



mouvements
de terrain liés
à la sécheresse



*Retrait-gonflement
des argiles*

PPR RGA



DDT32-SER-RNT

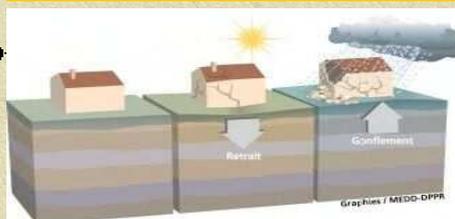
PPR Retrait-gonflement des argiles

1



mouvements
de terrain liés
à la sécheresse

Retrait-gonflement des argiles



Mouvements de terrain différentiels provoqués par des variations de volume de certains minéraux de la phase argileuse, soumis à des variations de teneur en eau

- ✳️ Concerne uniquement certains sols « argileux »
- ✳️ Consécutif surtout aux périodes de sécheresse
- ✳️ Se manifeste surtout sur des constructions individuelles légères fondées sur semelles continues ancrées peu profondément



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Impact financier du phénomène

- ✦ Aléa pris en compte depuis 1989 au titre de la loi sur les catastrophes naturelles
- ✦ Principales sécheresses : 1989-92, 1996-97 et 2002-3
- ✦ Coût global en France : 21 milliards de francs entre 1989 et 2000 (coût pour les assurances de 1982 à 2009 : 4,8 milliards d'€ pour près de 500.000 sinistres, dont 1,3 pour 2003)
- ✦ Coût moyen d'un sinistre : 10 k€
- ✦ Révision de la législation en septembre 2000 : mise en place d'un système de modulation de franchise pour inciter à la prévention

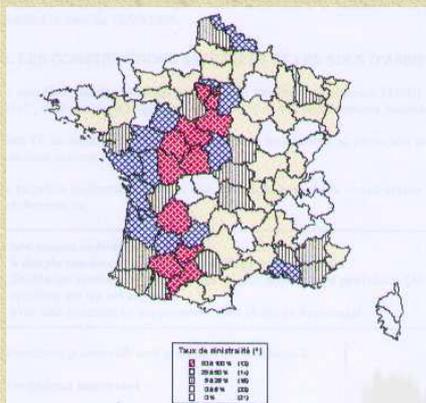


DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Répartition géographique en France



(pourcentage de communes sinistrées par département en septembre 1998 - source CCR)

- ✦ Bonne corrélation avec la carte géologique
- ✦ La nature lithologique des formations affleurantes gouverne largement la répartition spatiale de l'aléa



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Les départements les plus touchés

Classement par coût (données CCR, mars 1999)	Taux de sinistralité (données MATE, sept 1998)
<ul style="list-style-type: none">• Yvelines (4216 sinistres)• Essonne (3000 sinistres)• Val-de-Marne• Haute-Garonne• Seine-et-Marne• Seine-Saint-Denis• Loiret• Nord• Dordogne (400 MF – 4290 sinistres)• Bouches-du-Rhône• Val-d'Oise• Puy-de-Dôme• Hauts-de-Seine• Indre-et-Loire• Gers	<ul style="list-style-type: none">• Gers (94 %)• Val-de-Marne (87 %)• Seine-Saint-Denis (83 %)• Tarn-et-Garonne (73 %)• Haute-Garonne (72 %)• Indre (69 %)• Indre-et-Loire (65 %)• Loiret (59 %)• Loir-et-Cher (59 %)• Dordogne (56 %)• Essonne (54 %)• Yvelines (51 %)• Vienne (51 %)• Deux-Sèvres (43 %)• Cher (40 %)



Principe du retrait-gonflement

Trois phénomènes principaux sont à l'origine de variations de volume des sols argileux :

- une modification des contraintes externes (surcharge => tassement ; fouille => soulèvement)
- une modification des pressions interstitielles (variation du niveau piézométrique et / ou évaporation)
- une adsorption d'eau au niveau des particules argileuses



L'effet de l'évaporation

- ✚ L'évaporation en surface se traduit dans la tranche superficielle du sol (1 à 2 m) par une augmentation de la succion (pression interstitielle négative, dans la zone saturée au dessus de la nappe), ce qui provoque une augmentation de la contrainte effective d'où une diminution de volume
- ✚ Ce retrait entraîne un tassement (mouvement vertical) et une fissuration (mouvement horizontal)



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Le rôle aggravant de la végétation

- ✚ Les racines peuvent s'étendre jusqu'à 1,5 fois la hauteur de l'arbre, préférentiellement en direction des zones plus humides. Elles soutirent l'eau du sol par le mécanisme de l'osmose d'où un gradient de teneur en eau
- ✚ En période climatique normale, l'influence des arbres sur la teneur en eau des sols se fait sentir jusque vers 3m de profondeur.
- ✚ En période sèche, elle peut descendre à 4 ou 5m. (En période estivale, un saule consomme jusqu'à 300 l d'eau par jour...)



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Mécanisme du retrait-gonflement

Principe : En période sèche, la tranche superficielle de sol est soumise à l'évaporation, d'où apparition de succion. Les contraintes effectives dans le sol augmentent : il y a tassement et retrait. Le phénomène est plus ou moins réversible en cas de réhumidification.

Impact : Sous une maison, l'évaporation ne peut se produire qu'en périphérie. Il apparaît donc un gradient entre le centre du bâtiment (équilibre hydrique) et les façades. Il s'ensuit des mouvements différentiels de sol.

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

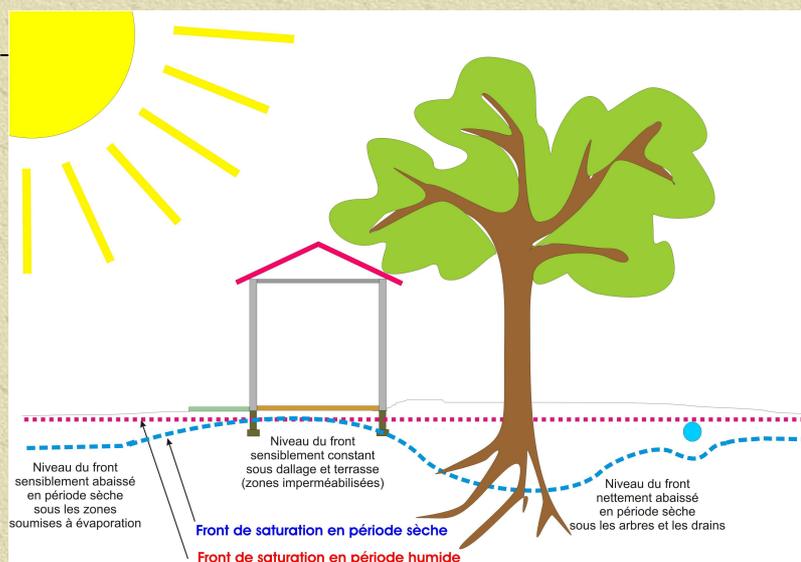


DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Variations du front de saturation

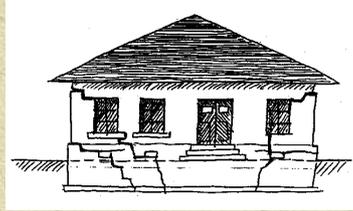


DDT32-SER-RNT

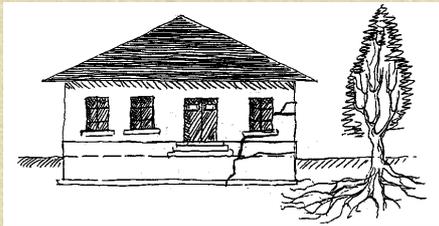
PPR Retrait-gonflement des argiles



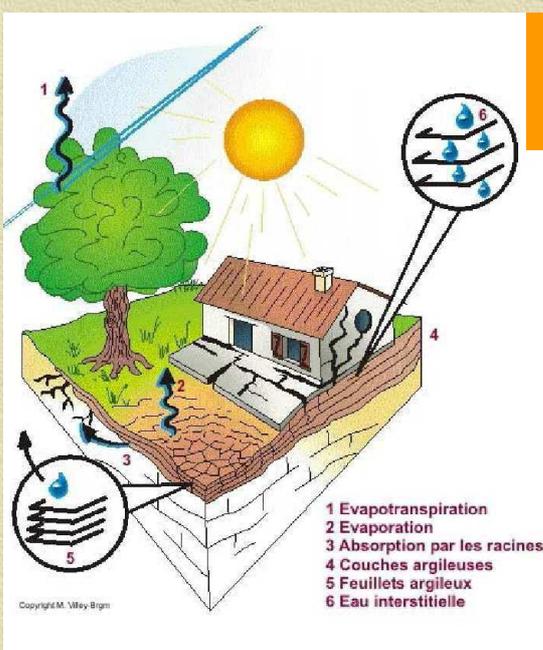
Manifestation des désordres



✦ **Concerne surtout les maisons individuelles** (constructions légères de plain-pied, dallage sur terre-plein, fondations continues peu profondes ; arbres à proximité)



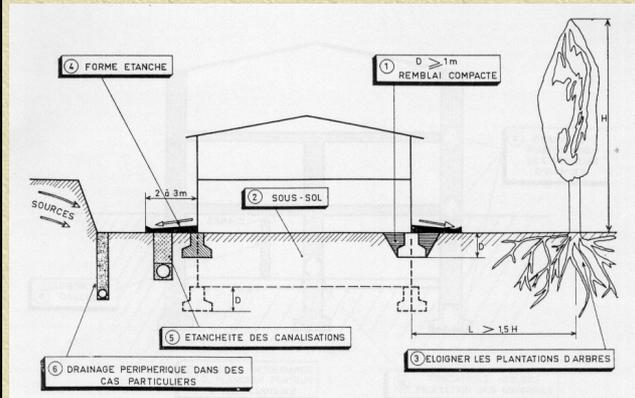
✦ **Désordres observés :** fissuration des structures, distorsion des ouvertures, rupture de canalisations, décollement des bâtiments annexes, etc...



Schématisation du phénomène

- 1 Evapotranspiration
- 2 Evaporation
- 3 Absorption par les racines
- 4 Couches argileuses
- 5 Feuilletés argileux
- 6 Eau interstitielle

Comment limiter les désordres



- ✚ délimiter les zones d'aléa potentiel
- ✚ informer à titre préventif les constructeurs et maîtres d'ouvrages
- ✚ respecter des règles simples

Rigidifier le bâti et bien gérer l'eau dans le sol

Facteurs de prédisposition

Ils déterminent la susceptibilité, donc la répartition spatiale du phénomène. Leur présence est indispensable mais pas suffisante pour déterminer l'apparition du phénomène

Le principal facteur de prédisposition est la

nature du sol

- ◆ lithologie
- ◆ géométrie (épaisseur, continuité, etc.)
- ◆ minéralogie



Facteurs déclenchants / aggravants

Ils déterminent l'aléa, c'est à dire l'occurrence du phénomène

Facteurs climatiques :

Le volume d'eau infiltré dépend :

- des précipitations,
- de l'évapotranspiration,
- de la réserve utile du sol

Autres :

- végétation
- hydrogéologie
- topographie (pente, exposition)
- défaut de fondation

Actions anthropiques :

- modification des écoulements,
- imperméabilisation des sols ,
- drainage
- fuite de réseaux,
- pompages,
- sources de chaleur enterrées
- plantations d'arbres



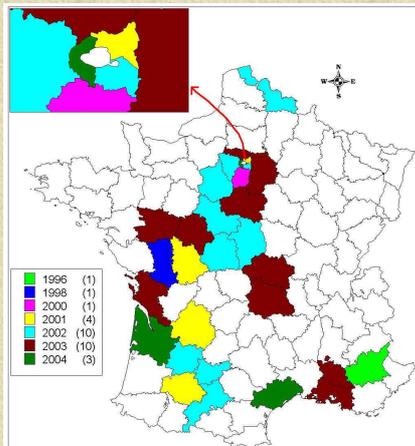
DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Programme de cartographie BRGM

(cofinancement : Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs)



Cher	Lot-et-Garonne
Eure-et-Loir	Nord
Haute-Garonne	Yvelines
Indre	Tarn-et-Garonne
Loir-et-Cher	Val-de-Marne
Allier	Maine-et-Loire
Bouches-du-Rhône	Puy-de-Dôme
Charente-Maritime	Seine-et-Marne
Indre-et-Loire	Vaucluse
Loiret	Val-d'Oise

Et... **GERS**



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



mouvements
de terrain liés
à la sécheresse

Comment la carte d'aléa est réalisée

- ✦ 1- Identification et cartographie des formations argileuses et marneuses du département
- ✦ 2- Caractérisation lithologique de chaque formation
- ✦ 3- Caractérisation minéralogique de la phase argileuse de chaque formation (RX)
- ✦ 4- Caractérisation géotechnique de chaque formation
- ✦ 5- Carte de susceptibilité (hiérarchisation des formations argileuses)
- ✦ 6- Recensement et localisation des sinistres, calcul des densités de sinistres par formation
- ✦ 7- Carte d'aléa (restitution : échelle 1/100 000)



mouvements
de terrain liés
à la sécheresse

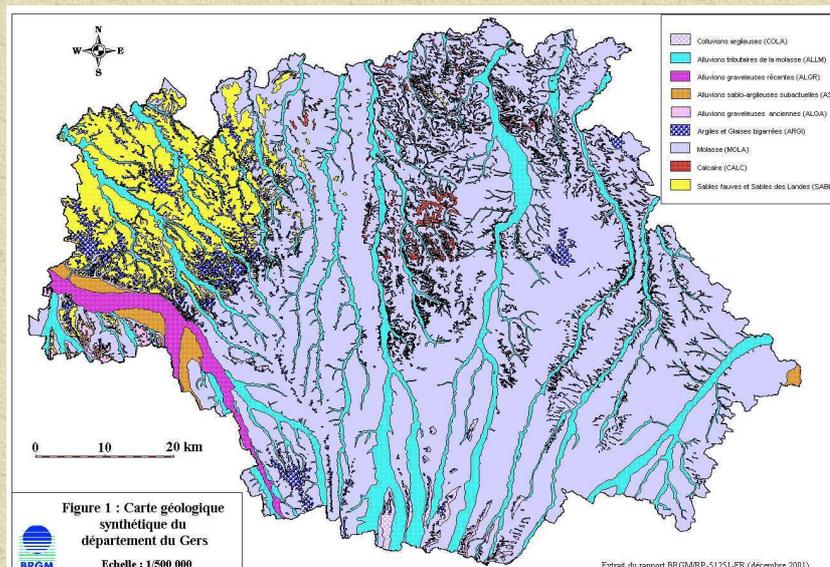
DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



mouvements
de terrain liés
à la sécheresse

Carte des formations argileuses



mouvements
de terrain liés
à la sécheresse

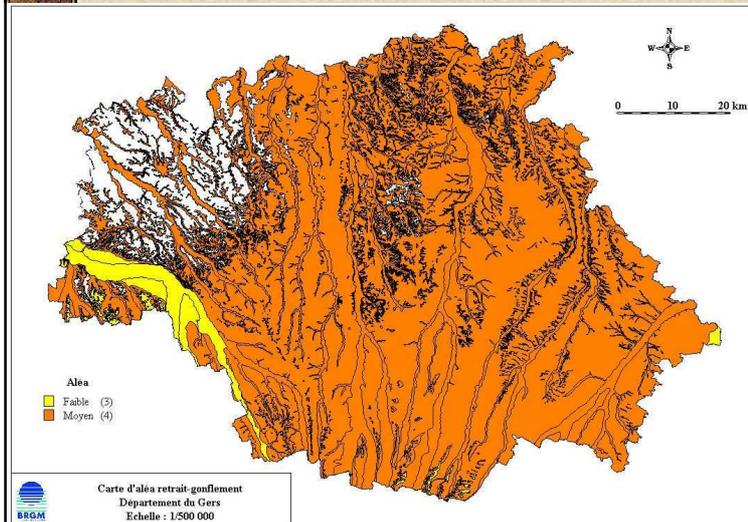
7 formations lithologiques identifiées couvrant près de 90% de la surface du département

DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Carte départementale d'aléa



Concordance
entre cartes
d'aléa et de
susceptibilité
(pas d'aléa
fort)

85 % du
département
en aléa
moyen



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Les PPR RGA

Objectif : développer une politique de prévention pour diminuer le coût lié aux sinistres sécheresse

Atout 1 : l'ampleur des risques liés à ce phénomène est relativement limitée ; la prévention du risque n'exige donc pas de rendre des zones inconstructibles

Atout 2 : les désordres peuvent être considérablement limités moyennant le respect de règles constructives simples et peu coûteuses ; les exigences réglementaires seront donc relativement peu contraignantes



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Méthodologie du PPR RGA

Objectif : développer une méthodologie permettant de réaliser, à moindre coût, des PPR sur toutes les communes touchées par le phénomène

Méthode : établir des PPR spécifiques au retrait-gonflement directement à partir de la carte départementale d'aléa. Il s'agit de passer de manière automatique d'une carte valide à l'échelle 1/100 000 à un zonage utilisable en aménagement

Intérêt : méthode homogène applicable à l'ensemble du territoire national



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Le règlement-type national

1- Constructions nouvelles

- ◆ Etude géotechnique (G0 + G12) pour logements collectifs et permis groupés
- ◆ Etude géotechnique ou mesures forfaitaires pour permis individuels :
 - Mesures concernant l'environnement immédiat (consistant essentiellement à éloigner les sources de gradient hydrique) :
 - Distance minimale pour les plantations d'arbres (ou écran anti-racine)
 - Rejet EP et EU dans réseau collectif ou distance minimale d'épandage
 - Canalisations étanches (joints souples)
 - Pas de pompage domestique à proximité en période estivale
 - Maîtrise des eaux de ruissellement (caniveau) et écoulements hypodermiques (distance drain > 2 m)
 - Terrasse imperméable ou géomembrane périmétrale (largeur > 1,50 m)



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



Le règlement-type national (suite)

1- Constructions nouvelles (permis individuels - suite)

➤ Mesures constructives :

- Pas de sous-sol partiel
- Profondeur fondations > 0,80 m
- Homogénéité ancrage amont et aval
- Semelles continues, armées et bétonnées à pleine fouille (selon DTU 13-2)
- Joints de rupture entre bâtiments accolés
- Chaînages horizontaux et verticaux des murs porteurs (selon DTU 20-1)
- Plutôt plancher sur vide sanitaire ou sous-sol total. Si dallage sur terre-plain, adopter mesures particulières
- Aération des chaudières en sous-sol

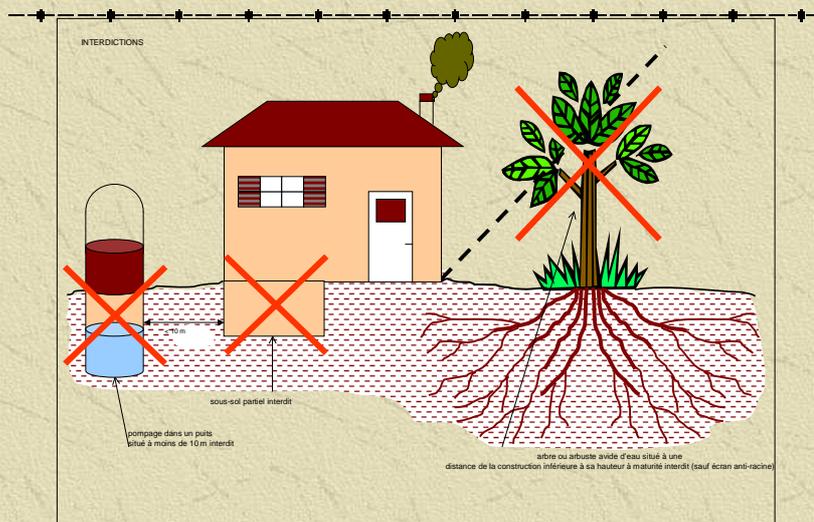


DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



En zone réglementée

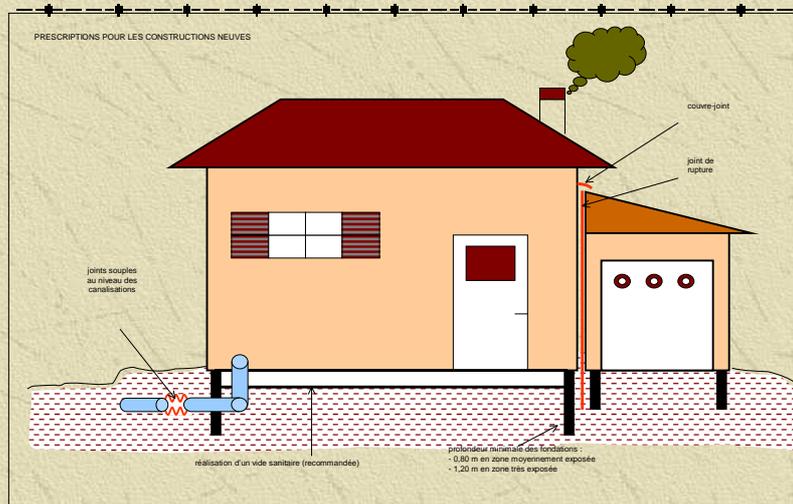


DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



En zone réglementée (suite)

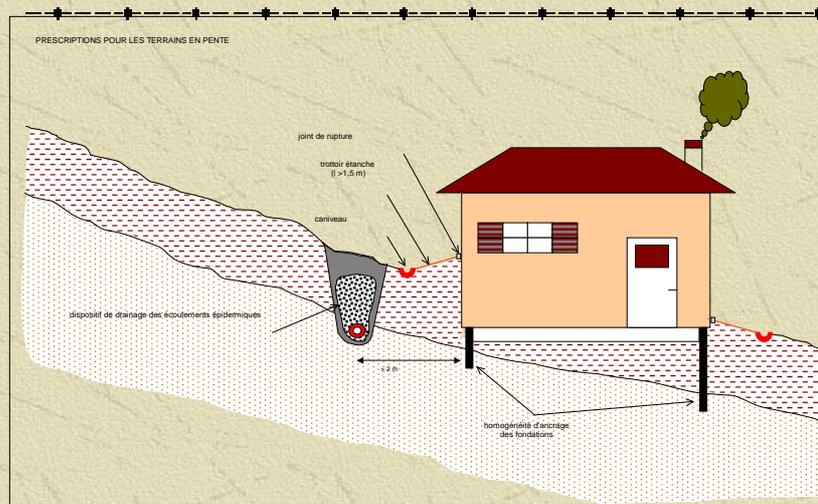


DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles



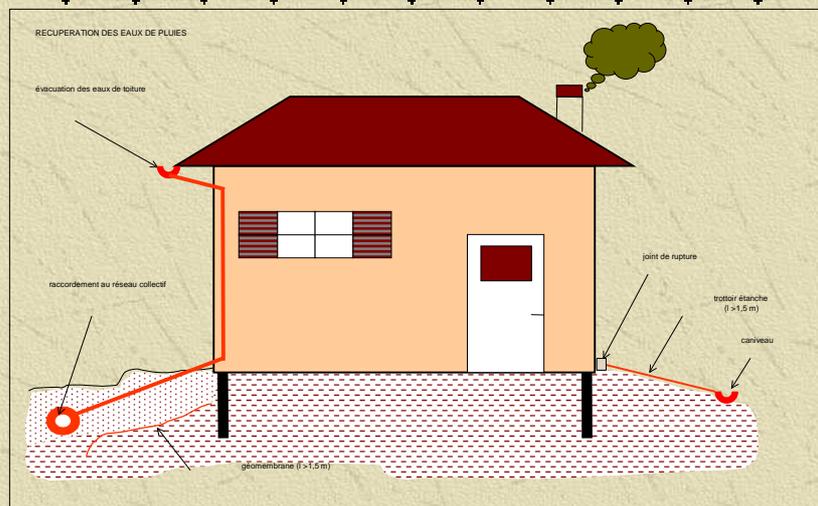
Constructions sur terrain en pente



DDT32-SER-RNT

PPR Retrait-gonflement des argiles

Maîtrise des eaux pluviales



Le règlement-type national (suite)

2- Constructions existantes

- Etude de sol en cas de modification locale des profondeurs d'ancrage de fondation
- Plus de pompage proche en période estivale
- Distance minimale pour les nouvelles plantations d'arbres
- Respect des dispositions « construction neuve » pour tout travaux d'extension

➤ **Dans un délai de 5 ans :**

- Elagage des arbres existants ($D < 1,5 H$) ou écran anti-racine $> 2m$
- Récupération et éloignement des eaux pluviales de toiture
- Raccordement EP et EU au réseau collectif ou distance minimale d'éloignement de l'épandage