Sables, molasse et argile | Miocène inférieur (Burdigalien) | 13,60 | 0,27 |
| 31 | Calcaire marneux | Miocène inférieur (Burdigalien) | 1,72 | 0,03 |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires | Oligocène et Miocène inférieur | 86,47 | 1,69 |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles | Oligocène et Miocène inférieur | 36,26 | 0,71 |
| 28 | Formation des Milles | Oligocène moyen | 53,34 | 1,04 |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues | Oligocène inférieur (Stampien) | 105,06 | 2,06 |
| 26 | Marnes à Microcodium | Éocène indifférencié | 1,39 | 0,03 |
| 25 | Sables argileux et marnes | Éocène | 0,79 | 0,02 |
| 24 | Calcaire | Éocène moyen (Lutétien) | 37,67 | 0,74 |
| 23 | Calcaires et marnes | Paléocène (Thanétien) et Éocène inférieur (Sparnacien) | 85,74 | 1,68 |
| 22 | Argiles et calcaires argileux | Paléocène moyen (Montien) | 24,33 | 0,48 |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés | Crétacé supérieur (Maestrichien supérieur) | 63,46 | 1,24 |
| 20 | Argiles et grès | Crétacé supérieur (Maestrichien supérieur) | 44,52 | 0,87 |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | Crétacé supérieur (Maestrichien supérieur) | 1,37 | 0,03 |
| 18 | Argiles, marnes et grès | Crétacé supérieur (Maestrichien inférieur) | 49,36 | 0,97 |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues | Crétacé supérieur (Maestrichien inférieur) | 66,02 | 1,29 |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux | Crétacé supérieur (Valdo fuvélien) | 62,25 | 1,22 |
| 15 | Marnes | Crétacé supérieur (Coniacien - Santonien) | 5,01 | 0,10 |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux | Crétacé supérieur (Turonien - Cénomaniens) | 10,69 | 0,21 |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables | Crétacé supérieur | 23,41 | 0,46 |
| 12 | Calcaires et marnes noires | Crétacé inférieur (Gargasien) | 16,78 | 0,33 |
| 11 | Calcaires argileux et marneux | Crétacé inférieur (Bédoulien) | 29,00 | 0,57 |
| 10 | Marnes et calcaires argileux | Crétacé inférieur (Hauterivien supérieur : faciès Urgonien) | 193,34 | 3,79 |
| 9 | Marnes à Toxaster | Crétacé inférieur (Hauterivien inférieur) | 0,72 | 0,01 |
| 8 | Marnes et calcaires argileux | Jurassique supérieur et Néocomien | 58,90 | 1,15 |
| 7 | Calcaires argileux | Jurassique supérieur et Néocomien | 82,67 | 1,62 |
| 6 | Calcaires marneux | Jurassique inférieur (Domérien et Toarcien) et moyen (Bajocien - Bathonien indifférencié) | 23,12 | 0,45 |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux | Jurassique moyen et supérieur (Toarcien et Callovien - Oxfordien) | 6,97 | 0,14 |
| 4 | Marnes noires et grises | Jurassique moyen et supérieur (Toarcien et Callovien - Oxfordien) | 5,66 | 0,11 |
| 3 | Dolomies | Jurassique inférieur (Hettangien) | 10,77 | 0,21 |
| 2 | Calcaires argileux | Trias (Rhétien) | 3,26 | 0,06 |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse | Trias (Keuper) | 5,36 | 0,11 |
| | Total formations argileuses | | 3 817 | 74,75% |
| 999 | Réseau hydrographique | | 292 | 5,72% |
| 1000 | Formations à priori non argileuses | | 997 | 19,53% |
| | Total département | | 5 106 | 100% |

Illustration 17 : Formations argileuses ou marneuses prises en compte dans la nouvelle carte de l'aléa retrait gonflement des argiles

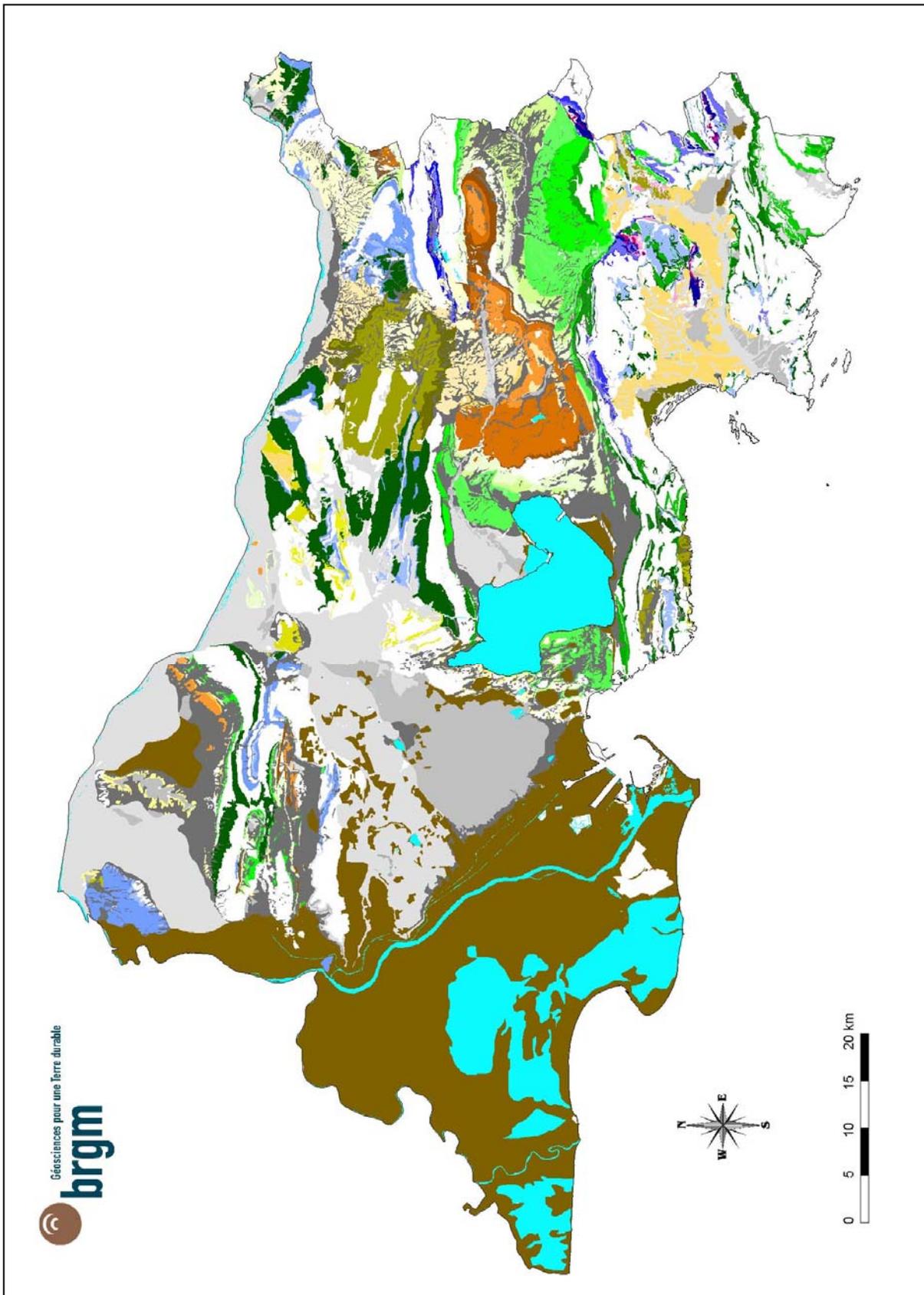


Illustration 18 : Carte des formations argileuses et marneuses des Bouches-du-Rhône

| Légende | |
|----------------|---|
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaires |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien |
| 34 | Argiles calcaire d'Istres du Vindobonien |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène |
| 24 | Calcaire Lutetien |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanetien - Sparnacien |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias |

Illustration 19 : Légende associée à la carte des formations argileuses et marneuses des Bouches-du-Rhône

4. Caractérisation lithologique, minéralogique et géotechnique des formations argileuses ou marneuses et élaboration d'une nouvelle carte de susceptibilité

4.1. CRITERE LITHOLOGIQUE

Les principaux éléments ayant permis la caractérisation lithologique des formations ont été détaillés lors de l'étude précédente. Les notes lithologiques attribuées à chacune des formations n'ont pas été modifiées (sauf pour les formations 2 et 3 qui ont été ajoutées) et sont rappelées sur l'illustration 20. En effet, les modifications apportées à la carte des formations argileuses se traduisent essentiellement par des variations de contour, donc de surfaces d'extension, mais n'ont pas d'incidence notable quant à la nature lithologique dominante de ces formations.

Illustration 20 : Note lithologique des formations argileuses et marneuses

| N° | Nom de la formation géologique | Note lithologique |
|----|---|-------------------|
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 2 |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 1 |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaire | 4 |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 1 |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 3 |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 2 |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 2 |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 3 |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 3 |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 3 |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 2 |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 1 |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 3 |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 3 |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 3 |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 4 |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 3 |
| 24 | Calcaire Lutétien | 1 |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 2 |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 3 |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur | 2 |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur | 3 |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1 |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur | 4 |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur | 3 |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 3 |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | 3 |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens | 2 |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 2 |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 4 |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 3 |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 1 |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 3 |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 3 |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 2 |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 2 |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 3 |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 3 |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 1 |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 2 |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 2 |

4.2. CRITERE MINERALOGIQUE

L'ensemble des données ayant servi à la caractérisation minéralogique des formations argileuses ou marneuses du département a été détaillé dans le rapport initial. La détermination du pourcentage moyen de minéraux gonflants a été faite en prenant en compte l'ensemble des données recueillies. Les analyses réalisées sur le département sont privilégiées, mais le nombre d'échantillons, leur répartition géographique et leur représentativité sont également pris en compte dans le calcul de la note minéralogique.

L'illustration 21 présente les notes minéralogiques obtenues par chacune des formations argileuses. La réaffectation de certaines formations argileuses a permis grâce aux données minéralogiques recueillies lors de la première étude, de caractériser la formation 31, ainsi que la formation 2 qui a été ajoutée dans la mise à jour.

En effet, la formation 31 correspond aux calcaires marneux du Burdigalien dont une partie a été ajoutée sur la commune de Sausset-les-Pins (cf. paragraphe 2.1.7). Un rapport géotechnique de Sol-Essais fourni par la DDE nous a donné une nouvelle valeur d'analyse RX pour cette formation à partir d'un sondage : 89 % de smectite dans la phase argileuse.

Enfin, pour la formation 2 nouvellement créée (Calcaires argileux du Rhétien), deux valeurs d'analyse RX issues des travaux réalisés sur le département limitrophe du Var ont pu être intégrées à la caractérisation minéralogique. Ces valeurs donnent des teneurs en smectite dans la phase argileuse de 22 % et 10 %.

Cinq formations n'ont néanmoins pas reçu de note minéralogique en raison d'un manque de données (notamment la formation 3, elle aussi ajoutée dans cette phase d'actualisation).

Dix formations ont été caractérisées par une note minéralogique maximale (4), dont la formation 31 (*Calcaire marneux du Burdigalien*) qui n'avait pas été caractérisé initialement d'un point de vue minéralogique.

Une note minéralogique de 3 reste attribuée à douze formations, six formations ont reçu une note minéralogique de 2 et enfin huit formations se sont vues attribuer une note minéralogique de 1 (dont la formation 2 initialement non retenue comme argileuse).

| N° | Nom de la formation géologique | Note minéralogique |
|----|---|--------------------|
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 3 |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 3 |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaire | 3 |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 4 |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 1 |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 3 |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 4 |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 4 |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 3 |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 2 |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 4 |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 4 |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 3 |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 3 |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 3 |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 2 |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 1 |
| 24 | Calcaire Lutétien | 2 |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 1 |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 2 |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur | 3 |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur | 3 |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 2 |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur | 4 |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur | 4 |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 3 |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | – |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomarien | – |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | – |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 3 |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 4 |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 4 |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | – |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 4 |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 2 |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 1 |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 1 |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 1 |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | – |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 1 |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 1 |

Illustration 21 : Notes minéralogiques des formations argileuses et marneuses

4.3. CRITERE GEOTECHNIQUE

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 avaient été présentés dans le rapport initial, ainsi que les valeurs seuils retenues pour la détermination de la note géotechnique.

Les réaffectations de certaines formations argileuses, le recueil de quelques données nouvelles communiquées par des communes, des bureaux d'étude voire des particuliers, et la réalisation en parallèle de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement dans le Var ont permis d'utiliser au total 679 valeurs d'essais géotechniques.

L'étude initiale avait permis de recenser au total 595 valeurs d'essais géotechniques dont 416 étaient effectivement issues d'études sur les Bouches-du-Rhône, la nouvelle étude indique cette fois 679 valeurs d'essais dont 452 sur les Bouches-du-Rhône.

Ainsi, les mesures utilisées pour la caractérisation géotechnique des formations argileuses se répartissent désormais de la façon suivante (Illustration 22) :

| Essai géotechnique | Nombre de mesures | Dont mesures propres aux Bouches-du-Rhône |
|---------------------------|--------------------------|--|
| Valeur de bleu | 197 | 117 |
| Indice de plasticité | 367 | 270 |
| Retrait linéaire | 66 | 49 |
| Coefficient de gonflement | 49 | 16 |
| Total | 679 | 452 |

Illustration 22 : Répartitions des mesures utilisées pour la caractérisation des formations argileuses par type d'essai géotechnique

Les fourchettes de résultats disponibles figurent dans le tableau de l'illustration 23.

L'exploitation de ces 84 données supplémentaires n'entraîne que des modifications marginales par rapport à l'analyse précédente, ce qui confirme que les valeurs prises en compte étaient bien représentatives.

Les deux formations supplémentaires introduites dans cette phase d'actualisation (2 et 3) ont été caractérisées par une note géotechnique de 2.

Actualisation de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans les Bouches-du-Rhône

| N° | Nom de la formation géologique | Note géotechnique | Données des Bouches-du-Rhône mises à jour | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|-------------------|---|------|-----|------|---------|-------|------|------|------------------|------|------|------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | | | VB - g / 100 g | | | | IP - % | | | | Retrait linéaire | | | | Coefficient de gonflement | | | |
| | | | nb éch. | moy | min | max | nb éch. | moy | min | max | nb éch. | moy | min | max | nb éch. | moy | min | max |
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 1 | 20 | 3,2 | 0,2 | 6,2 | 28 | 16,53 | 6,5 | 36 | 2 | 0,49 | 0,31 | 0,66 | 5 | 0,044 | 0,022 | 0,061 |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 3 | 4 | 8,3 | 5,0 | 11,3 | 30 | 24,27 | 7 | 45 | 2 | 0,37 | 0,28 | 0,46 | 1 | 0,078 | 0,078 | 0,078 |
| 39 | Marnes et argiles Quaternaires | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 2 | 8 | 3,0 | 1,4 | 4,8 | 14 | 33,12 | 21 | 56 | 12 | 0,58 | 0,11 | 1,60 | 7 | 0,029 | 0,013 | 0,042 |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 3 | | | | | 6 | 26 | 15 | 42 | | | | | | | | |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 2 | 12 | 3,9 | 1,8 | 7,7 | 6 | 16,12 | 7,9 | 39,3 | 1 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 16 | 0,036 | 0,003 | 0,080 |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 2 | | | | | 1 | 16 | 16 | 16 | | | | | | | | |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 1 | 1 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | | | | | | | | | | | | |
| 33 | Marne sableuse micacée de l'Helvétien | 2 | 1 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 1 | 9 | 9 | 9 | | | | | | | | |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 4 | 2 | 10,1 | 9,3 | 11,0 | 1 | 23 | 23 | 23 | 2 | 0,52 | 0,45 | 0,59 | | | | |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 2 | 5 | 2,5 | 1,2 | 4,3 | 5 | 24 | 13 | 39 | | | | | | | | |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 2 | 1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 10 | 20,6 | 8 | 43 | 1 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | | | | |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 2 | 5 | 4,3 | 3,1 | 6,0 | 8 | 22,75 | 11 | 40 | 3 | 2,34 | 0,46 | 6,00 | | | | |
| 28 | Formation des Milles (argiles plus ou moins sableuses) de l'Oligocène moyen | 2 | 8 | 3,7 | 1,9 | 10,8 | 32 | 18,56 | 5 | 39 | 3 | 0,36 | 0,22 | 0,45 | | | | |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 3 | 26 | 3,0 | 0,4 | 6,2 | 33 | 17,49 | 5 | 44 | 3 | 2,17 | 0,40 | 4,30 | | | | |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 2 | 2 | 2,1 | 1,9 | 2,2 | 2 | 18,85 | 13 | 24,7 | 1 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | | | | |
| 25 | Sables argileux et marnes Éocène | 2 | 2 | 4,1 | 3,0 | 5,2 | 1 | 16 | 16 | 16 | | | | | | | | |
| 24 | Calcaire Lutétien | 2 | 3 | 3,9 | 0,8 | 6,2 | 3 | 22,27 | 11,8 | 29 | | | | | | | | |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 2 | 10 | 2,9 | 0,3 | 6,1 | 22 | 17 | 8 | 31 | 1 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 2 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 2 | 1 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur | 2 | 14 | 5,3 | 1,1 | 8,0 | 14 | 18,96 | 7 | 46 | 2 | 0,46 | 0,35 | 0,56 | 1 | 0,014 | 0,014 | 0,014 |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur | 2 | 3 | 4,4 | 1,8 | 7,0 | 21 | 14,87 | 6 | 27 | 1 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 1 | 0,014 | 0,014 | 0,014 |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1 | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 5 | 14,82 | 5 | 20,5 | | | | | | | | |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur | 2 | 9 | 4,2 | 2,1 | 7,5 | 17 | 17,41 | 7 | 27 | 7 | 0,48 | 0,16 | 1,19 | 2 | 0,039 | 0,023 | 0,054 |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur | 2 | 4 | 4,0 | 1,3 | 6,7 | 41 | 17,27 | 6 | 33,8 | 6 | 0,54 | 0,30 | 1,17 | | | | |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 2 | 3 | 4,5 | 3,3 | 5,7 | 7 | 19,89 | 9 | 27 | 3 | 0,51 | 0,40 | 0,60 | | | | |
| 15 | Marnes du Coniacien Santonien | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomannien | 1 | 1 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 2 | 6 | 3,9 | 1,0 | 7,4 | 3 | 12,67 | 10 | 18 | | | | | | | | |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 3 | 10 | 3,9 | 0,9 | 11,3 | 23 | 21,02 | 6 | 41 | 2 | 0,44 | 0,34 | 0,53 | 5 | 0,058 | 0,045 | 0,085 |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 3 | 9 | 4,5 | 3,4 | 6,1 | 6 | 20,55 | 12 | 33 | 1 | 2,60 | 2,60 | 2,60 | 8 | 0,048 | 0,022 | 0,077 |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 2 | 4 | 4,5 | 3,4 | 6,4 | 6 | 18 | 12 | 25 | | | | | | | | |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 2 | 1 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 2 | 1 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Calcaires marneux et biodétritiques du Domérien - Toarcien et Bajocien - Bathonien indifférencié | 2 | 1 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 1 | 1 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 1 | 2 | 2,2 | 0,9 | 3,5 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 2 | 9 | 2,4 | 1,1 | 4,4 | 9 | 24,11 | 11 | 45 | 5 | 0,51 | 0,33 | 0,62 | | | | |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 2 | 6 | 2,8 | 1,3 | 4,0 | 12 | 36,83 | 22 | 51 | 8 | 0,51 | 0,30 | 0,79 | 1 | 0,066 | 0,066 | 0,066 |
| 1 | Argiles rouges, gypse, dolomies et cargneules du Keuper | 1 | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | | | | | | | | | | | |

Illustration 23 : Synthèse des données géotechniques et notes géotechniques

4.4. NOUVELLE CARTE DE SUSCEPTIBILITE DES ARGILES AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT

Sur les 41 formations géologiques sélectionnées dans les Bouches-du-Rhône, la moyenne des notes lithologiques, minéralogiques et géotechniques a permis d'obtenir le classement relatif suivant :

- 4 formations sont fortement susceptibles vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement (les mêmes formations que dans la version initiale de l'étude) ;
- 23 formations (au lieu de 22 initialement) sont moyennement susceptibles au retrait-gonflement, la formation supplémentaire concernée par ce niveau de susceptibilité étant celle des Calcaires marneux du Burdigalien (formation 31) ;
- 14 formations sont peu susceptibles au retrait-gonflement, dont les deux (formations 2 et 3) qui n'avaient pas été retenues initialement comme argileuses et qui ont été ajoutées au vu des études entreprises sur les départements voisins.

Ce classement est représenté dans l'illustration 24.

La carte départementale de susceptibilité a été tracée 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 en carte hors-texte 2 à l'échelle 1/120 000 et sur l'illustration 27.

Le graphique et le tableau présentés respectivement sur les Illustrations 24 et 26 indiquent quelles sont les superficies caractérisées par des degrés de susceptibilité faible, moyen et fort, ainsi que les zones a priori non sujettes au phénomène car correspondant à des formations considérées comme non argileuses et au réseau hydrographique.

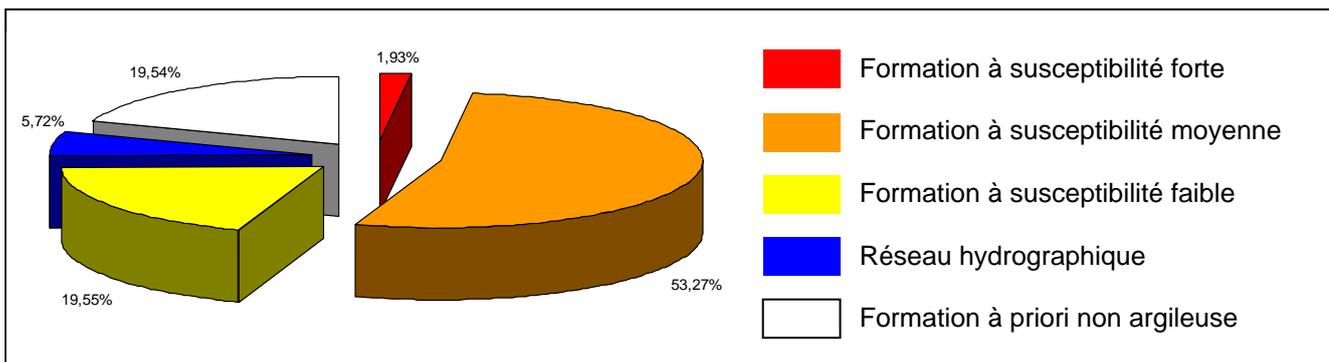


Illustration 24 : Comparaison de la superficie des terrains en fonction de leur susceptibilité

La surface d'affleurement des formations considérées comme fortement susceptibles couvre maintenant presque 2 % du département (1,93 % au lieu de 1,77 dans la version précédente), et correspondent en grande partie aux *Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur*. Les formations de susceptibilité moyenne couvrent quant à elles la moitié du département (sensiblement comme dans la version initiale), tandis

que celles de susceptibilité faible représentent presque 20 % de la superficie du département (19,56 % au lieu de 19,25 % en 2004). Les écarts quant aux surfaces concernées par ces corrections sont donc minimes.

| N° | Nom de la formation géologique | Note lithologique | Note minéralogique | Note géotechnique | Moyenne | Susceptibilité | Ancienne note de susceptibilité |
|----|---|-------------------|--------------------|-------------------|---------|----------------|---------------------------------|
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 2 | 3 | 1 | 2,0 | faible | faible |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 1 | 3 | 3 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaire | 4 | 3 | – | 3,5 | forte | forte |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 1 | 4 | 2 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 3 | 1 | 3 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 2 | 3 | 2 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 2 | 4 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 3 | 4 | 1 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 3 | 3 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 3 | 2 | 4 | 3,0 | moyenne | moyenne |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 2 | 4 | 2 | 2,7 | moyenne | faible |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 1 | 4 | 2 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 3 | 3 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 3 | 3 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 3 | 3 | 3 | 3,0 | moyenne | moyenne |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 4 | 2 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 3 | 1 | 2 | 2,0 | faible | faible |
| 24 | Calcaire Lutétien | 1 | 2 | 2 | 1,7 | faible | faible |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 2 | 1 | 2 | 1,7 | faible | faible |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 3 | 2 | 2 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichien supérieur | 2 | 3 | 2 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichien supérieur | 3 | 3 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1 | 2 | 1 | 1,3 | faible | faible |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichien inférieur | 4 | 4 | 2 | 3,3 | forte | forte |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichien inférieur | 3 | 4 | 2 | 3,0 | moyenne | moyenne |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 3 | 3 | 2 | 2,7 | moyenne | moyenne |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | 3 | – | – | 3,0 | moyenne | moyenne |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens | 2 | – | 1 | 1,5 | faible | faible |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 2 | – | 2 | 2,0 | faible | faible |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 4 | 3 | 3 | 3,3 | forte | forte |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 3 | 4 | 3 | 3,3 | forte | forte |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 1 | 4 | 2 | 2,3 | moyenne | moyenne |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 3 | – | – | 3,0 | moyenne | moyenne |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 3 | 4 | 2 | 3,0 | moyenne | moyenne |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 2 | 2 | 2 | 2,0 | faible | faible |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 2 | 1 | 2 | 1,7 | faible | faible |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 3 | 1 | 1 | 1,7 | faible | faible |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 3 | 1 | 1 | 1,7 | faible | faible |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 1 | – | 2 | 1,5 | faible | – |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 2 | 1 | 2 | 1,7 | faible | – |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 2 | 1 | 1 | 1,3 | faible | faible |

Illustration 25 : Degré de susceptibilité des formations

| N° | Nom de la formation géologique | Superficie km ² | % de la superficie totale | Susceptibilité |
|--|---|----------------------------|---------------------------|----------------|
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaires | 3,6 | 0,07% | forte |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur | 49,4 | 0,97% | forte |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 16,8 | 0,33% | forte |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 29,0 | 0,57% | forte |
| Total formations susceptibilité forte | | 98,75 | 1,93% | |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 256,37 | 5,02% | moyenne |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 516,30 | 10,11% | moyenne |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 1037,03 | 20,31% | moyenne |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 68,22 | 1,34% | moyenne |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 13,38 | 0,26% | moyenne |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 0,32 | 0,01% | moyenne |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 11,96 | 0,23% | moyenne |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 13,60 | 0,27% | moyenne |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 1,72 | 0,03% | moyenne |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 86,47 | 1,69% | moyenne |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 36,26 | 0,71% | moyenne |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 53,34 | 1,04% | moyenne |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 105,06 | 2,06% | moyenne |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 1,39 | 0,03% | moyenne |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 24,33 | 0,48% | moyenne |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur | 63,46 | 1,24% | moyenne |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur | 44,52 | 0,87% | moyenne |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur | 66,02 | 1,29% | moyenne |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 62,25 | 1,22% | moyenne |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | 5,01 | 0,10% | moyenne |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 193,34 | 3,79% | moyenne |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 0,72 | 0,01% | moyenne |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 58,90 | 1,15% | moyenne |
| Total formations susceptibilité moyenne | | 2719,95 | 53,27% | |
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 701,00 | 13,73% | faible |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 0,79 | 0,02% | faible |
| 24 | Calcaire Lutétien | 37,67 | 0,74% | faible |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 85,74 | 1,68% | faible |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1,37 | 0,03% | faible |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens | 10,69 | 0,21% | faible |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 23,41 | 0,46% | faible |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 82,67 | 1,62% | faible |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 23,12 | 0,45% | faible |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 6,97 | 0,14% | faible |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 5,66 | 0,11% | faible |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 10,77 | 0,21% | faible |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 3,26 | 0,06% | faible |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 5,36 | 0,11% | faible |
| Total formations susceptibilité faible | | 998,49 | 19,56% | |
| Total formations argileuses | | 3817 | 74,76% | |
| 999 | Réseau hydrographique | 292 | 5,72% | |
| 1000 | Formations à priori non argileuses | 998 | 19,55% | |
| Total département | | 5106 | 100% | |

Illustration 26 : Classement des formations par susceptibilité et surfaces d'affleurement

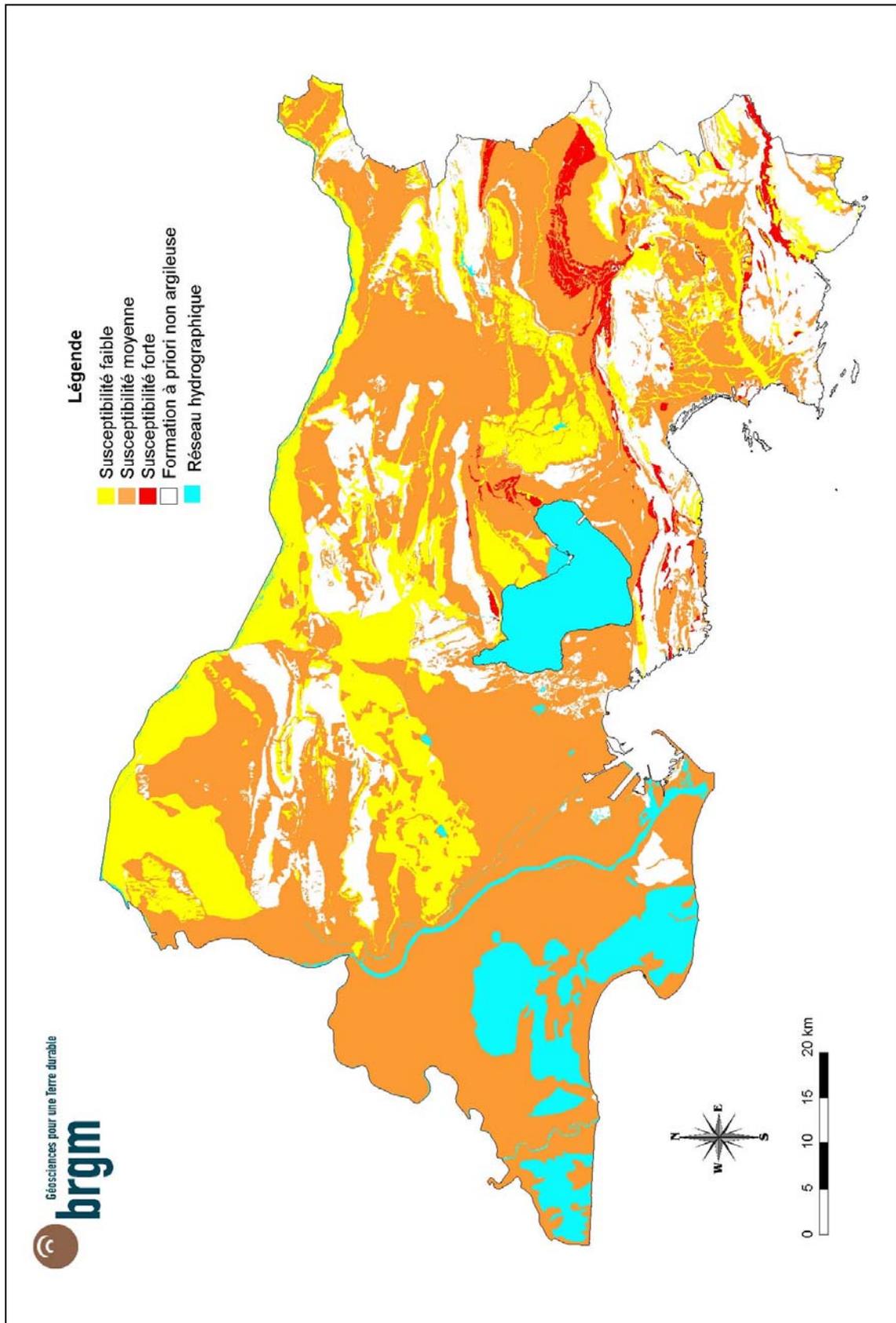


Illustration 27 : Carte de la susceptibilité des argiles au retrait gonflement

5. Détermination du critère de densité de sinistres

5.1. REPARTITION DES SINISTRES PAR FORMATION ARGILEUSE ET DENSITES DE SINISTRES

La réaffectation d'un certain nombre de formations argileuses a permis de prendre en compte des sinistres qui avaient été collectés lors de la première étude mais localisés hors des formations argileuses. De même, l'acquisition de données nouvelles du fait de la réalisation d'une cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département limitrophe du Var, et de données fournies par les communes voire les particuliers, ont permis de réaffecter un certain nombre de sinistres.

Ainsi, 119 sinistres ont pu être réaffectés aux formations argileuses concernées. Seulement 42 sinistres (au lieu de 161 initialement) sont désormais situés en dehors des formations argileuses (Illustration 28).

5.2. EVALUATION D'UNE NOUVELLE DENSITE DE SINISTRES PAR FORMATION ARGILEUSE

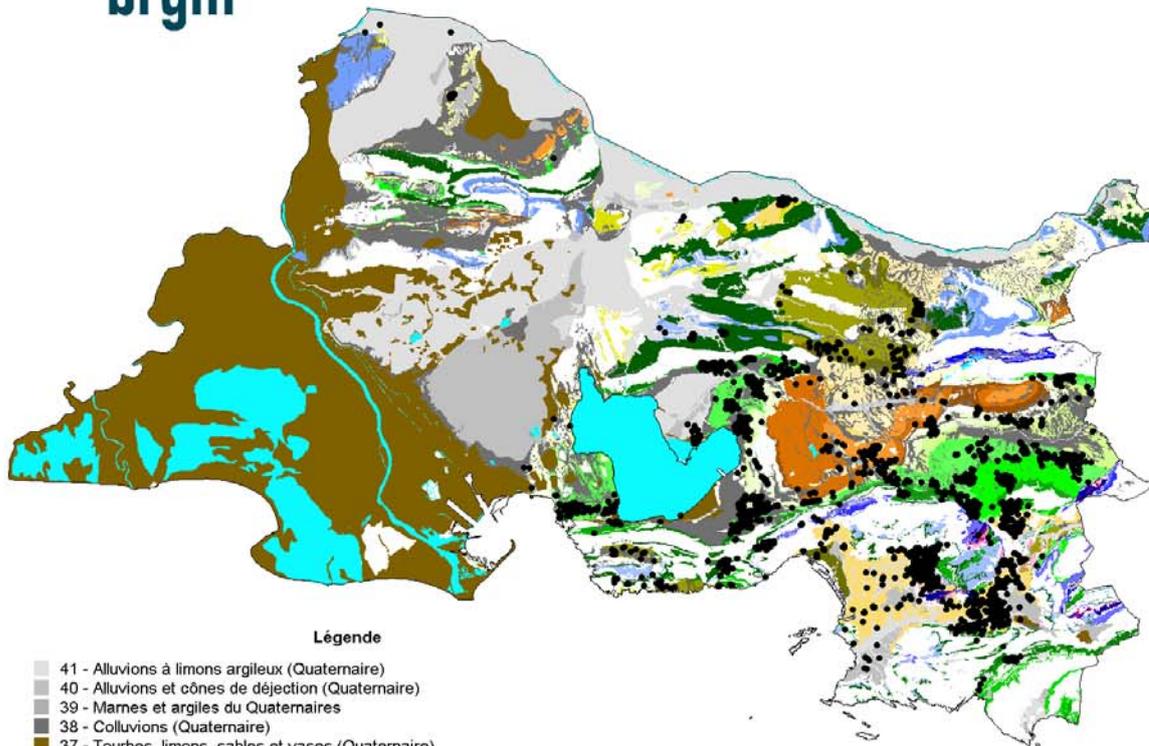
Au total, 69 formations géologiques ont supporté des sinistres, dont 98,86% sont localisés sur des formations argileuses ou marneuses (lesquelles couvrent cependant plus de 75 % de la superficie départementale).

Pour trois formations (les *Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié*, les *Marnes à Toaster de l'Hauterivien inférieur* et les *Sables argileux et marnes de l'Éocène*), la surface urbanisée est quasiment nulle, et aucun sinistre n'a été enregistré. La densité de sinistre calculée ne peut donc être considérée comme significative car un seul sinistre localisé sur l'une de ces formations ferait automatiquement monter la densité de sinistres à un niveau très élevé, et par conséquent il n'est pas possible d'en tenir compte dans la suite de l'analyse. Pour ces trois formations, la note d'aléa sera donc considérée comme égale à la note de susceptibilité (Illustration 29).

Avec les modifications apportées à la cartographie des 41 formations argileuses ou marneuses, on observe que 17 d'entre elles voient leur nombre de sinistres augmenter.

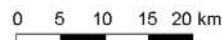
Parmi ces 17 formations, on retrouve :

- les deux nouvelles formations (les *Calcaires argileux du Rhétien* et les *dolomies de l'Hettangien*) qui ont été ajoutées dans cette nouvelle analyse, et qui expliquent respectivement 1 et 3 sinistres ;



Légende

- 41 - Alluvions à limons argileux (Quaternaire)
- 40 - Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire)
- 39 - Marnes et argiles du Quaternaire
- 38 - Colluvions (Quaternaire)
- 37 - Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire)
- 36 - Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valens)
- 35 - Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien
- 34 - Argiles calcaire d'Istres du Vindobonien
- 33 - Marnes sableuses micacées de l'Helvétien
- 32 - Sables, molasse et argile du Burdigalien
- 31 - Calcaire marneux du Burdigalien
- 30 - Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur
- 29 - Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur
- 28 - Formation des Milles de l'Oligocène moyen
- 27 - Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien
- 26 - Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié
- 25 - Sables argileux et marnes de l'Éocène
- 24 - Calcaire Lutétien
- 23 - Calcaires et marnes du Thanetien - Sparnacien
- 22 - Argiles et calcaires argileux du Montien
- 21 - Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur
- 20 - Argiles et grès du Maestrichtien supérieur
- 19 - Calcaire de la gare de Rognac
- 18 - Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur
- 17 - Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur
- 16 - Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien
- 15 - Marnes du Coniacien-Santonien
- 14 - Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens
- 13 - Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur
- 12 - Calcaires et marnes noires du Gargasien
- 11 - Calcaires argileux et marneux du Bédoulien
- 10 - Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien)
- 9 - Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur
- 8 - Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien
- 7 - Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien
- 6 - Calcaires marneux du Jurassique
- 5 - Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien
- 4 - Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien
- 3 - Dolomies de l'Hettangien
- 2 - Calcaires argileux du Rhétien
- 1 - Cargneules, dolomies et gypse du Trias



- Réseau hydrographique
- Sinistres recensés et localisés

Illustration 28 : Carte de la répartition des sinistres sur les formations argileuses

- la formation 31 (les *Calcaires marneux du Burdigalien*) à laquelle a été ajoutée toute la zone des Calcaires du Plan de Sausset, et sur laquelle aucun sinistre n'avait initialement été dénombré se retrouve désormais avec 6 sinistres ;
- la formation 38 (*Colluvions du Quaternaire*) s'est vue ajouter une nouvelle formation de Colluvions limoneuses, ainsi qu'un secteur d'éboulis récents sur Alleins, Vernègues et Aurons, si bien que 383 sinistres sont désormais rattachés à cette formation ;
- les 13 autres formations ont vu leur nombre de sinistres augmenter par rapport à la version initiale en raison des modifications de contours de certaines formations argileuses (voir chapitre 3), liées notamment à la prise en compte des éboulis associés. Une localisation plus précise de certains sinistres a par ailleurs permis de mieux expliquer l'origine de plusieurs d'entre eux.

Neuf formations (au lieu de dix dans la version initiale) ne comptent néanmoins aucun sinistre, mais cela ne peut être considéré comme significatif étant donné que ces formations n'affleurent que sur 0,72% de la superficie départementale.

Les résultats du tableau (Illustration 29) indiquent que la densité de sinistres rapportée à 100 km² d'affleurement réellement urbanisé est maintenant en moyenne de 722 pour les formations argileuses ou marneuses (elle s'élève à 638 pour l'ensemble du département), alors qu'elle est de 58 pour les autres formations jugées a priori non argileuses, ce qui justifie a posteriori leur sélection. Cette densité de sinistre moyenne par formation argileuse n'a quasiment pas évolué puisqu'elle s'établissait à 721 dans la version précédente.

En terme de densités de sinistres, 4 formations obtiennent des valeurs différentes de la version initiale, il s'agit de :

- la formation 32 (les *Sables, molasse et argile du Burdigalien*) qui voit sa note de sinistralité passer de forte à moyenne (avec toujours 17 sinistres mais une surface urbanisée plus importante : 1,71 km²). Ce résultat est plus cohérent avec une susceptibilité moyenne ;
- la formation 11 (les *Calcaires argileux et marneux du Bédoulien*) qui voit également sa note de sinistralité diminuer (de forte à moyenne) mais avec plus de sinistres et une surface urbanisée plus importante ;
- les deux nouvelles formations 2 et 3 (les *Calcaires argileux du Rhétien* et les *Dolomies de l'Hettangien*) se sont vues attribuer une note de sinistralité de 1.

Pour les formations 26, 25 et 9, la note de sinistralité étant non significative du fait de l'absence de sinistres et d'une très faible surface urbanisée, elle a été notée comme telle dans le tableau de synthèse.

La corrélation entre les notes de sinistralité et de susceptibilité de la formation reste donc satisfaisante et plutôt meilleure que celle observée lors de la version précédente.

Actualisation de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans les Bouches-du-Rhône

| N° | Nom de la formation géologique | Superficie de la formation (km ²) | % de la superficie totale | Surface urbanisée (km ²) | Taux d'urbanisation | Nombre de sinistres recensés et localisés | Densité de sinistres pour 100 km ² (urbanisés) | Note densité de sinistres | Ancienne note de densité |
|------|---|---|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|---|---|---------------------------|--------------------------|
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 700,78 | 13,72 | 96,33 | 13,75 | 303 | 315 | 1 | 1 |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 256,37 | 5,02 | 36,09 | 14,08 | 157 | 435 | 1 | 1 |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaires | 3,61 | 0,07 | 0,19 | 5,19 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 516,30 | 10,11 | 103,72 | 20,09 | 383 | 369 | 1 | 1 |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 1037,03 | 20,31 | 29,79 | 2,87 | 14 | 47 | 1 | 1 |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 68,22 | 1,34 | 8,51 | 12,48 | 35 | 411 | 1 | 1 |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 13,38 | 0,26 | 2,90 | 21,70 | 11 | 379 | 1 | 1 |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 0,32 | 0,01 | 0,15 | 47,26 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 11,96 | 0,23 | 1,09 | 9,12 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 13,60 | 0,27 | 1,71 | 12,57 | 17 | 995 | 2 | 3 |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 1,72 | 0,03 | 0,95 | 55,08 | 6 | 634 | 1 | 1 |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 86,47 | 1,69 | 20,94 | 24,22 | 60 | 287 | 1 | 1 |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 36,26 | 0,71 | 14,65 | 40,41 | 76 | 519 | 1 | 1 |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 53,34 | 1,04 | 13,63 | 25,56 | 40 | 293 | 1 | 1 |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 105,06 | 2,06 | 66,02 | 62,84 | 594 | 900 | 2 | 2 |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 1,39 | 0,03 | 0,03 | 2,08 | 0 | 0 | non significatif | 2 |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 0,79 | 0,02 | 0,11 | 14,13 | 0 | 0 | non significatif | 1 |
| 24 | Calcaire Lutétien | 37,67 | 0,74 | 3,53 | 9,38 | 9 | 255 | 1 | 1 |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanetien - Sparnacien | 85,74 | 1,68 | 6,54 | 7,62 | 32 | 490 | 1 | 1 |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 24,33 | 0,48 | 3,87 | 15,89 | 17 | 440 | 1 | 1 |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maëstrichtien supérieur | 63,46 | 1,24 | 13,35 | 21,04 | 196 | 1 468 | 3 | 3 |
| 20 | Argiles et grès du Maëstrichtien supérieur | 44,52 | 0,87 | 9,97 | 22,39 | 320 | 3 211 | 3 | 3 |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1,37 | 0,03 | 0,54 | 39,77 | 19 | 3 491 | 3 | 3 |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maëstrichtien inférieur | 49,36 | 0,97 | 19,91 | 40,34 | 404 | 2 029 | 3 | 3 |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maëstrichtien inférieur | 66,02 | 1,29 | 16,46 | 24,93 | 218 | 1 325 | 2 | 2 |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 62,25 | 1,22 | 9,54 | 15,33 | 435 | 4 560 | 3 | 3 |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | 5,01 | 0,10 | 1,29 | 25,70 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens | 10,69 | 0,21 | 1,40 | 13,13 | 6 | 427 | 1 | 1 |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 23,41 | 0,46 | 1,97 | 8,42 | 17 | 862 | 2 | 2 |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 16,78 | 0,33 | 4,27 | 25,46 | 186 | 4 354 | 3 | 3 |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 29,00 | 0,57 | 4,83 | 16,67 | 62 | 1 283 | 2 | 3 |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 193,34 | 3,79 | 4,46 | 2,31 | 23 | 515 | 1 | 1 |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 0,72 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | non significatif | 2 |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 58,90 | 1,15 | 2,58 | 4,37 | 6 | 233 | 1 | 1 |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 82,67 | 1,62 | 2,41 | 2,91 | 13 | 540 | 1 | 1 |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 23,12 | 0,45 | 1,43 | 6,17 | 3 | 210 | 1 | 1 |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 6,97 | 0,14 | 0,37 | 5,29 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 5,66 | 0,11 | 0,70 | 12,31 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 10,77 | 0,21 | 0,70 | 6,53 | 3 | 427 | 1 | |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 3,26 | 0,06 | 0,30 | 9,34 | 1 | 329 | 1 | |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 5,36 | 0,11 | 1,24 | 23,16 | 5 | 403 | 1 | 1 |
| | Total formations argileuses | 3 817 | 74,76 | 508 | 13,32 | 3 671 | 722 | | |
| 999 | Réseau hydrographique | 292 | 5,72 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 1000 | Formations à priori non argileuses | 997 | 19,53 | 74 | 7,39 | 42 | 57 | | |
| | Total département | 5 106 | 100 | 582 | 11,40 | 3 713 | 638 | | |

Illustration 29 : Densité de sinistres par formation ramenée à 100 km² de surface urbanisée et détermination de la note densité de sinistres

6. Elaboration de la carte d'aléa

6.1. DETERMINATION DU NIVEAU D'ALEA

La caractérisation de l'aléa a suivi la même méthodologie que celle utilisée dans la version initiale. Le classement ainsi obtenu est présenté sur les Illustrations 30 et 33. Il se trouve que par rapport à la version précédente, malgré les réaffectations de formations argileuses, les niveaux d'aléa n'ont pas varié. Seules les superficies d'un certain nombre de formations argileuses ont changé. Les deux nouvelles formations 2 et 3 (les *Calcaires argileux du Rhétien* et les *Dolomies de l'Hettangien*) sont classées en aléa faible.

Comme dans la version précédente de la carte d'aléa, trois formations ont été classées en aléa fort vis à vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles. Elles ont toutes été caractérisées par une susceptibilité forte et leurs densités de sinistres ramenées à 100 km² de surface urbanisée sont parmi les plus élevées du département.

Les neuf formations considérées en aléa moyen dans la version initiale conservent la même notation. Elles résultent toutes d'une susceptibilité moyenne, associée à une densité de sinistres forte ou moyenne. Comme dans la version précédente, une seule formation (formation 39) présente une discordance apparente entre le niveau de susceptibilité présumée (fort) et celui de sinistralité (faible) mais qui s'explique sans doute par l'absence de données géotechniques qui auraient permis de caractériser plus précisément la susceptibilité.

Enfin, aux vingt-sept formations initialement considérées comme présentant un aléa faible vis à vis du phénomène de retrait-gonflement, s'ajoutent les deux formations supplémentaires prises en compte.

6.2. NOUVELLE CARTE DE L'ALEA RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES

La carte départementale d'aléa a ainsi été corrigée par rapport aux superficies et contours des formations 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. Le résultat de cette carte est présentée sur l'illustration 31 et en carte hors-texte 3 à l'échelle 1/120 000.

| N° | Nom de la formation géologique | Superficie (km²) | Note lithologique | Note minéralogique | Note géotechnique | Moyenne | Susceptibilité | Note de susceptibilité | Note densité de sinistres | Indice d'aléa | Aléa |
|-----------------------------|--|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------|----------------|------------------------|---------------------------|---------------|--------|
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 700,78 | 2 | 3 | 1 | 2,00 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 256,37 | 1 | 3 | 3 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaire | 3,61 | 4 | 3 | - | 3,50 | forte | 3 | 1 | 7 | moyen |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 516,30 | 1 | 4 | 2 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 1037,03 | 3 | 1 | 3 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensolle) | 68,22 | 2 | 3 | 2 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 35 | Calcaires, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 13,38 | 2 | 4 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 34 | Argiles calcaires d'istres du Vindobonien | 0,32 | 3 | 4 | 1 | 2,67 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 11,96 | 3 | 3 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 13,60 | 3 | 2 | 4 | 3,00 | moyenne | 2 | 2 | 6 | moyen |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 1,72 | 2 | 4 | 1,72 | 2,67 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 86,47 | 1 | 4 | 2 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 36,26 | 3 | 3 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 53,34 | 3 | 3 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 105,06 | 3 | 3 | 3 | 3,00 | moyenne | 2 | 2 | 6 | moyen |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 1,39 | 4 | 2 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | non significatif | - | moyen |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 0,79 | 3 | 1 | 2 | 2,00 | faible | 1 | non significatif | - | faible |
| 24 | Calcaire Lutétien | 37,67 | 1 | 2 | 2 | 1,67 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 85,74 | 2 | 1 | 2 | 1,67 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 24,33 | 3 | 2 | 2 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur | 63,46 | 2 | 3 | 2 | 2,33 | moyenne | 2 | 3 | 7 | moyen |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur | 44,52 | 3 | 3 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | 3 | 7 | moyen |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1,37 | 1 | 2 | 1 | 1,33 | faible | 1 | 3 | 5 | faible |
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur | 49,36 | 4 | 4 | 2 | 3,33 | forte | 3 | 3 | 9 | fort |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur | 66,02 | 3 | 4 | 2 | 3,00 | moyenne | 2 | 2 | 6 | moyen |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-tuvélien | 62,25 | 3 | 3 | 2 | 2,67 | moyenne | 2 | 3 | 7 | moyen |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | 5,01 | 3 | - | - | 3,00 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénoomanien | 10,69 | 2 | - | 1 | 1,50 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 23,41 | 2 | - | 2 | 2,00 | faible | 1 | 2 | 4 | faible |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 16,78 | 4 | 3 | 3 | 3,33 | forte | 3 | 3 | 9 | fort |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 29,00 | 3 | 4 | 3 | 3,33 | forte | 3 | 2 | 8 | fort |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 0,72 | 3 | 4 | 2 | 2,33 | moyenne | 2 | 1 | 5 | faible |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 58,90 | 3 | 4 | 2 | 3,00 | moyenne | 2 | non significatif | - | moyen |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 82,67 | 2 | 2 | 2 | 2,00 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 23,12 | 2 | 1 | 2 | 1,67 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 6,97 | 3 | 1 | 1 | 1,67 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovo - Oxfordien | 5,66 | 3 | 1 | 2 | 1,67 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 10,77 | 1 | - | 2 | 1,50 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 3,26 | 2 | 1 | 2 | 1,67 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 5,36 | 2 | 1 | 1 | 1,33 | faible | 1 | 1 | 3 | faible |
| Total formations argileuses | | 3 817 | | | | | | | | | |
| Total département | | 5 106 | | | | | | | | | |

Illustration 30 : Calcul du niveau d'aléa des formations argileuses et marneuses

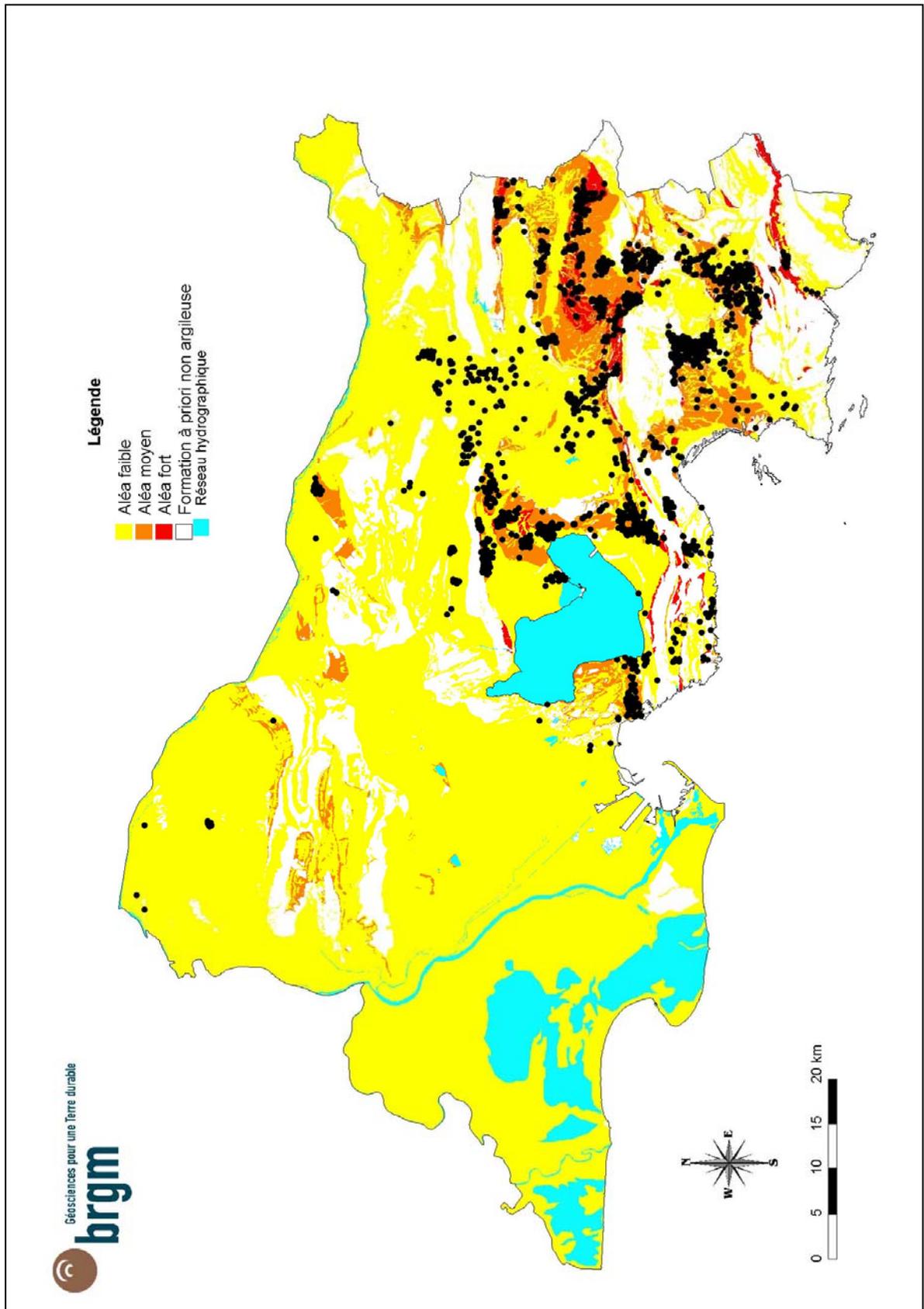


Illustration 31 : Carte départementale de l'aléa retrait gonflement des argiles

Les superficies départementales désormais concernées par chaque niveau d'aléa sont indiquées dans le tableau de l'illustration 33 et sur le graphique de l'illustration 32.

Par rapport à la version précédente de la carte d'aléa, les principales modifications suivantes peuvent être notées :

- les formations en **aléa fort** restent au nombre de 3, et correspondent aux mêmes formations qu'initialement. En revanche, les superficies ont augmenté pour ces 5 formations, et par conséquent, la superficie recouverte par des formations en aléa fort est légèrement plus importante (1,86 % de la surface départementale contre 1,70 % précédemment, soit 8 km² supplémentaires) ;
- les formations en **aléa moyen** restent également les mêmes que précédemment, mais leur superficie totale est légèrement supérieure : on note 24 km² supplémentaire de formations en aléa moyen ;
- les formations en **aléa faible** ont été complétées par deux formations supplémentaires ce qui porte à 3 361 km² la surface totale concernée au lieu de 3 313 initialement, soit un gain de 48 km². Certaines formations ont été agrandies et d'autres ont vu leur superficie diminuer.

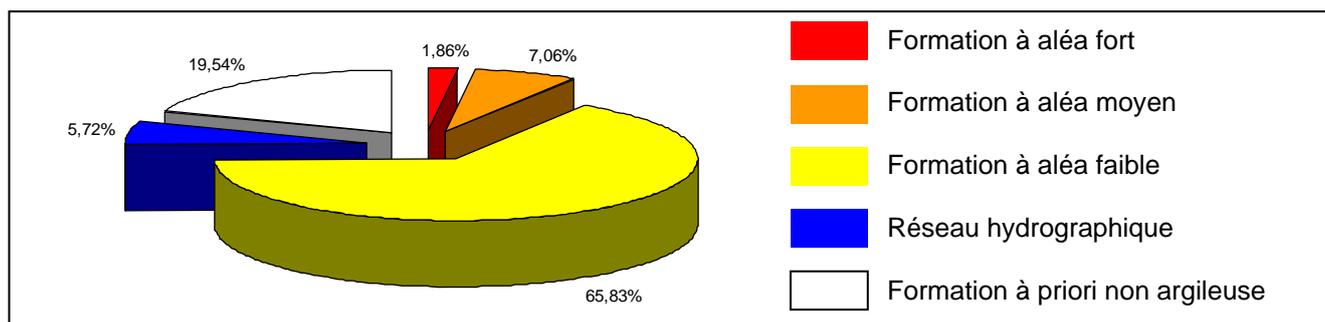


Illustration 32 : Comparaison de la superficie des terrains en fonction de leur susceptibilité

| N° | Nom de la formation géologique | Superficie (km ²) | % de la superficie totale | Aléa |
|--|---|-------------------------------|---------------------------|--------|
| 18 | Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur | 49,36 | 0,97% | fort |
| 12 | Calcaires et marnes noires du Gargasien | 16,78 | 0,33% | fort |
| 11 | Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 29,00 | 0,57% | fort |
| Total des formations en aléa fort | | 95,14 | 1,86% | |
| 39 | Marnes et argiles du Quaternaires | 3,61 | 0,07% | moyen |
| 32 | Sables, molasse et argile du Burdigalien | 13,60 | 0,27% | moyen |
| 27 | Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 105,06 | 2,06% | moyen |
| 26 | Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 1,39 | 0,03% | moyen |
| 21 | Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur | 63,46 | 1,24% | moyen |
| 20 | Argiles et grès du Maestrichtien supérieur | 44,52 | 0,87% | moyen |
| 17 | Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur | 66,02 | 1,29% | moyen |
| 16 | Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 62,25 | 1,22% | moyen |
| 9 | Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 0,72 | 0,01% | moyen |
| Total des formations en aléa moyen | | 360,63 | 7,06% | |
| 41 | Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 700,78 | 13,72% | faible |
| 40 | Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 256,37 | 5,02% | faible |
| 38 | Colluvions (Quaternaire) | 516,30 | 10,11% | faible |
| 37 | Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 1037,03 | 20,31% | faible |
| 36 | Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 68,22 | 1,34% | faible |
| 35 | Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 13,38 | 0,26% | faible |
| 34 | Argiles calcaires d'Istres du Vindobonien | 0,32 | 0,01% | faible |
| 33 | Marnes sableuses micacées de l'Helvétien | 11,96 | 0,23% | faible |
| 31 | Calcaire marneux du Burdigalien | 1,72 | 0,03% | faible |
| 30 | Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 86,47 | 1,69% | faible |
| 29 | Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 36,26 | 0,71% | faible |
| 28 | Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 53,34 | 1,04% | faible |
| 25 | Sables argileux et marnes de l'Éocène | 0,79 | 0,02% | faible |
| 24 | Calcaire Lutétien | 37,67 | 0,74% | faible |
| 23 | Calcaires et marnes du Thanetien - Sparnacien | 85,74 | 1,68% | faible |
| 22 | Argiles et calcaires argileux du Montien | 24,33 | 0,48% | faible |
| 19 | Calcaire de la gare de Rognac | 1,37 | 0,03% | faible |
| 15 | Marnes du Coniacien-Santonien | 5,01 | 0,10% | faible |
| 14 | Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens | 10,69 | 0,21% | faible |
| 13 | Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 23,41 | 0,46% | faible |
| 10 | Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 193,34 | 3,79% | faible |
| 8 | Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 58,90 | 1,15% | faible |
| 7 | Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 82,67 | 1,62% | faible |
| 6 | Calcaires marneux du Jurassique | 23,12 | 0,45% | faible |
| 5 | Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 6,97 | 0,14% | faible |
| 4 | Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 5,66 | 0,11% | faible |
| 3 | Dolomies de l'Hettangien | 10,77 | 0,21% | faible |
| 2 | Calcaires argileux du Rhétien | 3,26 | 0,06% | faible |
| 1 | Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 5,36 | 0,11% | faible |
| Total des formations en aléa faible | | 3 361,20 | 65,83% | |
| Total des formations argileuses | | 3 816,97 | 74,75% | |
| Réseau hydrographique | | 291,86 | 5,72% | |
| Formations a priori non argileuses | | 997,17 | 19,53% | |
| Total département | | 5 106 | 100% | |

Illustration 33 : Classement des formations en fonction de leur niveau d'aléa

6.3. SYNTHÈSE DE L'ALÉA RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES DANS LES BOUCHES-DU-RHÔNE

Les modifications apportées à la cartographie de l'aléa initiale ne changent pas la configuration globale de la carte. En effet, ces modifications n'ont engendré que des différences de superficies de zones argileuses mais pas de modifications des caractéristiques de chacune des formations argileuses identifiées (à l'exception de deux formations qui ont été ajoutées à la liste des formations potentiellement concernées et de trois autres qui en ont été finalement retirées).

Cette carte d'aléa est valide à l'échelle 1/50 000. Elle annule et remplace la précédente accessible sur le site Internet www.argiles.fr depuis 2004.

L'annexe 1 présente les modifications apportées commune par commune, les communes colorées en vert montrent une différence de superficie en aléa faible, moyen ou fort par rapport à la version initiale. Ainsi 73 communes sur les 119 que compte le département ont été modifiées (soit environ 61 %). Néanmoins, les modifications apportées restent très minimes en terme de superficie concernée. Les corrections les plus importantes concernent :

- la commune de la Penne-sur-Huveaune sur laquelle on est passé de 5 % de la superficie de la commune en aléa fort à 23 %, en raison de l'ajout des zones d'éboulis non prises en compte initialement. La nécessité d'une telle modification avait d'ailleurs été soulignée par la commune elle-même à l'occasion de l'enquête publique pour la mise en œuvre du PPR, et est en partie à l'origine du présent travail d'actualisation de la carte départementale d'aléa ;
- la commune de Rognac où l'on passe de 3 à 8 % de la superficie de la commune en aléa fort, du fait de la réaffectation d'une partie des zones qualifiées d'aléa moyen en aléa fort ;
- la commune de Port-de-Bouc sur laquelle les zones de remblais initialement non prises en compte ont été réaffectées à la formation sous-jacente, et par conséquent caractérisées en aléa moyen ;
- la commune de La Fare-les-Oliviers où l'on passe également de 2 à 17 % de superficie en aléa moyen, en raison de la réaffectation des colluvions aux formations réellement concernées (mais la surface cumulée placée en aléa faible à moyen reste inchangée, de telle sorte que l'évolution de la carte n'aura pas d'incidence visible sur la proposition de plan de zonage réglementaire qui en dérive).

7. Implications de l'actualisation de la carte d'aléa sur les projets de PPR

7.1. ACTUALISATION DES PLANS DE ZONAGE

La méthodologie utilisée pour la transcription de la carte d'aléa en proposition du plan de zonage réglementaire à l'échelle du 1/10 000 est strictement la même que celle utilisée dans la version initiale. Elle a été appliquée systématiquement avec la carte d'aléa ainsi actualisée (Illustration 33).

Les propositions de plans de zonage ont ainsi été refaits pour chacune des 119 communes du département et sont joints sur CD Rom en annexe.

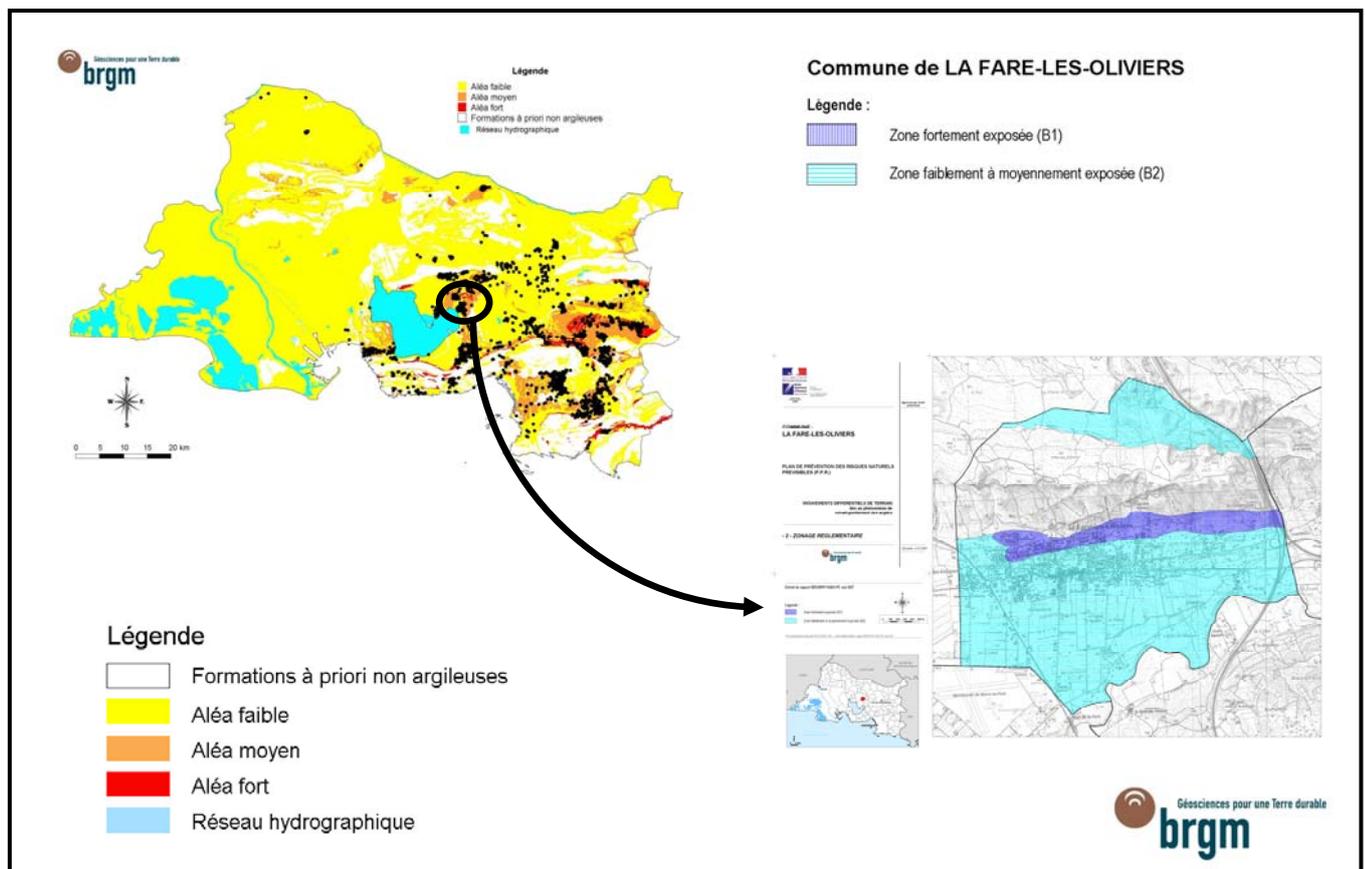


Illustration 34 : Transcription, pour la commune de La Fare-les-Oliviers, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

7.2. ACTUALISATION DE LA NOTE DE PRESENTATION

La note de présentation proposée en annexe 2 a été réactualisée pour tenir compte de la nouvelle cartographie de l'aléa. Les modifications apportées concernent :

- la carte des formations argileuses et les descriptions lithologiques associées ;
- la carte d'aléa ;
- le tableau de synthèse de l'aléa ;
- la liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ;
- la prescription des PPR dans le département ;
- les illustrations des mesures préventives dont certaines ont été actualisées et précisées ;
- l'extrait de la norme géotechnique (qui a été actualisé fin 2006).

7.3. ACTUALISATION DU REGLEMENT

Suite à plusieurs réunions avec les services techniques de la ville de Marseille au sujet du zonage réglementaire issu de la cartographie de l'aléa retrait gonflement des argiles sur le département, le règlement initialement proposé a été modifié et adapté au contexte urbain de la commune. Ce règlement ainsi adapté sera probablement étendu à l'ensemble des communes concernées et l'exemple de règlement présenté en annexe 3 reprend donc cette version actualisée.

8. Conclusion

L'objectif de cette étude de mise à jour était de compléter et d'actualiser la carte d'aléa retrait gonflement des Bouches-du-Rhône réalisée en 2004⁵, afin de prendre en compte différentes observations formulées d'une part par la ville de Marseille, d'autre part à l'occasion de la phase de concertation et la mise à l'enquête publique des projets de PPR dans 16 communes du département. Une partie des corrections est également justifiée par les données nouvelles acquises lors de la réalisation ultérieure des cartes d'aléa dans plusieurs départements limitrophes dont celui du Var.

Au terme de cette étude, différentes modifications ont été apportées à la cartographie de l'aléa retrait gonflement des argile réalisée initialement.

Ces modifications concernent :

- la prise en compte de nouvelles formations argileuses ou marneuses, et par conséquent une augmentation des surfaces concernées (3 817 km² au lieu de 3 737 km² initialement) ;
- la suppression de certaines zones qui avaient été initialement considérées comme potentiellement argileuses ;
- la réaffectation de données permettant de mieux caractériser la minéralogie d'une formation en particulier (les *Calcaires marneux du Burdigalien*), et par conséquent la modification de la note de susceptibilité pour cette formation ;
- la réaffectation d'un certain nombre de sinistres sur des secteurs désormais considérés comme potentiellement argileux, et par conséquent la modification des notes de densités de sinistres (en particulier pour 2 formations) ;
- une modification sur trois communes autour d'Alleins suite à l'acquisition de données concernant 1 sinistre sur la commune d'Alleins, en cours d'expertise judiciaire ;
- au final, la modification des surfaces concernées par un aléa fort, moyen et faible.

Ainsi, sur les 119 communes que compte le département des Bouches-du-Rhône, 73 sont concernées par des modifications de la carte d'aléa, et par conséquent du zonage réglementaire proposé pour l'établissement des PPR.

Néanmoins, ces modifications apportées sont minimales en terme de superficie.

Ainsi, sur les 5 106 km² de superficie du département :

⁵ Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône (2004). Rapport BRGM/RP-53237-FR, juillet 2004

- seulement 1,86 % de la superficie départementale est classée en aléa fort (au lieu de 1,7 % dans la version initiale de la carte d'aléa, publiée en 2004, ce qui représente 8 km² supplémentaires) ;
- 7,06 % est désormais classé en aléa moyen (au lieu de 6,59 % dans la version précédente, soit une extension de 24 km²) ;
- 65,83 % est actuellement considéré en aléa faible (au lieu de 65 % initialement, soit une extension de 48 km² supplémentaires) ;
- 25,25 % de la surface correspond à 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'altération localisée des calcaires ou à des lentilles argileuses non cartographiées, et susceptibles de provoquer des sinistres.

Cette nouvelle carte d'aléa retrait-gonflement des terrains argileux du département des Bouches-du-Rhône, dont l'échelle de validité est le 1/50 000 et qui est présentée sous format papier à l'échelle 1/120 000, annule et remplace celle réalisée en 2004.

Une des finalités de cette carte d'aléa étant l'élaboration des propositions de zonage réglementaires en vue de l'élaboration de PPR dans les communes les plus touchées, la carte ainsi actualisée a été transcrite en plans de zonage pour chacune des 119 communes du département et les fichiers correspondant sont joints au présent rapport dans un CD Rom qui annule et remplace donc celui fourni avec le rapport initial⁶.

⁶ 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 des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM RP-53314-FR, septembre 2004

9. Bibliographie

Allombert J. ; Arvois R. (1980) - Synthèse départementale des matériaux et substances utiles de Vaucluse. *Rapport BRGM*. 80 SGN 116 PAC.

Arlhac P., Catzigras F., Colomb E., Gervais J., Gouvernet C., Gueirard S., Lambert C., Mercier H., Nury D., Rousset C., Tempier C., Vincent H., Weydert P. et Rouire J. (1970) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Pertuis (995) Orléans : BRGM, 16 p.

Arlhac P., Catzigras F., Colomb E., Durand J.-P., Gervais J., Guieu G., Masse J.-P., Nury D., Philip J., Rousset C., Blanc J.-J., Roux M. et Rouire J. (1977) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Martigues-Marseille (1020) Orléans : BRGM, 51 p.

Ayme Y. ; Damiani L. ; (1971) – Résultats de sondages réalisés dans les argiles de Valabre, commune de Gardanne (Bouches-du-Rhône). *Rapport BRGM*. 71 SGN 415 PRC.

Ayme Y. ; Damiani L. ; Trautmann F. ; Veux R. (1972) – Recherche d'argiles à briques dans les (Bouches-du-Rhône). *Rapport BRGM*. 72 SGN.055.PRC

Blanc J.J. ; (1958) - L'Aptien de la Bédoule (Bouches-du-Rhône); stratigraphie et sédimentation. *Bulletin de la Société Géologique de France*. N° 5; 1958.

Bonifay E. ; (1952) - Les limons loessiques de la région de Marseille (Bouches-du-Rhône). *Bulletin de la Société Géologique de France*.

Bonnet A., Ménillet F., Berger G. et Coubès L. (1973) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Nîmes (965) Orléans : BRGM, 40 p.

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

Catzigras F., Colomb E., Gervais J., Gouvernet C., L'Homer A., Masse J.-P., Rousset C., Roux M., Clintzboeckel Ch. et Rouire J. (1975) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Eyguières (993) Orléans : BRGM, 29 p.

Catzigras F., Colomb E., Durand J.-P., Gervais J., Gouvernet C., Masse J.-P., Rousset C., Triat J.-M., Truc G. et Rouire J. (1977) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Châteaurenard (966) Orléans : BRGM, 25 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.

Chamley H., Colomb E., Roux M.R. (1969) - Les minéraux argileux du bassin versant de la Touloubre (Bouches-du-Rhône). *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle de Marseille*. N° 29; p. 117-127.

Chamley H., Durand J.P., Roux M.R. (1971) - Les minéraux argileux du bassin versant de l'Arc (Bouches-du-Rhône). *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle de Marseille*. N° 31; p. 105-113.

Chamley H., Durand J.-P. et Roux M.-R. (1971) Dépôt lacustre à Attapulгите et Sépiolites en basse Durance au Miocène supérieur. Université de Provence.

Chamley H.; Masse J.P. (1975) – Sur la signification des minéraux argileux dans les sédiments barrémiens et bédouliens de Provence. *IXe Congrès International de Sédimentologie Nice*.

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

Chassagneux D., Meisina C., Vincent M., Ménéillet F. et 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.

Clauzade G. ; Roch E. ; Tamisier A. (1962) - Les sables et argiles bigarres du Coulon et ceux du Garry dans la région d'Apt (Vaucluse). *Bulletin de la Société Géologique de France*. N° 4.

Colomb E., Roux M., Guieu G., L'Homer A., Toni C., Glintzboeckel Ch., Blanc J.-J., Vernier E. et Rouire J. (1976) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Istres (1019) Orléans : BRGM, 47 p.

Damiani L. ; (1969) – Recherches préliminaires de gisements d'argile dans la région d'Aix-en-Provence. *Rapport BRGM*. 69 SGN 177

Damiani L. ; (1971) – Résultats de sondages réalisés dans les argiles des Milles et de Puylobier (Bouches-du-Rhône). *Rapport BRGM*. 71 SGN 096 PRC

Damiani L. (1988) – Recherche de gisements d'argiles à tuiles en Provence entre Aix-en-Provence et Avignon. *Rapport BRGM*. 88 SGN 571 PAC

Denizot G., Corroy G., Catzigras F., Colomb E., Durand J.-P., Guieu G., Rousset C., Tempier C., Nury D., Rousset C. et Rouire J. (1969) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Aix-en-Provence (1021) Orléans : BRGM, 19 p.

Durand J.P. ; Acquaviva, Giroud d'Argoud (1974) - Sur les minéraux argileux du Paléocène du synclinal de l'Arc *C.R. Acad.Sc.Paris*, t.279

Ferry S., Cotillon P. et Rio M. (1983) - Diagenese croissante des argiles dans des niveaux isochrones de l'alternance calcaire marne valanginienne du bassin vocontien. Zonation géographique. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Série 2: Mécanique Physique, Chimie, Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre*. 297; 1, p. 51-56.

Germain C., Liouville M., de Bouchony P., Roch E., Demarcq G. et Goguel J. (1966) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Cavaillon (967) Orléans : BRGM, 12 p.

Giroud d'Argoud G.; (1975) – Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique de l'Aptien supérieur de Provence. *Thèse*. 01/07/1975 Université de Provence.

Giroud D., Argoud G., Chamley H. et Masse J.-P. (1976) - Sur la signification des minéraux argileux dans les sédiments de l'Aptien supérieur de Provence. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Série D: Sciences Naturelles*. N°282; 18, p. 1673-1675.

Gonzalez G. (1992) - Les argiles industrielles du Vaucluse. *Rapport BRGM*. R 35521 PAC 4S 92

Gouvernet C., Gueirard S., Catzigras F., Colomb E., Gervais J., Blanc J.-P., Busser T., Grégoire J.-Y., Lambert C. et Rouire J. (1968) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Salon-de-Provence (994) Orléans : BRGM, 20 p.

Habib P. (1992) – Les sécheresses de 1989 et 1990. *Revue Française de Géotechnique*, n° 58, p. 7-30.

Haug E., Lanquine A., Maury E., Denizot G., Lutaud L., Pfender J., Blanc J.-J., Bonifay E., Campredon R., Caron J.-P., Guieu G., Humbert S., Philip J., Taxy-Fabre S., Tempier C., Pérès J.-M., Picard J., Rouire J. et Guieu G. (1969) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Aubagne-Marseille (1044) Orléans : BRGM, 26 p.

Haug E., Lanquine A., Maury E., Blanc J.-J., Gouvernet C., Philip J., Tempier C., Froget C., Muschotti E. et Rouire J. (1977) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille La Ciotat (1063) Orléans : BRGM, 23 p.

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

L'Homer A., Tal A., Toni C., Glintzboeckel Ch., Clairefond P. et Blanc J.- J. (1975) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Saintes-Maries-de-la-mer (1018) Orléans : BRGM, 34 p.

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

Marçot N. (2004) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de Vaucluse - BRGM/RP-53187-FR- 221 p.

Marçot N. et Gonzalez G. (2004) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM/RP-53237-FR, 218 p.

Marçot N. avec la collaboration de Imbault M. (2004) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de Vaucluse. Rapport BRGM/RP-53270-FR, 19 p.

Marçot N. avec la collaboration de Imbault M. (2004) – Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône. Rapport BRGM/RP-53314-FR, 19 p.

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

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

Menessier G., Modret D. et Goguel J. (1966) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Tavernes (996) Orléans : BRGM, 23 p.

Menessier G., Modret D., Thiers R., Aussedat J.-L., Caron J.-P., Durand J.-P., Ferrandini J., Guieu G., Rousset C. et Rouire J. (1979) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Brignoles (1022) Orléans : BRGM, 30 p.

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.

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

Norie A. et 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.

Nury D. (1979) - Attribution au Stampien supérieur du Calcaire de l'Étaque et au Stampien inférieur des Argiles et Conglomérats de Saint Marcel (bassin de Marseille et de l'Huveaune, (Bouches-du-Rhône); premières implications structurales. *Bulletin de la Société Géologique de France*. N° 21; 2, p. 121-124.

Orsolini P. ; (1974) - Etude géologique (sédimentologique et tectonique) de la région de Bouc Bel Air et de Cabriès *Thèse DEA* Université de Provence

Perinet G. ; (1977) Sur la minéralogie des argiles de Saint André Marseille. Université de Provence.

Philipponat G. (1991) – Retrait-gonflement des argiles, proposition de méthodologie. *Revue Française de Géotechnique*, n° 57, p. 5-22.

Prian J.-P., Donsimoni M. et Vincent M. avec la collaboration de Denis L., Gallas J.-C., Marty F., Motteau M. (2000) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Essonne. *Rapport BRGM* n° RP-50376-FR, 269 p., 32 fig., 11 tabl., 6 ann., 3 cartes hors-texte.

Rabier P. (1977) - Z.A.C. du Levun à Velaux (Bouches-du-Rhône). Reconnaissance géologique et géotechnique. *Rapport BRGM*. 77 SGN 242 PRC

Redondo C.-P. ; (?) – Etude des sédiments détritiques du Crétacé supérieur marin de la Provence occidentale et recherche des zones d'apport. Sédimentologie, pétrographie, minéralogie. *Thèse*. Université de Provence Aix-Marseille I.

Schaeffner M. (1989) – Introduction de la valeur de bleu de méthylène d'un sol dans la classification des sols. Recommandation pour les terrassements routiers. *Bull. Liaison Labo. Ponts et Chaussées*, 163, 9-16.

Tempier C. ; (1964) Sédimentologie et Paléocéanographie des formations marneuses du callovien et l'Oxfordien inférieur dans la région de Vauvenargues. Université de Provence.

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

Toni C., Barrière J., L'Homer A., Bouteyre G., L'Homer A., Brun P., Colomb E., Roux M. et Glinzboeckel Ch. (1975) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Arles (992) Orléans : BRGM, 72 p.

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

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.

Triat J.-M. (?) - Paléaltérations dans le Crétacé supérieur de Provence rhodanienne. *Thèse*

Triat J.-M. et Parron C. (1976) - L'ocricification des sables glauconieux albo cenomaniens du Gard et du Vaucluse. *Bulletin de la Société Géologique de France*. N° 18; 1, p. 21-25.

Triat J.-M. (1982) - Pierres utiles de Provence. *Cahiers de documentation (Chambre de commerce et d'industrie de Marseille ; N°1 Janvier 1982.*

Triat J.-M. et Truc G. (1989) - Les argilisations à argilites monominérales du SE de la France *9th international clay conference.*

Vincent M., Le Nindre Y.-M., Meisina C. et 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. (2006) – Retrait-gonflement des sols argileux : un aléa géologique lié aux conditions climatiques – Géosciences, la revue du BRGM pour une terre durable, n°3, pp. 50-55.

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 développé par le BRGM pour l'affichage des cartes d'aléa et la prévention du risque de retrait-gonflement des argiles.

Annexe 1 – Répartition de la superficie de chaque commune suivant la classe d'aléa et rappel des données de base de la sinistralité – Comparaisons avec l'étude initiale

Actualisation de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans les Bouches-du-Rhône

| Code Insee | Commune | Superficie totale de la commune (km ²) | Superficie urbanisée (km ²) | Nombre d'arrêtés cat nat | Durée totale cat nat (année) | Nombre de sinistres recensés | Superficie aléa fort (%) | Ancienne superficie aléa fort (%) | Superficie aléa moyen (%) | Ancienne superficie aléa moyen (%) | Superficie aléa faible (%) | Ancienne superficie aléa faible (%) | Superficie aléa a priori nul (%) | Ancienne superficie aléa a priori nul (%) |
|------------|---------------------------|--|---|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|
| 13001 | AIX-EN-PROVENCE | 187,54 | 48,11 | 4 | 4,7 | 91 | | | 1,69% | | 94,05% | 93,84% | 4,26% | 4,47% |
| 13002 | ALLAUCH | 50,46 | 8,54 | 3 | 9,5 | 253 | 0,03% | | 12,04% | 8,46% | 56,14% | 53,94% | 31,79% | 37,57% |
| 13003 | ALLEINS | 17,02 | 1,33 | | | 2 | | | 5,80% | 1,18% | 40,25% | 37,61% | 53,94% | 61,21% |
| 13004 | ARLES | 769,99 | 13,58 | | | | | | 0,23% | | 82,98% | 82,71% | 16,79% | 17,06% |
| 13005 | AUBAGNE | 54,77 | 14,71 | 4 | 10,3 | 347 | 4,81% | 3,71% | 26,24% | 25,81% | 46,15% | 44,61% | 22,80% | 25,87% |
| 13006 | AUREILLE | 21,58 | 0,93 | | | | | | 0,33% | | 49,63% | | 50,05% | |
| 13007 | AURIOL | 44,72 | 4,53 | | | 1 | 2,78% | | 13,60% | 10,92% | 36,24% | 40,96% | 47,38% | 45,34% |
| 13008 | AURONS | 12,73 | 0,12 | | | | | | 2,06% | | 64,73% | 64,67% | 33,21% | 33,27% |
| 13009 | LA BARBEN | 23,08 | 0,56 | | | | | | 0,13% | | 92,21% | | 7,66% | |
| 13010 | BARBENTANE | 27,31 | 2,98 | | | 3 | | | | | 94,24% | | 5,76% | |
| 13011 | LES BAUX-DE-PROVENCE | 18,21 | 0,20 | | | | | | 18,61% | 15,75% | 38,59% | 38,17% | 42,79% | 46,07% |
| 13012 | BEAURECUEIL | 10,18 | 1,52 | | | | | | 17,70% | 17,60% | 53,87% | 41,11% | 28,43% | 41,29% |
| 13013 | BELCODENE | 13,12 | 1,18 | 1 | 3,7 | 38 | | | 67,80% | | 19,95% | | 12,25% | |
| 13014 | BERRE-L'ETANG | 44,01 | 4,72 | 1 | 0,5 | 29 | | | 6,99% | | 80,50% | | 12,52% | |
| 13015 | BOUC-BEL-AIR | 21,95 | 7,20 | 4 | 9,2 | 109 | 4,59% | | 14,25% | | 73,16% | | 7,99% | |
| 13016 | LA BOUILLADISSE | 12,74 | 3,38 | 3 | 8,5 | 104 | 7,80% | | 40,25% | 37,36% | 18,86% | | 33,09% | 35,97% |
| 13017 | BOULBON | 19,38 | 0,69 | | | | | | | | 98,46% | | 1,54% | |
| 13018 | CABANNES | 15,50 | 1,47 | | | | | | | | 97,18% | | 2,82% | |
| 13019 | CABRIES | 36,94 | 5,93 | 3 | 4,7 | 16 | | | 3,64% | | 94,78% | | 1,58% | |
| 13020 | CADOLIVE | 4,24 | 1,17 | 2 | 4,9 | 120 | 13,66% | | 19,22% | | 16,96% | 16,47% | 50,16% | 50,65% |
| 13021 | CARRY-LE-ROUET | 10,11 | 3,10 | | | | 10,43% | | | | 37,34% | | 52,24% | |
| 13022 | CASSIS | 26,19 | 3,38 | | | 4 | 7,16% | 5,83% | | | 28,25% | 24,37% | 64,59% | 69,80% |
| 13023 | CEYRESTE | 23,19 | 2,59 | | | | | | | | 15,22% | 13,08% | 84,78% | 86,92% |
| 13024 | CHARLEVAL | 14,35 | 1,11 | | | 1 | | | 0,02% | | 98,15% | 76,76% | 1,83% | 23,22% |
| 13025 | CHATEAUNEUF-LE-ROUGE | 13,36 | 2,31 | 2 | 2,0 | 34 | | | 43,54% | 41,34% | 45,06% | 31,87% | 11,41% | 26,79% |
| 13026 | CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES | 32,89 | 5,43 | | | 2 | 7,79% | | 1,41% | | 49,55% | | 41,25% | |
| 13027 | CHATEAURENARD | 35,06 | 12,33 | | | 1 | | | | | 95,56% | | 4,44% | |
| 13028 | LA CIOTAT | 32,16 | 10,66 | | | | | | | | 32,85% | 32,78% | 67,15% | 67,22% |
| 13029 | CORNILLON-CONFLOUX | 14,96 | 0,62 | | | | | | | | 52,49% | | 47,51% | |
| 13030 | CUGES-LES-PINS | 39,83 | 1,13 | | | | 8,43% | 6,96% | | | 34,54% | 28,84% | 57,03% | 64,20% |
| 13031 | LA DESTROUSSE | 2,97 | 1,84 | 1 | 0,1 | 58 | 0,04% | | 50,93% | | 33,68% | | 15,34% | |
| 13032 | EGUILLES | 34,24 | 6,23 | 2 | 9,7 | 55 | | | 0,03% | | 91,99% | | 7,98% | |
| 13033 | ENSUES-LA-REDONNE | 26,06 | 2,29 | 3 | 3,7 | 46 | 13,69% | | 0,22% | | 28,87% | | 57,23% | |
| 13034 | EYGALIERES | 34,09 | 1,92 | | | | | | 8,17% | | 70,00% | | 21,83% | |
| 13035 | EYGUIERES | 68,84 | 2,28 | | | | | | 5,64% | 4,99% | 67,36% | 67,25% | 27,00% | 27,77% |
| 13036 | EYRAGUES | 20,83 | 4,78 | 3 | 3,5 | 20 | | | | | 100,00% | | 0,60% | |
| 13037 | LA FARE-LES-OLIVIERS | 14,35 | 4,06 | 2 | 4,2 | 290 | 4,50% | | 17,75% | 2,65% | 42,76% | 57,87% | 34,99% | |
| 13038 | FONTVIELLE | 40,46 | 2,83 | | | | | | 9,86% | 8,23% | 52,92% | 47,39% | 37,20% | 44,38% |
| 13039 | FOS-SUR-MER | 89,03 | 8,23 | 1 | 3,7 | 4 | | | 0,97% | | 89,45% | | 9,58% | |
| 13040 | FUVEAU | 30,23 | 9,94 | 2 | 9,5 | 28 | 35,08% | | 40,34% | | 24,58% | | | |
| 13041 | GARDANNE | 27,26 | 8,49 | 2 | 9,5 | 1 | 11,09% | | 50,55% | | 32,46% | | 5,90% | |
| 13042 | GEMENOS | 33,03 | 3,45 | 1 | 0,5 | 5 | 2,40% | | 4,36% | | 39,49% | 35,28% | 53,76% | 57,97% |
| 13043 | GIGNAC-LA-NERTHE | 8,57 | 4,16 | 3 | 10,0 | 108 | 1,85% | | 4,29% | | 88,97% | | 4,89% | |
| 13044 | GRANS | 27,77 | 2,91 | | | | | | | | 64,89% | | 35,11% | |
| 13045 | GRAVESON | 23,78 | 2,90 | | | | | | | | 96,96% | | 3,04% | |
| 13046 | GREASQUE | 6,23 | 2,00 | 3 | 9,5 | 36 | 22,56% | | 65,30% | | 8,83% | | 3,31% | |
| 13047 | ISTRES | 114,69 | 11,90 | | | 2 | | | 1,61% | | 85,58% | 85,38% | 12,82% | 13,01% |
| 13048 | JOUGUES | 80,55 | 2,69 | | | | | | 9,20% | 7,42% | 69,86% | 68,72% | 20,94% | 23,85% |
| 13049 | LAMANON | 19,35 | 1,16 | | | | | | 8,96% | | 49,27% | | 41,75% | |
| 13050 | LAMBESC | 65,55 | 4,78 | | | | | | 6,55% | 6,26% | 57,09% | 56,37% | 36,37% | 37,37% |
| 13051 | LANCON-PROVENCE | 69,23 | 2,74 | 2 | 9,9 | 59 | 0,01% | | 0,48% | 0,05% | 76,04% | 76,26% | 23,48% | 23,68% |
| 13052 | MAILLANE | 16,89 | 0,68 | | | | | | | | 100,00% | | | |
| 13053 | MALLEMORT | 28,74 | 1,78 | | | | | | 2,09% | 1,15% | 84,21% | 79,09% | 13,70% | 19,76% |
| 13054 | MARIGNANE | 23,53 | 8,15 | 3 | 9,2 | 150 | | | 9,89% | | 80,08% | | 10,04% | |
| 13055 | MARSEILLE | 239,41 | 106,85 | 3 | 4,7 | 121 | 1,29% | 0,82% | 22,39% | 21,53% | 32,72% | 31,80% | 43,60% | 45,85% |
| 13056 | MARTIGUES | 74,68 | 14,93 | 2 | 9,5 | 70 | 2,27% | | 11,22% | 10,09% | 43,75% | 43,61% | 42,76% | 44,04% |
| 13057 | MAS-BLANC-DES-ALPILLES | 1,61 | 0,22 | | | | | | | | 93,33% | | 6,67% | |
| 13058 | MAUSSANE-LES-ALPILLES | 31,64 | 1,17 | | | | | | 10,54% | 9,32% | 73,10% | 51,30% | 16,36% | 39,38% |
| 13059 | MEYRARGUES | 41,89 | 1,39 | | | | | | 0,24% | | 87,54% | | 12,22% | |
| 13060 | MEYREUIL | 20,21 | 5,71 | 3 | 4,2 | 44 | | | 30,72% | 30,51% | 57,60% | 57,37% | 11,68% | 12,13% |
| 13061 | MEZOARGUES | 4,28 | 0,22 | | | | | | | | 95,84% | | 4,16% | |
| 13062 | MIMET | 18,91 | 3,34 | 3 | 9,5 | 52 | 32,70% | 25,80% | 18,00% | 17,85% | 16,14% | 15,61% | 33,16% | 39,64% |
| 13063 | MIRAMAS | 25,76 | 7,53 | | | | | | | | 54,35% | 51,94% | 45,65% | 48,06% |
| 13064 | MOLLEGES | 14,26 | 1,05 | | | | | | | | 100,00% | | | |
| 13065 | MOURIES | 38,37 | 2,00 | | | | | | 6,35% | 4,90% | 66,60% | 54,99% | 27,05% | 40,11% |
| 13066 | NOVES | 26,51 | 3,84 | | | | | | | | 96,78% | 96,42% | 3,22% | 3,58% |
| 13067 | ORGON | 35,04 | 1,32 | | | 1 | | | 6,25% | | 55,43% | | 38,32% | |

Actualisation de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans les Bouches-du-Rhône

| Code Insee | Commune | Superficie totale de la commune (km ²) | Superficie urbanisée (km ²) | Nombre d'arrêtés cat nat | Durée totale cat nat (année) | Nombre de sinistres recensés | Superficie aléa fort (%) | Ancienne superficie aléa fort (%) | Superficie aléa moyen (%) | Ancienne superficie aléa moyen (%) | Superficie aléa faible (%) | Ancienne superficie aléa faible (%) | Superficie aléa à priori nul (%) | Ancienne superficie aléa à priori nul (%) |
|--------------|---------------------------|--|---|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|
| 13068 | PARADOU | 16,06 | 0,81 | | | | | | 12,67% | 12,09% | 73,89% | 34,43% | 13,45% | 53,48% |
| 13069 | PELISSANNE | 19,14 | 4,33 | | | | | | 0,14% | | 66,68% | | 33,18% | |
| 13070 | LA PENNE-SUR-HUVEAUNE | 3,69 | 1,97 | 3 | 10,7 | 42 | 23,67% | 5,28% | 2,34% | | 36,69% | 34,87% | 37,30% | 57,51% |
| 13071 | LES PENNES-MIRABEAU | 33,69 | 9,84 | 2 | 8,4 | 61 | 6,91% | | 20,60% | | 40,80% | 40,59% | 31,70% | 31,91% |
| 13072 | PEYNIER | 24,82 | 3,94 | 5 | 4,7 | 133 | 15,19% | | 45,55% | | 27,44% | | 11,82% | |
| 13073 | PEYPIN | 13,45 | 2,22 | 2 | 1,0 | 53 | 10,36% | 9,32% | 45,40% | 45,23% | 19,65% | 14,79% | 24,59% | 30,67% |
| 13074 | PEYROLLES-EN-PROVENCE | 35,08 | 1,91 | | | | | | 0,19% | | 67,57% | | 32,23% | |
| 13075 | PLAN-DE-CUQUES | 8,64 | 2,99 | 3 | 9,5 | 75 | | | 24,83% | 11,23% | 19,79% | 33,39% | 55,38% | |
| 13076 | PLAN-D'ORGON | 15,01 | 1,27 | | | | | | 0,22% | | 98,64% | | 1,14% | |
| 13077 | PORT-DE-BOUC | 11,81 | 4,83 | 3 | 2,5 | 96 | | | 40,50% | 26,87% | 41,71% | 42,42% | 17,78% | 30,71% |
| 13078 | PORT-SAINT-LOUIS-DU-RHONE | 72,79 | 2,14 | | | | | | | | 80,68% | | 19,32% | |
| 13079 | PUYLOUBIER | 41,04 | 0,38 | | | 109 | 9,17% | | 24,77% | 24,11% | 35,26% | 33,04% | 30,80% | 33,66% |
| 13080 | LE PUY-SAINTE-REPARADE | 45,05 | 1,75 | | | | | | 0,12% | | 96,22% | 96,09% | 3,66% | 3,79% |
| 13081 | ROGNAC | 17,73 | 4,42 | 3 | 4,7 | 180 | 8,70% | 3,24% | 57,82% | 53,25% | 29,75% | 39,78% | 3,73% | |
| 13082 | ROGNES | 58,38 | 4,83 | | | 1 | | | 0,68% | | 56,85% | 56,27% | 42,46% | 43,05% |
| 13083 | ROGNONAS | 8,39 | 3,40 | | | | | | | | 98,92% | | 1,08% | |
| 13084 | LA ROQUE-D'ANTHERON | 25,58 | 1,57 | 2 | 8,4 | 41 | | | 27,53% | 22,60% | 68,01% | 66,48% | 4,46% | 10,92% |
| 13085 | ROQUEFORT-LA-BEDOULE | 31,26 | 1,60 | 1 | 0,5 | 49 | 25,93% | 21,89% | | | 15,38% | | 58,69% | 62,73% |
| 13086 | ROQUEVAIRE | 24,00 | 5,70 | 3 | 4,7 | 44 | 1,57% | | 18,80% | | 46,27% | 44,60% | 33,36% | 35,02% |
| 13087 | ROUSSET | 19,59 | 2,53 | 3 | 5,3 | 32 | | | 36,78% | | 59,20% | 52,95% | 4,02% | 10,27% |
| 13088 | LE ROVE | 23,31 | 1,43 | 4 | 5,2 | 70 | 9,23% | | 0,15% | | 16,61% | | 74,02% | |
| 13089 | SAINT-ANDIOL | 16,07 | 0,84 | | | | | | | | 100,00% | | | |
| 13090 | SAINT-ANTONIN-SUR-BAYON | 17,53 | 0,32 | | | | | | 5,85% | 3,42% | 82,03% | 77,94% | 12,12% | 18,64% |
| 13091 | SAINT-CANNAT | 36,96 | 5,71 | | | 4 | | | | | 77,18% | | 22,82% | |
| 13092 | SAINT-CHAMAS | 26,95 | 3,36 | | | | 6,59% | | | | 51,92% | 51,77% | 41,49% | 41,64% |
| 13093 | SAINT-ESTEVE-JANSON | 6,69 | 0,03 | | | | | | 7,10% | 6,59% | 84,98% | 80,76% | 7,92% | 12,66% |
| 13094 | SAINT-ETIENNE-DU-GRES | 29,17 | 1,71 | | | | | | 0,42% | 0,14% | 68,07% | | 31,51% | 31,79% |
| 13095 | SAINT-MARC-JAUMEGARDE | 23,40 | 1,34 | | | | | | | | 46,19% | 43,14% | 53,81% | 56,86% |
| 13096 | SAINTE-MARIES-DE-LA-MER | 373,40 | 1,87 | | | | | | | | 54,14% | 54,22% | 45,86% | 45,78% |
| 13097 | SAINT-MARTIN-DE-CRAU | 215,72 | 4,38 | | | | | | 0,57% | | 86,97% | 83,62% | 12,47% | 15,81% |
| 13098 | SAINT-MITRE-LES-REMPARTS | 21,20 | 3,79 | | | | | | 35,90% | 35,84% | 43,96% | | 20,14% | 20,19% |
| 13099 | SAINT-PAUL-LES-DURANCE | 45,99 | 1,46 | | | | | | | | 86,41% | 83,71% | 13,59% | 16,29% |
| 13100 | SAINT-REMY-DE-PROVENCE | 90,08 | 6,15 | | | | | | 2,33% | | 82,26% | 82,07% | 15,41% | 15,61% |
| 13101 | SAINT-SAVOURNIN | 5,95 | 1,49 | 2 | 9,5 | 24 | 34,78% | 31,98% | 21,03% | | 7,97% | 6,88% | 36,21% | 40,11% |
| 13102 | SAINT-VICTORET | 4,76 | 2,52 | 2 | 9,2 | 72 | 0,26% | | 41,53% | | 56,58% | | 1,63% | |
| 13103 | SALON-DE-PROVENCE | 70,79 | 13,19 | | | | | | 0,01% | | 72,83% | 72,26% | 27,16% | 27,73% |
| 13104 | SAUSSET-LES-PINS | 12,25 | 2,30 | 4 | 3,2 | 15 | 5,61% | | 1,42% | | 38,39% | 30,63% | 54,58% | 62,34% |
| 13105 | SENAS | 30,67 | 1,40 | | | | | | 8,44% | 4,80% | 86,40% | | 5,16% | 8,80% |
| 13106 | SEPTEMES-LES-VALLONS | 17,82 | 2,95 | | | 2 | 0,14% | | 5,64% | 5,52% | 41,89% | 41,84% | 52,33% | 52,50% |
| 13107 | SIMIANE-COLLONGUE | 30,08 | 4,01 | 2 | 9,6 | 28 | 11,37% | 11,30% | 11,24% | 9,90% | 18,95% | 18,78% | 58,44% | 60,03% |
| 13108 | TARASCON | 74,27 | 4,20 | | | | | | 0,10% | | 93,34% | | 6,56% | |
| 13109 | LE THOLONET | 10,89 | 3,32 | | | | | | 2,99% | | 73,08% | 72,62% | 23,94% | 24,39% |
| 13110 | TRETS | 70,22 | 6,27 | 5 | 9,7 | 86 | 17,17% | 14,67% | 27,89% | 27,77% | 33,10% | 28,47% | 21,84% | 29,09% |
| 13111 | VAUVENARGUES | 54,30 | 1,08 | | | | | | 0,09% | | 32,28% | 29,31% | 67,63% | 70,60% |
| 13112 | VELAUX | 25,19 | 4,12 | 3 | 9,5 | 99 | 14,24% | | 49,92% | 49,53% | 33,57% | 33,96% | 2,27% | |
| 13113 | VENELLES | 20,62 | 3,44 | 2 | 9,7 | 35 | | | | | 97,78% | | 2,22% | |
| 13114 | VENTABREN | 26,47 | 5,47 | 3 | 9,1 | 77 | 1,53% | 1,44% | 21,61% | 21,44% | 63,92% | 64,18% | 12,94% | |
| 13115 | VERNEGUES | 15,85 | 0,66 | | | | | | 9,54% | 5,21% | 44,90% | 36,71% | 45,55% | 58,07% |
| 13116 | VERQUIERES | 4,61 | 0,48 | | | | | | | | 100,00% | | | |
| 13117 | VITROLLES | 36,88 | 9,90 | 1 | 0,5 | 66 | | | 28,49% | 27,64% | 41,05% | 41,35% | 30,46% | 31,01% |
| 13118 | COUDOUX | 12,61 | 0,90 | 2 | 9,7 | 81 | 2,62% | | 14,03% | 7,23% | 56,45% | 63,73% | 26,90% | 26,41% |
| 13119 | CARNOUX-EN-PROVENCE | 3,82 | 2,34 | 1 | 0,5 | 1 | 15,65% | | | | 23,27% | | 61,08% | |
| TOTAL | | 5105,93 | 582,14 | 127 | 314,70 | 3881 | 1,86% | 1,70% | 7,06% | 6,60% | 65,83% | 65,00% | 25,24% | 26,8% |

Annexe 2 – Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de la Fare-les-Oliviers - Proposition de note de présentation (document type)

Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du- Rhône

Commune de LA FARE-LES-OLIVIERS

Note de présentation



PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCTION..... | 4 |
| 2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE | 5 |
| 2.1. Limites de l'étude..... | 5 |
| 2.2. Contexte naturel départemental | 5 |
| 2.2.1. Situation géographique..... | 5 |
| 2.2.2. Géologie | 5 |
| 2.2.3. Hydrogéologie..... | 6 |
| 3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES | 6 |
| 4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT..... | 6 |
| 5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR..... | 8 |
| 5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement | 8 |
| 5.2. Plan de zonage réglementaire | 11 |
| 5.3. Réglementation | 11 |
| 6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES | 11 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département des Bouches-du-Rhône | 7 |
| Illustration 2 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa | 9 |
| Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône | 10 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|---|--|
| Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département des Bouches-du-Rhône | |
| Annexe 2 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences | |
| Annexe 3 : Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département des Bouches-du-Rhône à la date du 31 mai 2004 | |
| Annexe 4 : Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles | |
| Annexe 5 : Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (juin 2000) intitulée « Missions géotechniques – Classifications et spécifications » | |

1. INTRODUCTION

Les phénomènes de retrait et de gonflement de certains sols argileux ont été observés depuis longtemps dans les pays à climat aride et semi-aride où ils sont à l'origine de nombreux dégâts causés tant aux bâtiments qu'aux réseaux et voiries. En France, où la répartition pluviométrique annuelle est plus régulière et les déficits saisonniers d'humidité moins marqués, ces phénomènes n'ont été mis en évidence que plus récemment, en particulier à l'occasion des sécheresses de l'été 1976, et surtout des années 1989-90. Les dégâts observés en France concernent principalement le bâti individuel.

La prise en compte, par les assurances, de sinistres résultant de mouvements différentiels de terrain dus au retrait-gonflement des argiles 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, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée, près de 5 000 communes françaises, réparties dans 75 départements ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Le département des Bouches-du-Rhône fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 35 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1989 et 2003, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 50 communes, soit 42% des 119 communes que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa du BRGM de 2004 actualisée en juin 2007, 3 713 sites de sinistres, répartis dans 64 communes, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

L'examen de nombreux dossiers de diagnostics ou d'expertises révèle que beaucoup de sinistres auraient sans doute pu être évités ou que du moins leurs conséquences auraient pu être limitées, si certaines dispositions constructives avaient été respectées pour des bâtiments situés en zones sensibles au phénomène.

C'est pourquoi l'État a souhaité engager une politique de prévention vis-à-vis de ce risque en incitant les maîtres d'ouvrage à respecter certaines règles constructives. Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une politique générale visant à limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, par la mise en œuvre de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), ce qui consiste à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène et à définir, pour chacune de ces zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent y être prises, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995.

Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des argiles, les zones concernées, même soumises à un aléa considéré comme élevé, restent constructibles. Les prescriptions imposées sont, pour l'essentiel, des règles de bon sens dont la mise en œuvre n'engendre qu'un surcoût relativement modique, mais dont le respect permet de réduire considérablement les désordres causés au bâti, même en présence de terrains fortement sujets au phénomène de retrait-gonflement.

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants afin de limiter les facteurs déclenchants et/ou aggravants du phénomène de retrait-gonflement.

Le non respect du règlement du PPR peut conduire à la perte du droit à l'indemnisation de sinistres déclarés, et ceci malgré la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE

2.1. Limites de l'étude

Le présent PPR couvre l'ensemble du territoire communal de La Fare-les-Oliviers (département des Bouches-du-Rhône).

2.2. Contexte naturel départemental

2.2.1. Situation géographique

Le département des Bouches-du-Rhône est divisé en 119 communes et couvre une superficie de 5 106 km². Il comptait une population de 1 835 719 habitants au recensement INSEE de 1999. Marseille est la préfecture de département et Aix-en-Provence, Arles et Istres sont les trois sous-préfectures. Les concentrations de population sont situées dans le quart sud-est du département, à l'est du Rhône, dans l'agglomération de Marseille, et dans les environs de l'étang de Berre.

Regroupant près de la moitié des habitants de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le département présente une des densités de population les plus élevées de France avec 359,5 habitants par kilomètre carré.

Le département des Bouches-du-Rhône offre un paysage particulièrement contrasté. Sa partie occidentale est constituée de plaines (Comtat, Crau, Camargue) d'où surgissent les Alpilles, tandis que sa partie orientale est formée de hauteurs calcaires (Sainte-Victoire, Trévaresse, Estaque, Sainte-Baume) séparées par des bassins où sont concentrées les populations humaines (Arc, Huveaune).

2.2.2. Géologie

La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie du département, en s'attachant particulièrement aux formations géologiques contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, alluvions, limons, sables argileux, tourbes, etc.). Il est en effet important de déterminer, pour chaque formation, la nature lithologique des terrains ainsi que les caractéristiques minéralogiques et géotechniques de leur phase argileuse.

Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données déjà disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées par l'analyse de données de sondages contenues dans la Banque de données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et par un certain nombre de dossiers géotechniques collectés dans les bureaux d'étude. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles des Bouches-du-Rhône, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données locales sur le proche sous-sol.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont brièvement décrites en annexe 1, après regroupement d'unités stratigraphiquement distinctes, mais dont les caractéristiques lithologiques, et donc le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, sont comparables.

La carte géologique des formations argileuses et marneuses présentée en Illustration 1 est une carte synthétique qui résulte d'une analyse interprétative à partir des connaissances actuellement disponibles. Certaines unités stratigraphiques ont été regroupées dans la mesure où leur nature lithologique similaire le justifiait. Par ailleurs, les formations considérées comme a priori non argileuses n'ont pas été figurées sur cette carte, ce qui n'exclut pas que des poches ou placages argileux, non identifiés sur les cartes géologiques actuellement disponibles, puissent s'y rencontrer localement.

Cette synthèse géologique départementale montre que près de 75 % de la superficie du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumises à un risque potentiel de retrait-gonflement.

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département des Bouches-du-Rhône sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, les *Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire)* (20,31 % de la superficie du département), les *Alluvions à limons argileux (Quaternaire)* (13,72 %), les *Colluvions (Quaternaire)* (10,11 %), les *Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire)* (5,02 %), les *Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien)* (3,79 %) et les *Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues* (2,06 %). Les autres formations argileuses ou marneuses n'affleurent que sur des superficies toutes inférieures à 2 % du département.

2.2.3. Hydrogéologie

Les fluctuations du niveau des nappes phréatiques peuvent avoir une incidence sur la teneur en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations à alternance argilo-sableuse, et contribuer ainsi au déclenchement ou à l'aggravation de mouvements de terrain différentiels.

Dans le département des Bouches-du-Rhône, ce sont essentiellement les nappes alluviales qui vont avoir une influence importante sur le retrait-gonflement des sols. En effet, les autres aquifères, notamment au niveau des plateaux, sont suffisamment profonds pour n'avoir que peu d'influence sur la teneur en eau de la tranche superficielle du sol, laquelle est soumise au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Ainsi, les alluvions récentes, qui correspondent au lit majeur des cours d'eau, sont largement baignées par la nappe alluviale, ce qui atténue le phénomène de retrait, puisque des remontées capillaires vont limiter la dessiccation. Cependant, les niveaux sablo-graveleux, à fortes perméabilités, peuvent être dénoyés, ce qui est de nature à aggraver la dessiccation de niveaux argileux sous-jacents, en cas de sécheresse prolongée.

3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES

Les principales caractéristiques des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et leurs conséquences sont rappelées en annexe 2.

4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT

Entre 1989 et 2003, 50 des 119 communes que compte le département des Bouches-du-Rhône (soit 42% d'entre elles) ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

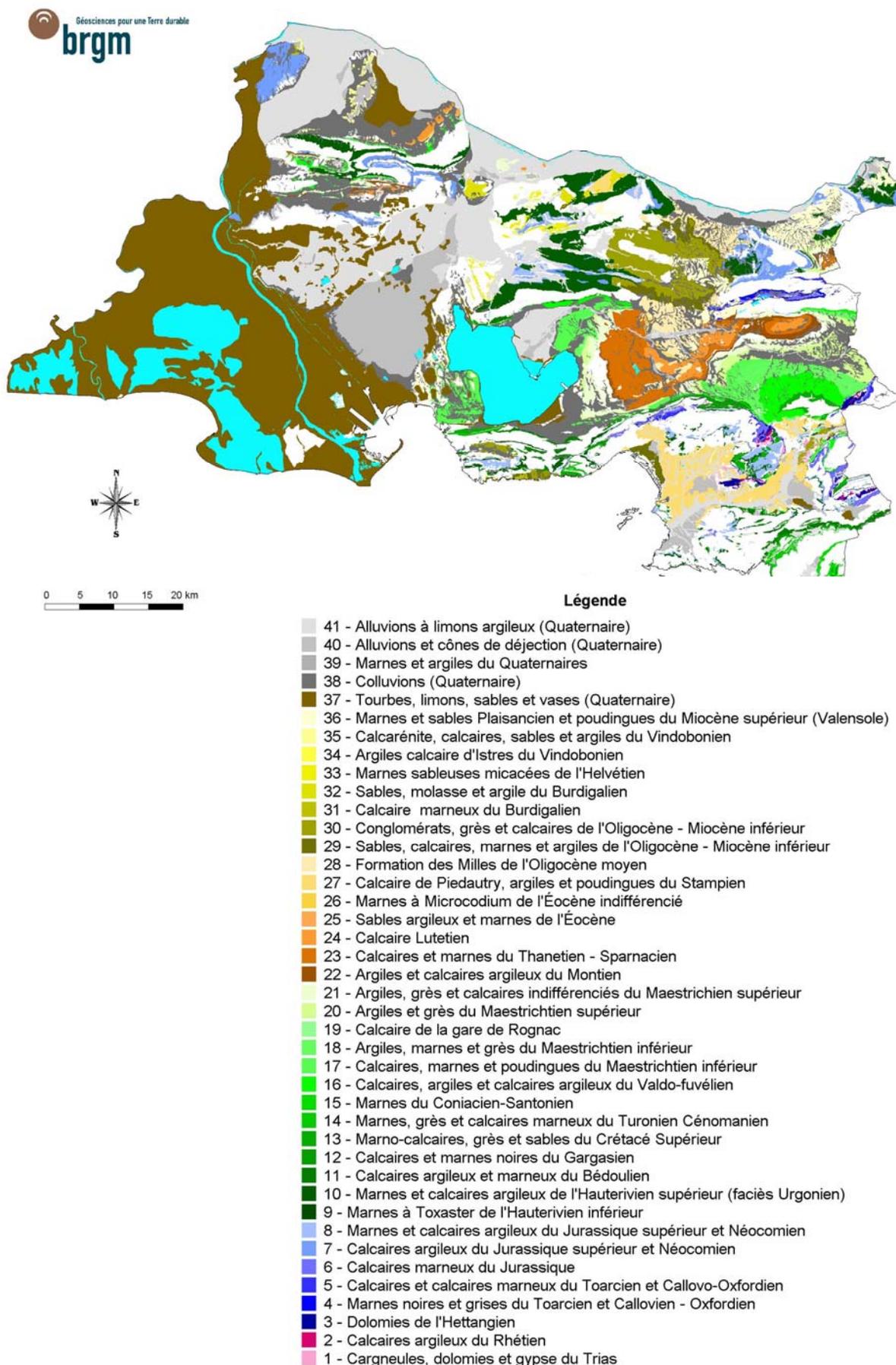


Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département des Bouches-du-Rhône

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 3 713, répartis dans 76 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance (octobre 2003), le département des Bouches-du-Rhône est classé en 8^{ème} position des départements français en terme de coût d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles.

Les périodes prises en compte dans ces arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle s'étalent entre mai 1989 et juin 2002. Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 105 (cf. annexe 3).

5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR

5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé, pour l'ensemble du département des Bouches-du-Rhône, une carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles. L'aléa correspond par définition à la probabilité d'occurrence du phénomène. Il est ici approché de manière qualitative à partir d'une hiérarchisation des formations géologiques argileuses du département vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Pour cela, on établit d'abord une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation purement physique des formations géologiques à partir des critères suivants :

- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (composition minéralogique) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 41 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans l'illustration 2 ci-après.

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte de l'illustration 3. En définitive, seulement 1,86 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 7,06 % du département est considéré en aléa moyen et 65,83 % en aléa faible. Le reste, soit 25 % du département correspond à des zones a priori non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement (ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés).

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

| Formations géologiques | % de la superficie départementale |
|---|-----------------------------------|
| Formation à aléa fort | |
| Argiles, marnes et grès du Maestrichien inférieur | 0,97 |
| Calcaires et marnes noires du Gargasien | 0,33 |
| Calcaires argileux et marneux du Bédoulien | 0,57 |
| TOTAL | 1,86 % |
| Formations à aléa moyen | |
| Marnes et argiles du Quaternaires | 0,07 |
| Sables, molasse et argile du Burdigalien | 0,27 |
| Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien | 2,06 |
| Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié | 0,03 |
| Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichien supérieur | 1,24 |
| Argiles et grès du Maestrichien supérieur | 0,87 |
| Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichien inférieur | 1,29 |
| Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien | 1,22 |
| Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur | 0,01 |
| TOTAL | 7,06 % |
| Formations à aléa faible | |
| Alluvions à limons argileux (Quaternaire) | 13,72 |
| Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire) | 5,02 |
| Colluvions (Quaternaire) | 10,10 |
| Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire) | 20,31 |
| Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole) | 1,34 |
| Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien | 0,26 |
| Argiles calcaire d'Istres du Vindobonien | 0,01 |
| Marne sableuse micacée de l'Helvétien | 0,23 |
| Calcaire marneux du Burdigalien | 0,03 |
| Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur | 1,69 |
| Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur | 0,71 |
| Formation des Milles de l'Oligocène moyen | 1,04 |
| Sables argileux et marnes de l'Éocène | 0,02 |
| Calcaire Lutétien | 0,74 |
| Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien | 1,68 |
| Argiles et calcaires argileux du Montien | 0,48 |
| Calcaire de la gare de Rognac | 0,03 |
| Marnes du Coniacien Santonien | 0,10 |
| Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomaniens | 0,21 |
| Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur | 0,46 |
| Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien) | 3,79 |
| Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 1,15 |
| Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien | 1,62 |
| Calcaires marneux du Jurassique | 0,45 |
| Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien | 0,14 |
| Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien - Oxfordien | 0,11 |
| Dolomies de l'Hettangien | 0,21 |
| Calcaires argileux du Rhétien | 0,06 |
| Cargneules, dolomies et gypse du Trias | 0,11 |
| TOTAL | 65,83 % |

Illustration 2 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa

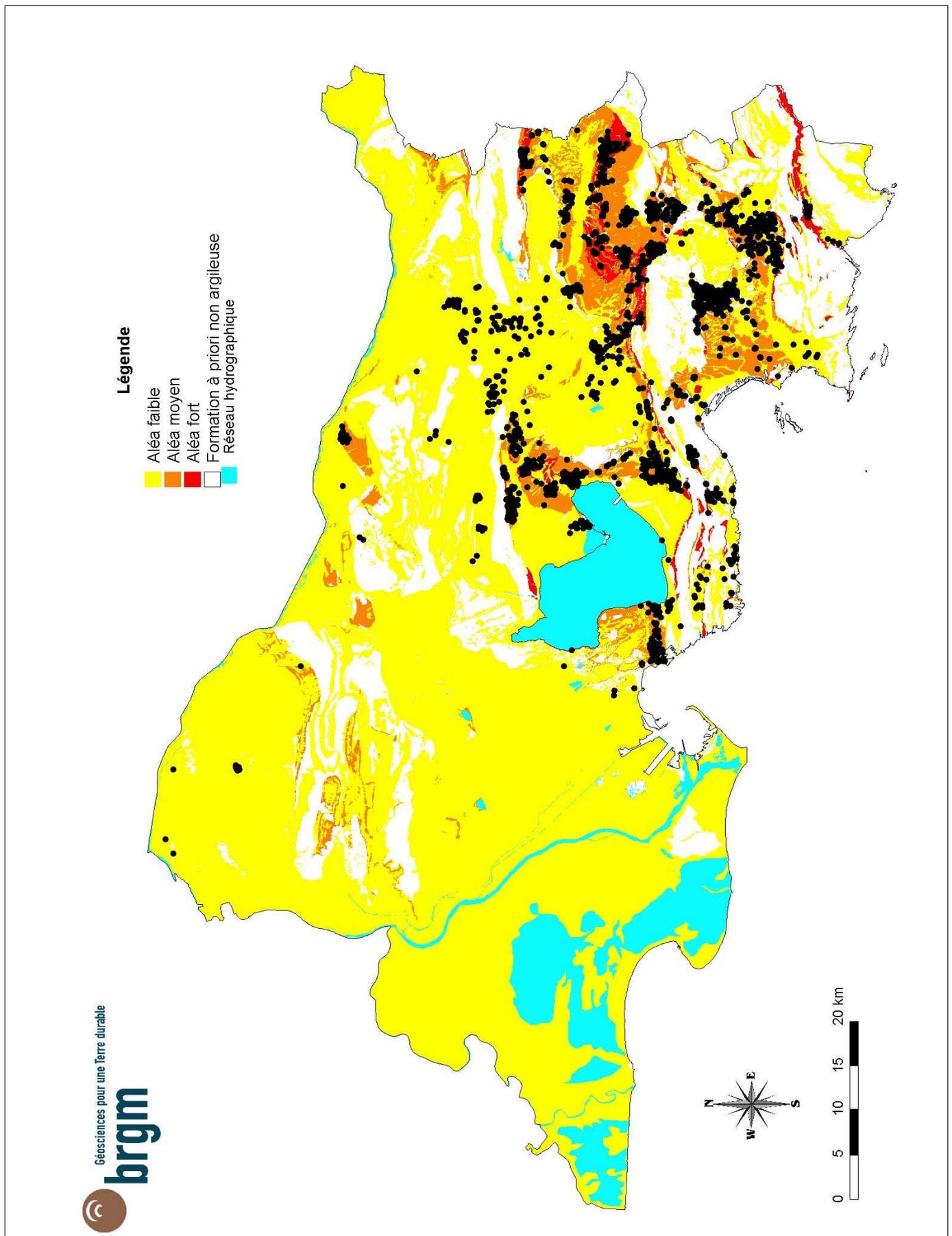


Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône

5.2. Plan de zonage réglementaire

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des communes du département des Bouches-du-Rhône a été extrapolé directement à partir de la carte d'aléa départementale, en intégrant une marge de sécurité de 50 m de largeur pour tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000. Le plan de zonage a été établi sur fond cartographique extrait des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 et agrandi à l'échelle 1/10 000.

Par souci d'homogénéité avec la méthodologie appliquée sur le reste du territoire national, les zones exposées à un aléa fort sont notées B1 et représentées avec un figuré de couleur bleu foncé ; celles correspondant à un aléa faible à moyen ont été regroupées en une zone unique, de couleur bleu clair, notée B2. La carte réglementaire traduit ainsi directement la carte d'aléa et présente donc seulement deux zones réglementées.

5.3. Réglementation

Le règlement du PPR décrit les prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer aux zones réglementées. Ces prescriptions sont pour l'essentiel des dispositions constructives et visent surtout la construction de maisons neuves. Certaines s'appliquent néanmoins aussi aux constructions existantes, avec pour principal objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité actuelle de ces maisons vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers. A ce titre il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) conformément à l'article 126.1 du Code de l'Urbanisme. Comme spécifié dans l'article 16.1 de la loi n° 95.101 du 2 février 1995, le respect des prescriptions obligatoires s'applique, dès l'approbation du PPR, à toute nouvelle construction située dans les zones concernées. Les propriétaires des constructions existantes disposent au maximum d'un délai de cinq ans pour s'y conformer, dans le cas des mesures les plus contraignantes.

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone réglementée par un PPR, et de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L. 480-4 du Code de l'Urbanisme. Le non respect des dispositions du PPR peut notamment entraîner une restriction des dispositifs d'indemnisation en cas de sinistre, même si la commune est reconnue en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement.

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPR ne sont évidemment pas exhaustives en ce sens qu'elles ne se substituent pas aux documents normatifs en vigueur (NF – DTU) mais qu'elles les complètent. La mise en application de ces dispositions ne dispense donc pas de respecter l'ensemble des règles de l'art en vigueur dans le domaine de la construction.

Par ailleurs, il s'agit de dispositions préventives et non curatives. Elles ne s'appliquent donc pas nécessairement en cas de sinistre avéré, pour lequel il convient de faire appel à des méthodes de réparation spécifiques.

Une partie des mesures décrites dans le règlement est illustrée en annexe 4.

Concernant les constructions nouvelles en zones réglementées par le PPR et pour ce qui est des maisons individuelles (hors permis de construire groupé), le choix est laissé entre deux options. La première consiste à faire réaliser par un bureau d'études géotechniques une reconnaissance de sol de type G0 + G12 (cf. annexe 5) qui permettra de vérifier si, au droit

de la parcelle, le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement (dans le cas contraire, le constructeur s'exonère ainsi de toute disposition constructive spécifique) et de déterminer quelles sont les mesures particulières à observer pour réaliser le projet en toute sécurité en prenant en compte cet aléa. La seconde option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives qui concernent autant la construction elle-même que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter a priori tout risque de désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement. Il va de soi que la première option est préférable, d'une part parce qu'elle permet de lever d'éventuelles incertitudes quant à la nature exacte du sol au droit de la parcelle à construire, et d'autre part parce qu'elle permet une adaptation plus fine du projet au contexte géologique local. Pour tous les autres bâtiments projetés en zone d'aléa retrait-gonflement (à l'exception de ceux à usage purement agricole et des annexes d'habitation non accolées au bâtiment principal), c'est cette première option qui s'impose.

Concernant les mesures constructives et d'environnement préconisées, les principes ayant guidé leur élaboration sont en particulier les suivants :

- Les fondations doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. Elles doivent être suffisamment armées et coulées à pleine fouille le plus rapidement possible, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations importantes de teneur en eau ;
- Elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage) ;
- La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas ;
- En cas de source de chaleur en sous-sol (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie ;
- Tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompage ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être le plus éloigné possible de la construction ;
- Sous la construction, le sol est à l'équilibre hydrique alors que tout autour il est soumis à une évaporation saisonnière, ce qui tend à induire des différences de teneur en eau au droit des fondations. Pour les éviter, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation.

ANNEXE 1

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département des Bouches-du-Rhône

La présente annexe décrit de manière sommaire les formations géologiques argileuses (au sens large) qui affleurent dans le département des Bouches-du-Rhône, lesquelles couvrent environ 75 % de la superficie du département (le reste pouvant être considéré comme a priori non argileux, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des placages ou des poches d'argiles non identifiés sur les cartes géologiques dans leur version actuelle).

Au total et après regroupements, 41 formations considérées comme argileuses ou marneuses ont été identifiées et individualisées cartographiquement. Les formations sont ici présentées de la plus ancienne à la plus récente.

- **Cargneules, dolomies et gypse du Trias** : Représenté tout autour du massif d'Allauch et à Auriol, ce niveau formé d'argiles et de marnes bariolées présente au contact des accidents des lentilles de gypse et des passées de conglomérats à éléments anguleux. Les niveaux argileux rouges avec des veines verdâtres entremêlés d'effilochures de gypse et emballant des blocs épars de cargneules, dolomie, voire calcaire du Trias moyen se retrouvent par exemple à l'ouest de Mimet.

- **les Calcaires argileux du Rhétien** : Sur la carte d'Aix-en-Provence (1021), la formation du Rhétien se caractérise par des calcaires varvés sombres, avec des passées en plaquettes de teinte jaune ou rousse en altération. Certains niveaux sont riches en Lumachelles. Dans la partie moyenne s'intercalent des calcaires noduleux jaunes, en petits bancs, parfois dolomitiques, qui ressemblent à certains niveaux du Muschelkalk. On observe également, surtout à la base, des lits marneux verdâtres ou bruns

- **les Dolomies de l'Hettangien** : On rapporte à cet étage des dolomies de teinte claire, bien stratifiées, avec des niveaux varvés et des lits marneux verdâtres. Dans l'Olympe, la série (100 m) se termine par des calcaires gris, parfois oolithiques à débris.

- **Marnes noires et grises du Toarcien et Callovien** : Le Domérien, constitué d'alternances de marnes et de calcaires argileux gris, pyriteux, peut dépasser 140 m d'épaisseur entre Aix et les Bonfillons, mais l'épaisseur se réduit rapidement vers l'est (20 m à Guérin, à l'ouest de Claps). Cette formation est constituée d'alternances de marnes et de calcaires argileux gris, pyriteux. Le Callovien marneux affleure au nord de la Sainte-Victoire jusqu'à Aix-en-Provence, et se présente sous la forme d'une puissante formation de marnes grises ou brunes (300 m d'épaisseur). Enfin, on retrouve au nord de la Sainte-Victoire les marnes gris-bleues de l'Oxfordien inférieur-Oxfordien s.s.

- **Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo – Oxfordien** : A l'est d'Aix-en-Provence, le Toarcien, épais de 30 m, est représenté par des alternances de calcaires noirs à Pentacrines et de marnes noires. Les calcaires et calcaires marneux du Callovien et Oxfordien non différenciés sont visibles dans les plis du Sambuc, entre Lambruisse et les Vacons, la végétation et les cultures masquant les affleurements et ne permettant pas de distinguer l'Oxfordien du Callovien. L'Oxfordien est constitué de marnes grises, le Callovien d'une alternance de marnes grises et de calcaires argileux. On l'observe également dans l'Étoile et l'Aurélien, ainsi qu'à Septèmes-les-Vallons.

- **Calcaires marneux du Jurassique** : Ils comprennent des calcaires marneux, calcaires biodétritiques et calcaires biodétritiques clairs à chailles affleurant au sud de Cadolive, au sud-est d'Auriol et dans l'extrémité occidentale du massif de la Sainte-Baume, ainsi que des

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

calcaires marneux et calcaires phosphatés pour lesquels les faciès marneux sont plus marqués vers le sud du département. La série est présente dans la Sainte-Victoire, au nord de Septèmes-les-Vallons, à l'est de l'Étoile, dans la Sainte-Baume et à Vaufrège au pied du col de la Gineste

- **Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien** : Les calcaires gris argileux noduleux, calcaires à silex et calcaires blancs du Berriasien sont visibles dans le massif de l'Anellier, au sud de Mouriès, dans les Alpilles, au nord et l'est de Pelissanne, dans le massif du Concors et dans le secteur de Cadarache. Le Valanginien, bien plus argileux, se retrouve dans les Alpilles sur 150 m d'épaisseur. L'alternance rythmique marno-calcaire de l'Hauterivien (formation de La Montagnette) est visible sur une épaisseur de 230 m environ, dans les Alpilles, dans la région de Lambesc et à l'est de Venelles où la formation est beaucoup moins épaisse (120 m d'épaisseur maximum).

- **Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien** : Des calcaires légèrement marneux, accompagnés de marnes verdâtres du Valanginien inférieur et Berriasien affleurent dans la chaîne de l'Étaque et au sud de Septèmes-les-Vallons. Les calcaires, calcaires argileux et marnes du Valanginien sont visibles dans le massif de l'Anellier, à l'ouest de Salon et au nord de Rognes, dans le Concors, et enfin dans la région marseillaise, (massif « Marseilleveyre-Puget-Carpiagne », chaîne de l'Étoile, massif d'Allauch et Sainte-Baume). Les marnes et calcaires fins de la base du Valanginien se retrouvent dans les Alpilles. Enfin, les calcaires argileux à spicules de spongiaires et à rognons de silex au sommet de l'Hauterivien terminal (La Montagnette) représentent une épaisseur de 80 m environ.

- **Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur** : Ces marnes affleurent au sud de Martigues avec une épaisseur de 40 à 50 m.

- **Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien)** : L'Hauterivien est visible sous différentes formes comme par exemple des marno-calcaires affleurant au sud de Martigues, des calcaires à intercalations marneuses dans les Alpilles, des calcaires à silex, montrant une alternance de calcaires et de calcaire argileux, visibles dans les Alpilles, et à l'est de Salon-de-Provence. On trouve également des calcaires à faciès urgonien (partie supérieure), et des marnes et calcaires argileux (partie inférieure) à l'est de Venelles comme dans le chaînon de La Fare - Lançon, ainsi que dans le massif « Marseilleveyre-Puget-Carpiagne », le massif de l'Étoile, le massif de Notre-Dame de la Garde, le massif d'Allauch et le massif de la Sainte-Baume.

- **Calcaires argileux et marneux du Bédoulien** : Formés de calcaires et de calcaires marneux siliceux ou à silex, cette formation s'observe à la Bédoule, dans le chaînon de La Fare - Lançon, dans le chaînon de la Nerthe et au sud-est du département (à Luminy, au nord et à l'est de Marseille, à l'est d'Allauch, dans la Sainte-Baume et dans le massif de Notre-Dame de la Garde). Les faciès sont nombreux : calcarénites glauconieuses, marno-calcaires, calcaires siliceux. Le faciès est essentiellement siliceux et glauconieux dans le ravin de Saint-Pons à Gémenos, dans la bordure plissée du massif d'Allauch, dans le massif de la Salette, dans la région de Pichauris ainsi que sur la bordure septentrionale de l'Étoile et d'une partie de la Nerthe.

- **Calcaires et marnes noires du Gargasien** : Cette formation comprend à la fois les marnes grises à céphalopodes, calcaires glauconieux, calcaires siliceux du Gargasien et les marnes noires de l'Albien. On retrouve le Gargasien dans la chaîne de l'Étaque, sur les bords des unités allochtones de l'Étoile et de Peypin, dans la région de la Bédoule, au sud de Cuges, dans les environs de Cassis, dans le ravin de Saint-Pons et dans la bordure méridionale du massif d'Allauch. Les marnes noires sont visibles à Luminy.

- **Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé supérieur** : Du Cénomaniens au Santonien, on passe successivement des calcarénites, marno-calcaires, grès et sables, calcaires à rudistes sur Martigues, aux marnes et grès, calcaires noduleux et calcaires marneux, puis aux calcaires à rudistes, grès, marnes sableuses, calcaires à entroques. Les marnes sont peu épaisses mais présentes dans tous les niveaux. Cette formation s'observe à l'est de Coudoux, dans le chaînon de La Fare, dans la région située au sud de Martigues, dans le synclinal de Méjean-La Redonne, et au nord d'Auriol.

- **Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien-Cénomaniens** : Dans la région de Cassis, le Cénomaniens est représenté par des grès ferrugineux et des marnes sableuses (Cénomaniens supérieur). Les formations deviennent saumâtres ou lagunaires sur la bordure septentrionale du synclinal du Beausset. Le Cénomaniens marneux se rencontre également au nord et au sud d'Aubagne. Le Turonien est davantage gréseux (marnes gréseuses, marnes bleues, calcaires marneux et marnes et sables ligniteux). Les marnes bleues pyriteuses et les calcaires marneux sont bien développés dans la région de Cassis. Dans la région de Martigues, affleurent des grès et de sables jaunes, dans lesquels s'intercalent des horizons ligniteux.

- **Marnes du Coniacien-Santonien** : La formation des « marnes de Ceyreste », épaisse d'une cinquantaine de mètres, est constituée de marnes bleutées, glauconieuses et de calcaires argileux. Les intercalations marneuses du Santonien sont constituées entre Ceyreste et Saint-Cyr-sur-Mer, par des formations marneuses calcaires très sableuses ou marno-gréseuses épaisses d'une centaine de mètres

- **Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-Fuvélien** : Cette formation datée du Valdonien est composée d'argiles, grès et calcaires. Dépassant parfois les 100 m d'épaisseur (vers Port-de-Bouc notamment), elle affleure dans le bassin de l'Arc ainsi qu'au nord-est du Cengle, au pied de la Sainte-Victoire et au sud d'une ligne Cadolive, Mimet, Simiane-Collongue. Le Fuvélien est davantage calcaire (calcaires gris à characées, en plaquettes ou en gros bancs, parfois un peu argileux, utilisés autrefois comme pierre à ciment). Son extension géographique est identique à celle du Valdonien et son épaisseur peut atteindre les 300 m, notamment dans le lambeau de Gardanne. Le Campanien proprement dit est représenté par des calcaires noirs riches en Corbicules et Unios, des marnes, des argilites ligniteuses et des argiles gréseuses. On en retrouve hors du bassin de l'Arc, constitué plus particulièrement de calcaires argileux et de marnes à smectites.

- **Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur**. Cette formation est datée du Bégudien, et formée de poudingues, calcaires, marnes à lentilles de grès et marnes à lentilles de poudingues. On les retrouve sur la bordure du synclinal de l'Arc (avec des marnes riches en smectites et localement attapulгите vers Plan-de-Campagne), au sud-ouest des Pennes-Mirabeau et jusqu'à l'étang de Berre. Au voisinage de la Sainte-Victoire, ainsi que dans la bordure orientale du massif d'Allauch, dans la région d'Auriol et dans le massif de la Sainte-Baume, le Bégudien présente un faciès conglomératique (150 m d'épaisseur). Il est représenté sur le flanc nord des Alpilles par deux ou trois niveaux calcaires, noduleux ou argileux, intercalés dans des marnes grises ou jaunes, à smectites dominantes. Au nord de Martigues, des marnes et argiles du Bégudien alternent avec des barres lenticulaires de poudingues ou de grès sur au moins 400 m d'épaisseur.

- **Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur** : Cette formation, plus argileuse que la précédente, est aussi datée du Bégudien. Les argiles bégudiennes affleurent entre Rognac et Ventabren. Généralement peu calcaires, presque exclusivement à smectites, elles renferment quelques lentilles de grès. Dans le bassin de l'Arc, les argiles et marnes

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

rouges (300 m d'épaisseur), avec des lentilles de grès irrégulièrement réparties, passent sans limite nette au Rognacien vers l'est.

- **Calcaire de la Gare de Rognac** : Il s'agit d'un calcaire lacustre, épais de quelques mètres, avec des intercalations de marnes, à cristaux de gypse centimétriques. Il forme au nord de Rognac une cuesta se prolongeant en contrebas des villages de Velaux et de Ventabren.

- **Argiles et grès du Maestrichtien supérieur (Rognacien)** : Cette formation est représentée par des marnes rouges ou marmorisées à smectites, avec lentilles gréseuses, des argilites gréseuses rouges, des marnes sableuses blanchâtres ou versicolores surmontées par des calcaires lacustres et des argiles calcaire. La puissance du Rognacien inférieur dépasse 250 m dans le synclinal des Baux alors qu'en bordure ouest du plateau de l'Arbois, il n'atteint qu'une centaine de mètres d'épaisseur. Les argiles et grès inférieurs à reptiles du Rognacien affleurent largement dans le bassin de l'Arc.

- **Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur (Rognacien)** : Cette formation datée aussi du Rognacien est plus calcaire que la précédente. On y retrouve des bancs de calcaires lacustres, des argiles et des grès à lentilles calcaires. Les calcaires Rognacien affleurent sur le flanc nord des Alpilles, au Sud-Est de Saint-Rémy jusqu'à Eygalières. Dans le synclinal des Baux leur épaisseur atteint 40 m. Dans la moitié orientale du bassin de l'Arc, les calcaires de Rognac (30 m) commencent souvent par des marnes grises ligniteuses. Des intercalations d'argile rouge se développent vers l'est, surtout à partir de Rousset. Entre Saint-Rémy et Eygalières, au sud de Viret, des marnes roses à smectites et attapulгите ont été distinguées sur le calcaire rognacien et sous un niveau attribué au Vitrollien. Entre l'étang de Berre et le plateau de l'Arbois, des argiles calcaires et des marnes rouges à smectites dominantes atteignent 50 m d'épaisseur. Enfin, au nord et à l'est du plateau du Cengle, au pied de la Sainte-Victoire, les argiles inférieures et supérieures du Rognacien n'ont pas été distinguées. Leur épaisseur cumulée est de l'ordre de 100 à 200 m.

- **Argiles et calcaires argileux du Montien** : En bordure occidentale du plateau de l'Arbois, la partie supérieure du Montien est constituée par des argiles calcaires, des marnes et des calcaires argileux à illite et smectites. Son épaisseur dépasse 50 m au sud-est de Vitrolles. Autour du plateau du Cengle, le Montien présente au sommet des argiles et des marnes rouges généralement kaolino-illitiques (100 m d'épaisseur). Au sud des Alpilles, des argilites carbonatées et des argilites gréseuses représentent la base de l'Éocène. Près des Baux, des argilites rouges reposant sur la barre du Calcaire de Rognac, sont également attribuées au Vitrollien. A l'est du Concors, le Montien est représenté par une série d'argilites lie-de-vin, puissante de 50 m.

- **Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien** : Le Thanétien, représenté par des calcaires argileux, marnes, argiles calcaires rouges ou bariolées, calcaire silicifié ainsi que des calcaires et marnes à characées, se rencontre dans les mêmes secteurs géographiques que le Montien. Le Sparnacien, constitué de calcaires et marnes lacustres, forme le plateau du petit Arbois, à l'est du bassin de décantation du Réaltort, ainsi que les collines au sud de Calas. L'ensemble atteint 50 m d'épaisseur. Dans le bassin de l'Arc, le sommet du Sparnacien est constitué d'argiles rouges (d'une épaisseur de 40 m)

- **Calcaire Lutétien** : Les calcaires blancs lutétiens d'Eygalières dessinent une cuesta presque continue dans le paysage depuis Orgon (Mont Sauvy) jusqu'au village d'Eygalières. Leur épaisseur est très faible à l'est de Saint-Rémy puis augmente régulièrement jusqu'à Orgon (30 m d'épaisseur). Au nord-ouest d'Eygalières, une barre de calcaire à silex (15 m d'épaisseur) surmonte des calcaires argileux (5 m d'épaisseur). Les calcaires blancs lutétiens se retrouvent au nord de Mouriès avec des faciès très variables. Au sud d'Aix-en-Provence, le Lutétien présente trois niveaux : les calcaires de la butte de Cuques blancs ou

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

gris, les calcaires de Montaiquet de teinte grise ou brunâtre, avec quelques lits marneux et ligniteux, et les calcaires de Langesse

- **Sables argileux et marnes de l'Éocène** : Les sables argileux bariolés datés de l'Éocène inférieur se retrouvent sur la butte de Mallemort où ils sont intercalés entre le Rognacien et les calcaires lutétiens à silex. Leur épaisseur est de 25 m. Le Bartonien, représenté par des marnes bariolées et des calcaires blancs à silex est visible au sud de Plan d'Orgon, où affleurent des marnes rougeâtres marmorisées bartoniennes à attapulгите et des calcaires noduleux (épaisseur 50 m).

- **Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié** : Cette formation qui affleure au sud-ouest de Plan-d'Orgon, est constituée à la base de marnes rouges à smectites et kaolinite alternant avec des calcaires à Microcodium en bancs épais. Son épaisseur atteint 20 à 25 m.

- **Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien** : Cette formation correspond à des calcaires lacustres blancs, avec localement des marnes, argiles et grès verts. Le graben, au sud-ouest de la Roque-d'Antheron, à l'extrémité de la chaîne des Costes, est en partie comblé par cette formation (sur 100 mètres d'épaisseur environ). Au sud du département, les faciès sont variés : calcaire de Saint-Pons, calcaires de l'Estaque, marnes, calcaires de Saint-Pierre et calcaire de Piedautry constitué d'une alternance de calcaires et de marnes grises, affleurant à l'ouest d'Allauch. Les formations détritiques du Stampien (argiles et poudingues, lentilles calcaires, brèches de base) sont très variées et s'accumulent sur de très grandes puissances (environ 1000 m) dans le bassin de Marseille, mais sont moins épaisses dans la vallée de l'Huveaune. En dehors de la banlieue nord de Marseille (argiles de Saint-Henri et de Saint-André), on observe surtout une formation argilo-gréseuse et conglomératique au sein de laquelle les variations latérales et verticales de faciès sont très rapides.

- **Formation des Milles de l'Oligocène moyen** : La formation des Milles est constituée essentiellement d'argiles rouges, renfermant des bancs gréseux et des lentilles conglomératiques. Dans le secteur de Rognes, son épaisseur est de 100 m. Elle constitue le soubassement de la Trévaresse. Dans le bassin d'Aix, elle recèle 5 niveaux d'argiles plus ou moins sableuses à passées conglomératiques alternant avec 5 niveaux de conglomérats à ciment argilo-sableux. Sa puissance est de 250 à 300 m.

- **Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur** : Les formations de l'Oligocène correspondent aux calcaires en plaquettes et marnes à gypse, aux sables siliceux (des Figons) et aux grès, conglomérat, marnes et argiles du Bassin de Marseille. On les retrouve au nord de la chaîne de la Trévaresse, dans le village d'Eguilles au nord d'Aix et dans la partie nord-ouest du bassin de Marseille où la séquence argileuse est exploitée en carrières. Le Miocène inférieur (Aquitaniens supérieur) est représenté par la formation du Cap de Nantes (marnes et calcaires), la formation saumâtre de Rousset (marnes et sables) et la formation de Sausset (sables, marnes et calcaires). Ces trois formations affleurent sur le littoral de la côte Bleue.

- **Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur** : L'Oligocène moyen et supérieur est représenté par les calcaires lacustres (d'Eguilles et de la Trévaresse) et la formation du Rouet (affleurant à Lambesc et Aix, et à l'est de Carry-le-Rouet). Cette formation est également constituée de formations remaniées (Trias à Oligocène) : mélange très hétérométrique de blocs de calcaires du Muschelkalk et de cargneules du Keuper, emballés par de l'argile jaune ou rouge, mais renfermant aussi des calcaires jurassiques et crétacés, des passées de sables, des quartzites, et des phanites, visibles dans la vallée de l'Huveaune, en amont du Pont-de-l'Étoile et jusqu'à Saint-Zacharie. Les conglomérats de Saint-Julien et les brèches du Cap de la Vierge correspondent au Tertiaire indéterminé.

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

Enfin, la formation de Carry formée de marnes et de calcaires correspond à l'Aquitaniens supérieur

- **Calcaire marneux du Burdigalien** : Cette formation regroupe les calcaires marneux et les cailloutis de base des calcarénites blanches, dont les calcaires du Plan de Sausset. Le versant sud des Alpilles, à l'ouest du vallon des Baux montre des affleurements quasi continus de calcaires blancs burdigaliens (Pierre de Fontvieille). A la base, et localement, on rencontre soit des lentilles et de cailloutis à petits galets quartzeux et à enduits glauconieux, soit des horizons à lithotamniés en boules. Dans la Montagnette, des calcaires fins friables du Burdigalien sont intercalés de petits lits marneux.

- **Sables, molasse et argile du Burdigalien** : Cette formation est visible dans la zone de Saint-Mitre où elle est représentée par une formation de marnes sableuses grises (15 m d'épaisseur) qui montre vers le haut des petits bancs de grès calcaires fins intercalés. Au cap Couronne, la formation, dite des Tamaris, (10 à 15 m d'épaisseur) est à dominante argileuse. Enfin, les sables verts gris à galets surmontés de molasses coquillères sont visibles au nord de Salon-de-Provence.

- **Marnes sableuses micacées de l'Helvétien** : Dans la région de Salon-de-Provence, ainsi que dans le massif de Vernègues, les calcarénites de l'Helvétien présentent des formations marneuses avec de haut en bas : des marnes sableuses alternant avec des grès calcaires glauconieux, des marnes micacées à dépôts de type varves, sous une molasse et des grès. Au sud de Salon-de-Provence, on note, au sommet des marnes sableuses micacées, de fines intercalations de marnes gris-beige et de sables fins peu cohérents. Les sables se consolident localement pour donner des intercalations lenticulaires de grès très dur.

- **Argile calcaire d'Istres du Vindobonien** : Ces argiles calcaires bleue et jaune, coquillères sont visibles à Istres, où l'Helvétien débute, à la base, par 15 m d'argiles calcaires bleues, finement zonées, altérées en jaune à la partie supérieure. Ces argiles ont été exploitées entre les étangs d'Engrenier et de l'Estomac.

- **Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien** : Cette formation se compose de calcaires et marnes sableuses, des sables et grès du Castellane, verts surmontés de grès calcaires grossiers et d'argile calcaire bleue, de grès calcaires et calcarénites. On l'observe sous le Quaternaire de la Petite-Crau de Saint-Rémy, à l'est de Saint-Etienne-du-Grès et au nord-est de Fontvieille ainsi qu'au sud d'Aureille où les marnes sableuses présentent localement (collines de Miramas) des intercalations de grès calcaires. L'argile calcaire de Saint-Chamas présente au sommet des sables glauconieux a une épaisseur de 30 m environ. Les marnes bleues de Bayanne et de Saint-Chamas sont des argiles calcaires micacées grises avec, dans la partie supérieure, des intercalations de bancs de biocalcirudites roussâtres. Les épaisseurs sont de 30 m vers Bayanne et de 50 m vers Saint-Chamas.

- **Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole)** : Le Tortonien est représenté par des molasses, des sables molassiques, des poudingues, des marnes et des calcaires. Dans le bassin de Puyricard, il est couronné par un calcaire lacustre. Au-dessous, les sables molassiques passent à des argiles bleues (sur 20 m d'épaisseur). Dans le golfe de Jouques, les faciès sont variés, allant de la calcarénite au sable, et les calcarénites (molasses) passent latéralement à des marnes dans la ville d'Aix. Le Tortonien lacustre affleure au nord de Lambesc sous la forme de calcaire blanc, compact ou crayeux (10 à 15 m d'épaisseur). Il forme également de grands entablements sur le versant en rive gauche de la Durance. Le Miocène terminal continental, formé de conglomérats, brèches, marnes rouges et du faciès de Font-de-Pré (marnes gréseuse et travertins) est visible dans la région de Jouques et de Puyricard et au niveau de Cadarache

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

où affleure la terminaison sud-ouest de la formation de Valensole. Enfin, les marnes et marnes sableuses marines du Plaisancien affleurent à l'ouest d'Eyguières et dans le secteur d'Arles, au Grand-Fourchon.

- **Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire)** : Cette formations se compose de tourbes et limons tourbeux présents à l'ouest de Mouriès, au marais de Mayanne et au nord-ouest de Fos-sur-Mer. Les limons sont présents le long du Rhône et sur l'ensemble de son delta. Ils affleurent également au nord et au sud de la Crau. Des limons palustres récents se rencontrent en aval du cône de déjection de Saint-Andiol. Enfin, on retrouve dans cette formation des sables fluviatiles ou éoliens du Villafranchien, en particulier à l'ouest d'Eyguières avec la formation des « sables des Gaudes » constituée de sables de couleur jaune clair, à stratification oblique (fluviatile ou éolienne) et à minces passées d'éboulis calcaires et de débris coquilliers. Ces sables sont riches en montmorillonite.

- **Colluvions (Quaternaire)** : Cette formation regroupe l'ensemble des formations de colluvions du département. On y retrouve des limons et des cailloutis occupant des fonds de vallons ou des hauts de versants, des limons et des cailloutis provenant de glissements sur les pentes et de ruissellements aréolaires, ainsi que des éboulis récents notamment sur les communes d'Alleins, Vergnègues et Aurons au nord du département. Une formation composée de sables, limons, argiles, graviers et galets est visible au nord et au sud des Alpilles, ainsi qu'en contrebas ou sur les versants de massifs ou de reliefs comme la Montagnette et le Cengle ainsi qu'au sud de Miramas et d'Istres. Enfin, les colluvions limono-sableuses brun foncé et les limons, rouge brun, peu épais, provenant du lessivage du sol d'altération qui affecte toute la Crau composent également cette formation. Les argiles sont représentées par de l'illite, de la kaolinite, de la chlorite et des interstratifiés illite-montmorillonite.

- **Marnes et argiles quaternaires** : Les marnes et sables lacustres de Barbegal (15 m d'épaisseur) affleurent à l'est d'Arles. Ce sont des marnes à smectites, plastiques, rouges et jaunes, à passées limoneuses ou sablo-gréseuses et petites lentilles caillouteuses à éléments calcaires. Elles recouvrent à Barbegal et au nord-est de l'étang d'Entressen, les marnes sableuses miocènes et, à l'étang des Aulnes, les argiles plaisanciennes reconnues en sondage. A l'ouest de Barbegal et de part et d'autre de Saint-Martin-de-Crau, les alluvions à galets sont séparées par un niveau intercalaire d'argiles jaunes et roses de 2 à 5 mètres de puissance. On y associe également les Marnes lacustres et tufs (Villafranchien).

- **Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire)** : Les alluvions fluviatiles présentent sur le département se composent de graviers et galets à intercalations sableuses et limoneuses (alluvions villafranchiennes) et de cailloutis duranciens à galets siliceux (alluvions wurmiennes). Les premières constituent les alluvions rhodaniennes de la Petite Crau et de Caumont (galets mêlés de limons et d'argiles rubéfiés) ; les autres correspondent à la nappe de la Crau de Miramas affleurant très largement au nord-ouest de l'Étang de Berre. Les cônes de déjection torrentiels rissiens sont formés de cailloutis. Les cônes de déjection wurmiens se retrouvent sur les versants des massifs de Marseilleveyre et de Carpiagne, ainsi que dans la vallée du Jarret, vers Château-Gombert et Plan-de-Cuques, au sud du massif de l'Étoile.

- **Alluvions à limons argileux** : Cette formation Quaternaire regroupe des alluvions fluviatiles à limons argileux et des cônes torrentiels récents. Au nord-est de Miramas (la Ménarde), cette formation détritique comprend à la base des sables argileux gris et au sommet des conglomérats calcaires avec des lentilles de graviers ou de sables argileux (riches en montmorillonite). Les alluvions rissiennes à galets calcaires et siliceux sont largement représentées entre le Grand Rhône et Saint-Martin-de-Crau et sont constituées

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION*

de cailloutis à galets, à ciment sablo-gréseux. Les argiles sont représentées par l'illite dominante avec des traces de chlorite et de complexes gonflants. Les passées marno-sableuses sont riches en montmorillonite. Enfin, les alluvions fluviatiles récentes correspondent à des sables, limons, graviers et galets, et sont présentes essentiellement dans la Durance, le long de l'Huveaune et de l'Arc et à l'ouest de Salon-de-Provence. Ont été associés également les « *terra-rossa* » karstiques correspondant à des terres rouges formées par évolution pédologique fersiallisante de matériaux silicatés présents sur les karsts.

ANNEXE 2

Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse.

Ce sont des sols fins comprenant une proportion importante de minéraux argileux et le plus souvent dénommés « argiles », « glaises », « marnes » ou « limons ». Ils sont caractérisés notamment par une consistance variable en fonction de la quantité d'eau qu'ils renferment : plastiques, collant aux mains, lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché.

Les sols argileux se caractérisent essentiellement par une grande influence de la teneur en eau sur leur comportement mécanique.

1. Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

Par suite d'une modification de leur teneur en eau, les terrains superficiels argileux varient de volume : retrait lors d'une période d'assèchement, gonflement lorsqu'il y a apport d'eau. Cette variation de volume est accompagnée d'une modification des caractéristiques mécaniques de ces sols.

Ces variations sont donc essentiellement gouvernées par les conditions météorologiques, mais une modification de l'équilibre hydrique établi (imperméabilisation, drainage, concentration de rejet d'eau pluviale....) ou une conception des fondations du bâtiment inadaptée à ces terrains sensibles peut tout à fait jouer un rôle pathogène.

La construction d'un bâtiment débute généralement par l'ouverture d'une fouille qui se traduit par une diminution de la charge appliquée sur le terrain d'assise. Cette diminution de charge peut provoquer un gonflement du sol en cas d'ouverture prolongée de la fouille (c'est pourquoi il est préconisé de limiter au maximum sa durée d'ouverture).

La contrainte appliquée augmente lors de la construction du bâtiment, et s'oppose plus ou moins au gonflement éventuel du sol. On constate en tout cas que plus le bâtiment est léger, plus la surcharge sur le terrain sera faible et donc plus l'amplitude des mouvements liés au phénomène de retrait-gonflement sera grande.

Une fois le bâtiment construit, la surface du sol qu'il occupe devient imperméable. L'évaporation ne peut plus se produire qu'en périphérie de la maison. Il apparaît donc un gradient entre le centre du bâtiment (où le sol est en équilibre hydrique) et les façades, ce qui explique que les fissures apparaissent de façon préférentielle dans les angles (cf. fig. 1).

Une période de sécheresse provoque le retrait qui peut aller jusqu'à la fissuration du sol. Le retour à une période humide se traduit alors par une pénétration d'autant plus brutale de l'eau dans le sol par l'intermédiaire des fissures ouvertes, ce qui entraîne des phénomènes de gonflement. Le bâtiment en surface est donc soumis à des mouvements différentiels alternés dont l'influence finit par amoindrir la résistance de la structure. Contrairement à un phénomène de tassement des sols de remblais, dont les effets diminuent avec le temps, les désordres liés au retrait-gonflement des sols argileux évoluent d'abord lentement puis s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)
NOTE DE PRESENTATION

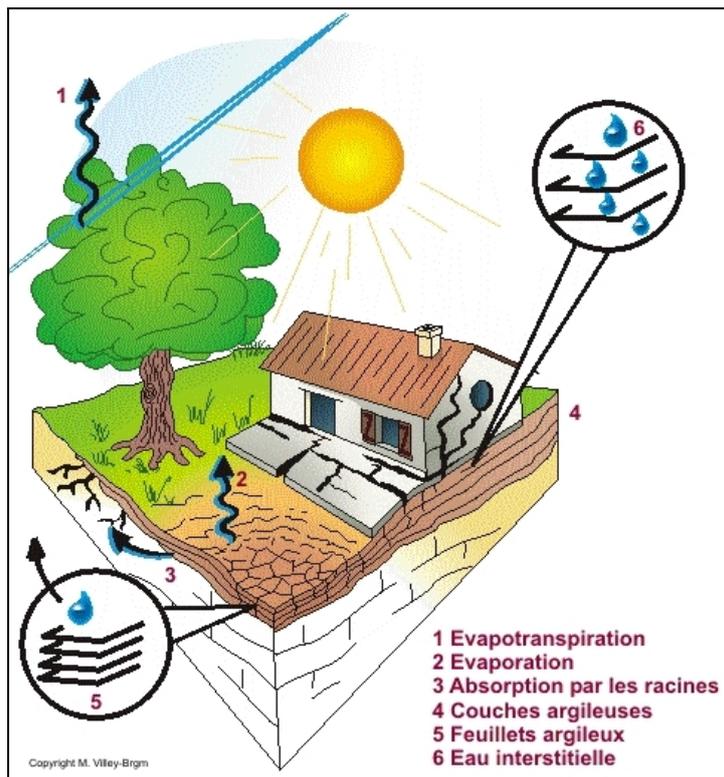


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

Retrait et gonflement sont deux mécanismes liés. Il arrive que leurs effets se compensent (des fissures apparues en été se referment parfois en hiver), mais la variabilité des propriétés mécaniques des sols de fondations et l'hétérogénéité des structures (et des régimes de contraintes) font que les phénomènes sont rarement complètement réversibles.

L'intensité de ces variations de volume, ainsi que la profondeur de terrain affectée par ces mouvements de « retrait-gonflement » dépendent essentiellement :

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 3 à 5 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables ;
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...) ;
- de facteurs d'environnement tels que :
 - . la végétation ;
 - . la topographie (pente) ;
 - . la présence d'eaux souterraines (nappe, source...) ;
 - . l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

Ces considérations générales sur le mécanisme de retrait-gonflement permettent de mieux comprendre comment se produisent les sinistres « sécheresse » liés à des mouvements différentiels du sol argileux et quels sont les facteurs qui interviennent dans le processus. On

distingue pour cela les facteurs de prédisposition (conditions nécessaires à l'apparition de ce phénomène), qui déterminent la répartition spatiale de l'aléa, et des facteurs qui vont influencer ce phénomène soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

2. Facteurs intervenant dans le mécanisme

2.1. Facteurs de prédisposition

Il s'agit des facteurs dont la présence induit le phénomène de retrait-gonflement mais ne suffit pas à le déclencher. Ces facteurs sont fixes ou évoluent très lentement avec le temps. Ils conditionnent la répartition spatiale du phénomène et permettent de caractériser la susceptibilité du milieu.

Vis à vis du phénomène de retrait-gonflement, la nature lithologique du sol constitue le facteur de prédisposition prédominant. Les terrains susceptibles de retrait-gonflement sont des formations argileuses au sens large, mais leur nature peut être très variable : dépôts sédimentaires argileux, calcaires argileux, marno-calcaires, dépôts alluvionnaires, colluvions, roches éruptives ou métamorphiques altérées, etc.

La géométrie de la formation géologique a une influence dans la mesure où l'épaisseur de la couche de sol argileux joue sur l'amplitude du phénomène. Une formation argileuse continue sera plus dangereuse qu'un simple inter-lit argileux entre deux bancs calcaires. Mais cette dernière configuration peut dans certains cas conduire néanmoins à l'apparition de désordres.

Le facteur principal est cependant lié à la nature minéralogique des composants argileux présents dans le sol. Un sol est généralement constitué d'un mélange de différents minéraux dont certains présentent une plus grande aptitude au phénomène de retrait-gonflement. Il s'agit essentiellement des smectites (famille de minéraux argileux tels que la montmorillonite), de certains interstratifiés, de la vermiculite et de certaines chlorites.

Les conditions d'évolution du sol après dépôt jouent également. Le contexte paléoclimatique auquel le sol a été soumis est susceptible de provoquer une évolution de sa composition minéralogique : une altération en climat chaud et humide (de type intertropical) facilite la formation de minéraux argileux gonflants. L'évolution des contraintes mécaniques appliquées intervient aussi : un dépôt vasard à structure lâche sera plus sensible au retrait qu'un matériau « surconsolidé » (sol ancien ayant subi un chargement supérieur à celui des terrains sus-jacents actuels), lequel présentera plutôt des risques de gonflement.

2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants

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).

Certains de ces facteurs ont plutôt un rôle aggravant : ils ne suffisent pas à eux seuls à déclencher le phénomène, mais leur présence contribue à en alourdir l'impact.

2.2.1. Phénomènes climatiques

Les variations climatiques constituent le principal facteur de déclenchement. Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapotranspiration.

En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contribuent en effet fortement aux variations de teneurs en eau dans la tranche superficielle des sols (que l'on peut considérer comme les deux premiers mètres sous la surface du sol).

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). Elle est mesurée dans quelques stations météorologiques mais ne constitue jamais qu'une approximation puisqu'elle 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 très difficile de relier la répartition dans le temps des hauteurs de pluies efficaces avec l'évolution des teneurs en eau dans le sol, même si l'on observe évidemment qu'après une période de sécheresse prolongée la teneur en eau dans la tranche superficielle de sol a tendance à diminuer tandis que l'épaisseur de la tranche de sol concernée par la dessiccation augmente, 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'évaporation mais aussi le ruissellement), mais toute la difficulté est de connaître la réserve utile des sols, c'est-à-dire leur capacité à emmagasiner de l'eau et à la restituer ensuite (par évaporation ou en la transférant à la végétation par son système racinaire). Les bilans établis selon la méthode de Thornthwaite supposent arbitrairement que la réserve utile des sols est pleine en début d'année, alors que les évolutions de celle-ci peuvent être très variables.

2.2.2. Actions anthropiques

Certains sinistres « sécheresse » ne sont pas déclenchés par un phénomène climatique, par nature imprévisible, mais par une action humaine.

Des travaux d'aménagement, en modifiant la répartition des écoulements superficiels et souterrains, ainsi que les possibilités d'évaporation naturelle, peuvent entraîner des modifications dans l'évolution des teneurs en eau de la tranche de sol superficielle.

La mise en place de drains à proximité d'un bâtiment peut provoquer un abaissement local des teneurs en eau et entraîner des mouvements différentiels au voisinage. Inversement, une fuite dans un réseau enterré augmente localement la teneur en eau et peut provoquer, outre une érosion localisée, un gonflement du sol qui déstabilisera un bâtiment situé à proximité. Dans le cas d'une conduite d'eaux usées, le phénomène peut d'ailleurs être aggravé par la présence de certains ions qui modifient le comportement mécanique des argiles et accentuent leurs déformations.

La concentration d'eau pluviale ou de ruissellement au droit de la construction joue en particulier un rôle pathogène déterminant.

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

Enfin, des défauts de conception de la construction tant au niveau des fondations (ancrage à des niveaux différents, bâtiment construit sur sous-sol partiel, etc.) que de la structure elle-même (par exemple, absence de joints entre bâtiments accolés mais fondés de manière différente) constituent un facteur aggravant indéniable qui explique l'apparition de désordres sur certains bâtiments, même en période de sécheresse à caractère non exceptionnel.

2.2.3. Conditions hydrogéologiques

La présence ou non d'une nappe, ainsi que l'évolution de son niveau en période de sécheresse, jouent un rôle important dans les manifestations du phénomène de retrait-gonflement.

La présence d'une nappe permanente à faible profondeur (c'est-à-dire à moins de 4 m sous le terrain naturel) permet en général d'éviter la dessiccation de la tranche de sol superficielle.

Inversement, le rabattement de la nappe (sous l'influence de pompages situés à proximité, ou du fait d'un abaissement généralisé du niveau) ou le tarissement des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse provoque une aggravation de la dessiccation dans la tranche de sol soumise à l'évaporation.

Pour exemple, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sableuse habituellement saturée en eau, le dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

2.2.4. Topographie

Hormis les phénomènes de reptation en fonction de la pente, les constructions sur terrain pentu peuvent être propices à l'apparition de désordres issus de mouvements différentiels du terrain d'assise sous l'effet de retrait-gonflement.

En effet, plusieurs caractères propres à ces terrains sont à considérer :

- le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui accentue le phénomène de dessiccation du sol ;
- 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 ;
- les fondations étant généralement descendues partout à la même cote se trouvent de fait ancrées plus superficiellement du côté aval ;
- enfin, les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eaux dans les couches superficielles le long du versant. Le sol à l'amont tend donc à conserver une teneur en eau plus importante qu'à l'aval.

2.2.5. Végétation

La présence de végétation arborée à proximité d'un édifice construit sur sol sensible peut, à elle seule, constituer un facteur déclenchant, même si, le plus souvent, elle n'est qu'un élément aggravant.

Les racines des arbres soutirent l'eau contenue dans le sol, par un mécanisme de succion. Cette succion crée une dépression locale autour du système racinaire, ce qui se traduit par un gradient de teneur en eau dans le sol. Celui-ci étant en général faiblement perméable du fait de sa nature argileuse, le rééquilibrage des teneurs en eau est très lent.

Ce phénomène de succion peut alors provoquer un tassement localisé du sol autour de l'arbre. Si la distance au bâtiment n'est pas suffisante, cela peut entraîner des désordres au niveau des fondations, et à terme sur la bâtisse elle-même.

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a besoin de plus d'eau. Ainsi on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les plus dangereux

du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait, sont les chênes, les peupliers, les saules et les cèdres. Des massifs de buissons ou arbustes situés près des façades peuvent cependant causer aussi des dégâts.

Par ailleurs, des risques importants de désordres par gonflement de sols argileux sont susceptibles d'apparaître, souvent plusieurs années après la construction de bâtiments, lorsque ces derniers ont été implantés sur des terrains anciennement boisés et qui ont été défrichés pour les besoins du lotissement. La présence de ces arbres induisait en effet une modification importante de l'équilibre hydrique du sol, et ceci sur plusieurs mètres de profondeur. Leur suppression se traduit par une diminution progressive de la succion, l'eau infiltrée n'étant plus absorbée par le système racinaire. Il s'ensuit un réajustement du profil hydrique, susceptible d'entraîner l'apparition d'un gonflement lent mais continu.

2.3. Mécanismes et manifestations des désordres

Les mouvements différentiels du terrain d'assise d'une construction se traduisent par l'apparition de désordres qui affectent l'ensemble du bâti et qui sont en général les suivants :

Gros-œuvre :

- fissuration des structures enterrées ou aériennes ;
- déversement de structures fondées de manière hétérogène ;
- désencastrement des éléments de charpente ou de chaînage ;
- dislocation des cloisons.

Second-œuvre :

- distorsion des ouvertures ;
- décollement des éléments composites (carrelage, plâtres...) ;
- rupture de tuyauteries et canalisations.

Aménagement extérieur :

- fissuration des terrasses ;
- décollement des bâtiments annexes, terrasses, perrons ;

La nature, l'intensité et la localisation de ces désordres dépendent de la structure de la construction, du type de fondation réalisée et bien sûr de l'importance des mouvements différentiels de terrain subis.

L'exemple type de la maison sinistrée par la sécheresse est :

- une maison individuelle (structure légère) ;
- à simple rez-de-chaussée avec dallage sur terre-plein voire sous-sol partiel ;
- fondée de façon relativement superficielle, généralement sur des semelles continues, peu ou non armées et peu profondes (inférieur à 80 cm) ;
- avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage horizontal ;

et reposant sur un sol argileux.

ANNEXE 3

Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département des Bouches-du-Rhône à la date du 31 mai 2007
(données www.prim.net)

| INSEE | Commune | Date début | Date fin | Date arrêté | Date JO |
|-------|-----------------|------------|------------|-------------|------------|
| 13001 | Aix-en-Provence | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 18/05/1993 | 12/06/1993 |
| | | 01/01/1992 | 28/02/1993 | 30/06/1994 | 09/07/1994 |
| | | 01/01/1993 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 11/01/2005 | 01/02/2005 |
| 13002 | Allauch | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/08/1993 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/09/1993 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| 13005 | Aubagne | 01/09/1988 | 30/04/1989 | 18/08/1995 | 08/09/1995 |
| | | 01/05/1989 | 31/12/1990 | 14/01/1992 | 05/02/1992 |
| | | 01/01/1991 | 30/09/1993 | 03/03/1995 | 17/03/1995 |
| | | 01/10/1993 | 31/12/1998 | 19/05/1999 | 05/06/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13013 | Belcodène | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| 13014 | Berre-l'étang | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 01/08/2002 | 22/08/2002 |
| 13015 | Bouc-Bel-Air | 01/05/1989 | 31/12/1990 | 14/01/1992 | 05/02/1992 |
| | | 01/01/1991 | 31/08/1993 | 27/05/1994 | 10/06/1994 |
| | | 01/09/1993 | 31/05/1998 | 18/09/1998 | 03/10/1998 |
| | | 01/06/2001 | 30/06/2001 | 30/04/2002 | 05/05/2002 |
| 13016 | Bouilladisse | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/04/1997 | 02/02/1998 | 18/02/1998 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 30/04/2002 | 05/05/2002 |

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)*

NOTE DE PRESENTATION

| INSEE | Commune | Date début | Date fin | Date arrêté | Date JO |
|--------------|----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 13019 | Cabriès | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13020 | Cadolive | 01/05/1989 | 30/09/1993 | 03/03/1995 | 17/03/1995 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13025 | Châteauneuf-le-Rouge | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13031 | Destrousse | 01/06/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13032 | Éguilles | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/01/1993 | 31/12/1998 | 19/05/1999 | 05/06/1999 |
| 13033 | Ensuès-la-Redonne | 01/06/1989 | 30/06/1991 | 17/12/2002 | 08/01/2003 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 17/12/2002 | 08/01/2003 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 17/12/2002 | 08/01/2003 |
| 13036 | Eyragues | 01/01/1990 | 30/06/1991 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13037 | Fare-les-Oliviers | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 16/08/1993 | 03/09/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13039 | Fos-sur-Mer | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 30/06/1994 | 09/07/1994 |
| 13040 | Fuveau | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 16/08/1993 | 03/09/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| 13041 | Gardanne | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13042 | Gémenos | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 06/07/2001 | 18/07/2001 |
| 13043 | Gignac-la-Nerthe | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 08/01/1996 | 28/01/1996 |
| | | 01/01/1993 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 03/10/2003 | 19/10/2003 |
| 13046 | Gréasque | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/08/1993 | 27/05/1994 | 10/06/1994 |
| | | 01/09/1993 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13051 | Lançon-Provence | 01/05/1989 | 30/09/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 03/10/2003 | 19/10/2003 |
| 13054 | Marignane | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 30/06/1994 | 09/07/1994 |
| | | 01/01/1992 | 31/12/1997 | 12/06/1998 | 01/07/1998 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 12/03/2002 | 28/03/2002 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 30/04/2002 | 05/05/2002 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13055 | Marseille | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13056 | Martigues | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| 13060 | Meyreuil | 01/05/1989 | 30/06/1991 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13062 | Mimet | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/12/1992 | 06/09/1993 | 19/09/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/09/1994 | 03/04/1996 | 17/04/1996 |
| | | 01/10/1994 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 11/01/2005 | 01/02/2005 |
| 13070 | Penne-sur-Huveaune | 01/09/1988 | 31/12/1995 | 01/10/1996 | 17/10/1996 |
| | | 01/01/1996 | 31/12/1998 | 22/06/1999 | 14/07/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 03/10/2003 | 19/10/2003 |
| 13071 | Pennes-Mirabeau | 01/05/1989 | 31/03/1997 | 17/12/1997 | 30/12/1997 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 30/04/2002 | 05/05/2002 |

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône)*

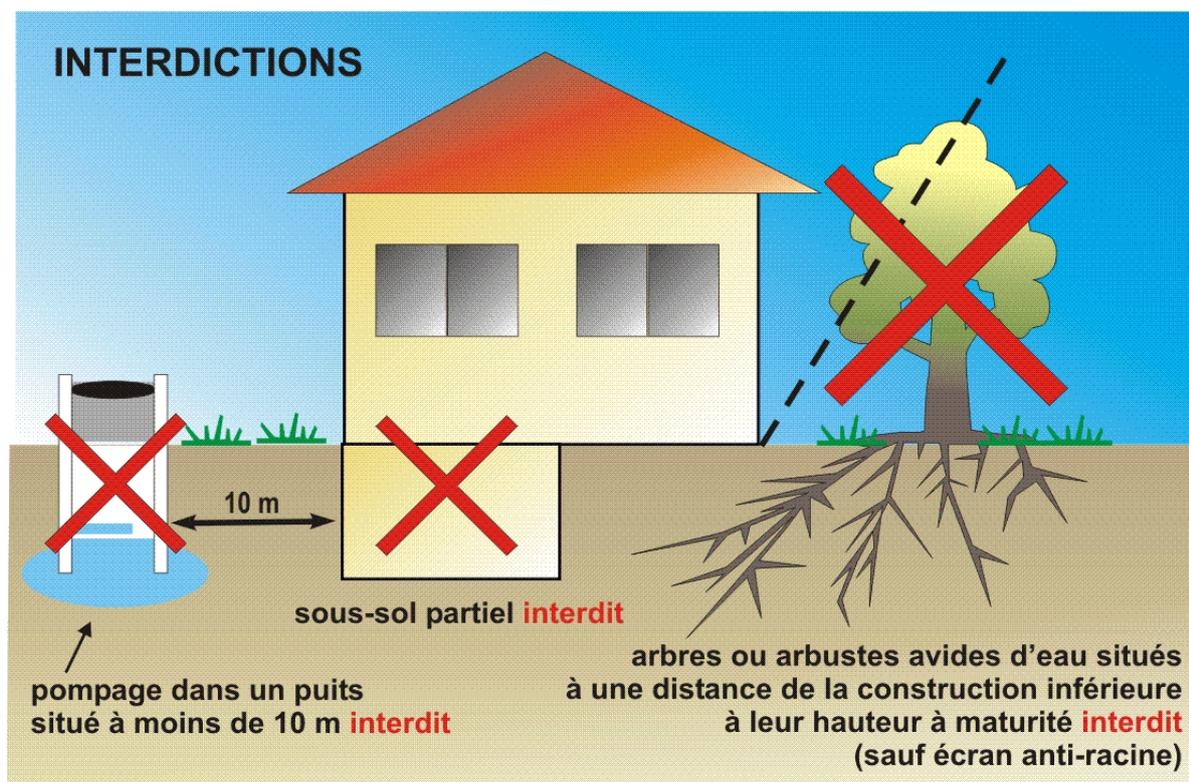
NOTE DE PRESENTATION

| INSEE | Commune | Date début | Date fin | Date arrêté | Date JO |
|--------------|----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 13072 | Peynier | 01/05/1989 | 31/12/1990 | 14/01/1992 | 05/02/1992 |
| | | 01/01/1991 | 30/06/1991 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1994 | 28/02/1994 | 15/11/1994 | 24/11/1994 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 30/04/2003 | 22/05/2003 |
| 13073 | Peypin | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 30/04/2003 | 22/05/2003 |
| 13075 | Plan-de-Cuques | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/01/1993 | 30/09/1993 | 03/03/1995 | 17/03/1995 |
| | | 01/10/1993 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| 13077 | Port-de-Bouc | 01/01/1991 | 30/06/1991 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13081 | Rognac | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13084 | Roque-d'Anthéron | 01/05/1989 | 30/04/1997 | 09/04/1998 | 23/04/1998 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 06/07/2001 | 18/07/2001 |
| 13085 | Roquefort-la-Bédoule | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13086 | Roquevaire | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/01/1993 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13087 | Rousset | 01/09/1988 | 31/12/1991 | 15/11/1994 | 24/11/1994 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| 13088 | Rove | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/01/1993 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 30/04/2003 | 22/05/2003 |
| 13101 | Saint-Savournin | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/01/1993 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13102 | Saint-Victoret | 01/05/1989 | 30/04/1998 | 18/09/1998 | 03/10/1998 |
| | | 01/05/1998 | 30/06/1998 | 29/10/2002 | 09/11/2002 |
| 13104 | Sausset-les-Pins | 01/05/1989 | 30/06/1991 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1992 | 30/06/1993 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 03/10/2003 | 19/10/2003 |
| 13107 | Simiane-Collongue | 01/05/1989 | 31/12/1992 | 06/12/1993 | 28/12/1993 |
| | | 01/01/1993 | 31/12/1998 | 19/03/1999 | 03/04/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13110 | Trets | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 16/08/1993 | 03/09/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/09/1993 | 03/03/1995 | 17/03/1995 |
| | | 01/10/1993 | 31/03/1998 | 10/08/1998 | 22/08/1998 |
| | | 01/04/1998 | 30/06/1998 | 27/12/2000 | 29/12/2000 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 30/04/2003 | 22/05/2003 |
| 13112 | Velaux | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 30/04/1993 | 24/10/1995 | 31/10/1995 |
| | | 01/05/1993 | 31/10/1998 | 23/02/1999 | 10/03/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13113 | Venelles | 01/05/1989 | 31/12/1993 | 18/03/1996 | 17/04/1996 |
| | | 01/10/1994 | 31/12/1998 | 19/05/1999 | 05/06/1999 |
| 13114 | Ventabren | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 25/01/1993 | 07/02/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/12/1997 | 15/07/1998 | 29/07/1998 |
| | | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 01/08/2002 | 22/08/2002 |
| 13117 | Vitrolles | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 29/10/2002 | 09/11/2002 |
| 13118 | Coudoux | 01/05/1989 | 31/12/1991 | 16/08/1993 | 03/09/1993 |
| | | 01/01/1992 | 31/12/1998 | 22/06/1999 | 14/07/1999 |
| | | 01/01/2002 | 30/06/2002 | 25/08/2004 | 26/08/2004 |
| 13119 | Carnoux-en-Provence | 01/01/1998 | 30/06/1998 | 17/12/2002 | 08/01/2003 |

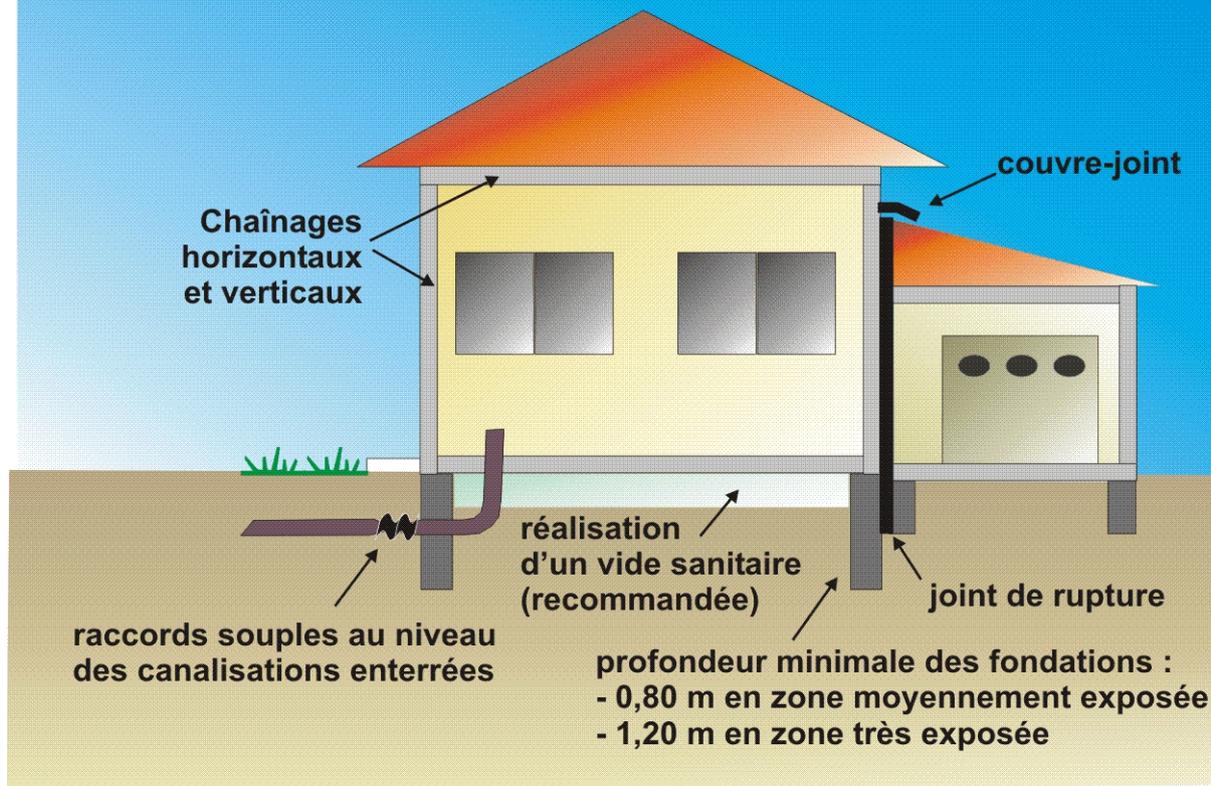
ANNEXE 4

Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

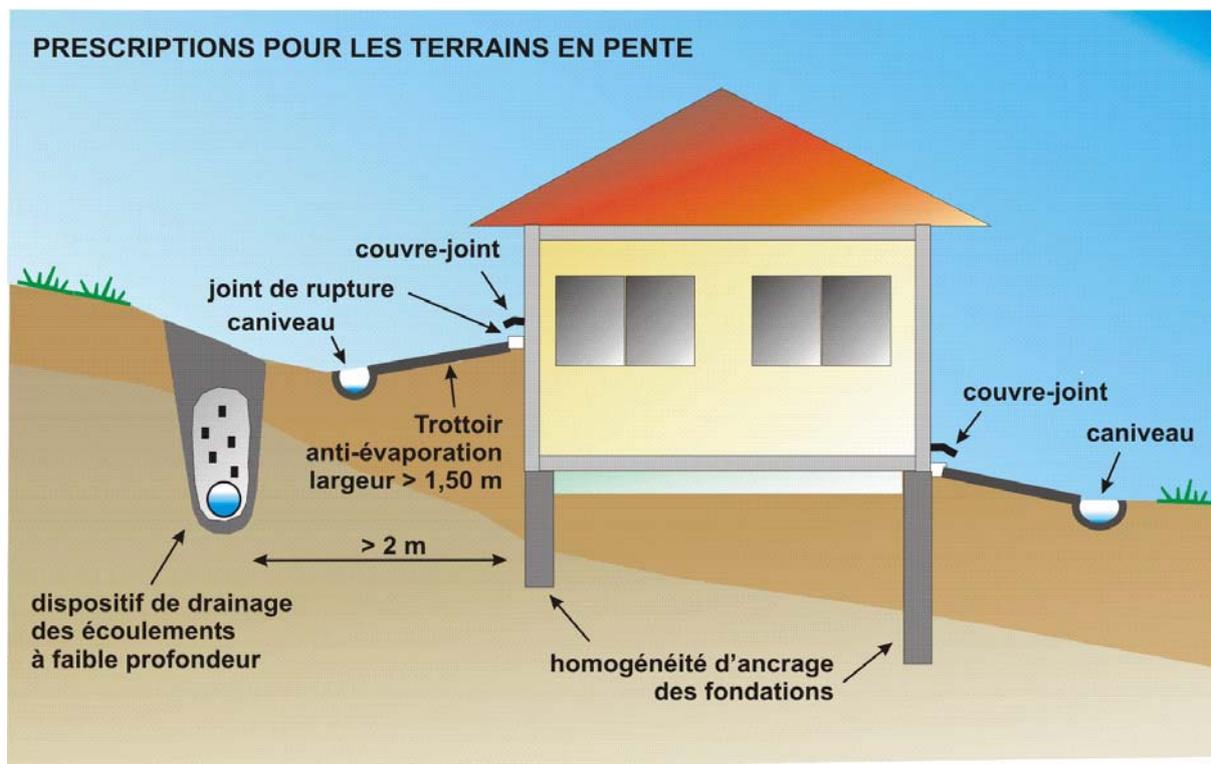
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans les zones réglementées par le PPR. Suivant le type de construction (existante ou projetée) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement pour obtenir toutes les précisions nécessaires.

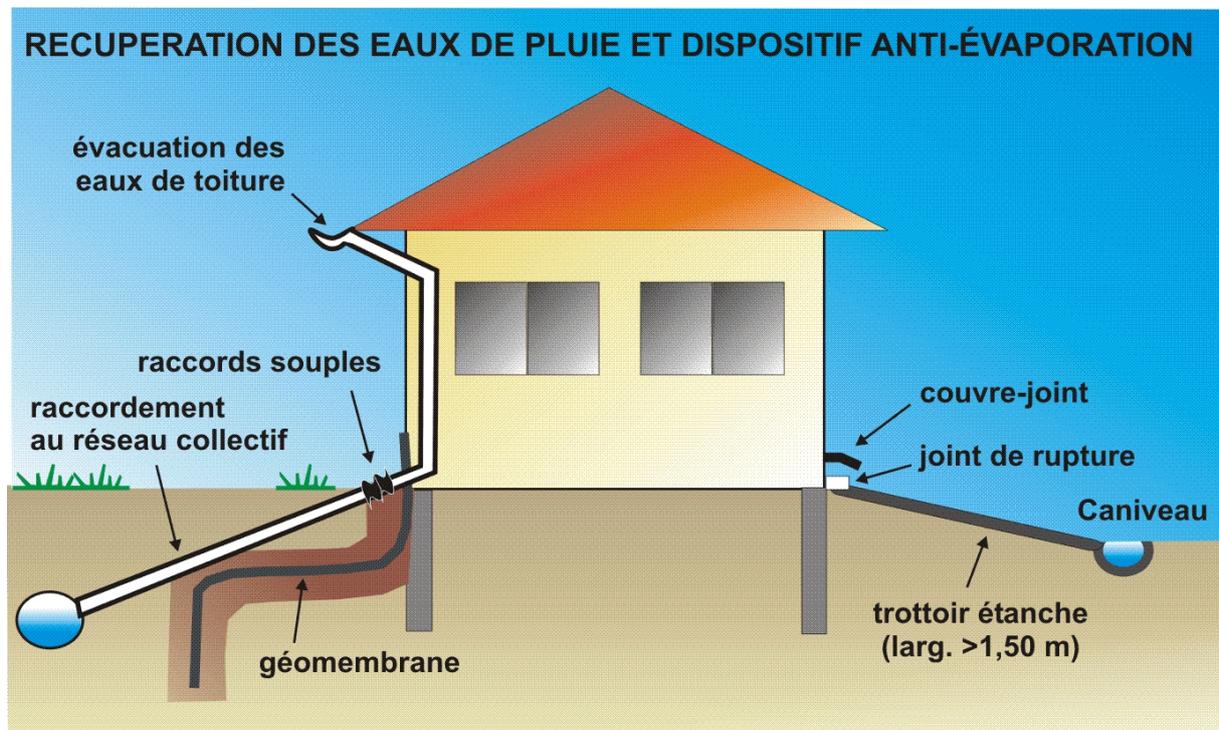
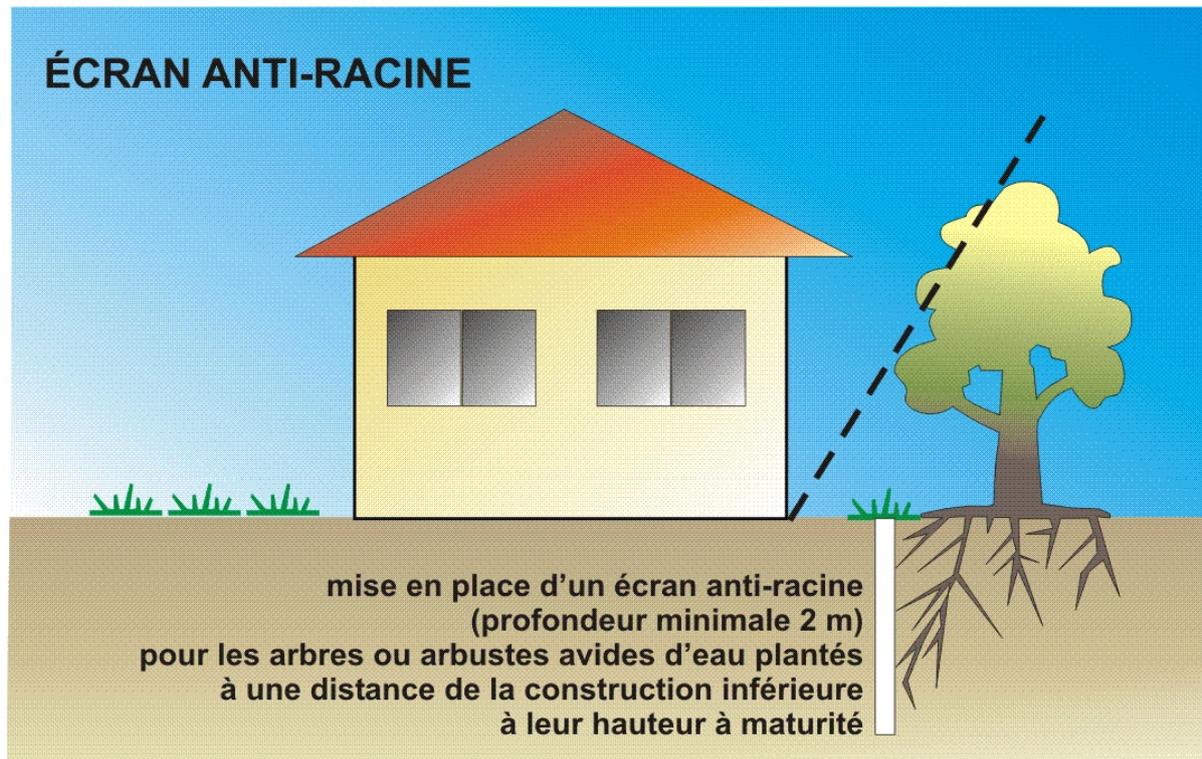


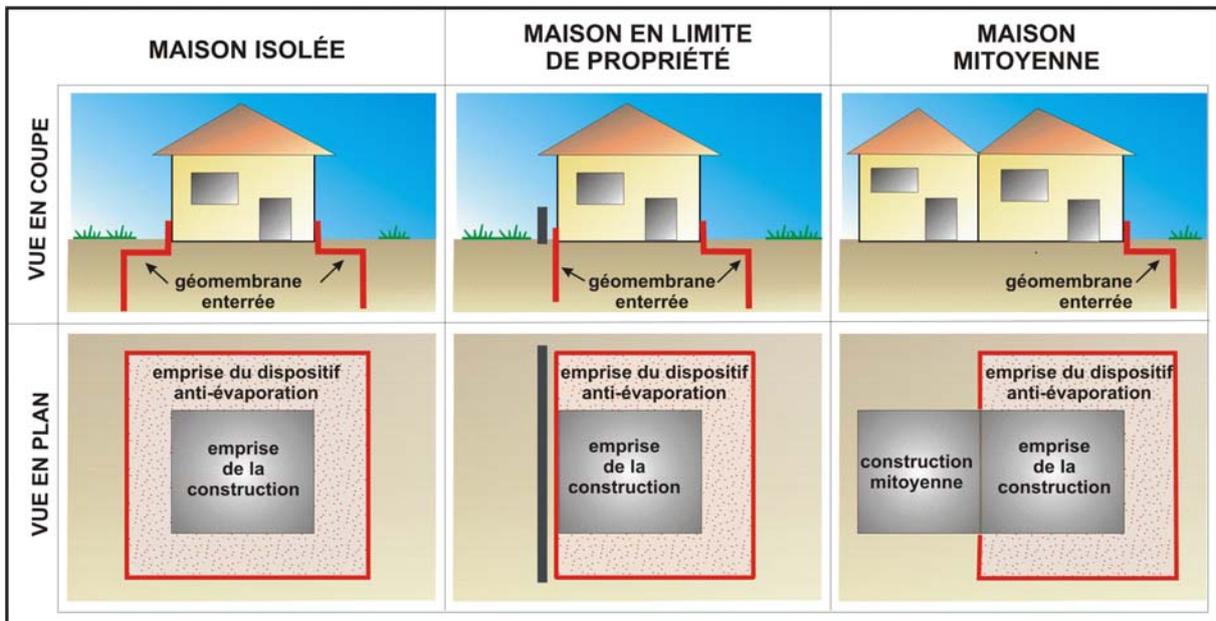
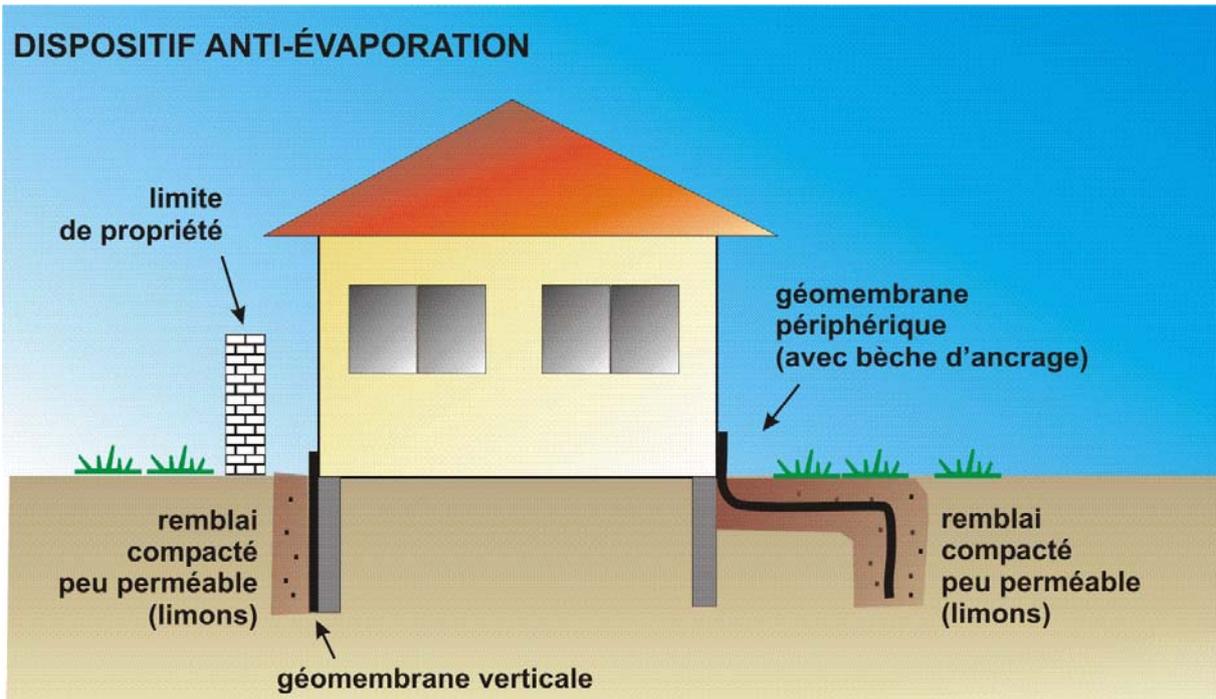
PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES



PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE







ANNEXE 5

Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2006)

Intitulée : « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »

Cette norme «définit les différentes missions susceptibles d'être réalisées par les géotechniciens à la demande d'un maître d'ouvrage ou d'un constructeur. [Elle] donne une classification de ces missions. [Elle] précise le contenu et définit les limites des six missions géotechniques types : réalisation des sondages et essais, étude de faisabilité géotechnique, étude de projet géotechnique, étude géotechnique d'exécution, diagnostic géotechnique avec ou sans sinistre, ainsi que l'enchaînement recommandé des missions au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un ouvrage ou d'un aménagement de terrain».

Classification des missions géotechniques types : elle est donnée par le schéma ci-dessous et le tableau en page suivante.

| Étape | Phase d'avancement du projet | Missions d'ingénierie géotechnique | Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques | Prestations d'investigations géotechniques * |
|-----------------|--|---|---|--|
| 1 | Étude préliminaire Étude d'esquisse | Étude géotechnique préliminaire de site (G11) | Première identification des risques | Fonction des données existantes |
| | Avant projet | Étude géotechnique d'avant-projet (G12) | Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences | Fonction des données existantes et de l'avant-projet |
| 2 | Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT) | Étude géotechnique de projet (G2) | Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences | Fonction des choix constructifs |
| 3 | Exécution | Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) | Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences | Fonction des méthodes de construction mises en œuvre |
| | | Supervision géotechnique d'exécution (G4) | | Fonction des conditions rencontrées à l'exécution |
| Cas particulier | Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques | Diagnostic géotechnique (G5) | Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques | Fonction de la spécificité des éléments étudiés |

* NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.

Tableau - Classification des missions géotechniques types

| |
|--|
| <p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques.</p> <p>Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.</p> |
| <p>ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRELABLES (G1)</p> <p>Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)</p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :</p> <ul style="list-style-type: none">— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.— Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques. <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none">— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p> |
| <p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</p> <p>Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.</p> <p>Phase Projet</p> <ul style="list-style-type: none">— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.— Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.— Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels. <p>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</p> <ul style="list-style-type: none">— Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).— Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres. |
| <p>ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</p> <p>Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none">— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none">— Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).— Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques. <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)</p> <p>Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none">— Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none">— Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur. |
| <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.</p> <ul style="list-style-type: none">— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. <p>Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.</p> |

Annexe 3 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de la Fare-les-Oliviers - Proposition de règlement (document type)

Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du- Rhône

Commune de LA-FARE-LES-OLIVIERS

Règlement



PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES
NATURELS PREVISIBLES (PPR)
MOUVEMENTS DIFFERENTIELS DE TERRAIN LIES AU
PHENOMENE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

**Commune de LA-FARE-LES-OLIVIERS
(BOUCHES-DU-RHÔNE)**

REGLEMENT

TITRE I

PORTEE DU REGLEMENT P.P.R.

DISPOSITIONS GENERALES

I.1- Champ d'application

Le présent règlement s'applique à la Commune de **la Fare-les-Oliviers**. Il détermine les mesures de prévention à mettre en oeuvre pour réduire le risque naturel **mouvements de terrain** différentiels liés au phénomène de **retrait-gonflement des sols argileux**. Il fixe les dispositions applicables aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation de toutes constructions et installations, à l'exécution de tous travaux et à l'exercice de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

En application de l'article L.562 du code de l'Environnement et conformément à l'article 3.2 du décret n° 95-1089 du 5 Octobre 1995 modifié, le plan de zonage comprend les zones suivantes délimitées en fonction de l'intensité des risques encourus:

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

- une zone bleu foncé fortement exposée (B1),
- une zone bleu clair, faiblement à moyennement exposée (B2)
- une zone grise faiblement exposée et n'ayant pas vocation à recevoir majoritairement de nouvelles constructions de maisons individuelles (B3)

En application de l'article L.562-1 du code de l'environnement, le présent règlement fixe les dispositions applicables aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation de toutes constructions et installations, à l'exécution de tous travaux et à l'exercice de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

I.1.1 Objectifs

Le règlement du Plan de Prévention des Risques retrait-gonflement des sols argileux a pour vocation essentielle de réduire la vulnérabilité des constructions et de diminuer le coût des sinistres par des règles simples n'entraînant pas un surcoût important.

Le présent règlement s'applique à l'ensemble du territoire de la commune de **la Fare-les-Oliviers**.

Il détermine les mesures de prévention à mettre en oeuvre pour les risques naturels prévisibles pris en compte, à savoir le phénomène de retrait-gonflement des argiles.

I.2- Effets du P.P.R.

Le P.P.R. vaut servitude d'utilité publique en application de l'article L.562-4 du code de l'Environnement. A ce titre, il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme, conformément à l'article R 126.1 du code de l'urbanisme.

Dans tout le périmètre du P.P.R., les conditions spéciales ci-après s'imposent en sus des règles définies au Plan Local d'Urbanisme (P.L.U.), ou d'une Zone d'Aménagement Concerté (Z.A.C.).

En application de l'article 5 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005, les mesures de prévention prévues par le plan de prévention des risques naturels prévisibles concernant les biens existants antérieurement à la publication de ce plan ne peuvent entraîner un coût supérieur à **10%** de la valeur vénale ou estimée à la date d'approbation du présent P.P.R..

Pour les biens et activités implantés antérieurement à la publication de ce plan, le propriétaire ou l'exploitant dispose, selon les dispositions, d'un délai maximum de **cinq ans** pour se conformer au présent règlement.

La date de référence pour les "constructions existantes" visées dans le corps de règles des deux zones, est celle de l'approbation du présent P.P.R.

La publication du plan est réputée faite le trentième jour d'affichage en mairie de l'acte d'approbation (article 5 du décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005).

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

Le respect des dispositions du P.P.R. conditionne la possibilité pour l'assuré de bénéficier de la réparation des dommages matériels directement occasionnés par l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque l'état de catastrophe naturelle sera constaté par arrêté interministériel.

Les maîtres d'ouvrage qui s'engagent à respecter les règles de construction lors du dépôt de permis de construire et les professionnels chargés de réaliser les projets sont responsables des études ou dispositions qui relèvent du Code de la Construction en application de son article R 126-1. Néanmoins il apparaît nécessaire lors de la délivrance d'une autorisation (de construire, de lotir, etc.) que l'autorité compétente en la matière rappelle, au maître d'ouvrage, au delà du visa, par note distincte, l'existence des dispositions qu'il lui appartient de respecter et, le cas échéant, les moyens de les mettre en œuvre. Il s'agit là d'un souci de bonne administration mais aussi de l'exercice des compétences de l'Etat et des Maires au titre du droit de l'information des citoyens sur le risque (article 21 de la loi du 22 juillet 1987).

La nature et les conditions d'exécution des techniques de prévention prises pour l'application du présent règlement sont définies et mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre concernés par les constructions, travaux et installations visés. Ceux-ci sont également tenus d'assurer les opérations de gestion et d'entretien nécessaires pour maintenir la pleine efficacité de ces mesures.

Le non respect des dispositions du P.P.R.:

- est puni des peines prévues à l'article L.480-4 du code de l'urbanisme, en application de l'article L.562-5 du code de l'Environnement,
- permet aux entreprises d'assurances de déroger à certaines règles d'indemnisation en application de l'article L.125-6, du code des assurances.

I.3- Information du public et gestion de crise

Un **Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs** (DICRIM) dans le respect du droit à l'information des citoyens sur les risques majeurs (codifié dans les articles L 125-2 et L 125-5 et L 563-3 du code de l'environnement) doit être établi **dès la transmission par le préfet** des informations nécessaires à son élaboration.

En plus de l'élaboration du DICRIM, le maire doit arrêter les modalités d'affichage des risques et consignes conformément à l'article 6 du décret 90-918 modifié et de l'arrêté du 9 février 2005.

Concernant l'information de la population par les communes, l'article 40 de la loi risque du 30 juillet 2003 dispose que:

"Dans les communes où un P.P.R. a été prescrit ou approuvé, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L.125-1 du code des assurances. Cette information

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents, à partir des éléments portés à connaissance du maire par le représentant de l'Etat dans le département, lorsqu'elle est notamment prise en application de la loi 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs et ne porte pas sur les mesures mises en œuvre par le maire en application de l'article L.2212-2 du code général des collectivités territoriales".

Lors de la vente ou de la location d'un bien immobilier bâti ou non bâti, l'article L.125-5 du code de l'environnement crée, pour le propriétaire de ce bien, **une double obligation d'information des acquéreurs/locataires (IAL) sur:**

- la situation du bien au regard des risques pris en compte dans un **Plan de Prévention des Risques** (P.P.R.) naturels et technologiques prescrit ou approuvé,
- la situation du bien au regard des **zones sismique** réglementaire en vigueur,
- les **sinistres** subis par le bien, à partir des indemnités consécutives à un événement ayant fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou technologique.

Un **Plan Communal de Sauvegarde** (P.C.S.) (décret 2005-1156 du 13 septembre 2005 relatif au plan communal de sauvegarde pris en application de l'article 13 de la loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile) doit être établi par la commune. Le PCS regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours.

TITRE II

DISPOSITIONS APPLICABLES

EN ZONES BLEUES (B1 et B2) ET GRISES (B3)

II.1- Mesures applicables aux constructions existantes

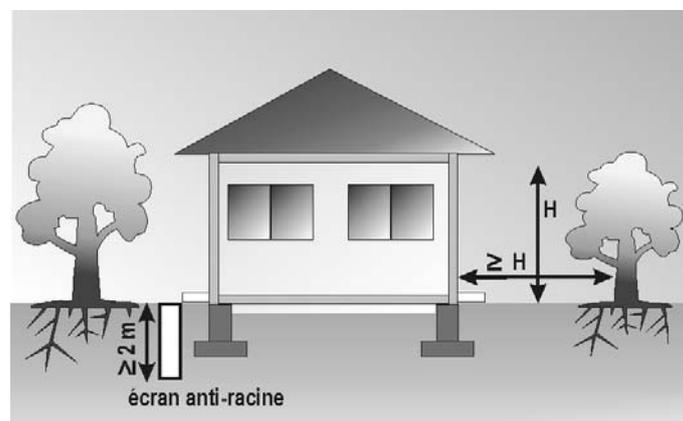
De manière générale les mesures visent des études ou des travaux de modification des biens déjà situés dans les zones réglementées par un PPR au moment de son approbation. Elles concernent l'aménagement, l'utilisation et l'exploitation de tous types de bâtiments, d'ouvrages, d'espaces agricoles ou forestiers. Elles doivent être prises par les propriétaires, exploitants, utilisateurs ou la collectivité. Elles visent essentiellement la limitation des dommages aux biens.

Sauf dispositions particulières résultant d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre des missions géotechniques adaptées définies dans la norme en vigueur (à titre indicatif les missions G12 définies dans la norme NF P94 500), les dispositions ci-après s'appliquent aux zones B1, B2 et B3 délimitées sur le plan de zonage réglementaire,

Les mesures définies ci-après visent à limiter les variations hydriques au droit des constructions et à résister aux tassements différentiels.

Article II.1.1. Est rendue immédiatement obligatoire dans les zones B1 et B2, et est fortement recommandée dans la zone B3 :

Le respect d'une distance minimale entre les constructions et toute **nouvelle** plantation d'arbre ou arbuste égale au moins à la hauteur à maturité de ces plantations (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et toute construction existante. **Cette mesure est à la charge du propriétaire de l'arbre planté.**



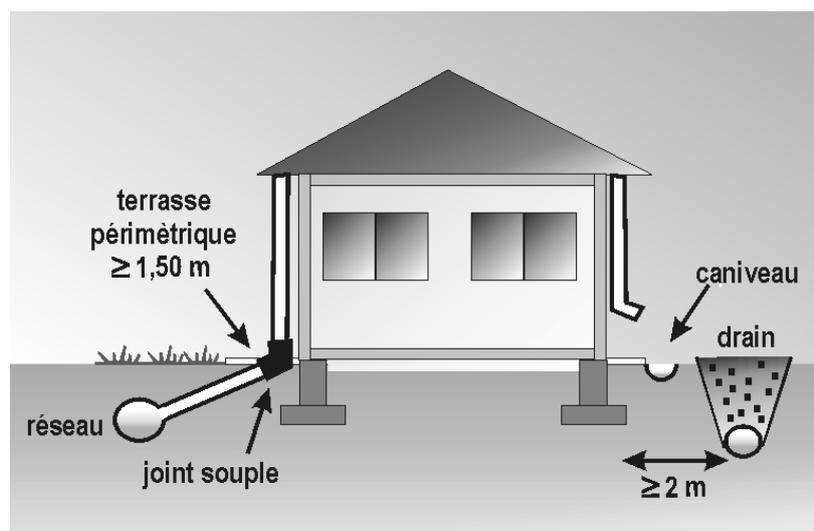
Article II.1.2- Sont rendues immédiatement obligatoires dans la zone B1 et sont recommandées en zones B2 et B3 :

- le respect des mesures préconisées par une étude de faisabilité, en application de la mission géotechnique adaptée dans la norme en vigueur (à titre indicatif les missions G12 définies dans la norme NF P94 500), pour les travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées ou pluviales (raccords souples, ne pas bloquer la canalisation dans le gros œuvre, éviter les canalisations qui longent les bâtiments...) en cas de remplacement de ces dernières ;
- la limitation de l'action des végétaux sur les terrains sous-jacents des fondations, comme par exemple l'égagement régulier d'arbres ou arbustes implantés à une distance de la construction inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) ou la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et la construction. En cas d'arrachage d'arbre, il convient de mettre en œuvre préalablement un élagage progressif jusqu'au retour à l'équilibre hydrique ;

Ces prescriptions s'imposent au propriétaire de la (ou des) construction (s) existantes à l'égard des effets des plantations situées sur les unités foncières de ces constructions ;

Article II.1.3- Est rendue obligatoire dans un délai de 5 ans dans les zones B1 et B2, et est fortement recommandée dans la zone B3 :

la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau afin d'empêcher leur déversement en pied de mur.



Article II.1.4- Sont rendues obligatoires dans la zone B1, sauf prescriptions plus sévères :

le raccordement des rejets d'eaux usées ou pluviales au réseau collectif :

- immédiatement lorsqu'il existe
- dans un délai de 1 an à compter de la mise en service d'un nouveau réseau.

En cas d'absence ou d'insuffisance de ces réseaux et dans un délai de cinq ans, la zone d'épandage de l'assainissement autonome pour les eaux usées et/ou l'exutoire des rejets des eaux pluviales doivent être situés à une distance minimale de 10 mètres de toute construction. Si le respect de cette distance s'avérait impossible, il conviendra de vérifier par une étude, confiée à un bureau compétent, l'impact des épandages ou des rejets, et au besoin de mettre en œuvre les mesures de nature à réduire leurs conséquences. En tout état de cause, le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière du système et à une vérification périodique de son bon fonctionnement.

Article II.1.5- Sont rendues obligatoires dans un délai de 5 ans dans la zone B1:

- o la mise en place d'un dispositif d'isolation thermique en cas de source de chaleur installée en sous-sol, le long des murs extérieurs ;
- o la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur de 1,5 mètres, s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse), dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif d'évacuation de type caniveau ; il peut être dérogé à cette prescription en cas d'impossibilité matérielle (maison construite en limite de propriété, par exemple).

Article II.1.6- Est rendue obligatoire dans un délai de 1 an dans la zone B1, dans un délai de 5 ans en zone B2, et est fortement recommandée dans la zone B3 :

l'interdiction de tout pompage, à usage domestique (eau de piscine, eau d'arrosage,...) entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 mètres de toute construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 mètres.

II.2- Mesures applicables aux constructions futures

Un projet est un ensemble de réalisations de constructions, ouvrages, aménagements ou d'exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles. Ainsi les projets d'extension, de changement de destination ou de reconstruction de biens existants après sinistre sont, comme tout projet nécessitant une déclaration préalable ou l'obtention préalable d'un permis de construire ou

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

permis d'aménager, réglementés au titre des projets futurs même si cela concerne des biens existants.

Les dispositions ci-après sont définies en application de l'article L.562-1 du code de l'environnement, sans préjudice des règles normatives en vigueur. Elles s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan de zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées.

Le présent règlement précise les conditions de réalisation, d'utilisation et d'exploitation. Les conditions de réalisation se traduisent par le respect de règles d'urbanisme et de règles de construction (sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du propriétaire, de l'occupant ou de l'utilisateur). Les conditions d'utilisation sont des règles liées à l'usage des biens, ouvrage ou exploitation.

Afin de résister aux tassements différentiels,

Article II.2.1- Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés :

A défaut d'une étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique adaptée spécifiée dans la norme en vigueur, les dispositions suivantes :

En matière de sous-sol :

- **est interdite dans les zones B1 et B2 et déconseillée en zone B3 :**

l'exécution d'un sous-sol ne couvrant pas l'intégralité de la surface bâtie, sauf si elle est justifiée par une étude géotechnique spécifique avec réalisation de fondations adaptées.

En matière de fondations :

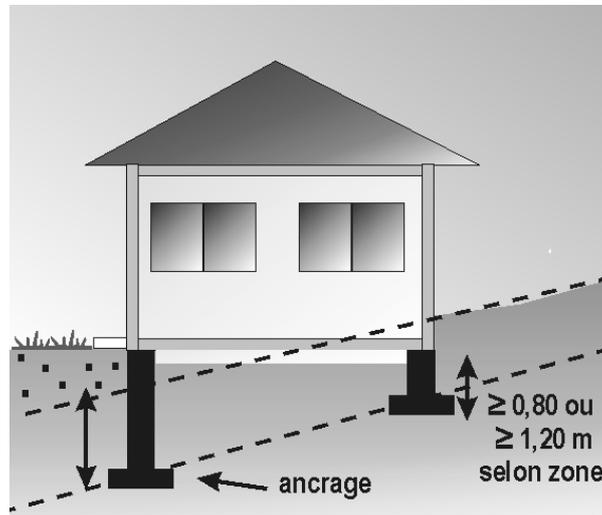
- **sont prescrites dans les zones B1 et B2 et fortement recommandées en zone B3 les mesures suivantes :**
 - la profondeur minimum des fondations est fixée à :
 - 0,80 mètre en zone B2
 - 1,20 mètre en zone B1,sauf rencontre de sols durs non argileux à une profondeur inférieure ;

en zone B3, il est recommandé une profondeur minimum des fondations de 0,80 mètre ;



PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

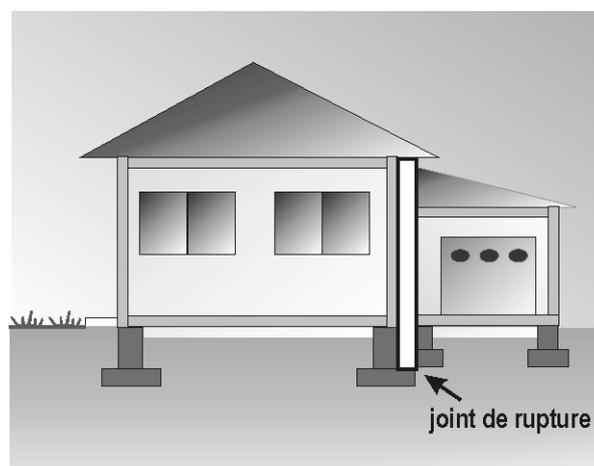
- sur terrain en pente et pour les constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité d'ancrage ;



- les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 (règles pour le calcul des fondations superficielles).

En matière de conception et de réalisation des constructions :

- sont prescrites dans les zones B1 et B2 et fortement recommandées en zone B3 les mesures suivantes :
- toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la longueur de la construction ;



PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

- les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme DTU 20-1 (règles de calcul et dispositions constructives minimales) ;
- la réalisation d'un plancher sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est recommandée. A défaut, le dallage sur terre plein doit faire l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations ;
- un dispositif d'isolation thermique doit être mis en place en cas de source de chaleur en sous-sol, le long des murs extérieurs.

Article II.2.2- Mesures applicables à tous les autres bâtiments notamment les logements collectifs et les permis d'aménager, à l'exception des annexes d'habitations non accolées

Afin de résister aux tassements différentiels,

- **est prescrite dans les zones B1 et B2 et fortement recommandées en zone B3 :**

la réalisation d'une étude définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement différentiel et couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique adaptée spécifiée dans la norme en vigueur (à titre indicatif les missions G12 définies dans la norme NF P94 500).

Article II.2.3- Dispositions relatives à l'environnement immédiat des constructions projetées en zones B1, B2 et B3

Sauf dispositions contraires résultant des investigations ou études réalisées dans le cadre des missions géotechniques adaptées définies dans la norme en vigueur, les mesures suivantes sont applicables :

Afin de limiter les variations hydriques au droit des constructions,

- **sont interdits en zone B1 et B2 et fortement déconseillé en zone B3 :**

tout pompage à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 mètres de toute construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 mètres.

- **sont prescrits en zone B1 et B2 et fortement recommandés en zone B3 :**

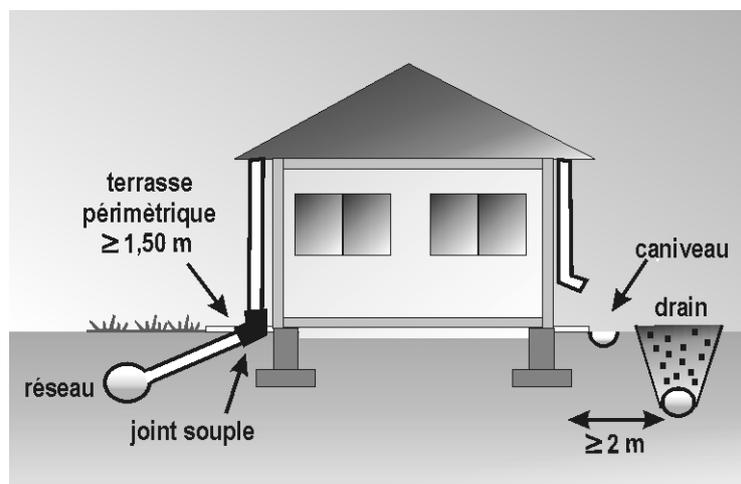
- le raccordement des rejets d'eaux usées ou pluviales (eau de drainage, eau de vidange de piscine) au réseau collectif :

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

- immédiatement lorsqu'il existe
- dans un délai de 1 an à compter de la mise en service d'un nouveau réseau.

En cas d'absence ou d'insuffisance de ces réseaux, la zone d'épandage de l'assainissement autonome pour les eaux usées et/ou l'exutoire des rejets des eaux pluviales doivent être situés à une distance minimale de 10 mètres de toute construction. Si le respect de cette distance s'avérait impossible, il conviendra de déterminer par une étude, confiée à un bureau compétent, les conditions d'épandage ou de rejets (stockage à la parcelle par exemple) afin que ceux-ci soient sans conséquence néfaste sur la construction projetée. En tout état de cause, le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière du système et à une vérification périodique de son bon fonctionnement ;

- o la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples, ne pas bloquer la canalisation dans le gros œuvre, éviter les canalisations qui longent les bâtiments...);
- o la récupération des eaux de ruissellement et leur évacuation des abords de la construction par un dispositif d'évacuation de type caniveau ;
- o la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur de 1,5 mètres, s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse), dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif d'évacuation par caniveau ; il peut être dérogé à cette prescription en cas d'impossibilité matérielle (maison construite en limite de propriété, par exemple) ;
- o le captage des écoulements à faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique à une distance minimale de 2 mètres de toute construction ;



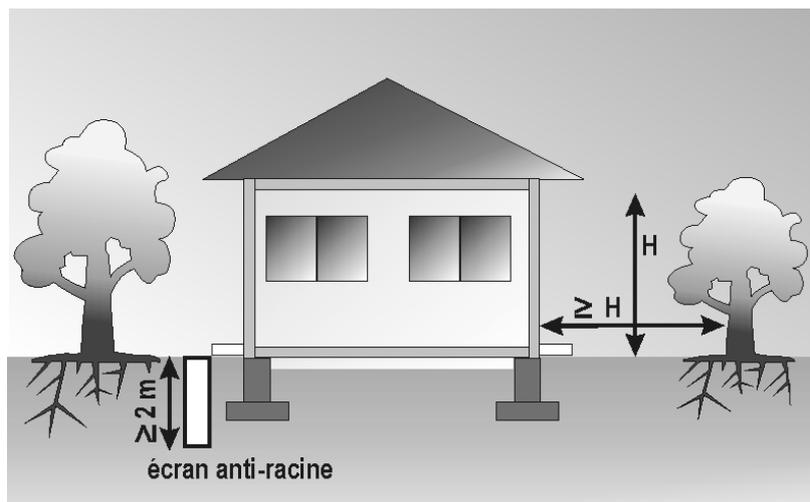
- o le respect d'une distance minimale entre la construction projetée et toute **nouvelle** plantation d'arbre ou arbuste égale au moins à la hauteur à maturité

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

de ces plantations (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et toute construction existante. **Cette mesure est à la charge du propriétaire de l'arbre planté.**

Concernant les arbres existants situés à une distance inférieure à leur hauteur à maturité de l'emprise de la nouvelle construction et pour limiter l'action des végétaux sur les terrains sous jacents des fondations de cette dernière, il est prescrit de mettre en place un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et la construction nouvelle ou de descendre les fondations à une profondeur où les racines n'induisent plus de variation en eau. Cette mesure est prescrite au propriétaire de la parcelle sur laquelle se situe la construction à réaliser.

En zone très exposée (B1), des mesures spécifiques d'adaptation des fondations devront être prises si le déboisement préalable au démarrage des travaux de construction concerne des arbres de grande taille ou en nombre important (plus de 5) ;



TITRE III

| |
|--|
| <p>MESURES DE PREVENTION DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE</p> |
|--|

Ces mesures ont pour objectif d'agir sur les phénomènes ou sur la vulnérabilité des personnes. Les mesures de prévention permettent d'améliorer la connaissance, d'assurer l'information préventive, de favoriser la conscience du risque et la mémoire du risque, et d'anticiper par la surveillance et l'alerte.

Les mesures de protection permettent de diminuer l'intensité de l'aléa par l'entretien ou la réhabilitation des dispositifs de protection existants ou sa réduction par la création de nouveaux dispositifs.

Les mesures de sauvegarde permettent de maîtriser ou réduire la vulnérabilité des personnes : plans d'alerte et d'évacuation, moyens d'évacuation, etc. et de garantir un retour rapide à la normale après la crise.

En application des articles 4 et 5 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005 et de l'article L.562-1 du code de l'Environnement, les travaux et mesures de prévention suivants, devront être réalisés ou mis en oeuvre, sauf précision contraire, dans un délai maximum de 5 ans après l'approbation du PPR pour l'existant et au fur et à mesure des aménagements nouveaux.

Article III-1 Pour les communes et établissements publics de coopération intercommunale :

Dès l'approbation du PPR, les dispositions réglementaires en matière de rejet d'eaux s'imposent. De ce fait, il est fortement recommandé :

- d'établir ou d'adapter le schéma directeur d'assainissement pluvial ou d'écoulement pluvial communal afin d'assurer la maîtrise du débit des ruissellements pluviaux ;
- de définir en particulier les prescriptions et les équipements à mettre en oeuvre pour la rétention ou l'infiltration des eaux pluviales, par les aménageurs, la collectivité et les particuliers. Le schéma devra également définir les mesures dites alternatives à la parcelle, permettant la rétention des eaux pluviales sur le terrain d'assiette afin de limiter les impacts des aménagements ou équipements dans les zones émettrices de ruissellement et d'au moins compenser les ruissellements induits ;

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de La Fare-les-Oliviers
(Bouches-du-Rhône) REGLEMENT

- d'adapter le dimensionnement des stations d'épuration (STEP) et/ou des réseaux collectifs.

Article III-2 Pour les concessionnaires de réseaux publics d'eau potable et assainissement

Dès l'approbation du PPR, il est fortement recommandé :

- d'élaborer un diagnostic des installations au regard du risque concerné : ce diagnostic doit permettre d'identifier les réseaux situés en zones à risques, d'évaluer leur degré d'exposition et d'analyser leur vulnérabilité et les effets directs et indirects des atteintes ;
- de définir et mettre en œuvre les mesures adaptées de réduction de la vulnérabilité des réseaux afin de limiter les dysfonctionnements et les dégâts en fonction des enjeux préalablement définis ;
- de contrôler périodiquement l'état des réseaux et d'élaborer un programme d'entretien intégrant le risque ;
- de procéder au remplacement des tronçons dégradés et des canalisations sensibles aux déformations du sous-sol, même de faible amplitude.



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

**Service géologique régional Provence Alpes Côte
d'Azur**
117 avenue de Luminy BP 168
13 276 – Marseille Cedex 09 - France
Tél. : 04 91 17 74 77

Légende

- 41 - Alluvions à limons argileux (Quaternaire)
- 40 - Alluvions et cônes de déjection (Quaternaire)
- 39 - Marnes et argiles du Quaternaire
- 38 - Colluvions (Quaternaire)
- 37 - Tourbes, limons, sables et vases (Quaternaire)
- 36 - Marnes et sables Plaisancien et poudingues du Miocène supérieur (Valensole)
- 35 - Calcarénite, calcaires, sables et argiles du Vindobonien
- 34 - Argiles calcaire d'Istres du Vindobonien
- 33 - Marnes sableuses micacées de l'Helvétien
- 32 - Sables, molasse et argile du Burdigalien
- 31 - Calcaire marneux du Burdigalien
- 30 - Conglomérats, grès et calcaires de l'Oligocène - Miocène inférieur
- 29 - Sables, calcaires, marnes et argiles de l'Oligocène - Miocène inférieur
- 28 - Formation des Milles de l'Oligocène moyen
- 27 - Calcaire de Piedautry, argiles et poudingues du Stampien
- 26 - Marnes à Microcodium de l'Éocène indifférencié
- 25 - Sables argileux et marnes de l'Éocène
- 24 - Calcaire Lutétien
- 23 - Calcaires et marnes du Thanétien - Sparnacien
- 22 - Argiles et calcaires argileux du Montien
- 21 - Argiles, grès et calcaires indifférenciés du Maestrichtien supérieur
- 20 - Argiles et grès du Maestrichtien supérieur
- 19 - Calcaire de la gare de Rognac
- 18 - Argiles, marnes et grès du Maestrichtien inférieur
- 17 - Calcaires, marnes et poudingues du Maestrichtien inférieur
- 16 - Calcaires, argiles et calcaires argileux du Valdo-fuvélien
- 15 - Marnes du Coniacien-Santonien
- 14 - Marnes, grès et calcaires marneux du Turonien Cénomannien
- 13 - Marno-calcaires, grès et sables du Crétacé Supérieur
- 12 - Calcaires et marnes noires du Gargasien
- 11 - Calcaires argileux et marneux du Bédoulien
- 10 - Marnes et calcaires argileux de l'Hauterivien supérieur (faciès Urgonien)
- 9 - Marnes à Toxaster de l'Hauterivien inférieur
- 8 - Marnes et calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien
- 7 - Calcaires argileux du Jurassique supérieur et Néocomien
- 6 - Calcaires marneux du Jurassique
- 5 - Calcaires et calcaires marneux du Toarcien et Callovo-Oxfordien
- 4 - Marnes noires et grès du Toarcien et Callovien - Oxfordien
- 3 - Dolomies de l'Hettagien
- 2 - Calcaires argileux du Rhétien
- 1000 - Formations à priori non argileuses
- 999 - Réseau hydrographique
- Limites de communes



0 5 10 km

Cartographie de l'aléa
retrait-gonflement des argiles
dans le département des Bouches-du-Rhône
Rapport complémentaire de mise à jour
Carte 1 : Carte départementale des formations
argileuses ou marneuses

Echelle 1 / 120 000
BRGM/RP-55403-FR
juin 2007



- Légende**
- Zone de susceptibilité forte
 - Zone de susceptibilité moyenne
 - Zone de susceptibilité faible
 - Zone a priori non argileuse, non sujette au phénomène de retrait-gonflement, sauf en cas de lentille ou de placage argileux local non repéré sur les cartes géologiques actuelles
 - Réseau hydrographique
 - Limites de communes



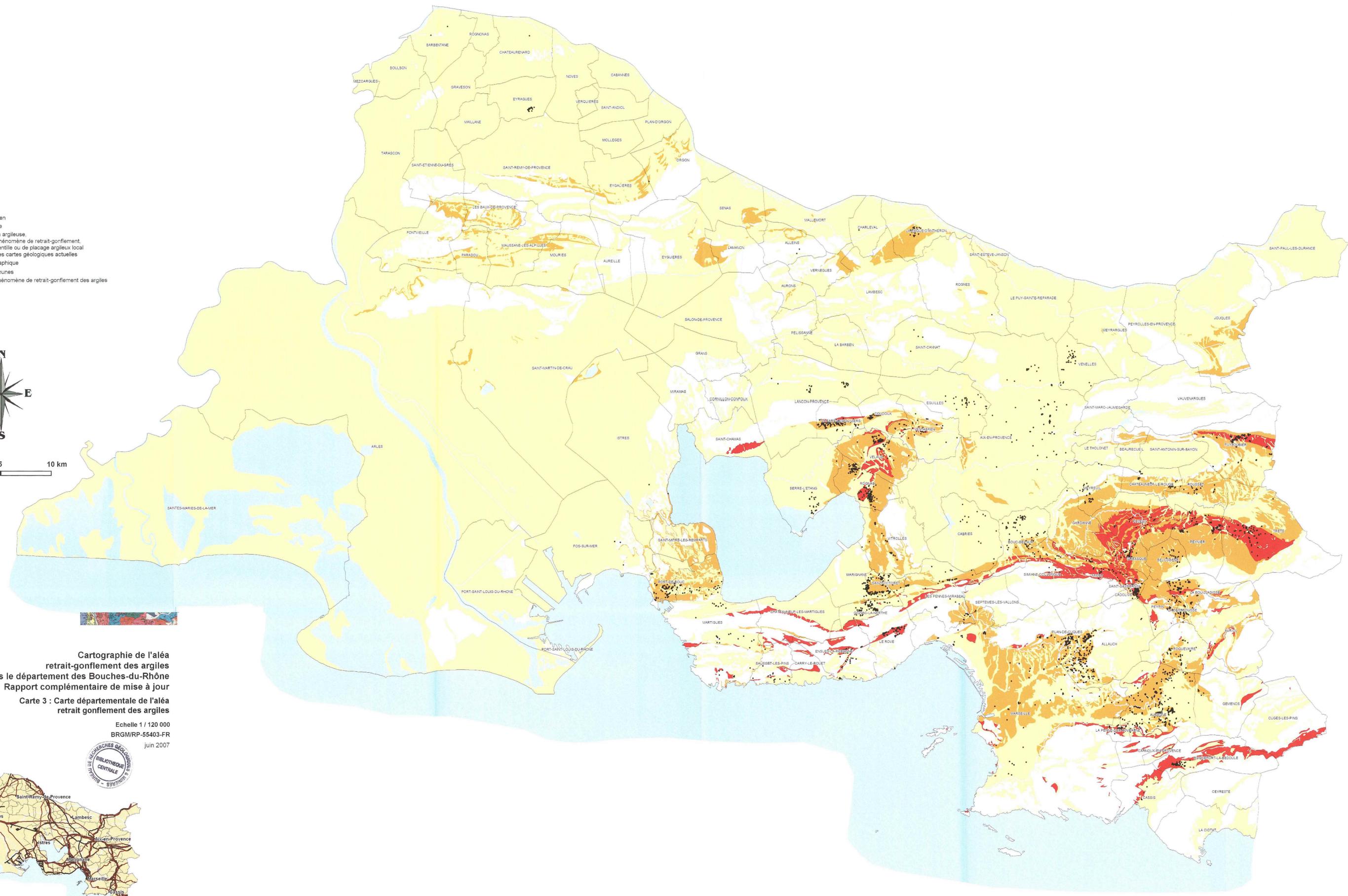
**Cartographie de l'aiea
retrait-gonflement des argiles
dans le département des Bouches-du-Rhône
Rapport complémentaire de mise à jour**

**Carte 2 : Carte départementale de susceptibilité
des formations argileuses au retrait gonflement**

Echelle 1 / 120 000
BRGM/IRP-55403-FR
juin 2007



- Légende**
- Zone d'aléa fort
 - Zone d'aléa moyen
 - Zone d'aléa faible
 - Zone a priori non argileuse, non sujette au phénomène de retrait-gonflement, sauf en cas de lentille ou de placage argileux local non repéré sur les cartes géologiques actuelles
 - Réseau hydrographique
 - Limites de communes
 - Sinistre dû au phénomène de retrait-gonflement des argiles



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Bouches-du-Rhône
 Rapport complémentaire de mise à jour
Carte 3 : Carte départementale de l'aléa retrait gonflement des argiles

Echelle 1 / 120 000
 BRGM/RP-55403-FR
 juin 2007

