

Commune de LA CAPELLE ET MASMOLENE

Département
du Gard

Plan Local d'Urbanisme

Première révision

4.4

ANNEXE Sanitaire

Périmètre de protection immédiat
du forage de la Barbion.

Mesures vis à vis du risque retrait
gonflement des argiles

Zonage sismique dans le Gard /
Mesures vis à vis du risque sismique



"Approuvé par délibération
du Conseil Municipal en
date du 27 avril 2012"

**COMMUNE DE
LA CAPELLE ET MASMOLENE**
Le Maire,
Jean-Claude SAORIN

PROCÉDURE	Délibération de prescription	Délibération d'arrêt du projet	Délibération d'approbation
Élaboration du P.O.S.	22/05/1989	03/03/1995	14/01/1998
1 ^{ère} révision du P.O.S. et	28/06/2002 et	24/06/2011	27/04/2012
Élaboration du P.L.U.	11/12/2007		

**Périmètre de protection immédiat du forage de la Barbion
dans l'attente d'une servitude relative au périmètre de protection des eaux potables**

ENQUETE GEOLOGIQUE REGLEMENTAIRE

relative à la détermination des périmètres de protection
des forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2

situés sur la commune
de la CAPELLE-et-MASMOLÈNE (Gard)

par

Pierre BERARD

*Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique
pour le département du Gard*

ER 10/30067

Castelnau-le-Lez, le 30 juin 2010

5.2 - Travaux de forage de la Barbion F2, réalisation et équipements*

*Cf. rapport BERGA Sud du 10 décembre 2009, CR des travaux de forage (F3) et des essais par pompage

Description : le forage F3 renommé de la Barbion F2 a été réalisé du 1^{er} au 16 octobre 2009 par l'entreprise BRANTE Frères de St-QUENTIN-la-POTERIE, et suivi par BERGA Sud.

La coupe géologique et la coupe technique de ce forage sont données en **annexe 4**.

Les travaux de foration ont été effectués au rotary à la boue en Ø 311 mm jusqu'à 31 m, permettant d'isoler les aquifères superficiels par un pré-tubage acier en Ø 244 mm, cimenté sous pression, qui dépasse le TN de 0.25 m. Ils ont été poursuivis en Ø 216 mm au marteau fond de trou de 31 à 186 m, puis au rotary à la boue en Ø 216 mm de 186 à 230.80 m.

Les équipements mis en place sont un tube en PVC Ø 110x152 mm, comprenant à la base un bouchon de pied. Il est crépiné (fentes d'usine) de 212 à 230.50 m suivi jusqu'en surface d'un tube plein. Des graviers de 1.5x2.5 mm ont été placés à l'extrados avec deux horizons cimentés : l'un entre 180 et 190 m, l'autre entre 32 et 40 m, isolant le forage de venues d'eau potentielles.

Sous des argiles grises en surface le forage a traversé des sables et grès de 6 à 31 m, des argiles grises de 31 à 185 m, puis jaunes sur 9 m, et enfin sur 35.80 m des sables ocre rouge quartzueux assez grossiers du Cénomanien inférieur rencontrés de 195 à 230.80 m.

Pompages par paliers de débit, essai de longue durée sur le forage de la Barbion F2

En fin de foration et **après développement sommaire par air-lift**, des tests de pompage par paliers de débits enchaînés ont été réalisés pour déterminer la caractéristique du forage de la Barbion F2, suivis d'un essai de longue durée (69 heures) pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère. Le forage SAORIN captant le même horizon aquifère a été utilisé comme piézomètre. Les niveaux ont été également enregistrés sur F1 : distances F2-F_{SAO} = 230 m, et F2-F1 = 60 m.

Les pompages ont été réalisés en "moyennes basses eaux", du 26 au 29 octobre 2009.

Une pompe électrique immergée en Ø 4" a été placée à 90 m de profondeur. L'eau était rejetée à 30 m à l'ouest vers un fossé en direction de l'étang, sans possibilité de recyclage.

Niveaux initiaux (m/réf) : en F2 = 63.45 m ; en F1 = 9.45 m (en remontée) ; en F_{SAO} = 72 m.

Pompages par paliers de débit

N° de palier		1	2	3	unité
débit	Q	4.8	10	15	m ³ /h
rabattement	Δ	1.20	2.65	4.34	m
débit spécifique (Q _{sp})	Q/Δ	4	3.77	3.46	m ³ /h/m
rabattement spécifique	Δ/Q	0.25	0.265	0.289	m/m ³ /h

La durée des paliers de pompages était de 30 minutes, sans remontée entre chaque palier.

Les débits spécifiques de F2 vont de 3.5 à 4 m³/h/m, ils sont 2 à 3 fois plus élevés qu'en F1.

L'équation caractéristique du forage de la Barbion F2 est :

$$s = 3.8.10^{-3} Q^2 + 0.23 Q$$

Les pertes de charge quadratiques de l'ouvrage, caractérisées par le terme en Q², sont négligeables par rapport aux pertes de charge importantes liées à l'écoulement au sein de l'aquifère (terme en Q).

Pompage de longue durée

Après le dernier palier de débit, le pompage s'est poursuivi au débit moyen de 14 m³/h pendant 69 h. Le rabattement maximum a été de 5,20 m et le volume extrait du forage de 1 000 m³ environ. L'enregistrement des variations de niveau de l'eau sur le forage SAORIN F_{SAO} n'a pas été interprétable, du fait du coincement de la sonde.

Lors du pompage dans le forage de la Barbion F2, il apparaît que le forage de la Barbion F1 n'est pas influencé, ni la source de la Barbion. Le Cénomanien est effectivement multi-couches, il contient en son sein plusieurs horizons aquifères indépendants.

Les valeurs de transmissivité du forage de la Barbion F2 sont $T = 4.3.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ en descente et $1.9.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ en remontée. Même si le coefficient d'emmagasinement n'a pas pu être calculé, il est clair que les sables du Cénomanien inférieur se trouvent dans cet ouvrage en situation de nappe captive.

Lors des pompages, il a été constaté un développement de l'ouvrage sans doute par arrangement des graviers à l'extrados du tubage PVC.

5.4 - Modalités d'exploitation et mesures effectuées

Les résultats des pompages ont permis de proposer la mise en place d'une pompe en Ø 4" à 90 m de profondeur. *Nous suggérons que la profondeur d'installation soit plutôt voisine de 120 m.*

Cette pompe va permettre l'obtention d'un débit de l'ordre de 15 m³/h, soit 300 m³/j, avec un niveau dynamique situé entre 65 et 70 m sous le terrain naturel (TN), suivant les conditions hydrologiques.

Sous réserve de la réalisation de nouveaux essais il pourrait s'avérer possible d'obtenir des débits et volumes supérieurs, mais avec l'exécution d'un autre forage en plus gros diamètre. Pour l'instant le forage de la Barbion F1 resterait équipé pour être exploité en secours en cas de besoin.

6 - QUALITE DE L'EAU

Lors des pompages sur le forage de la Barbion F2, les mesures en continu de la température (T) et de la conductivité (C) de l'eau ont été les suivantes:

$$T = 12.9 \text{ à } 13.5 \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad \text{et} \quad C = 483 \text{ à } 486 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$$

L'accroissement de la conductivité est assez constant (mais très limité). Les variations de la température de l'eau sont cycliques à l'échelle de la journée.

Il est à noter que la température de l'eau est anormalement faible pour un aquifère profond situé à plus de 230 m. Sur la base d'un degré géothermique normal de 3°C par 100 m, cette température devrait être de l'ordre de 17 à 19°C.

La conductivité est typique d'un aquifère sableux, contenant des eaux peu minéralisées et agressives. Elle est moins élevée qu'en F1 avec 573 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (le 14.11.2006), elle-même moins élevée qu'à la source de la Barbion contrôlée le 5.03.2010 à 728 $\mu\text{S}/\text{cm}$, alors que la T de l'eau était de 10.2°C.

Nota : Les mesures effectuées sur le forage de la Barbion F1 lors des pompages du 30 octobre au 2 novembre 2007 ont été les suivantes :

$$T = 13.7 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ et } C = 637 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$$

traduisant une plus forte minéralisation de l'eau dans l'aquifère supérieur.

Analyse de 1^{ère} adduction du forage de la Barbion F1 de type PASO2 du 14 novembre 2006 :

Cette analyse en F1 a été réalisée un an avant les tests de pompage. Elle indiquait une faible contamination bactériologique de l'eau de cet aquifère : 1 spore sulfito-réductrice/100 ml. Il n'y avait pas de micropolluants minéraux, ni d'hydrocarbures, ni pesticides, et absence de radioactivité.

Ces eaux sont bicarbonatées calciques assez dures (TH = 31.5 °F). Elles respectent, pour les éléments analysés, les exigences de qualité des eaux brutes. Les résultats sont rassemblés en **annexe 6**.

La présence de 31 mg/l de nitrates rend compte de l'incidence de l'emploi d'engrais dans le voisinage, ce sera un paramètre " à surveiller " lors des prochaines analyses.

D'autres résultats d'analyses nous ont été communiqués par la DDASS et par la Mairie, ils concernent l'eau de l'aquifère supérieur, exploité par les anciens captages de la Barbion F1 et P1, pour les périodes allant de 2006 à 2007 et 2008. Le bilan indique :

- une eau de qualité satisfaisante avec 93.3 % de conformité bactériologique (germes tests de contamination fécale dans l'eau brute en faible quantité qui imposent un traitement de désinfection),
- une eau très dure et calcaire (TH = 31 à 34 °F), avec la présence de nitrates (26 à 31 mg/l),
- l'absence de pesticides, et une turbidité qui n'est jamais en excès,
- cette eau est de nature à dissoudre le plomb.

Analyse de première adduction du forage de la Barbion F2 de type PASO2 du 29 octobre 2009 :

Le prélèvement sur le forage de la Barbion F2 a été effectué en fin de pompage de longue durée par le laboratoire IPL Méditerranée. Les résultats de cette analyse sont donnés en **annexe 7**.

L'eau prélevée était légèrement turbide avec 0.74 NFU (ouvrage neuf, développement en cours) et moins dure (TH = 23.9 °F) que celle produite par le forage de la Barbion F1. Elle présentait une faible concentration en nitrates (8.8 mg/l), et l'absence de pesticides et de radioactivité.

On y notait la présence de nitrites (0.05 mg/l), un peu de baryum (0.01 mg/l), et du zinc (0.14 mg/l).

Ces résultats respectent les exigences des limites de qualité des eaux brutes.

* *Nota : en annexes 6 et 7*, seules sont reproduites les pages 1 à 4, avec la radioactivité, et la dernière page (conclusions) pour les analyses de type PASO2 des deux forages de la Barbion F1 et F2. Les résultats sur les hydrocarbures et pesticides, et sur les micropolluants organiques : *absents*, n'ont pas été reproduits ; ils sont disponibles à la DDASS.

Traitement de l'eau : il est à noter qu'au droit du 1^{er} réservoir (bâche de reprise située près de l'ancien lavoir) il est procédé, avant distribution, à une chloration manuelle à l'eau de Javel.

7 - VULNERABILITE ET RISQUES DE POLLUTION

7.1 - Vulnérabilité des forages de la Barbion F1 et F2, aménagements proposés

L'absence d'interférences lors des tests de pompages entre ces deux forages et avec la source-galerie de la Barbion, et les différences observées dans les résultats des analyses d'eau confirment une indépendance entre les horizons sableux intercalés à différentes altitudes dans les séries argilo-sableuses de l'aquifère multicouches du Cénomanien.

Il importe donc de ne pas les mettre en communication lors de la réalisation de nouveaux captages.

Le forage d'exploitation actuel de la Barbion F1 est contenu dans une buse en béton de 1.50 m de haut dont la fermeture est mal assurée. Il conviendrait :

- de refaire en totalité cet abri trop sommaire et de le remplacer par un abri cimenté, fermant à clé,
- de le mettre « hors-gel » sur une dalle en béton de 2 m de rayon légèrement décline vers l'extérieur,
- et d'aménager la tête du forage, suivant le modèle proposé par BERGA Sud, reproduit en **annexe 5**.

Obturation définitive du forage P1 et aménagement en tête : la vulnérabilité du forage de la Barbion F1 pourrait être directement affectée par l'intrusion possible d'eaux superficielles souillées dans le forage voisin P1 situé à 10 m au sud.

On propose donc de déséquiper P1 et de l'obturer par remblaiement avec du gravier propre et stérile jusqu'à la profondeur de 9 m, puis par cimentation totale.

Il sera décaissé en tête sur 0.60 m, et cimenté selon un carré de 1 m de côté parfaitement centré sur le tube PVC, le béton dépassant de 0.20 m le terrain naturel (TN).

Aménagement du forage de la Barbion F2 : le prétubage acier en Ø 244 mm ce forage dépasse la surface du TN de 0.25 m. Il est actuellement obturé par une plaque en acier soudée.

Le même équipement de la tête de forage tel qu'indiqué en *annexe 5* sera respecté. Elle sera incluse ou accolée à un bâti cimenté fermant à clé et contenant les organes électriques de commande et de contrôle, le compteur volumétrique et la prise d'eau brute sur le refoulement de la pompe.

Clôtures et accès : les deux forages d'exploitation de la Barbion F1 et F2, avec le regard cimenté de la source-galerie de la Barbion, seront inclus dans **un secteur d'un seul tenant clôturé et grillagé** (après acquisition en pleine propriété par la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE de la parcelle B1 364).

Ce secteur restera accessible aux camions d'entretien depuis la route bitumée par un portail fermant à clé à situer à l'extrémité nord de la parcelle B1 361 (*annexe 3a*).

7.2 - Vulnérabilité de la ressource, risques de pollution

L'aquifère multicouches du Cénomanien est « normalement » vulnérable au droit des affleurements des horizons sableux qui sont intercalés dans les argiles et qui correspondent aux secteurs de possibles infiltrations et réalimentations. Les éboulis, le loess, les alluvions modernes et les sables fins ou limons présents dans la plaine depuis POUZILHAC jusqu'à 3 km à l'ouest de l'Etang de la Capelle masquent et protègent les argiles et sables du Cénomanien pouvant être en relation avec les horizons captés par les forages de la Barbion F1 et F2. **L'aire supposée de réalimentation de l'aquifère sableux** se situe plutôt du côté nord vers la garrigue, et du côté est en direction de l'Etang de la Capelle, ce qui pourrait expliquer les faibles températures de l'eau souterraine mesurées sur les captages.

La présence de nitrates rend compte d'une connexion et d'infiltrations possibles à partir de secteurs cultivés. Il conviendra de contrôler les concentrations et leur évolution, notamment pour le forage F1. Le forage de la Barbion F2, exempt de nitrates, se trouve naturellement très bien protégé des risques de pollution de surface en raison de la profondeur des sables captés entre 212 et 230 m.

Les risques de pollution ont été inventoriés par BERGA Sud **selon une zone de 500 m de rayon autour des points de prélèvement**. Il a été dénombré 2 habitations dont il faudra vérifier qu'elles sont aux normes en matière d'assainissement autonome, des anciennes carrières abandonnées et ne présentant pas de risques, des cultures de céréales et des vergers.

On y adoptera les principes d'une stricte limitation dans l'usage des engrais azotés, et l'absence d'emplois de pesticides ou autres phytosanitaires.

Il faudra s'assurer dans cette zone que la station d'épuration des eaux usées de la CAPELLE-et-MASMOLENE de 500 EH (équivalents-habitants) se situe bien en dehors des affleurements ou en aval de l'aquifère capté. Le rejet actuel s'effectuant dans le ruisseau de la Riasse, en direction de l'Etang de la Capelle, il a été proposé soit l'infiltration des eaux usées après traitement, soit la mise en place d'un fossé non busé, ni bétonné, avec une longueur ou un linéaire qui sera maximal.

Une attention sera portée sur les autres forages profonds et notamment d'irrigation, pour qu'ils ne soient pas une source de pollution à partir de l'extrados de leurs tubages, et en particulier pour qu'ils ne diminuent pas le débit nécessaire à l'approvisionnement en eau de la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE.

8 - PERIMETRES DE PROTECTION

8.1 - Périmètre de protection immédiate (Ppi)

La protection immédiate actuelle n'est matérialisée que pour les forages de la Barbion F1 et P1 selon un secteur clôturé de quelques dizaines de m² dont l'état parcellaire n'a pas encore été défini.

Nous avons suggéré *d'inclure dans la future protection immédiate les trois captages communaux* qui vont rester, après obturation définitive du forage de reconnaissance P1 :

- *le forage de la Barbion F1* localisé au sud, en bordure ouest du chemin communal,
- *le forage de la Barbion F2*, situé au centre de la parcelle B1 361,
- *la source de la Barbion* représentée par le bâti cimenté situé en aval de la galerie (galerie cimentée qui s'étend sur 40 à 50 m vers le sud jusque dans la parcelle B1 346 au sud-ouest).

Cette parcelle unique comprendra les deux forages de la Barbion F1 et F2 avec leurs abris respectifs et le bâti cimenté de la source de la Barbion. *Elle va rassembler les parcelles B feuille 1 n°361 et n°364, avec l'extension vers le sud autour de F1 et P1.* La commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE devra avoir l'entière propriété des terrains inclus dans ce périmètre de protection immédiate (Ppi).

Le secteur ainsi défini sera à clôturer en totalité sur d'une hauteur de 2 m, clôture à situer à 1 m en retrait de la route (*annexe 3a à 1/1 000*). Un portail d'accès fermant à clé sera mis en place à l'extrémité nord de la parcelle 361 (un portillon au droit du forage Fe1 n'est pas souhaitable).

La porte d'accès à la galerie de la source de la Barbion sera pourvue d'une serrure. Pour des questions de sécurité, les regards situés en amont dans l'axe de la galerie seront condamnés et étanchés de façon efficace et définitive.

On respectera le schéma d'aménagement des têtes des deux forages de la Barbion F1 et F2 avec mise en place d'une bride complète sur les tubages acier en tête, avec les passages du câble électrique, du tuyau de refoulement de la pompe, et d'un tube guide pour la mesure du niveau de l'eau.

Sur chaque conduite de refoulement seront placés un robinet pour effectuer les prélèvements d'eau brute et un compteur volumétrique.

La fermeture de chaque bâtiment cimenté sera assurée par une porte renforcée.

A l'intérieur du périmètre de protection immédiate ainsi défini, tous les arbres et arbustes seront coupés et déracinés.

On veillera à détourner, ou à chenaliser dans des conditions satisfaisantes (fossés bétonnés), les eaux de surface pouvant venir de l'amont.

L'intérieur et les abords des deux captages seront maintenus propres, régulièrement débroussaillés et fauchés, sans aires où les eaux de surface puissent stagner.

L'usage des pesticides et herbicides y sera interdit.

L'implantation des ouvrages est matérialisée sur le plan du géomètre établi à 1/250^e et présenté en *annexes 3b et 3c*.

Sur ce plan, un point d'eau ou regard en eau profond de 2.50 m et d'un diamètre de 4 m environ situé en bordure nord-ouest de la parcelle n°361, à quelques mètres au sud-ouest de l'entrée de la source de la Barbion est indiqué. Ce plan d'eau ou regard sera soigneusement remblayé et obturé.

Tous dépôts, installations ou activités autres que ceux strictement nécessaires à l'exploitation et à l'entretien de ces deux captages seront interdits.

8.2 - Périmètre de protection rapprochée (Ppr)

Les forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2 se trouvent dans le cas particulier d'un aquifère multicouches de nature captive, assez bien isolé d'une nappe encore plus superficielles captée par la galerie drainante dite "la source de la Barbion".

Lorsque *les sables du Cénomanien* sont sollicités à plus grandes profondeurs, en conditions captives sous plusieurs horizons d'argiles, ils *sont moins vulnérables aux pollutions superficielles*.

Par conséquent la définition d'une protection rapprochée pour le forage de la Barbion F2 devrait être moins étendue ou contraignante que pour le forage de la Barbion F1 qui capte des horizons sableux sur 3 m, entre 15.8 et 19 m de profondeur.

En raison de la méconnaissance de la géologie et de la piézométrie dans ces sables aquifères, nous proposons de retenir en protection rapprochée des deux forages de la Barbion F1 et F2, à l'intérieur du **cercle de 550 m de rayon**, tel qu'il a été défini par BERGA Sud (méthode de Hoffmann et Lillich, isochrone à 50 jours), le secteur situé au nord et au nord-ouest des captages. En effet, dans la partie sud on note la dominance des argiles du Cénomanien moyen, et le secteur nord-est du cercle est occupé en totalité par l'Etang de la Capelle dont le fond est à priori étanche.

L'extension de la protection rapprochée porterait à partir des deux forages d'exploitation de la Barbion F1 et F2 sur 300 m vers l'ouest au lieu-dit Castagner et vers le nord au LDles Prés, et seulement sur 100 à 125 m vers le sud au LD Barbion.

Comme présentée sur l'extrait cadastral à 1/2 500° en *annexe 2, la protection rapprochée conjointe pour les deux forages de la Barbion F2 et de la Barbion F1* va porter sur tout ou partie :

des parcelles 319, 1324, 1325, 1270, 1271, 365 à 379, 380, 341, 343 à 364, 1279, 1280, 1361, 1317, 1318, 393, et 408.

section B, 1^{ère} feuille dite de la Plaine de la Capelle, Commune de la CAPELLE-et-MASMOLÈNE.

Prescriptions spécifiques au périmètre de protection rapprochée

Bien que certaines des prescriptions énoncées ci-après puissent apparaître superflues ou sans objet, elles sont rappelées pour les principes à respecter en matière de protection de la ressource.

1 - Maintien de la protection de surface

1.1 - **seront interdites** : l'ouverture et l'extension des carrières, la réalisation de fouilles, de fossés de terrassement ou excavations de plus de 2 m de profondeur sur une superficie supérieure à 100 m²

1.2 - les remblais seront effectués avec des matériaux issus du site ou exempts de produits susceptibles de porter atteinte à la qualité des eaux. Ils seront réalisés de manière à restaurer la protection de la nappe captée contre les infiltrations d'eaux superficielles

1.3 - lors des opérations de curage des fossés ou cours d'eau, la couche imperméable superficielle sera préservée afin d'éviter l'infiltration d'eaux de surface polluées dans le sous-sol

1.4 - les puits, captages de sources ou forages autres que ceux nécessaires au renforcement de l'AEP de la commune de la CAPELLE-et-MASMOLÈNE seront interdits, ceux existants seront répertoriés et sécurisés. En cas d'incidences fortes, et en particulier pouvant induire un abaissement notable des niveaux dynamiques sur les deux forages communaux de la Barbion F1 et F2, des dispositions devront être prises sur les forages supposés en cause.

2 - Occupation du sol, eaux résiduaires, inhumations

on interdira :

2.1 - toutes constructions induisant la production d'eaux usées, sauf extension de logements existants, hormis la construction d'annexes non habitables associées à ces logements (garages, remises, ..). Les assainissements autonomes des habitations existantes seront vérifiés et mis aux normes réglementaires

2.2 - la mise en place de systèmes de collecte ou de traitement d'eaux résiduaires, quelle qu'en soit la nature, l'épandage ou le rejet desdites eaux sur le sol ou dans le sous-sol

2.3 - la mise en place d'habitations légères ou de loisir, l'établissement d'aires destinées aux gens du voyage, le camping, le stationnement de caravanes

2.4 - la création et l'extension de cimetières, les inhumations en terrain privé, les enfouissements de cadavres d'animaux.

3 - Activités et installations à caractère industriel ou artisanal

Seront interdites les activités et installations suivantes :

3.1 - les aires de récupération, de démontage, de recyclage de véhicules à moteur, ou de matériel d'origine industrielle

3.2 - les centres de traitement ou de transit des ordures ménagères

3.3 - les stockages ou les dépôts de tous produits susceptibles d'altérer la qualité bactériologique ou chimique des eaux, notamment les hydrocarbures et autres produits chimiques, les ordures ménagères, les immondices, les détritiques, les carcasses de voitures, les fumiers, les engrais, ..., ainsi que les dépôts de matières réputées inertes, tels les gravats de démolition, les encombrants, etc..., vue l'impossibilité d'en contrôler la nature

3.4 - toutes constructions nouvelles produisant des eaux résiduaires non assimilables au type domestique, et relevant ou non de la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

3.5 - l'implantation de canalisations souterraines transportant des hydrocarbures liquides, des eaux usées de toutes natures, qu'elles soient brutes ou épurées, et tout autre produit susceptible de nuire à la qualité des eaux souterraines. Les conduites actuelles en place seront régulièrement contrôlées.

4 - Activités agricoles

4.1 - l'utilisation de produits phytosanitaires (pesticides) sera **à proscrire**.

Celle de composés azotés (fertilisants, engrais chimiques, effluents d'élevage définis dans l'arrêté du 22 novembre 1993) se fera dans les conditions du code des bonnes pratiques agricoles

Seront interdits :

4.2 - l'épandage ou le stockage "en bout de champ" des boues issues de stations d'épuration, et des matières de vidange

4.4 - le parage d'animaux (*le parage des animaux sera limité en nombre à la capacité de les nourrir sur le terrain, sans apport extérieur de nourriture*)

5 - Transports routiers

5.1 - le passage des véhicules transportant des matières liquides (hydrocarbures, produits chimiques, lisiers et produits de traitement des cultures) susceptibles de polluer les eaux souterraines sera réglementé

5.2 - les eaux de ruissellement ou les liquides déversés sur la chaussée, en cas d'accident, seront recueillis dans des fossés ou caniveaux étanches, et acheminés en dehors du Ppr

D'une manière générale, on réglementera dans l'emprise définie par le périmètre de protection rapprochée toute activité ou tous faits pouvant porter atteinte à la qualité des eaux souterraines ou des eaux superficielles.

8.3 - Périmètre de protection éloignée (Ppe)

L'extension de ce périmètre est présentée en **annexe 1** sur l'extrait de carte IGN à 1/ 25 000°. Il porte en totalité sur la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE.

Ce Ppe est commun aux deux forages de la Barbion F1 et F2, et il englobe le périmètre de protection rapprochée tel que défini en 8.2 s'étendant plutôt vers l'ouest, vers le nord et vers l'est, sur 600 à 1 000 m suivant l'axe de la structure géologique, et seulement sur 250 m vers le sud.

L'Etang de la Capelle sera inclus dans ce périmètre de protection éloignée.

*Détermination des périmètres de protection des forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
utilisés pour l'AEP de la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE (Gard)*

Pour le secteur de plaine ainsi délimité et presque totalement inhabité, on veillera à y faire respecter strictement les réglementations en vigueur en matière d'activités agricoles et de protection des eaux superficielles et souterraines.

Des mesures de prévention, ou d'alerte devront être prises en cas de déversement de substance polluante pouvant affecter la qualité des eaux de l'Etang de la Capelle (à grand intérêt écologique), ou en cas de mise en évidence de substances toxiques dissoutes dans les eaux de cet étang.

9 - CONCLUSIONS ET AVIS DE L'HYDROGEOLOGUE AGREE

L'aquifère multicouches et sableux du Cénomanien est sollicité en différents horizons plus superficiels ou plus profonds par les deux forages de la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE : **le forage existant de la Barbion F1 et le forage profond de la Barbion F2.**

L'extension des affleurements sableux en connexion avec ces forages est masquée par les formations de couverture d'une part, et par la présence de l'Etang de la Capelle d'autre part. Ce secteur de plaine apparaît comme étant assez cultivé, mais par contre très peu urbanisé. Au vu des analyses réglementaires disponibles, la qualité des eaux captées par les deux forages est satisfaisante.

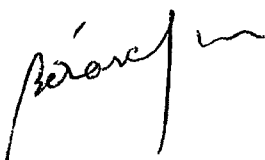
Les problèmes liés à la présence de nitrates, ou d'éventuels pesticides (pour l'instant non trouvés) sont à surveiller pour l'eau du forage de la Barbion F1. Le forage profond de la Barbion F2 qui va exploiter l'eau des sables entre 212 et 230 m de profondeur apparaît comme naturellement bien mieux protégé.

Les conditions inhérentes à la protection immédiate et celles à respecter en matière d'aménagement et de protection des têtes de forage seront à respecter. Le forage P1 devra être obturé, cimenté et abandonné. La source-galerie de la Barbion sera fermée à clé en aval, et ses regards en amont soigneusement confinés ou cimentés.

Une désinfection en continu par de l'eau de Javel (ou du chlore gazeux) devra être amélioré ou nouvellement mis en place.

Le forage de la Barbion F2 devrait répondre sans problème aux besoins en eau de la Commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE, et il sera préférentiellement utilisé. Le forage de la Barbion F1 sera conservé en secours et, dans ces conditions, il devra être périodiquement remis en route.

Sous réserve de l'observation des différentes mesures énoncées dans les différents chapitres, un **avis favorable** est donné à la poursuite pour l'instant de l'exploitation du forage de la Barbion F1, et à l'équipement du forage profond de la Barbion F2 pour l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine de la Commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE.



Pierre BERARD

Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène
publique pour le département du Gard

L'Hydrogéologue en matière d'hygiène publique, désigné par le Préfet sur proposition du Coordonnateur départemental, est mandaté par l'Administration. Le contenu de son rapport est intégralement destiné aux services de l'Etat, en tant que document préparatoire aux décisions de l'autorité administrative. Sa prestation ne peut, en aucun cas, être assimilée à une étude technique dont le pétitionnaire pourrait se prévaloir pour entreprendre.

Détermination des périmètres de protection des forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
utilisés pour l'AEP de la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE (Gard)

Forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
Commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE (30)

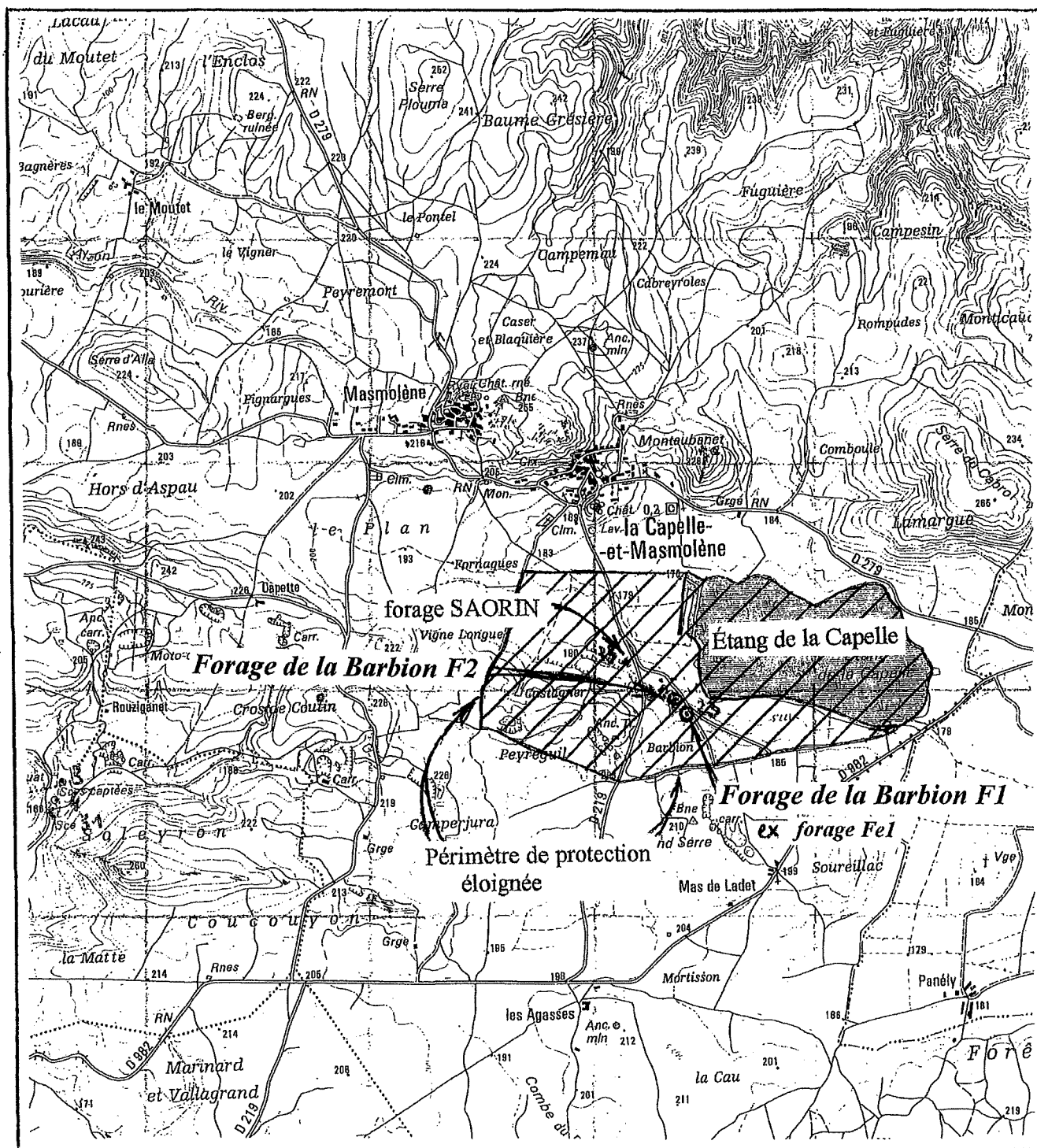
MAIRIE DE
LA CAPELLE-MASMOLENE
COURRIER-ARRIVEE
ANNEXE 1

06 JUL. 2010

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE et périmètre de protection éloignée

Feuille IGN d'UZES Est n° 2941 est

Echelle : 1 / 25 000°



Détermination des périmètres de protection des forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
utilisés pour l'AEP de la commune de la CAPELLE-et-MASMOULÈNE (Gard)

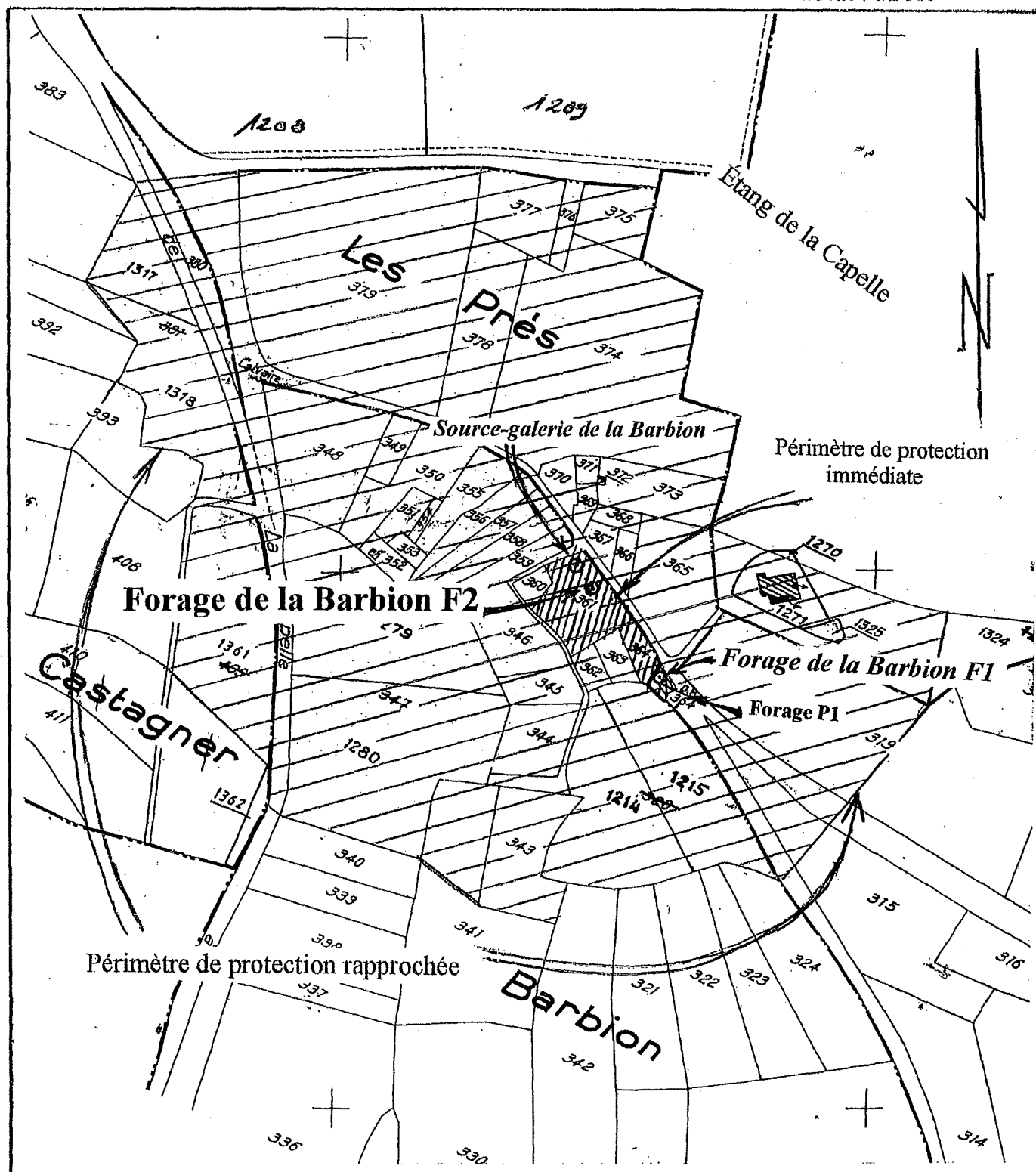
Forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
Commune de la CAPELLE-et-MASMOULÈNE (30)

ANNEXE 2

**Forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2 :
SITUATION CADASTRALE et périmètres
de protection immédiate et rapprochée**

Sections B feuille 1

Echelle : 1/2 500°

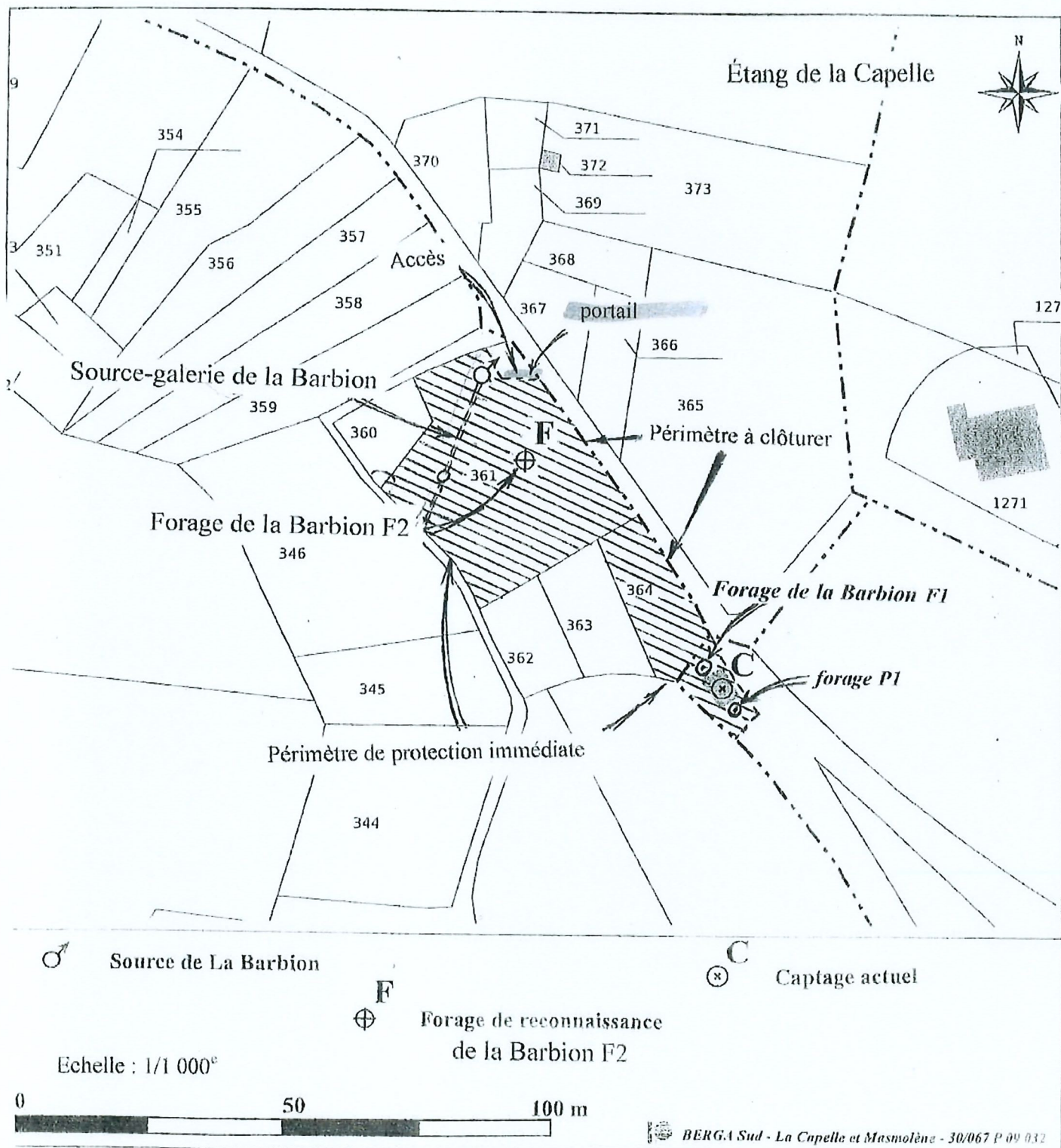


Détermination des périmètres de protection des forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
utilisés pour l'AEP de la commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE (Gard)

Forages de la Barbion F1 et de la Barbion F2
Commune de la CAPELLE-et-MASMOLENE (30)

ANNEXE 3a
Echelle : 1/1 000^e

Forage de la Barbion F1 et de la Barbion F2 :
emprise du périmètre de protection immédiate
et SITUATION CADASTRALE section B1, parcelles n°361 et 364



Délégation territoriale du Gard

Nîmes, le 19 août 2010

Service Santé Environnement
Affaire suivie par Monsieur VEAUTE
Poste : 04.66.76.80.64
CC/CAPELLE

Monsieur le Maire
Mairie
30700 LA CAPELLE ET MASMOLENE

Objet : Commune de LA CAPELLE ET MASMOLENE :
Eau destinée à la consommation humaine :
Forages de la Barbion F1 et F2.

Réf. : Rapport de Monsieur Pierre BERARD, hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique du
30 juin 2010
Votre courrier du 16 juillet 2010.

La commune de LA CAPELLE ET MASMOLENE est actuellement alimentée par un forage qui capte un aquifère superficiel et est donc très vulnérable aux pollutions : le forage de Barbion F1. Ce forage n'a pas fait l'objet d'un arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique.

Un nouveau forage, La Barbion F2, a été réalisé à proximité du précédent mais à une profondeur importante (entre 212 et 230 mètres). Par suite, ce nouveau forage est sensiblement mieux protégé des pollutions. Ce fait est notamment attesté par des concentrations en nitrates nettement plus faibles pour le forage F2 que pour le forage F1.

Par conséquent, j'émetts un avis favorable à l'utilisation du forage de la Barbion F2 pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, laquelle desservira les habitants de votre commune.

Cette autorisation est assortie de la nécessité :

- de produire un dossier de demande de déclaration d'utilité publique au titre du Code de la Santé Publique. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique et d'un arrêté préfectoral ;
- de produire un dossier au titre du Code de l'Environnement en relation avec la Direction Départementale des Territoires et de la Mer ;
- de mettre en place sans délai une installation de désinfection (eau de javel ou chlore) fonctionnant en permanence.

Pour le directeur général et par délégation,
L'Ingénieur du génie sanitaire


Michel MARZIN

Mesures vis à vis du risque retrait gonflement des argiles

ANNEXE TECHNIQUE AU PAC

1) Mesures générales applicables aux projets de construction de bâtiment.

En zones B1 et B2, il est recommandé de faire réaliser une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle, définissant les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments vis-à-vis du risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P94-500, afin de déterminer les conditions précises de réalisation, d'utilisation et d'exploitation du projet au niveau de la parcelle. Au cours de ces études, une attention particulière devra être portée sur les conséquences néfastes que pourrait créer le nouveau projet sur les parcelles voisines (influence des plantations d'arbres ou rejet d'eau trop proche des limites parcellaires par exemple).

2) Mesures particulières applicables aux constructions de maisons individuelles et de leurs extensions

Rappel : l'article L. 231-1 du code de la construction et de l'habitation définit la maison individuelle comme étant la construction d'un immeuble à usage d'habitation ou d'un immeuble à usage professionnel et d'habitation ne comportant pas plus de deux logements.

En zones B1 et B2, et en l'absence d'études géotechniques telles que définies ci-dessus, il est recommandé la réalisation de l'ensemble des règles forfaitaires définies ci après :

2-1) Recommandations aux règles de construction

L'exécution d'un sous-sol partiel sous une construction d'un seul tenant, sauf mise en place d'un joint de rupture est **fortement déconseillé**.

Il est recommandé :

- de réaliser des fondations d'une profondeur minimum de 1,20 m en zone B1 et 0,80 m en zone B2, sauf rencontre de terrains rocheux insensibles à l'eau à une profondeur inférieure ;
- de réaliser des fondations plus profondes à l'aval qu'à l'amont pour les terrains en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage ;
- de réaliser des fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille, dimensionnées selon les préconisations du DTU 13-12 « Règles pour le calcul des fondations superficielles » et réalisées selon les préconisations du DTU 13-11 « Fondations superficielles – cahier des clauses techniques » lorsqu'elles sont sur semelles ;
- de réaliser un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction, pour toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements différentiels, afin de désolidariser et séparer ceux-ci, cette mesure s'applique aussi aux extensions ;
- que les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné, dimensionné et réalisé selon les préconisations du DTU 20-1 « Ouvrages de maçonnerie en petits éléments : règles de calcul et dispositions constructives minimales » ;

- de réaliser une bêche périphérique, si le plancher bas est réalisé sur radier général ;s'il est constitué d'un dallage sur terre plein, il doit être réalisé en béton armé, après mise en oeuvre d'une couche de forme en matériaux sélectionnés et compactés, et répondre à des prescriptions minimales d'épaisseur, de dosage de béton et de ferrailage, selon les préconisations du DTU 13.3 « Dallages – conception, calcul et exécution ». Des dispositions doivent être prises pour atténuer le 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 ; les solutions de type plancher porté sur vide sanitaire et sous-sol total seront privilégiées ;
- de ne pas positionner le long des murs périphériques des sous-sol une source de chaleur (chaudière ou autres). À défaut, il devra être mis en place un dispositif spécifique d'isolation des murs.

2-2) Dispositions relatives à l'environnement immédiat des projets de bâtiments

Les dispositions suivantes relatives à l'aménagement des abords immédiats des bâtiments à la fois dans les zones B1 et B2 ont pour objectif de limiter les risques de retrait-gonflement par une bonne gestion des eaux superficielles et de la végétation.

Toute plantation d'arbre ou d'arbuste à une distance de tout bâtiment existant, ou du projet, inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas d'un rideau d'arbres ou d'arbustes), **est fortement déconseillée**, sauf mise en place d'un écran anti-racines, d'une profondeur minimale de 2 mètres, interposé entre la plantation et les bâtiments.

Il est recommandé :

- de mettre en place des dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples notamment) ;
- de mettre en place un dispositif d'évacuation de type caniveau, éloigné d'une distance minimale de 1,50 mètre de tout bâtiment, permettant la récupération et l'évacuation des eaux pluviales et de ruissellement des abords du bâtiment. Le stockage éventuel de ces eaux à des fins de réutilisation doit être étanche et le trop-plein doit être évacué à une distance minimale de 1,50 mètre de tout bâtiment ;
- de mettre en place, pour le captage des écoulements de faibles profondeurs, lorsqu'ils existent, un dispositif de drainage périphérique à une distance minimale du bâtiment de 2 mètres ;
- de rejeter des eaux pluviales ou usées et des dispositifs de drainage dans le réseau collectif lorsque cela est possible. En cas d'assainissement autonome, le rejet devra être fait à l'aval du bâtiment et à une distance minimale d'éloignement de 10 mètres de tout bâtiment.
- de mettre en place sur toute la périphérie du bâtiment, à l'exception des parties mitoyennes avec un terrain déjà construit ou revêtu, un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée par exemple) et d'une largeur minimale de 1,5 mètre ;
- de mettre en place des écrans anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre le bâtiment projeté et tout arbre ou arbuste existant situé à une distance inférieure à sa propre hauteur à maturité ou, à défaut, d'arracher des arbres concernés.
- de respecter un délai minimum d'un an entre l'arrachage des arbres ou arbustes situés dans l'emprise du projet et à son abord immédiat et le démarrage des travaux de construction, lorsque le déboisement concerne des arbres de grande taille ou en nombre important (plus de cinq).

3) **MESURES APPLICABLES AUX BIENS ET ACTIVITÉS EXISTANTS**

Cette partie définit les adaptations recommandées aux biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme. Il s'agit de dispositions visant à diminuer les risques de désordres par le retrait-gonflement des argiles en limitant les variations de teneur en eau dans le sol sous la construction et à sa proximité immédiate.

Compte tenu de la vulnérabilité importante des maisons individuelles face au risque de retrait-gonflement des argiles, les mesures suivantes n'incombent qu'aux propriétaires des biens de types « maisons individuelles » au sens de l'article L. 231-1 du code de la construction et de l'habitation.

Il est recommandé en zones B1 et B2 :

- de mettre en place un système approprié permettant la collecte et l'évacuation des eaux pluviales des abords du bâtiment dont le rejet sera éloigné à une distance minimale de 1,50 mètre de tout bâtiment. Le stockage éventuel de ces eaux à des fins de réutilisation doit être étanche et le trop-plein doit être évacué à une distance minimale de 1,50 mètre de tout bâtiment.
- de mettre en place un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée) et d'une largeur minimale de 1,50 mètre sur toute la périphérie du bâtiment, à l'exception des parties mitoyennes avec un terrain déjà construit ou revêtu ;
- de raccorder des canalisations d'eaux pluviales et usées au réseau collectif lorsque cela est autorisé par le gestionnaire du réseau. À défaut, il est préférable de maintenir une distance minimale d'une dizaine de mètres entre les zones de rejet et des bâtiments ainsi que des limites de parcelle.

4) **MESURES DE PRÉVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE**

Les dispositions du présent titre ne s'appliquent pas lorsqu'une étude géotechnique de niveau minimum G2 au sens de la norme NF P94-500 démontre que les fondations de la construction sont suffisamment dimensionnées pour éviter les désordres liés aux aménagements à proximité du bâti.

En l'absence d'étude décrite ci-dessus il est recommandé en zones B1 et B2 :

- d'effectuer un élagage régulier (au minimum tous les trois ans) de tous arbres ou arbustes implantés à une distance de toute maison individuelle inférieure à leur hauteur à maturité, sauf mise en place d'un écran anti-racine d'une profondeur minimale de 2 mètres interposé entre la plantation et les bâtiments ; cet élagage doit permettre de maintenir stable le volume de l'appareil aérien de l'arbre (feuillage et branchage) ;
- lors de toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste de respecter une distance d'éloignement par rapport à tout bâtiment au moins égale à la hauteur de la plantation à maturité (1,5 fois en cas d'un rideau d'arbres ou d'arbustes) ou être accompagnée de la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres interposés entre la plantation et les bâtiments ;
- de respecter une distance d'éloignement de tout bâtiment d'au moins 10 mètres lors de la création d'un puits pour usage domestique ;
- de mettre en place des dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et/ou pluviales (raccords souples notamment) ; en cas de remplacement de celles-ci ;

- de réaliser une étude géotechnique de type G12 au sens de la norme NF P94-500 lors de tous travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations pour vérifier qu'ils n'aggraveront pas la vulnérabilité du bâti.;
- de réaliser régulièrement un contrôle d'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales existantes et leur étanchéification en tant que de besoin. Cette recommandation concerne les particuliers et les gestionnaires des réseaux ;
- de ne pas pomper d'eau, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 mètres d'un bâtiment existant, lorsque la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 mètres.

Le retrait-gonflement des argiles

Comment prévenir les désordres
dans l'habitat individuel ?

Prévention
risques naturels majeurs

Conception et réalisation : Orade Conseil [38420 Domène] et Graphies [38240 Meylan] - Impression : Imprimerie du Pont-de-Claix [38640 Claix]

Sommaire

Introduction.....	2
<i>1. Face à quel phénomène ?</i>	3
1.1 Pourquoi les sols gonflent-ils et se rétractent-ils ?	3
<i>Pourquoi spécifiquement les sols argileux ?</i> <i>Les effets de la dessiccation sur les sols</i>	
1.2 Facteurs intervenant dans le phénomène de retrait- gonflement des argiles	5
1.3 Manifestation des désordres	8
<i>Les désordres au gros-œuvre</i> <i>Les désordres au second-œuvre</i> <i>Les désordres sur les aménagements extérieurs</i> <i>L'évaluation des dommages</i>	
<i>2. Le contrat d'assurance</i>	11
<i>3. Comment prévenir ?</i>	12
3.1 La connaissance : cartographie de l'aléa	12
3.2 L'information préventive	13
3.3 La prise en compte dans l'aménagement	14
3.4 Les règles de construction	15
3.5 La réduction de la vulnérabilité du bâti existant	15
<i>4. Organismes de référence, liens internet et bibliographie</i>	16
<i>Fiches</i>	17

Introduction

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles, bien que non dangereux pour l'homme, engendre chaque année sur le territoire français des dégâts considérables aux bâtiments, pouvant dépasser 60 millions d'euros cumulés par département entre 1989 et 1998. En raison notamment de leurs fondations superficielles, les maisons individuelles sont particulièrement vulnérables à ce phénomène. Partant de ce constat, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a souhaité mettre en place une démarche d'information du grand public.

Ce dossier spécifique au retrait-gonflement des argiles fait partie d'une collection de documents, dont l'objectif est de faciliter l'accès à l'information sur les phénomènes naturels générateurs de dommages et sur les moyens de les prévenir.

Ces dossiers traitent notamment des moyens de mitigation (réduction de la vulnérabilité) qui peuvent être mis en place par les particuliers eux-mêmes et à moindre frais ou pour un coût plus important en faisant appel à un professionnel. Ce dossier a pour objectif d'apporter des informations pratiques sur les différentes techniques de mitigation existantes. Une première partie introductive présente le phénomène et ses conséquences, au moyen de nombreux schémas et illustrations, puis des fiches expliquent chaque technique envisagée et les moyens de la mettre en oeuvre.

Actuellement, seuls le retrait-gonflement des argiles et les inondations font l'objet d'un dossier, mais à terme d'autres phénomènes pourront être traités.

Définitions générales

Afin de mieux comprendre la problématique des risques majeurs, il est nécessaire de connaître quelques définitions générales.

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité données.

L'enjeu est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou des activités humaines. Il se caractérise par son importance (nombre, nature, etc.) et sa vulnérabilité.

Le risque majeur est le produit d'un aléa et d'un enjeu. Il se caractérise par sa faible fréquence, sa gravité et l'incapacité de la société exposée à surpasser l'événement. Des actions sont dans la plupart des cas possibles pour le réduire, soit en atténuant l'intensité de l'aléa, soit en réduisant la vulnérabilité des enjeux.

La vulnérabilité exprime et mesure le niveau de conséquences prévisibles de l'aléa sur les enjeux. Elle caractérise la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un événement donné.

La mitigation (atténuation, réduction) des risques naturels est une démarche destinée à réduire l'intensité de certains aléas et la vulnérabilité des enjeux. Elle vise la réduction des dommages, liés à la survenue de phénomènes géologiques, afin de les rendre supportables - économiquement du moins - par la société.



La sécheresse géotechnique est une période de longueur variable, caractérisée par un déficit pluviométrique plus ou moins marqué et se traduisant par une diminution de la teneur en eau de l'horizon du sous-sol.

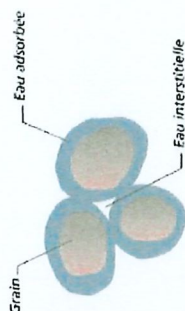
1 - Face à quel phénomène ?

1.1 - Pourquoi les sols gonflent-ils et se rétractent-ils ?

Le matériau argileux présente la particularité de voir sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Dur et cassant lorsqu'il est asséché, un certain degré d'humidité le fait se transformer en un matériau **plastique** et malléable. Ces modifications de consistance peuvent s'accompagner, en fonction de la structure particulière de certains minéraux argileux, de variations de volume plus ou moins conséquentes : fortes augmentations de volume (phénomène de gonflement) lorsque la teneur en eau augmente, et inversement, rétraction (phénomène de retrait) en période de déficit pluviométrique marqué.

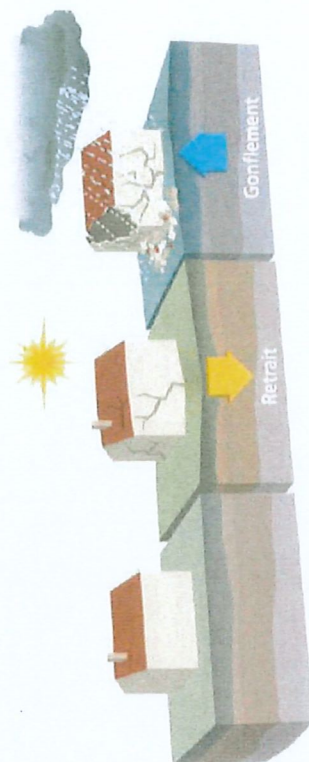
Les phénomènes de **capillarité**, et surtout de **suction**, sont à l'origine de ce comportement. Les variations de volume des sols argileux répondent donc à des variations de teneur en eau (on notera que des variations de contraintes extérieures - telles que les surcharges - peuvent, par ailleurs, également générer des variations de volume).

Tous les sols présentent la particularité de contenir de l'eau en quantité plus ou moins importante :



- de l'**eau de constitution**, faisant partie intégrante de l'organisation moléculaire des grains formant le sol ;
- de l'**eau liée** (ou **adsorbée**), résultant de l'attraction entre les grains et l'eau (pression de suction). On peut se représenter cette couche adsorbée comme un film visqueux entourant le grain ;
- une **eau interstitielle**, remplissant les vides entre les grains du sol (lorsque ceux-ci sont entièrement remplis, le sol est dit saturé).

La part respective entre ces différents « types » d'eau, très variable, dépend de la nature du sol et de son état hydrique. En fonction de cette répartition, les sols auront une réponse différente vis-à-vis des variations de teneur en eau. Plus la quantité d'eau adsorbée contenue dans un sol est grande, plus celui-ci est susceptible de « faire » du retrait.



Pourquoi spécifiquement les sols argileux ?

Les caractéristiques de la structure interne des minéraux argileux expliquent leur comportement face aux variations de teneur en eau :

- ils présentent en effet une structure minéralogique « en feuillets », à la surface desquels les molécules d'eau peuvent s'adsorber sous l'effet de différents phénomènes physico-chimiques, et ce de façon d'autant plus marquée que les grains du sol, fins et aplatis, ont des surfaces développées très grandes. Il en résulte un gonflement, plus ou moins réversible, du matériau. L'eau adsorbée assure les liaisons entre les grains et permet les modifications de structure du sol lors des variations de teneur en eau ;

- certains grains argileux peuvent eux-mêmes voir leur volume changer, par variation de la distance entre les feuillets argileux élémentaires, du fait d'échanges d'ions entre l'eau interstitielle et l'eau adsorbée ;

- les pores du sol sont très fins et accentuent les phénomènes de capillarité.

Toutes les familles de minéraux argileux ne présentent pas la même prédisposition au phénomène de retrait-gonflement. L'analyse de leur structure minéralogique permet d'identifier les plus sensibles. Le groupe des **smeectites** et, dans une moindre mesure, le groupe des **interstratifiées** (alternance plus ou moins régulière de feuillets de nature différente) font partie des plus sujets au phénomène (on parle d'*argiles gonflantes*).

Cette sensibilité est liée :

- à des liaisons particulièrement lâches entre les feuillets constitutifs, ce qui facilite l'acquisition ou le départ d'eau. Cette particularité permet à l'eau de pénétrer dans l'espace situé entre les feuillets, autorisant ainsi de fortes variations de volume (on parle de **gonflement interfoliaire** ou *intercrystallin*) ;

- au fait que ces argiles possèdent une surface spécifique particulièrement importante (800 m²/g pour la montmorillonite qui appartient

aux smectites, 20 m²/g pour la kaolinite), et que la quantité d'eau adsorbée que peut renfermer un sol est directement fonction de ce paramètre.

Les argiles non gonflantes sont ainsi caractérisées par des liaisons particulièrement lâches et par une surface spécifique de leurs grains peu développée.

Pour une variation de teneur en eau identique, l'importance des variations de volume d'un sol argileux « gonflant » dépend aussi :

- **Des caractéristiques « initiales » du sol**, notamment la densité, la teneur en eau et le degré de saturation avant le début de l'épisode climatique (sécheresse ou période de pluviométrie excédentaire). Ainsi, l'amplitude des variations de volume sera d'autant plus grande que la variation de teneur en eau sera marquée. À ce titre, la succession d'une période fortement arrosée et d'une période de déficit pluviométrique constitue un facteur aggravant prépondérant ;

- **de l'« histoire » du sol**, en particulier de l'existence éventuelle d'épisodes antérieurs de chargement ou de dessiccation. Par exemple, un sol argileux « gonflant » mais de compacité élevée (sur-consolidation naturelle, chargement artificiel, etc.) ne sera que peu influencé par une période de sécheresse. À contrario, un remaniement des terrains argileux (à l'occasion par exemple de travaux de terrassement) pourrait favoriser l'apparition des désordres ou être de nature à les amplifier.

Les effets de la dessiccation sur les sols

S'il est saturé, le sol va d'abord diminuer de volume, de façon à peu près proportionnelle à la variation de teneur en eau, tout en restant quasi saturé. Cette diminution de volume s'effectue à la fois **verticalement**, se traduisant par un tassement, mais aussi **horizontalement** avec l'apparition de fissures de dessiccation (classiquement observées dans les fonds de mares qui s'assèchent).

En deçà d'une certaine teneur en eau (dite *limite de retrait*), le sol ne diminue plus de volume, et

dit d'environnement (en relation avec le site). Les **facteurs de prédisposition** permettent de caractériser la **susceptibilité du milieu au phénomène** et **conditionnent sa répartition spatiale**.

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

Le tableau ci-après présente succinctement chacun des facteurs en jeu.



Source : www.argiles.fr

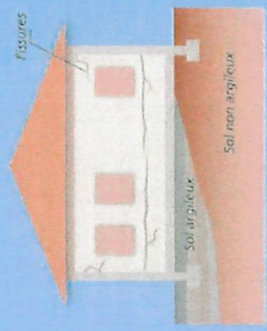
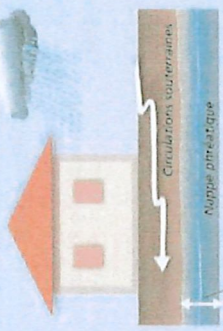
les espaces intergranulaires perdent leur eau au bénéfice de l'air. Des pressions de succion se développent de façon significative.

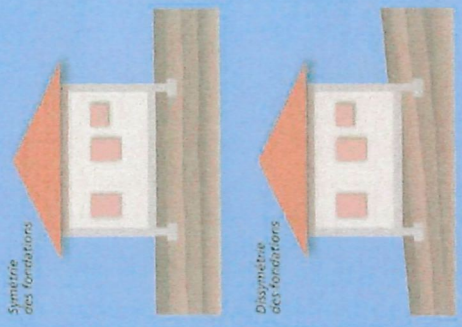
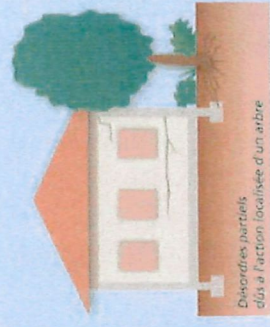
Lorsque le sol argileux non saturé s'humidifie, il se sature sans changement de volume. Il en résulte une annulation progressive des pressions de succion jusqu'à ce que l'argile retrouve son volume initial, voire le dépasse. Divers paramètres, dont la nature minéralogique de l'argile, conditionnent l'ampleur de ce gonflement. Les déformations verticales (de retrait ou de gonflement) peuvent atteindre 10 % de l'épaisseur de sol considérée, voir dépasser cette valeur.

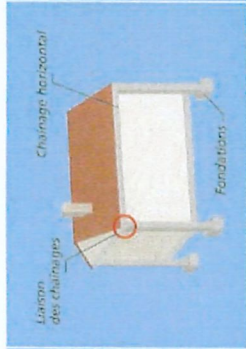
En France métropolitaine, et plus largement dans les régions tempérées, seule la tranche superficielle de sol (1 m à 2 m) est concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. À l'occasion d'une sécheresse très marquée et/ou dans un environnement défavorable [cf. paragraphe 1.2], cette influence peut toutefois se faire sentir jusqu'à une **profondeur atteignant 5 m environ**.

1.2 - Facteurs intervenant dans le phénomène de retrait – gonflement des argiles

On distinguera les facteurs de prédisposition et les facteurs de déclenchement. Les premiers, par leur présence, sont de nature à induire le phénomène de retrait-gonflement des argiles, mais ne suffisent pas à le déclencher. Il s'agit de facteurs internes (liés à la nature des sols), et de facteurs

TYPE DE FACTEUR	SCHEMA EXPLICATIF	COMMENTAIRE
FACTEUR DE PRÉDISPOSITION		
La nature du sol		Facteur de prédisposition prépondérant : seules les formations géologiques renfermant des minéraux argileux sont à priori concernées. Lieu : - de la lithologie (importance de la proportion de matériaux argileux au sein de la formation); - de la composition minéralogique : les minéraux argileux ne sont pas tous « gonflants » et une formation argileuse sera d'autant plus réactive que la proportion de minéraux argileux « favorables » au phénomène (smectites, etc.) sera forte ; - de la géométrie de l'horizon argileux (profondeur, épaisseur) ; - de l'éventuelle continuité des niveaux argileux. L'hétérogénéité de constitution du sous-sol constitue une configuration défavorable. C'est le cas par exemple avec une alternance entre niveaux argileux sensibles et niveaux plus grossiers propices aux circulations d'eau : ces derniers favorisent les variations de teneur en eau des niveaux argileux se trouvant à leur contact.
Le contexte hydrogéologique		C'est l'un des facteurs environnementaux essentiels. Les deux principaux facteurs néfastes sont : - la présence éventuelle d'une nappe phréatique à profondeur limitée ; - l'existence de circulations souterraines temporaires, à profondeur relativement faible. Elles peuvent être à l'origine de fréquentes variations de teneur en eau des niveaux argileux, favorisant ainsi le phénomène de retrait-gonflement. Les conditions hydrauliques in situ peuvent varier dans le temps en fonction : - de l'évapotranspiration, dont les effets sont perceptibles à faible profondeur (jusqu'à 2 m environ) ; - de la battance de la nappe éventuelle (avec une action prépondérante à plus grande profondeur). La présence d'un aquifère à faible profondeur permet le plus souvent d'éviter la dessiccation de la tranche superficielle du sol. Mais en période de sécheresse, la dessiccation par l'évaporation peut être aggravée par l'abaissement du niveau de la nappe (ou encore par un tarissement naturel et saisonnier des circulations d'eau superficielles). Ce phénomène peut en outre être accentué par une augmentation des prélèvements par pompage.

La géomorphologie 	Elle conditionne la répartition spatiale du phénomène : - un terrain en pente entraîne souvent une dissymétrie des fondations d'une construction, favorisant une aggravation des désordres sur le bâti. En effet, les fondations reposant le plus souvent à une cote homogène, les fondations amont sont alors plus enterrées et donc moins exposées aux variations de teneur en eau que les fondations aval. - cet effet peut être renforcé par une différence de nature de sol à la base des fondations amont et aval (les couches superficielles du sol étant généralement parallèles à la topographie, les fondations amont reposent donc sur des terrains moins altérés et remaniés que les fondations aval). - alors qu'une pente favorise le drainage par gravité, sur terrains plats les eaux de ruissellement ont tendance à stagner et à s'infiltrer, et ainsi à ralentir la dessiccation du sol. - l'orientation constitue également un paramètre non négligeable. Sur une pente orientée au Sud, les sols à l'aval d'une construction sont soumis à un ensoleillement plus important que ceux situés en amont, à l'ombre de la bâtisse. La dessiccation y sera donc plus marquée.
La végétation 	Son rôle est souvent prépondérant. Les racines des végétaux aspirent l'eau du sol par succion. En période de bilan hydrique négatif (les prélèvements par l'arbre sont supérieurs aux apports), cette succion provoque une migration d'eau pouvant se traduire par : • un tassement centré sur l'arbre (formation d'une « cuvette ») ; • un lent déplacement du sol vers l'arbre. Une fondation « touchée » subira donc une double distorsion (verticale et horizontale) dont les effets seront particulièrement visibles dans le cas d'une semelle filante. Lorsque le bilan hydrique devient positif, les mécanismes inverses peuvent éventuellement se manifester. On considère en général que l'influence d'un arbre adulte peut se faire sentir jusqu'à une distance équivalente à une fois sa hauteur (et jusqu'à une profondeur de l'ordre de 4 m à 5 m), avec des variations en fonction des essences. Lorsqu'une construction s'oppose à l'évapotranspiration, maintenant ainsi sous sa surface une zone de sol plus humide, les racines se développent de façon préférentielle dans sa direction. Il en est de même avec tout autre élément ayant une attraction positive, par exemple les regards et dispositifs d'assainissement fuyards. Dans le cas de l'urbanisation d'un terrain déboisé depuis peu, ou encore de l'abattage d'un arbre qui était situé à coté d'une construction, des désordres par gonflement peuvent se manifester pendant plusieurs années. Ils résultent d'une augmentation de la teneur en eau générale du sol.

Les défauts de construction		Ce facteur de prédisposition, souvent mis en lumière à l'occasion d'une sécheresse exceptionnelle, se traduit par la survenance ou l'aggravation des désordres. L'examen de dossiers d'expertise indique que les maisons touchées présentent souvent des défauts de conception ou de fondation, ou encore une insuffisance de chaînage horizontal, vertical, mauvaise liaison entre chaînages). Le respect des règles de l'art « élémentaires » permettrait de minimiser, voire d'éviter, une large partie de ces désordres.
Les conditions climatiques		Les phénomènes climatiques exceptionnels sont le principal facteur de déclenchement du phénomène. Les variations de teneur en eau du sol sont liées à des variations climatiques saisonnières. Les désordres seront plus importants dans le cas d'une sécheresse particulièrement marquée, intervenant à la suite d'une période fortement arrosée (par sa durée et par les cumuls de pluie observés). Deux paramètres primordiaux entrent en jeu : l'évapotranspiration et les précipitations.
Les facteurs anthropiques		Des modifications de l'évolution « naturelle » des teneurs en eau du sous-sol peuvent résulter de travaux d'aménagement qui auraient pour conséquence : - de perturber la répartition des écoulements superficiels et souterrains ; - de bouleverser les conditions d'évaporation. Cela peut être le cas pour des actions de drainage du sol d'un terrain, de pompage, de plantations, d'imperméabilisation des sols, etc. Une fuite, voire la rupture d'un réseau enterré humide ou une infiltration d'eaux pluviales, peuvent avoir un impact significatif sur l'état hydrique du sous-sol et de ce fait provoquer des désordres par gonflement des argiles. L'existence de sources de chaleur en sous-sol près d'un mur insuffisamment isolé peut également aggraver, voire déclencher, la dessiccation et entraîner l'apparition de désordres localisés.

1.3 - Manifestation des désordres

Les désordres aux constructions pendant une sécheresse intense sont dus aux tassements différentiels du sol de fondation, pouvant atteindre plusieurs centimètres. Ils résultent des fortes différences de teneur en eau au droit des façades (zone de transition entre le sol exposé à l'évaporation et celui qui en est protégé) et, le cas échéant,

de la végétation proche. L'hétérogénéité des mouvements entre deux points de la structure va conduire à une déformation pouvant entraîner fissuration, voire rupture de la structure. La réponse du bâtiment sera fonction de ses **possibilités de déformation**. On peut en effet imaginer :

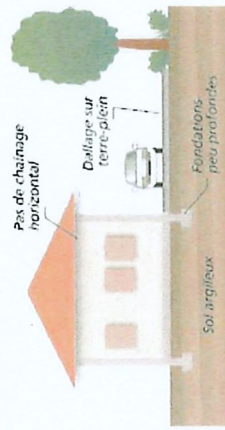
- une structure souple et très déformable, pouvant « suivre » sans dommage les mouvements du sol ;

- une structure parfaitement rigide (horizontalement et verticalement) pouvant résister sans dommage aux mouvements du sol du fait d'une nouvelle répartition des efforts.

Cependant, dans la majorité des cas, la structure ne peut accepter les distorsions générées. Les constructions les plus vulnérables sont les maisons individuelles, notamment en raison :

- de leur structure légère et souvent peu rigide, et de leurs fondations souvent superficielles par rapport aux immeubles collectifs ;
- de l'absence, très souvent, d'une étude géotechnique préalable permettant d'adapter le projet au contexte géologique.

La « construction-sinistrée type » est ainsi une habitation individuelle de plain-pied (l'existence d'un sous-sol impliquant des fondations assez largement enterrées, à une profondeur où les terrains sont moins sujets à la dessiccation), reposant sur des fondations inadéquates et avec présence d'arbres à proximité.



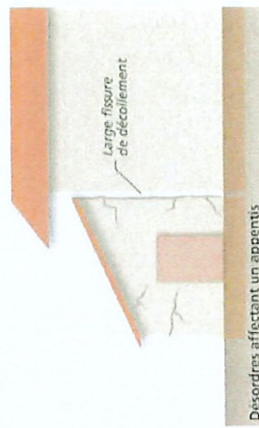
Les désordres au gros-œuvre

- Fissuration des structures (enterrées ou aériennes).

Cette fissuration (lorsque les fissures atteignent une largeur de 30 mm à 40 mm, on parle de lézardes), souvent oblique car elle suit les discontinuités des éléments de maçonnerie, peut également être verticale ou horizontale. Plusieurs orientations sont souvent présentes en même temps. Cette fissuration passe quasi-systématiquement par les points faibles que constituent les



- ouvertures (où que celles-ci soient situées - murs, cloisons, planchers, plafonds).
- **Déversement des structures** (affectant des parties du bâti fondées à des cotes différentes) ou **décollement de bâtiments annexes accolés** (garages...)

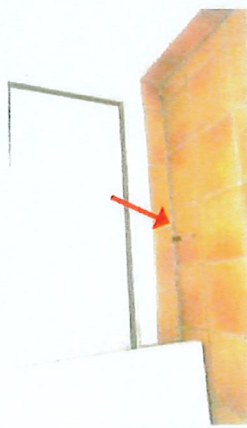


- **Déscastrement des éléments de charpente** ou de chaînage.



Source : Alpi Géorisques.
Fissuration traduisant un décollement de la structure par absence de liaisonnement entre niveau bas et combles.

- **Décollement, fissuration de dallages et de cloisons.**



Source : Alp Géotextiles

Affaiblissement du plancher mis en évidence par le décollement entre plinthes et dallage - Maison Jourdan.

Les désordres au second-œuvre

- **Distorsion des ouvertures, perturbant le fonctionnement des portes et fenêtres.**



Source : www.argiles.fr

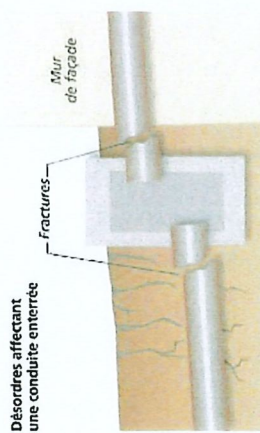
- **Décollement des éléments composites (enduits et placages de revêtement sur les murs, carrelages sur dallages ou planchers, etc.).**



Source : Alp Géotextiles

Fissuration intérieure, tapisserie déchirée - Maison André.

- **Étiement, mise en compression, voire rupture de tuyauteries ou canalisations enterrées (réseaux humides, chauffage central, gouttières, etc.).**



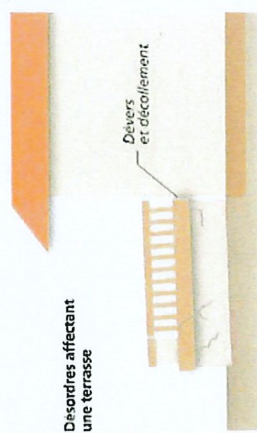
Désordres affectant une conduite enterrée

Fractures

Mur de façade

Les désordres sur les aménagements extérieurs

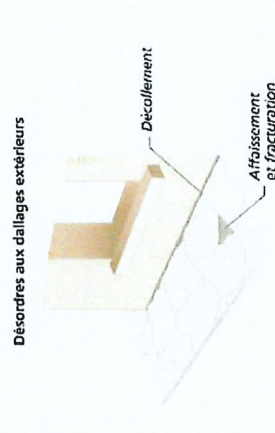
- **Décollement et affaiblissement des terrasses, trottoirs et escaliers extérieurs.**



Désordres affectant une terrasse

Dévers et décolllement

- **Décollement, fissuration des dalles, carrelage des terrasses et trottoirs extérieurs.**



Désordres aux dallages extérieurs

Décolllement

Affaiblissement et fracturation

2 - Le contrat d'assurance

La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (art. L.125-1 à L.125-6 du Code des assurances) a fixé pour objectif d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles en se fondant sur le principe de solidarité nationale.

Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie « catastrophes naturelles », il faut que l'agent naturel en soit la cause directe. L'état de catastrophe naturelle, ouvrant droit à la garantie est constaté par un arrêté interministériel (des ministères de l'Intérieur et de l'Économie et des Finances) qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages couverts par la garantie (article L. 125-1 du Code des assurances).

Pour que cette indemnisation s'applique, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les « dommages » aux biens ainsi que, le cas échéant, les dommages aux véhicules terrestres à moteur. Cette garantie est étendue aux « pertes d'exploitation », si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré.

Les limites

Cependant, l'assuré conserve à sa charge une partie de l'indemnité due par l'assureur. La franchise prévue aux **articles 125-1 à 3 du Code des assurances**, est valable pour les contrats « dommage » et « perte d'exploitation ». Cependant, les montants diffèrent selon les catégories et se déclinent selon le tableau suivant.

Comme on peut le voir dans le tableau, pour les communes non pourvues d'un PPR, le principe de variation des franchises d'assurance s'applique (il a été introduit par l'arrêté du 13 août 2004).

Les franchises sont ainsi modulées en fonction du nombre de constatations de l'état de catastrophe naturelle intervenues pour le même risque, au cours des cinq années précédant l'arrêté.

3.2 - L'information préventive

La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Cette partie de la loi a été reprise dans l'article L125.2 du Code de l'environnement.

Établi sous l'autorité du préfet, le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) recense à l'échelle d'un département l'ensemble des risques majeurs par commune. Il explique les phénomènes et présente les mesures de sauvegarde. À partir du DDRM, le préfet porte à la connaissance du maire les risques dans la commune, au moyen de cartes au 1 : 25 000 et décrit la nature des risques, les événements historiques, ainsi que les mesures d'État mises en place.

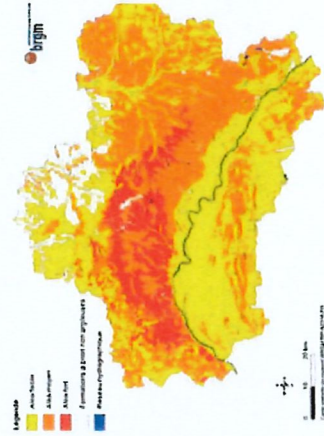
Le maire élabore un document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM). Ce document reprend les informations portées à la connaissance du maire par le préfet. Il précise les dispositions préventives et de protection prises au plan local. Il comprend l'arrêté municipal relatif aux modalités d'affichage des mesures de sauvegarde. Ces deux documents sont librement consultables en mairie.

Le plan de communication établi par le maire peut comprendre divers supports de communication, ainsi que des plaquettes et des affiches, conformes aux modèles arrêtés par les ministères chargés de l'environnement et de la sécurité civile (arrêté du 9 février 2005).

Le maire doit apposer ces affiches :

- dans les locaux accueillant plus de 50 personnes,
- dans les immeubles regroupant plus de 15 logements,
- dans les terrains de camping ou de stationnement de caravanes regroupant plus de 50 personnes.

Les propriétaires de terrains ou d'immeubles doivent assurer cet affichage (sous contrôle du maire) à l'entrée des locaux ou à raison d'une affiche par 5 000 m² de terrain.



Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loiret.

Niveau d'aléa	Définition
Fort	Zones sur lesquelles la probabilité de survenance d'un sinistre sera la plus élevée et où l'intensité des phénomènes attendus est la plus forte, au regard des facteurs de prédisposition présents.
Moyen	Zones « intermédiaires » entre les zones d'aléa faible et les zones d'aléa fort.
Faible	Zones sur lesquelles la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais avec des désordres ne touchant qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, proximité d'arbres ou hétérogénéité du sous-sol par exemple).
Nul ou négligeable	Zones sur lesquelles la carte géologique n'indique pas la présence de terrain argileux en surface. La survenue de quelques sinistres n'est cependant pas à exclure, compte tenu de la présence possible, sur des secteurs localisés, de dépôts argileux non identifiés sur les cartes géologiques, mais suffisants pour provoquer des désordres ponctuels.

Type de contrat	Biens concernés	Communes dotées d'un PPR*	Communes non dotées d'un PPR
Contrat « dommage »	Habitations	381 euros	Modulation de la franchise en fonction du nombre d'arrêts de catastrophe naturelle
	Usage professionnel	10 % du montant des dommages matériels (minimum 1 143 euros)	1 à 2 arrêts : x1 3 arrêts : x2 4 arrêts : x3 5 et plus : x4
Contrat « perte d'exploitation »	Recettes liées à l'exploitation	Franchise équivalente à 3 jours ouvrés (minimum 1 143 euros)	Idem

* Communes qui ont un PPR prescrit depuis moins de 4 ans et communes ayant un document valant PPR.

3 - Comment prévenir ?

3.1 - La connaissance : cartographie de l'aléa

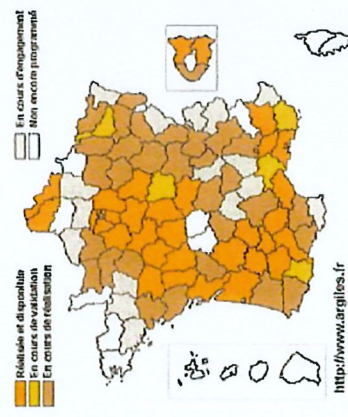
Devant le nombre des sinistres et l'impact financier occasionné par le phénomène de retrait-gonflement des argiles, le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables a chargé le Bureau de Recherches Géologiques et

Minières (BRGM) d'effectuer une cartographie de cet aléa. Elle est réalisée en juin 2007 pour les 37 départements français les plus exposés au regard du contexte géologique et du nombre d'arrêts de catastrophe naturelle. Ce programme de cartographie départementale est aujourd'hui disponible et librement accessible sur Internet à l'adresse www.argiles.fr pour 32 départements. Il est prévu une couverture nationale pour cet aléa.

Ces cartes, établies à l'échelle 1/50 000, ont pour but de délimiter les zones à priori sujettes au phénomène, et de les hiérarchiser selon quatre degrés d'aléa (a priori nul, faible, moyen et fort – cf. tableau ci-contre).

La finalité de ce programme cartographique est l'information du public, en particulier des propriétaires et des différents acteurs de la construction.

Par ailleurs, il constitue une étape préliminaire essentielle à l'élaboration de zonages réglementaires au niveau communal, à l'échelle du 1/10 000 : les Plans de Prévention des Risques (cf. paragraphe 3.3).



État d'avancement des cartes départementales d'aléa retrait-gonflement réalisées par le BRGM à la demande du MEDAD (mise à jour en juin 2007)

La liste des arrêtés de catastrophe naturelle dont a bénéficié la commune est également disponible en mairie.

L'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers

Dans les zones sismiques et celles soumises à un PPR, le décret du 15 février 2005 impose à tous les propriétaires et bailleurs d'informer les acquéreurs et locataires de biens immobiliers de l'existence de risques majeurs concernant ces biens. En cela, les propriétaires et bailleurs se fondent sur les documents officiels transmis par l'État : PPR et zonage sismique de la France.

Cette démarche vise à développer la culture du risque auprès de la population.

D'autre part, les vendeurs et bailleurs doivent informer les acquéreurs et locataires lorsqu'ils ont bénéficié d'un remboursement de sinistre au titre de la déclaration de catastrophe naturelle de leur commune.

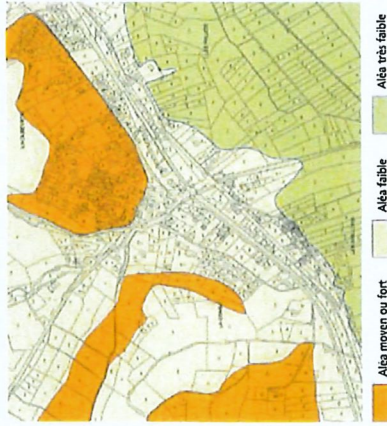
3.3 - La prise en compte dans l'aménagement

Les désordres aux constructions représentent un impact financier élevé pour de nombreux propriétaires et pour la collectivité. C'est dans ce contexte que le MEDAD a instauré le programme départemental de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles (cf. paragraphe 3.1). Il constitue un préalable à l'élaboration des **Plans de Prévention des Risques** spécifiques à l'échelle communale, dont le but est de diminuer le nombre de sinistres causés à l'avenir par ce phénomène, en l'absence d'une réglementation nationale prescrivant des dispositions constructives particulières pour les sols argileux gonflants.

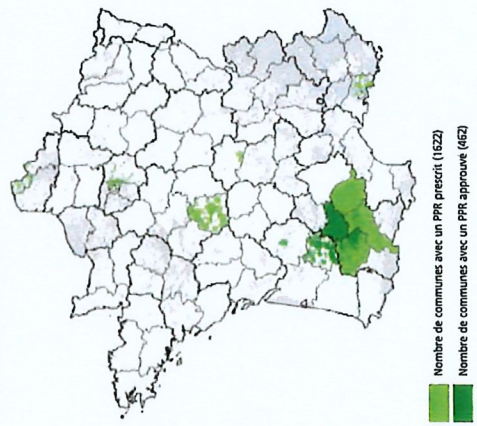
En mai 2007, la réalisation de PPR tassements différentiels a été prescrite dans 1 622 communes. 462 communes possèdent un PPR approuvé. Cet outil réglementaire s'adresse notamment à toute personne sollicitant un permis de construire, mais aussi aux propriétaires de bâtiments

existants. Il a pour objectif de délimiter les zones exposées au phénomène, et dans ces zones, d'y réglementer l'occupation des sols. **Il définit** ainsi, pour les projets de construction futurs et le cas échéant pour le bâti existant (avec certaines limitations), **les règles constructives** (mais aussi liées à

Extrait d'une carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (DBE 04 - Alp'Géorisques)



État cartographié national des PPR prescrit ou approuvé au 04/05/2007 - Aléa : tassements différentiels.



aux maîtres d'ouvrages (constructions futures et bâti existant), mais s'adressent également aux différents professionnels de la construction.

Elles ont pour objectif premier de détailler les mesures préventives essentielles à mettre œuvre. Deux groupes peuvent être distingués :

- les fiches permettant de minimiser le risque d'occurrence et l'ampleur du phénomène :
 - fiche 3, réalisation d'une ceinture étanche autour du bâtiment ;
 - fiche 4, éloignement de la végétation du bâti ;
 - fiche 5, création d'un écran anti-racines ;
 - fiche 6, raccordement des réseaux d'eaux au réseau collectif ;
 - fiche 7, étanchéification des canalisations enterrées ;
 - fiche 8, limiter les conséquences d'une source de chaleur en sous-sol ;
 - fiche 10, réalisation d'un dispositif de drainage.
- les fiches permettant une adaptation du bâti, de façon à s'opposer au phénomène et ainsi à minimiser autant que possible les désordres :
 - fiche 1, adaptation des fondations ;
 - fiche 2, rigidification de la structure du bâtiment ;
 - fiche 9, désolidariser les différents éléments de structure.

l'environnement proche du bâti) **obligatoires ou recommandées** visant à réduire le risque d'apparition de désordres. Dans les secteurs exposés, le PPR peut également imposer la réalisation d'une étude géotechnique spécifique, en particulier préalablement à tout nouveau projet.

Du fait de la lenteur et de la faible amplitude des déformations du sol, ce phénomène est sans danger pour l'homme. **Les PPR ne prévoient donc pas d'inconstructibilité**, même dans les zones d'aléa fort. Les mesures prévues dans le PPR ont un coût, permettant de minorer significativement le risque de survenance d'un sinistre, sans commune mesure avec les frais (et les désagréments) occasionnés par les désordres potentiels.

3.4 - Les règles de construction

Dans les communes dotées d'un PPR prenant en compte les phénomènes de retrait-gonflement des argiles, le règlement du PPR définit les règles constructives à mettre en œuvre (mesures obligatoires et/ou recommandations) dans chacune des zones de risque identifiées.

Dans les communes non dotées d'un PPR, il convient aux maîtres d'ouvrage et/ou aux constructeurs de respecter un certain nombre de mesures afin de réduire l'ampleur du phénomène et de limiter ses conséquences sur le projet en adaptant celui-ci au site. Ces mesures sont détaillées dans les fiches présentes ci-après.

Dans tous les cas, le respect des « règles de l'art » élémentaires en matière de construction constitue un « minimum » indispensable pour assurer une certaine résistance du bâti par rapport au phénomène, tout en garantissant une meilleure durabilité de la construction.

3.5 - La réduction de la vulnérabilité du bâti existant

Les fiches présentées ci-après détaillent les principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti. Elles sont prioritairement destinées

4 - Organismes de référence, liens internet et bibliographie

Site internet

- Ministère de l'Écologie, du développement et de l'aménagement durables
<http://www.prim.net>
- Bureau de recherches Géologiques et Minières
<http://www.argiles.fr>
(consultation en ligne et téléchargement des cartes d'aléas départementales)
- Agence Qualité Construction (association des professions de la construction)
<http://www.qualiteconstruction.com>

Bibliographie

- Sécheresse et construction - guide de prévention ; 1993, La Documentation française.
- Effets des phénomènes de retrait-gonflement des sols sur les constructions - Traitement des désordres et prévention ; 1999, Solen.
- Retrait-gonflement des sols argileux - méthode cartographique d'évaluation de l'aléa en vue de l'établissement de PPR ; 2003, Marc Vincent BRGM.
- Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loiret ; 2004, BRGM.

Glossaire

- Aquifère** : À prendre dans ce document au sens de nappe d'eau souterraine. Le terme désigne également les terrains contenant cette nappe.
- Argile** : Selon la définition du Dictionnaire de géologie (A. Foucault, J.F. Raoult), le terme argile désigne à la fois le minéral (= minéral argileux) et une roche (meuble ou consolidée) composée pour l'essentiel de ces minéraux. La fraction argileuse est, par convention, constituée des éléments dont la taille est inférieure à 2 µm.
- Battance** : Fluctuation du niveau d'une nappe souterraine entre les périodes de hautes eaux et celles de basses eaux.

Bilan hydrique : Comparaison entre les quantités d'eau fournies à une plante (précipitations, arrosage, etc) et sa « consommation ».

Capillarité : Ensemble des phénomènes relatifs au comportement des liquides dans des tubes très fins (et par lesquels de l'eau par exemple peut remonter dans un tube fin à un niveau supérieur à celui de la surface libre du liquide, ou encore dans un milieu poreux tel qu'un sol meuble).

Chainage : Élément d'ossature des parois porteuses d'un bâtiment : ceinturant les murs, le chainage solidarise les parois et empêche les fissurations et les dislocations du bâtiment. On distingue les chainages horizontaux, qui ceinturent chaque étage au niveau des planchers, et sur lesquels sont élevées les parois, et les chainages verticaux qui encadrent les parois aux angles des constructions et au droit des murs de refend (mur porteur formant une division de locaux à l'intérieur d'un édifice).

Évapotranspiration : L'évapotranspiration correspond à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol (fonction des conditions de température, de vent et d'ensoleillement notamment) et par la transpiration (eau absorbée par la végétation).

Plastique : Le qualificatif plastique désigne la capacité d'un matériau à être modelé.

Semelle filante : Type de fondation superficielle la plus courante, surtout quand le terrain d'assise de la construction se trouve à la profondeur hors gel. Elle se prolonge de façon continue sous les murs porteurs.

Succion : Phénomène dû aux forces capillaires par lequel un liquide, à une pression inférieure à la pression atmosphérique, est aspiré dans un milieu poreux.

Surface spécifique : Elle désigne l'aire réelle de la surface d'un objet par opposition à sa surface apparente.

Code des couleurs



- Mesure simple
- Mesure technique
- Mesure nécessitant l'intervention d'un professionnel

Code des symboles



- Mesure concernant le bâti existant
- Mesure concernant le bâti futur
- Mesure applicable au bâti existant et futur
- Remarque importante

Fiche n°1

ADAPTATION DES FONDATIONS



Problème à résoudre : Pour la majorité des bâtiments d'habitation « classiques », les structures sont fondées superficiellement, dans la tranchée du terrain concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. Les sinistres sont ainsi dus, pour une grande part, à une inadéquation dans la conception et/ou la réalisation des fondations.

Descriptif du dispositif : Les fondations doivent respecter quelques grands principes :

- adopter une profondeur d'ancrage suffisante, à adapter en fonction de la sensibilité du site au phénomène ;
- éviter toute dissymétrie dans la profondeur d'ancrage ;
- préférer les fondations continues et armées, bétonnées à pleine fouille sur toute leur hauteur.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe

Plate-forme en déblais-remblais

Contreventement des eaux de ruissellement

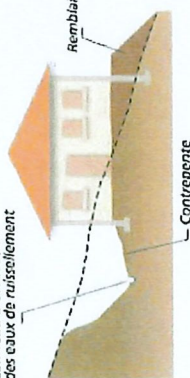
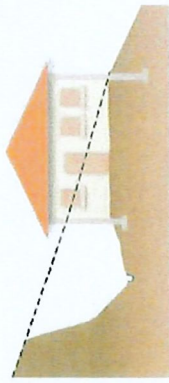


Plate-forme en déblais



Conditions de mise en œuvre :

- La profondeur des fondations doit tenir compte de la capacité de retrait du sous-sol. Seule une étude géotechnique spécifique est en mesure de déterminer précisément cette capacité. A titre indicatif, on considère que cette profondeur d'ancrage (si les autres prescriptions – chaînage, trottoir périphérique, etc. – sont mises en œuvre), qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel, doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort. Une prédisposition marquée du site peut cependant nécessiter de rechercher un niveau d'assise sensiblement plus profond.

Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art (attention à descendre suffisamment la bêche périmétrique), peut constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations. Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente (où l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ou à sous-sol hétérogène. En particulier, les sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sont à éviter à tout prix. Sur des terrains en pente, cette nécessité d'homogénéité de l'ancrage peut conduire à la réalisation de redans.

⚠ Lorsque le bâtiment est installé sur une plate-forme déblai/remblai ou déblai, il est conseillé de descendre les fondations « aval » à une profondeur supérieure à celle des fondations « amont ». Les fondations doivent suivre les préconisations formulées dans le DTU 13.12.

Les études permettant de préciser la sensibilité du sous-sol au phénomène et de définir les dispositions préventives nécessaires (d'ordre constructif ou autre) doivent être réalisées par un bureau d'études spécialisé, dont la liste peut être obtenue auprès de l'Union Française des Géologues (tél : 01 47 07 91 95).

Fiche n°2

RIGIDIFICATION DE LA STRUCTURE DU BÂTIMENT



Problème à résoudre : Un grand nombre de sinistres concernant des constructions dont la rigidité, insuffisante, ne leur permet pas de résister aux distorsions générées par les mouvements différentiels du sous-sol. Une structure parfaitement rigide permet au contraire une répartition des efforts permettant de minimiser les désordres de façon significative, à défaut de les écarter.

Descriptif du dispositif : La rigidification de la structure du bâtiment nécessite la mise en œuvre de chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs liaisonnés.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le dispositif mis en œuvre doit suivre les préconisations formulées dans le DTU 20.1 :

- « Les murs en maçonnerie porteurs et les murs en maçonnerie de remplissage doivent être ceinturés à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend ». Cette mesure s'applique notamment pour les murs pignons au niveau du rampant de la couverture.
- « Les chaînages verticaux doivent être réalisés au moins dans les angles saillants et rentrant des maçonneries, ainsi que de part et d'autre des joints de fractionnement du bâtiment ».
- La liaison entre chaînages horizontaux et verticaux doit faire l'objet d'une attention particulière : ancrage des armatures par retour d'équerre, recouvrement des armatures assurant une continuité. Les armatures des divers chaînages doivent faire l'objet de liaisons efficaces (recouvrement, ancrage, etc.), notamment dans les angles du bâtiment.

Mesures d'accompagnement : D'autres mesures permettent de rigidifier la structure :

- la réalisation d'un soubassement « monobloc » (préférer les sous-sols complets aux sous-sols partiels, les radiers ou les planchers sur vide sanitaire, plutôt que les dallages sur terre-plein) ;
- la réalisation de linteaux au-dessus des ouvertures.

Fiche n°3

RÉALISATION D'UNE CEINTURE ÉTANCHE AUTOUR DU BÂTIMENT



Problème à résoudre : Les désordres aux constructions résultent notamment des fortes différences de teneur en eau existant entre le sol situé sous le bâtiment qui est à l'équilibre hydrique (terrains non exposés à l'évaporation, qui constituent également le sol d'assise de la structure) et le sol situé aux alentours qui est soumis à évaporation saisonnière. Il en résulte des variations de teneur en eau importantes et brutales, au droit des fondations.

Descriptif du dispositif : Le dispositif proposé consiste à entourer le bâti d'un système étanche le plus large possible (minimum 1,50 m), protégeant ainsi sa périphérie immédiate de l'évaporation et éloignant du pied des façades les eaux de ruissellement.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : L'étanchéité pourra être assurée, soit :

- par la réalisation d'un troitoir périphérique (selon les possibilités en fonction de l'implantation du bâtiment et de la mitoyenneté), en béton ou tout autre matériau présentant une étanchéité suffisante ;
 - par la mise en place sous la terre végétale d'une géomembrane enterrée, dans les cas notamment où un revêtement superficiel étanche n'est pas réalisable (en particulier dans les terrains en pente). La géomembrane doit être raccordée aux façades par un système de couvre-joint, et être protégée par une couche de forme sur laquelle peut être mis en œuvre un revêtement adapté à l'environnement (pavés, etc).
- Une légère pente doit être donnée au dispositif, de façon à éloigner les eaux du bâtiment, l'idéal étant que ces eaux soient reprises par un réseau d'évacuation étanche.

⚠ Pour être pleinement efficace, le dispositif d'étanchéité doit être mis en œuvre sur la totalité du pourtour de la construction. Une difficulté peut se poser lorsque l'une des façades est située en limite de propriété (nécessitant un accord avec le propriétaire mitoyen). Le non-respect de ce principe est de nature à favoriser les désordres.

Mesures d'accompagnement : Les eaux de toitures seront collectées dans des ouvrages étanches et évacués loin du bâtiment [cf. fiche n°6].
À défaut de la mise en place d'un dispositif étanche en périphérie immédiate du bâtiment, les eaux de ruissellement pourront être éloignées des façades (aussi loin que possible), par des contre-pentes.

Fiche n°4

ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI

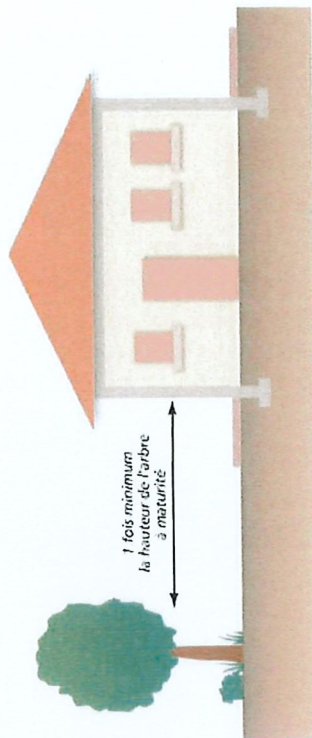


Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords (arbres et arbustes).

Descriptif du dispositif : La technique consiste à abattre les arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Un élagage régulier et sévère, permettant de minimiser la capacité d'évaporation des arbres et donc de réduire significativement leurs prélèvements en eau dans le sol, peut constituer une alternative à l'abattage. Attention, l'abattage des arbres est néanmoins également susceptible de générer un gonflement du fait d'une augmentation de la teneur en eau des sols qui va en résulter ; il est donc préférable de privilégier un élagage régulier de la végétation concernée.

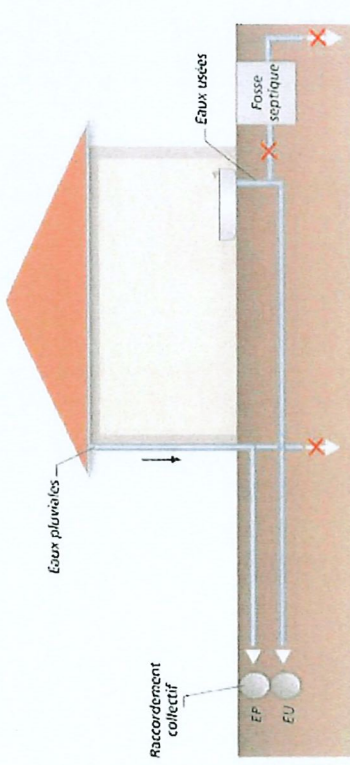
Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à 1 fois leur hauteur à maturité (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Bien que certaines essences aient un impact plus important que d'autres, il est difficile de limiter cette mesure à ces espèces, car ce serait faire abstraction de critères liés à la nature du sol. De plus, il faut se garder de sous-estimer l'influence de la végétation arbustive, qui devra également, en site sensible, être tenue éloignée du bâti.

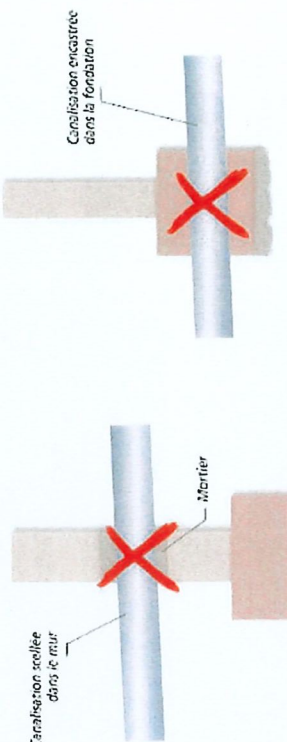
Schéma de principe

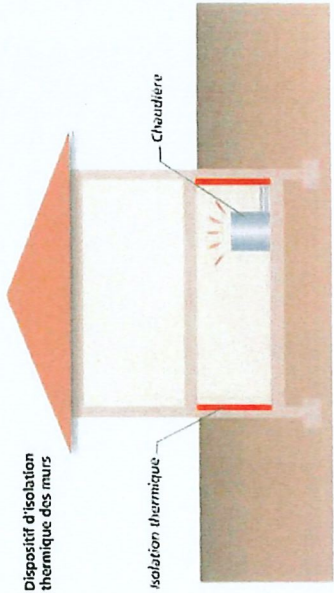


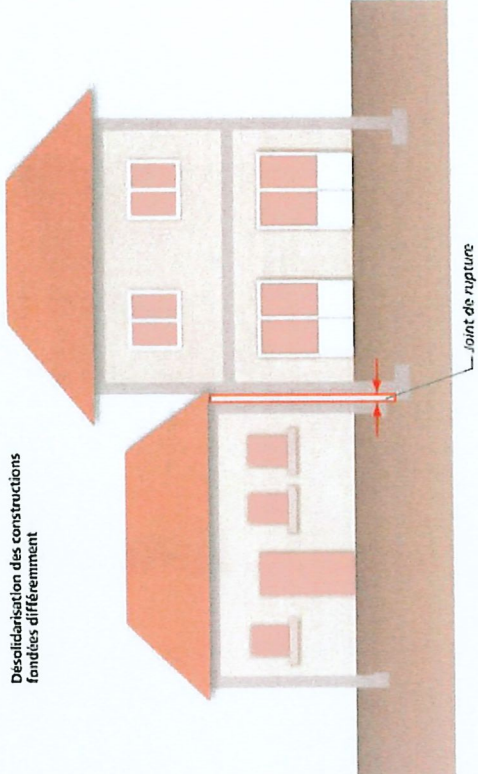
Fiche n°4 ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI	Précautions de mise en œuvre : L'abattage des arbres situés à faible distance de la construction ne constitue une mesure efficace que si leurs racines n'ont pas atteint le sol sous les fondations. Dans le cas contraire, un risque de soulèvement n'est pas à exclure. Si aucune action d'éloignement de la végétation (ou l'absence d'un écran anti-racines – (cf. Fiche n°5)) n'est mise en œuvre ceci pourra être compensé par l'apport d'eau en quantité suffisante aux arbres concernés par arrosage. Mais cette action sera imparfaite, notamment par le fait qu'elle pourrait provoquer un ramollissement du sol d'essie du bâtiment.
Mesure alternative : Mise en place d'un écran anti-racines pour les arbres isolés situés à moins de une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). (cf. fiche n°5)	A destination des projets nouveaux : Si des arbres existent à proximité de l'emprise projetée du bâtiment, il convient de tenir compte de leur influence potentielle à l'occasion tout particulièrement d'une sécheresse ou de leur éventuelle disparition future, à savoir selon le cas : - tenter autant que possible d'implanter le bâti à l'extérieur de leur « champ d'action » (on considère dans le cas général que le domaine d'influence est de une fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte pour des arbres isolés, une fois et demi cette hauteur dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes) ; - tenter d'abattre les arbres gênants le plus en amont possible du début des travaux (de façon à permettre un rétablissement des conditions « naturelles » de teneur en eau du sous-sol) ; - descendre les fondations au-dessous de la cote à laquelle les racines n'influent plus sur les variations de teneur en eau (de l'ordre de 4 m à 5 m maximum). Si des plantations sont projetées, on cherchera à respecter une distance minimale équivalente à une fois la hauteur à maturité de l'arbre entre celui-ci et la construction. A défaut, on envisagera la mise en place d'un écran anti-racines.

Fiche n°5 CRÉATION D'UN ÉCRAN ANTI-RACINES	Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords.	Descriptif du dispositif : La technique consiste à mettre en place, le long des façades concernées, un écran s'opposant aux racines, d'une profondeur supérieure à celle du système racinaire des arbres présents (avec une profondeur minimale de 2 m). Ce dispositif est constitué en général d'un écran rigide (matériau traité au ciment), associé à une géomembrane (le long de laquelle des herbicides sont injectés), mis en place verticalement dans une tranchée.
Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à une fois leur hauteur à maturité.	Schéma de principe 	
Précautions de mise en œuvre : L'écran anti-racines doit pouvoir présenter des garanties de pérennité suffisantes, notamment vis-à-vis de l'étanchéité et de la résistance. Un soin particulier doit être porté sur les matériaux utilisés (caractéristiques de la géomembrane, etc). L'appel à un professionnel peut s'avérer nécessaire pour ce point, voire également pour la réalisation du dispositif.	Mesure alternative : Abattage des arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité, par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). (Voir fiche n°4)	

Fiche n°6	RACCORDEMENT DES RÉSEAUX D'EAUX AU RÉSEAU COLLECTIF	
Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP - (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU - dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des EP et des EU conduit à ré-injecter dans le premier cas des volumes d'eau potentiellement importants et de façon ponctuelle, dans le second cas des volumes limités mais de façon « chronique ».	Descriptif du dispositif : Il vise, lorsque l'assainissement s'effectue de façon autonome, à débancher les filières existantes (puits perdu, fosse septique + champ d'épandage, etc.) et à diriger les flux à traiter jusqu'au réseau collectif (« tout à l'égout » ou réseau séparatif).	Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités assaini de façon individuelle avec ré-infiltration in situ (les filières avec rejet au milieu hydraulique superficiel ne sont pas concernées), et situé à distance raisonnable (c'est-à-dire économiquement acceptable) du réseau collectif. Schéma de principe  Conditions de mise en œuvre : Le raccordement au réseau collectif doit être privilégié, sans préjudice des directives sanitaires en vigueur. Le raccordement nécessite l'accord préalable du gestionnaire de réseau. Le branchement à un réseau collectif d'assainissement implique pour le particulier d'être assujéti à une redevance d'assainissement comprenant une part variable (assise sur le volume d'eau potable consommé) et le cas échéant une partie fixe. Mesure alternative : En l'absence de réseau collectif dans l'environnement proche du bâti et du nécessaire maintien de l'assainissement autonome, il convient de respecter une distance d'une quinzaine de mètres entre le bâtiment et le(s) point(s) de rejet (à examiner avec l'autorité responsable de l'assainissement).

Fiche n°7	ÉTANCHÉIFICATION DES CANALISATIONS ENTERRÉES	
Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.	Descriptif du dispositif : Le principe consiste à étanchéifier l'ensemble des canalisations d'évacuation enterrées (eaux pluviales, eaux usées). Leur tracé et leur conception seront en outre étudiés de façon à minimiser le risque de rupture.	Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités, assaini de façon individuelle ou collective. Schéma de principe Les canalisations ne doivent pas être bloquées dans le gros-œuvre  Conditions de mise en œuvre : Les canalisations seront réalisées avec des matériaux non fragiles (c'est-à-dire susceptibles de subir des déformations sans rupture). Elles seront aussi flexibles que possibles, de façon à supporter sans dommage les mouvements du sol. L'étanchéité des différents réseaux sera assurée par la mise en place notamment de joints souples au niveau des raccordements. De façon à ce que les mouvements subis par le bâti ne se « transmettent » pas aux réseaux, on s'assurera que les canalisations ne soient pas bloquées dans le gros œuvre, aux points d'entrée dans le bâti. Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs (tout du moins avec un angle aussi proche que possible de l'angle droit). Mesures d'accompagnement : Autant que faire se peut, on évitera de faire longer le bâtiment par les canalisations de façon à limiter l'impact des fuites occasionnées, en cas de rupture, sur les structures proches. Il est souhaitable de réaliser de façon régulière des essais d'étanchéité de l'ensemble des réseaux « humides ».

Fiche n°8	LIMITER LES CONSÉQUENCES D'UNE SOURCE DE CHALEUR EN SOUS-SOL	
Problème à résoudre : La présence dans le sous-sol d'un bâtiment d'une source de chaleur importante, en particulier d'une chaudière, est susceptible de renforcer les variations localisées d'humidité dans la partie supérieure du terrain. Elles sont d'autant plus préjudiciables qu'elles s'effectuent au contact immédiat des structures.	Descriptif du dispositif : La mesure consiste à prévoir un dispositif spécifique d'isolation thermique des murs se trouvant à proximité de la source de chaleur (limitation des échanges thermiques).	Champ d'application : Concerne tous les murs de la pièce accueillant la source de chaleur, ainsi que toutes parties de la sous-structure du bâtiment au contact de canalisations « chaudes ».
Schéma de principe		
		
Conditions de mise en œuvre : Dans l'Union Européenne, les produits d'isolation thermique pour la construction doivent posséder la marque CE depuis mars 2003 et respecter les normes EN 13162 à EN 13171 (selon leur nature). Il pourra s'agir de produits standards de type polystyrène ou laine minérale.		
Remarque : La loi de finances pour 2005 a créé un crédit d'impôt dédié au développement durable et aux économies d'énergie. Destinée à renforcer le caractère incitatif du dispositif fiscal en faveur des équipements de l'habitation principale, cette mesure est désormais ciblée sur les équipements les plus performants au plan énergétique, ainsi que sur les équipements utilisant les énergies renouvelables. Le crédit d'impôt concerne les dépenses d'acquisition de certains équipements fournis par les entreprises ayant réalisé les travaux et faisant l'objet d'une facture, dans les conditions précisées à l'article 90 de la loi de finances pour 2005 et à l'article 83 de la loi de finances pour 2006 : http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm		
Cela concerne notamment l'acquisition de matériaux d'isolation thermique des parois opaques (planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert, avec résistance thermique $R \geq 2,4 \text{ M}^2 \cdot \text{K/W}$). Pour choisir un produit isolant, il est important de connaître sa résistance thermique «R» (aptitude d'un matériau à ralentir la propagation de l'énergie qui le traverse). Elle figure obligatoirement sur le produit. Plus «R» est important plus le produit est isolant.		
Pour ces matériaux d'isolation thermique, le taux du crédit d'impôt est de 25 %. Ce taux est porté à 40 % à la double condition que ces équipements soient installés dans un logement achevé avant le 1/01/1977 et que leur installation soit réalisée au plus tard le 31 décembre de la 2^e année qui suit celle de l'acquisition du logement.		

Fiche n°9	DÉSOLIDARISER LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE STRUCTURE	
Problème à résoudre : Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.	Descriptif du dispositif : Il s'agit de désolidariser les parties de construction fondées différemment (ou exerçant des charges variables sur le sous-sol), par la mise en place d'un joint de rupture (élastomère) sur toute la hauteur du bâtiment (y compris les fondations).	Champ d'application : Concerne tous les bâtiments d'habitation ou d'activités présentant des éléments de structures fondés différemment (niveau d'assise, type de fondation) ou caractérisés par des descentes de charges différentes. Sont également concernées les extensions de bâtiments existants (pièce d'habitation, garage, etc.).
Schéma de principe		
		
Conditions de mise en œuvre : Il est indispensable de prolonger le joint sur toute la hauteur du bâtiment.		
A destination du bâti existant : La pose d'un joint de rupture sur un bâtiment existant constitue une mesure techniquement envisageable. Mais elle peut nécessiter des modifications importantes de la structure et s'avérer ainsi très délicate (les fondations étant également concernées par cette opération). La mesure doit systématiquement être mise en œuvre dans le cadre des projets d'extension du bâti existant.		

Fiche n° 10

RÉALISATION D'UN DISPOSITIF DE DRAINAGE

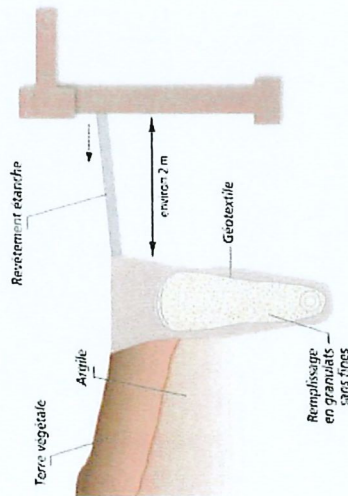


Problème à résoudre : Les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellement superficiel ou circulations souterraines), contribuent au phénomène en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements différentiels du sous-sol.

Descriptif du dispositif : Le dispositif consiste en un réseau de drains (ou tranchées drainantes) ceinturant la construction ou, dans les terrains en pente, disposés en amont de celle-ci. Les volumes collectés sont dirigés aussi loin que possible de l'habitation.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le réseau est constitué de tranchées remplies d'éléments grossiers (protégés du terrain par un géotextile), avec en fond de fouille une canalisation de collecte et d'évacuation (de type « drain routier ») répondant à une exigence de résistance à l'écrasement. Idéalement, les tranchées descendent à une profondeur supérieure à celle des fondations de la construction, et sont disposées à une distance minimale de 2 m du bâtiment. Ces précautions sont nécessaires afin d'éviter tout impact du drainage sur les fondations.

Les règles de réalisation des drains sont données par le DTU 20.1.

⚠ En fonction des caractéristiques du terrain, la nécessité de descendre les drains au-delà du niveau de fondation de la construction peut se heurter à l'impossibilité d'évacuer gravitairement les eaux collectées. La mise en place d'une pompe de relevage peut permettre de lever cet obstacle.

Mesure d'accompagnement : Ce dispositif de drainage complète la mesure détaillée dans la fiche n°3 (mise en place d'une ceinture étanche en périphérie du bâtiment) de façon à soustraire les fondations de la construction aux eaux de ruissellement et aux circulations souterraines.

Zonage sismique dans le Gard / Mesures vis à vis du risque sismique



PRÉFET DU GARD

Direction Départementale
des Territoires et de la Mer

Nîmes, le **19 AVR. 2011**

Service Observation Territoriale
Urbanisme et Risques
Affaire suivie par : Hervé Favier et Christophe Bonnemayre
☎ 04 66 62.62.24 ou 04 66 62 62 54
herve.favier@gard.gouv.fr
christophe.bonnemayre@gard.gouv.fr

Le Préfet du Gard

à

Mesdames et Messieurs les Maires
liste in fine

Objet : Porter à Connaissance (PAC) concernant l'évolution du zonage sismique dans le Gard.

P.J. : 2 décrets et 1 arrêté du 22 octobre 2010 relatifs au risque sismique ;

l'arrêté du 10 septembre 2007 relatif aux attestations de prise en compte des règles de construction parasismique à fournir lors du dépôt d'une demande de permis de construire et avec la déclaration d'achèvement de travaux ;

Plaquette valant annexe technique : la nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments dont le permis de construire est déposé à partir du 1er mai 2011 ;

Document d'information sur la prévention du risque sismique dans le Gard ;

Documents sur le renforcement du bâti existant et futur ;

Carte de zonage sismique du département ;

Liste des communes par niveau d'aléa sismique.

Chaque année dans le monde, une importante agglomération est touchée par un séisme.

En France métropolitaine, le plus grave séisme connu au XX^{ème} siècle est celui de Lambesc en Provence (1909, intensité VIII-IX à l'épicentre). Depuis 20 ans, 8 séismes d'intensité supérieure ou égale à VI ont été recensés. Cette valeur sur l'échelle d'intensité correspond au début des dégâts sur les constructions. Il s'agit notamment des séismes ayant eu lieu dans les Pyrénées centrales en 1980 et en 2002, à Annecy en 1996, ce dernier ayant causé plus de 61 millions d'euros de dommages.

Historiquement l'intensité maximale ressentie dans le département du Gard est de niveau VII, ayant engendrée des dégâts matériels tels que maisons fissurées et cheminées démolies. Ce fut en particulier le cas à Meynes et Montfrin en 1946.

Les séismes étant un risque majeur contre lequel l'homme ne peut agir directement et dont la prévision reste très lacunaire, sa protection ne peut être que passive. On ne peut en effet empêcher un séisme d'avoir lieu, mais on peut en revanche prendre des dispositions pour minimiser ses conséquences humaines et limiter les destructions et, ainsi, les pertes économiques.

Cette limitation passe d'abord par l'adaptation des structures des bâtiments et des ouvrages d'art aux sollicitations dynamiques.

C'est dans cet objectif que le **plan séisme** a été initié en 2005 à la suite du séisme qui a secoué la Guadeloupe en 2004. Ce plan a reçu son corpus réglementaire le 22 octobre 2010.

Le plan séisme dote la France d'un nouveau zonage sismique basée sur des données actualisées et des nouvelles méthodes de calcul, divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante :

Zone d'aléa très faible, dénommée zone de sismicité 1 ;
Zone d'aléa faible, dénommée zone de sismicité 2 ;
Zone d'aléa modérée, dénommée zone de sismicité 3 ;
Zone d'aléa moyenne, dénommée zone de sismicité 4 ;
Zone d'aléa forte, dénommée zone de sismicité 5.

- Pour la zone de sismicité 1, aucune prescription parasismique particulière n'est imposée pour les bâtiments à risque normal,
- pour les quatre autres zones de sismicité, des règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans certaines conditions.

Toutes les communes du Gard sont concernées par cet aléa, à des degrés divers : 7 communes sont situées en zone de sismicité 1, 219 communes sont situées en 2 et 127 en 3.

La cartographie des zones de sismicité est issue des décrets n°2010-1255 et n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 et de l'arrêté du 22 octobre 2010. Les règles de constructions font référence à une réglementation de niveau européen : l'EUROCODE 8, destinée à remplacer les règles parasismiques (PS 92) en vigueur en France.

L'objectif de cette nouvelle réglementation est d'assurer le non effondrement des constructions, y compris des maisons individuelles. Ainsi même si le zonage ne définit pas de zones inconstructibles au titre de cet aléa, des dispositions constructives et de gestion, détaillées dans la plaquette jointe, sont à intégrer pour assurer la sécurité d'un bien nouveau ou l'intégrité d'un bien existant.

Ces nouvelles dispositions impactent d'une part l'instruction des permis de construire, d'autre part la planification.

1) Dans le cadre de l'application du droit des sols

Le code de l'urbanisme a prévu que certaines demandes de permis de construire déposées dans les communes situées en zone de sismicité 2 ou supérieure, contiennent une attestation de la prise en compte des règles parasismiques à la conception. Une autre attestation est imposée au stade de la réalisation.

Ainsi, au titre de l'article R 431-16-b du code de l'urbanisme, les demandes de permis de construire doivent être obligatoirement accompagnées d'un document attestant que le maître d'ouvrage a reçu l'avis d'un contrôleur sur la prise en compte des règles parasismiques au stade de la conception du projet (pièce PC12 ou PCMI 13).

Pour le département du Gard, cette attestation est obligatoire pour toute demande de permis de construire des bâtiments d'importance III (dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ou pour leur importance socio-économique, notamment établissements scolaires ou recevant du public) ou IV (dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile ou le maintien de l'ordre public) situés dans les zones de sismicité 2 et 3. En sont donc exclues toutes les demandes de permis de construire dans les 7 communes de zone de sismicité 1 (Aigues Mortes, Aimargues, Le Cailar, Le Grau du Roi, Saint Gilles, Saint-Laurent d'Aigouze et Vauvert), et toutes les demandes de permis de construire des bâtiments d'importance I ou II (risque minime à moyen pour les personnes ou l'activité économique : habitations individuelles, ERP de catégorie 4 ou 5...). Le détail exhaustif de ces catégories figure aux articles 2 et 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010.

Par ailleurs, pour ces bâtiments soumis à obligation de fournir une attestation à la conception, l'article R.462-4 du code de l'urbanisme impose que la déclaration attestant de l'achèvement et de la conformité des travaux (DAACT) soit accompagnée d'une attestation (pièce AT 2) d'un contrôleur, justifiant que le maître d'ouvrage a tenu compte de ses avis dans le respect des règles parasismiques.

L'arrêté du 10 septembre 2007 relatif à ces deux attestations est joint au présent envoi.

Ces attestations sont imposées pour tous les permis déposés à compter du 1er mai 2011.

2) Dans le cadre de la planification

a) pour les communes dont le plan local d'urbanisme ou la carte communale est en cours d'élaboration ou de révision, le présent envoi constitue un porter à connaissance (PAC) complémentaire au sens des articles L.121-2 et R 121-1 du code de l'urbanisme.

Bien qu'il s'agisse de dispositions constructives et non d'urbanisme, vous mentionnerez le niveau d'aléa sismique de votre commune dans le rapport de présentation de votre document d'urbanisme et y intégrerez la plaquette jointe au présent PAC en tant que condition spéciale de construction.

b) pour les communes dont le plan d'occupation des sols, le plan local d'urbanisme ou la carte communale n'est pas en cours d'élaboration ou de révision, le présent envoi constitue un porter à connaissance spécifique sur l'aléa sismique.

Vous veillerez à intégrer le niveau de sismicité ainsi que leurs recommandations constructives dans la prochaine évolution de votre document conformément au point précédent (a).

Dans tous les cas, même en l'absence de document d'urbanisme, vous rendrez disponible la carte du niveau d'aléa sismique de votre commune, et vous pourrez utilement joindre la plaquette aux personnes venant retirer un formulaire de permis de construire, ou aux professionnels de votre secteur.

En effet, il est important de sensibiliser la population au risque sismique, ces dispositions entrant en vigueur le 01 mai 2011.

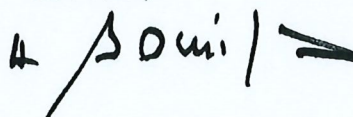
Par ailleurs, je vous informe que les dispositions énoncées dans le présent porter à connaissance seront prochainement reprises dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) actuellement en cours de révision par mes services, et seront mises en ligne sur les sites internet IAL (Information des Acquéreurs et des Locataires) de la Préfecture du Gard et du Ministère en charge du développement durable (www.prim.net).

En conséquence, ces prescriptions devront être transcrites dans votre Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM). Vous devrez délivrer une information concernant ces dispositions auprès de vos administrés par toute voie utile (site internet communal, journal ...), en application des articles R125-9 à 14 du code de l'Environnement, qui instaurent et définissent les modalités d'accès des citoyens à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis.

Pour plus d'informations, je vous communique les adresses des sites internet détaillant ce risque dans le Gard :

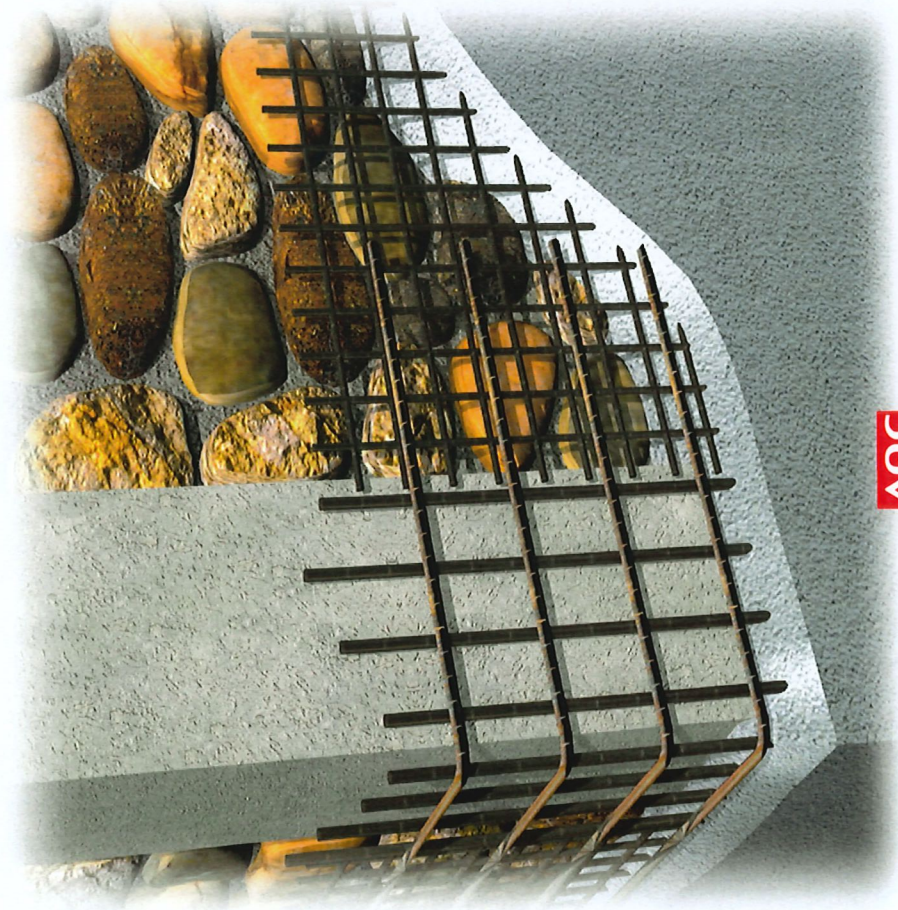
- x le site du brgm: <http://www.planseisme.fr/>
- x le site de prim.net: <http://www.risquesmajeurs.fr/le-risque-sismique>
- x le site de la DREAL LR
http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=451

Le Préfet,



Hugues BOUSIGES

Renforcer le bâti existant en zone sismique



La prévention sismique par renforcement du bâti existant

Cette plaquette est destinée aux professionnels, en particulier ceux ayant des missions de maîtrise d'œuvre et de conception. Elle concerne aussi les maîtres d'ouvrage.

Elle a pour objet de les sensibiliser aux mesures de prévention à prendre dans le cas d'une rénovation en zone sismique. Elle ne traite pas de façon exhaustive l'ensemble des questions, mais présente des exemples qui peuvent alerter les acteurs sur la problématique générale et faciliter leur compréhension.

Le renforcement du bâti existant est une préoccupation récente du génie parasismique ; les règles correspondantes n'ont pas encore intégré ces aspects, excepté la partie 3 de l'Eurocode 8 (présentée ci-après). Les méthodes à utiliser combinent à la fois les principes indiqués dans les textes relatifs aux ouvrages neufs, et les pratiques courantes de renforcement des structures soumises aux charges sismiques.

Dans tous les cas il convient de faire appel à un professionnel compétent.

Cette plaquette concerne :

Les bâtiments courants, particulièrement dans les zones de sismicité faible à forte du nouveau zonage sismique national (décrets du 22/10/2010).

Cette plaquette ne concerne pas :

Les bâtiments construits sur des sols à priori susceptibles de liquéfaction (sables et silts saturés, à granulométrie assez uniforme...). Dans ce cas, contacter un spécialiste.

Rappel de la réglementation

Un bâtiment ancien conçu et réalisé sans considération parasismique, mais situé dans une zone géographique sismique, est-il soumis à une obligation réglementaire de renforcement parasismique ?

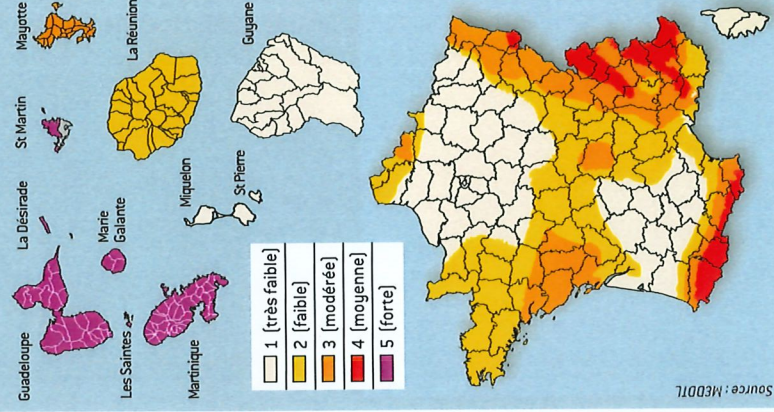
La réponse est contrastée :

- oui, s'il existe un Plan de prévention des risques naturels sisme (PPRS) annexé au Plan local

- d'urbanisme (PLU), et que le règlement du PLU impose des dispositions pour le type et la catégorie de bâtiment concerné ;
- oui, dans certains cas, si des travaux de modification des structures ou d'ajouts de locaux sont entrepris. Cf. « Renforcement obligatoire en cas de travaux sur le bâti existant » ;
- non, dans les autres cas. Il peut cependant y avoir une démarche volontaire de renforcement.

Nouveau zonage*

* Zonage à appliquer : voir les articles R563-1 à R563-8 du Code de l'environnement.



Quel renforcement pour mon bâtiment ?

Différents niveaux de renforcement (article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010)

OBJECTIF DE BASE de la réglementation : non-aggravation de la vulnérabilité du bâtiment.

Différents niveaux d'exigences sont à distinguer :

- **RENFORCEMENT OBLIGATOIRE** : lorsque l'on réalise des travaux lourds sur un bâtiment (voir le tableau ci-dessous), la réglementation impose de le renforcer. Les règles de construction à respecter sont issues des règles du neuf (Eurocode 8 partie 1 ou PSMI 89) mais sont atténuées pour tenir compte des enjeux du bâti existant. Les techniques de renforcement ci-après permettent de répondre aux objectifs imposés.

	Cat.	Travaux	Règles de construction
Zone 2	IV	> 30 % de SHON créée	Eurocode 8-1 $a_g = 0,42 \text{ m/s}^2$
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
Zone 3	II	> 30 % de SHON créée	PS-MI (1) Zone 2 si conditions PSMI respectées
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
	III	> 30 % de SHON créée	Eurocode 8-1 $a_g = 0,66 \text{ m/s}^2$
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
Zone 4	IV	> 30 % de SHON créée	Eurocode 8-1 $a_g = 0,66 \text{ m/s}^2$
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
	II	> 30 % de SHON créée	PS-MI (1) Zone 3 si conditions PSMI respectées
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
Zone 5	III	> 30 % de SHON créée	Eurocode 8-1 $a_g = 0,96 \text{ m/s}^2$
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
	IV	> 20 % de SHON créée	Eurocode 8-1 $a_g = 0,96 \text{ m/s}^2$
		> 30 % de plancher supprimé à un niveau	
	II	> 20 % de SHON créée	CPMI (2) si conditions CPMI respectées
		> 20 % de plancher supprimé à un niveau	

- (1) Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PSMI. La zone sismique à prendre en compte est celle immédiatement inférieure au zonage réglementaire (modulation de l'aléa).
- (2) Application possible du guide CPMI (en dispense de l'Eurocode 8).
- Eurocode 8-1 : application obligatoire des règles Eurocode 8, partie 1.

Catégorie des bâtiments

Les règles définissent les catégories de bâtiments en fonction du type d'exploitation (le détail est précisé dans l'arrêté du 22 octobre 2010, la liste suivante n'est qu'indicative) :

- **Catégorie d'importance I** : bâtiment avec peu d'activité humaine (hangars, ouvrages extérieurs, ...);
- **Catégorie d'importance II** : bâtiment à risque courant pour les personnes (habitations, bureaux, locaux à usage commercial...) et de hauteur inférieure à 28 mètres;
- **Catégorie d'importance III** : bâtiment à risque élevé pour les personnes (établissements recevant du public de 1^{re}, 2^e et 3^e catégories, bâtiments d'habitation ou de bureaux de plus de 28 mètres de haut...);
- **Catégorie d'importance IV** : bâtiment lié à la sécurité publique (hôpitaux, casernes de pompiers, gendarmerie, ...).



- **RENFORCEMENT VOLONTAIRE** : choix délibéré de renforcer un bâtiment pour réduire sa vulnérabilité au séisme. On doit respecter l'Eurocode 8 « partie 3 » et choisir parmi un des 3 niveaux croissants de dimensionnement. Les principales techniques de renforcement sont l'objet des pages suivantes.

Renforcement volontaire

Principe à respecter

Une démarche volontaire de renforcement a besoin d'être cadrée pour aboutir. C'est pourquoi l'Eurocode 8, « partie 3 », donne les principes à suivre en cas de renforcement.

Eurocode 8, partie 3

L'EC 8-3 définit le nombre d'états limites à envisager et les niveaux d'inspection et de tests à effectuer. Trois états limites fondamentaux définissent l'état d'endommagement de la structure :

- E.L. de quasi-effondrement (N.C.) ;
- E.L. de dommages significatifs (S.D.) ; et E.L. # ELU + non-effondrement ;
- E.L. de limitation de dommages (D.L.).

Méthodologie de diagnostic

Pré-diagnostic

- Recensement des plans disponibles, notes éventuelles de calculs...
- Examen visuel : vérifier que les porteurs (poteaux, murs) sont « plombés » à la verticale, constat de situation, identifier les éléments de contreventement, estimer la vulnérabilité du bâtiment.
- Définir une campagne de sondages destructifs ou non (Ferrosan) sur les matériaux et le sol de fondation ; les sondages doivent être réalisés aux endroits adéquats, notamment sous l'emprise du bâtiment ; cette étude du sol doit être jointe au dossier de consultation des entreprises.
- Compléter, si nécessaire, les connaissances du sol par des essais géotechniques.

Diagnostic simplifié

- Définir les résistances des matériaux.
- Calcul simplifié, et comportement du bâtiment.
- Établir un catalogue des méthodes de renforcement possibles, avec analyse des avantages et inconvénients.
- Choix de la solution optimale (cf. « Principes de renforcement et stratégie ») et du procédé de renforcement.

La modélisation finale

- La modélisation doit intégrer le renforcement choisi.

Projet d'exécution

- Chiffrer le coût, préciser la durée des travaux, définir avec l'entreprise retenue la méthodologie, le phasage des travaux et leur suivi.



Choix d'une stratégie de renforcement

La stratégie consiste à trouver, parmi une gamme de solutions possibles, le renforcement optimal qui tient compte du coût, de la durée des travaux, de la gêne apportée aux occupants (délogés ou non).

Un choix peut être fait entre deux méthodes :

- soit renforcer la structure existante, souvent par l'intérieur du bâtiment, avec la gêne qu'elle représente [voir ci-après « Principales techniques de renforcement »] ;

- soit concevoir une nouvelle structure, souvent à l'extérieur du bâtiment si possible, et qui résiste seule à l'action totale du séisme provenant de sa

masse et de la masse du bâtiment ancien, à laquelle il revient d'assurer uniquement sa descente de charge, compte tenu du déplacement horizontal. Cette variante est souvent optimale.

Elle consiste à retrouver dans chaque direction horizontale deux murs de contreventement fondés sur une nouvelle semelle avec parfois des micropieux (ou tirants) pour reprendre les tractions (fig. 1 et 2).

Ces murs de contreventement peuvent aussi être réalisés à l'intérieur du bâtiment (fig. 3, 4, voir également fig. 10 et 11).

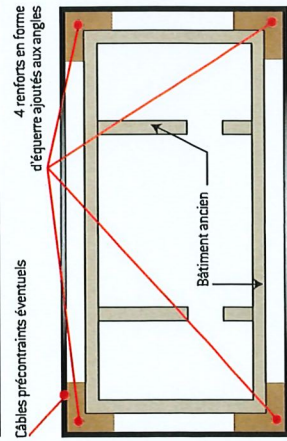


Figure 1. Exemple de renforcement par ajout de 4 renforts en forme d'équerre + serrage en précontraint (vue en plan)

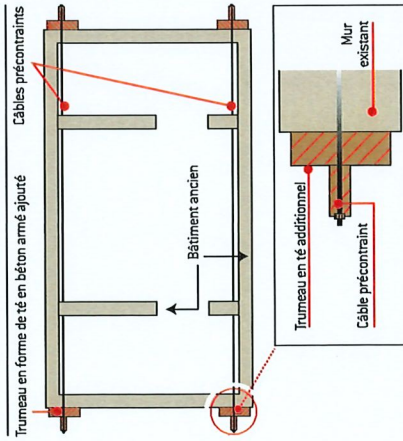


Figure 2. Exemple de renforcement par ajout de murs en béton à l'extérieur + serrage en précontraint (vue en plan)

NOTA : le contreventement dans le sens perpendiculaire est assuré par les murs de refend.

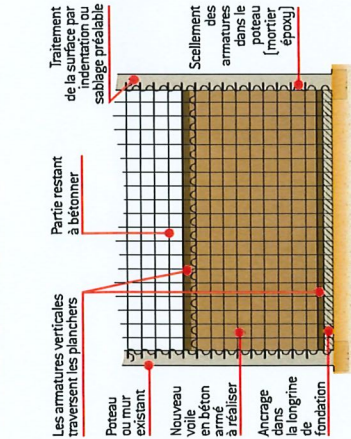


Figure 3. Exemple de renforcement du contreventement d'un bâtiment par création de murs nouveaux entre deux poteaux existants (élévation)

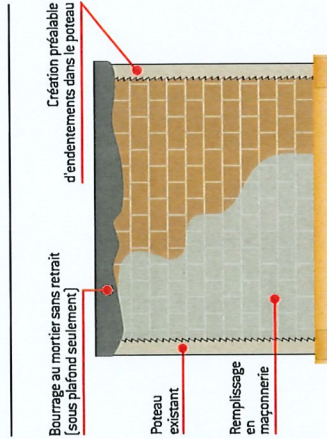


Figure 4. Création d'un mur en maçonnerie entre 2 poteaux existants (élévation)

Principales techniques de renforcement

- Réduction des masses pour réduire l'action sismique [ex. supprimer le béton de forme de pente en terrasse et prévoir l'étanchéité adéquate].
- Solidarisation de deux blocs de bâtiment lorsqu'il est impossible de réaliser un joint de désolidarisation (fig. 5).
- Renforcement du système de fondations (fig. 6, 7, 8, 9).

Objectifs :

- augmentation de la surface d'assise pour réduction de la pression sur le sol ;
- augmentation de la rigidité et renforcement du ferrailage de la semelle.

- Renforcement par application de matériaux composites (fibres carbone, verre...) ou par chemisage en béton armé (fig. 8, 10 et 11).

- Renforcement par remplissage des portiques (fig. 3 et 4).

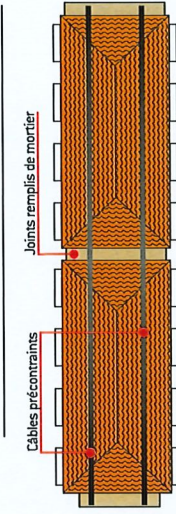


Figure 5. Solidification de 2 bâtiments par brélage de câbles précontraints (vue en plan)

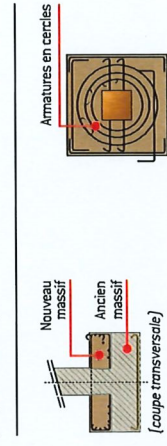
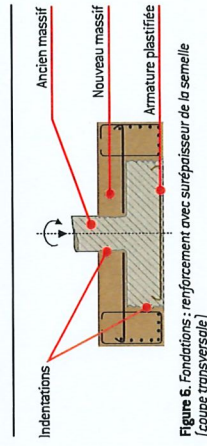


Figure 7. Fondations : sans augmentation de la surface de semelle

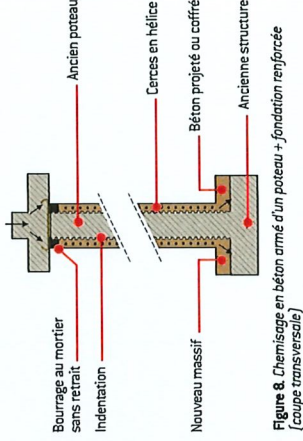


Figure 8. Chemisage en béton armé d'un poteau + fondation renforcée (coupe transversale)

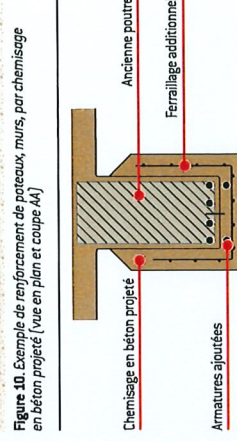
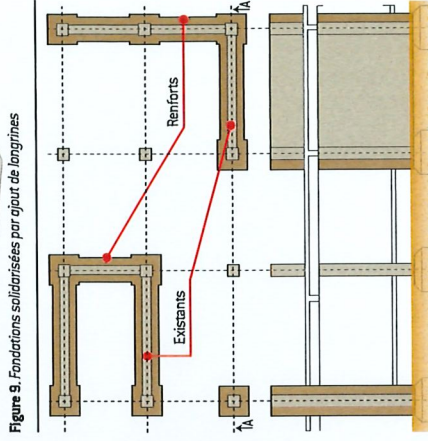
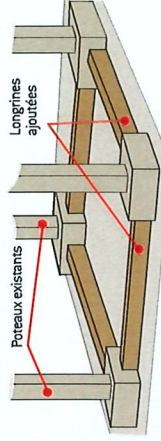


Figure 11. Exemple de renforcement d'une poutre par béton projeté (coupe transversale)