

FRENICHES

Département de l'Oise (60)

ORIENTATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES

PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU)

Rédigé par :

Aurélie SILIO,
Ingénieur Hydrogéologue

Validé par :

William CASTEL,
Expert en Aménagement Durable du Territoire

SOMMAIRE

Sommaire

1. PRÉSENTATION DU CONTEXTE	3
2. DESCRIPTION DES DIFFERENTS RISQUES NATURELS	4
2.1. Les risques d'inondation par débordement du cours d'eau	4
2.2. Les risques d'inondation par remontée de nappe	4
2.3. Les risques de coulée de boue	6
2.4. Les risques de ruissellement	6
2.5. Les risques de mouvement de terrain	6
2.6. Les risques de retrait-gonflement des argiles	8
3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES NATURELS SUR LE TERRITOIRE COMMUNAL	9
4. RISQUES NATURELS ET URBANISATION	15
5. PRECONISATIONS ET GESTION DES RISQUES.....	16
5.1. Les remontées de nappe	16
5.2. Le ruissellement	18
5.3. Le retrait-gonflement des argiles	20
5.3.1. L'implantation de fondations adaptées	21
5.3.2. Une structure du bâtiment consolidée	22
5.3.3. La maîtrise de la teneur en eau dans l'environnement immédiat	23
5.3.4. La réalisation d'études géotechniques préalables	24
ANNEXES	25

1. PRÉSENTATION DU CONTEXTE

Les risques naturels font partie des **thématiques abordées lors de la rédaction d'un PLU**. En effet, au travers de ce document d'urbanisme la commune fixe les conditions d'un développement de l'urbanisation assurant la protection des personnes et des biens. De plus, de part leurs caractères imprévisibles et la puissance des dommages qu'ils déclenchent les risques naturels sont des éléments qu'il convient de prendre en compte et de gérer de manière optimale

Le territoire communal de **Fréniches** est concerné par **différents risques naturels**, dont les principaux sont les risques d'inondation et de coulées boueuses, les mouvements de terrain liés à la présence de cavités souterraines, ou encore le phénomène de retrait-gonflement des argiles.

La commune compte d'ailleurs **trois arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle** :

- inondations et coulées de boue entre le 19/12/1993 et le 02/01/1994 ;
- inondations, coulées de boue et mouvements de terrain entre le 25/12/1999 et le 29/12/1999 ;
- inondations et coulées de boue le 08/06/2007.

A ce jour la commune de **Fréniches** n'est pas dotée d'un Plan de Prévention des Risques approuvé ou en cours d'élaboration. Cependant, compte tenu de l'importance des phénomènes déjà recensés, le principe de prévention commande de subordonner toute décision d'extension de l'urbanisation à l'achèvement et la validation des études permettant une connaissance de l'aléa inondations, coulées de boues et mouvements de terrains la plus exacte possible. Ainsi, **l'élaboration du zonage de la commune devra prendre en compte la cartographie de ces contraintes hydrogéologiques**.

Le diagnostic complet de la commune a permis de mettre en évidence la présence de plusieurs zones potentiellement urbanisables, mais soumises à des aléas naturels de type remontée de nappe, ruissellement ou encore retrait-gonflement des argiles. Ces zones ont donc été classées comme « AU » et font l'objet **d'orientations techniques particulières** permettant de gérer les risques naturels recensés.

2. DESCRIPTION DES DIFFERENTS RISQUES NATURELS

2.1. Les risques d'inondation par débordement du cours d'eau

Suite à des pluies violentes ou abondantes, le débit du cours d'eau augmente et la rivière peut déborder de son lit mineur, dans lequel les eaux circulent habituellement, pour envahir le lit majeur. Ces phénomènes ont une dynamique assez lente et peuvent inonder la plaine pendant une période assez longue.

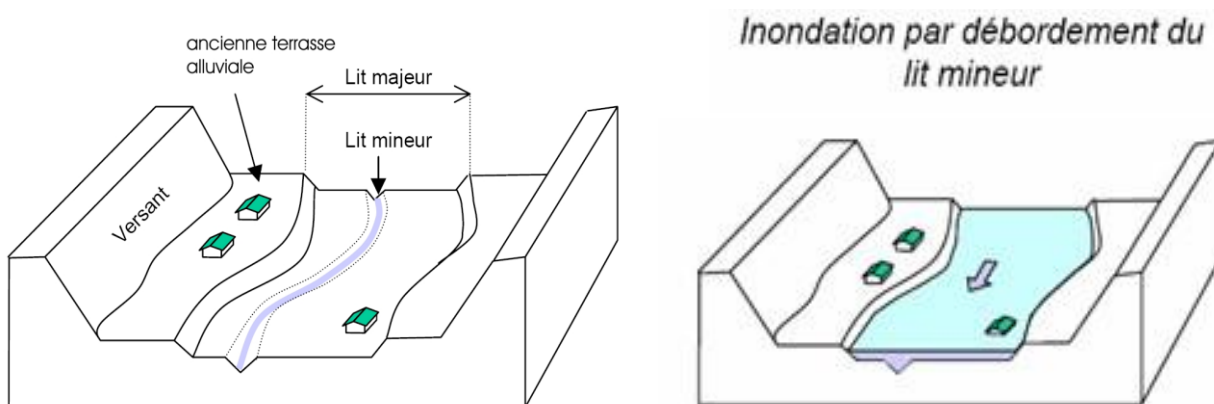


Figure 1 : Principe d'une inondation par débordement d'un cours d'eau (source : BRGM)

Les principaux facteurs participant à la formation de ces inondations sont :

- augmentation de la quantité d'eaux de ruissellement ;
- réduction de la capacité d'expansion des crues ;
- gêne au bon écoulement des cours d'eau (ouvrages hydrauliques...).

2.2. Les risques d'inondation par remontée de nappe

Les nappes phréatiques libres ne sont pas séparées de la surface par une couche imperméable, et sont alimentées par les eaux de pluie qui s'y infiltrent. Ces nappes se rechargent principalement en hiver car les précipitations y sont plus importantes, les températures ainsi que l'évaporation sont faibles et la végétation est peu active et prélève peu d'eau dans le sol. Ainsi, le niveau des nappes s'élève jusqu'au milieu du printemps puis décroît au cours de l'été pour atteindre son niveau minimal, le niveau d'étiage, au début de l'automne.

PLAN LOCAL D'URBANISME DE FRENICHES
Orientations techniques particulières

Si plusieurs années humides se succèdent, le niveau d'étiage peut devenir de plus en plus haut chaque année car les recharges sont plus fortes que d'habitude et plus importantes que les vidanges naturelles de la nappe. Si, dans cette situation ont lieu des pluies exceptionnelles, le niveau de la nappe peut atteindre la surface du sol et provoquer une inondation par remontée de nappe.

Les trois principaux facteurs influençant le déclenchement et la durée de ces remontées sont :

- *la pluviométrie*, puisqu'une suite d'années à pluviométrie excédentaire entraînent l'élévation des niveaux d'étiage ;
- *le taux d'interstices de la formation aquifère*, qui influe sur l'amplitude des variations du niveau de la nappe. En effet, une recharge d'un même volume entraînera une remontée du niveau plus importante si le taux d'interstices est faible, c'est pourquoi ces phénomènes se produisent le plus souvent dans certains calcaires et particulièrement dans la craie, dont la densité de vides est très faible ;
- *le volume global d'eau contenu dans la nappe* a une influence sur la durée de l'inondation. Si la masse d'eau est conséquente, l'inondation peut durer longtemps.



Figure 2 : Illustration d'une inondation par remontée de nappe (source : BRGM)

2.3. Les risques de coulée de boue

Une coulée boueuse est un écoulement fortement chargé en sédiments, provenant des surfaces cultivées et entraînant des particules de sols. Il est généralement ni visqueux ni épais. Ces phénomènes sont l'expression catastrophique de l'érosion des sols et peuvent apparaître sur les grandes parcelles agricoles dépourvues d'éléments pour freiner le ruissellement (haies, talus...). Les particules de sol sont détachées sous l'action des pluies et/ou du ruissellement et entraînées par l'écoulement de l'eau en surface, diffus ou concentré dans des ravines.

L'érosion provoque le départ des éléments fertiles de manière irréversible et peut entraîner une dégradation de la qualité des eaux.

L'évaluation de l'aléa coulée de boue repose sur l'évaluation de l'aléa érosif des sols et de la sensibilité au ruissellement, qui dépendent notamment du type de sol, des pentes, de l'occupation des sols et du climat.

2.4. Les risques de ruissellement

Il faut également noter que l'érosion des sols a une influence sur la qualité de l'eau. En temps de pluie, des apports d'eaux boueuses entraînent le colmatage et l'envasement de la Verse et les eaux peuvent s'être chargées en polluants durant leur ruissellement.

2.5. Les risques de mouvement de terrain

Le risque concerne des effondrements de terrain liés à la présence de cavités souterraines naturelles ou artificielles (anciennes carrières, puits d'exploitation, sapes de guerre...).

Aux alentours de **Fréniches**, les cavités sont d'origine anthropique et témoignent de l'exploitation des ressources minéralogiques. On observe ainsi des carrières de type puits et galeries rayonnant autour du puits servant à l'exploitation des argiles et lignite du Sparnacien (« cendrières ») et de la craie du Campanien (« marnières »).

PLAN LOCAL D'URBANISME DE FRENICHES
Orientations techniques particulières

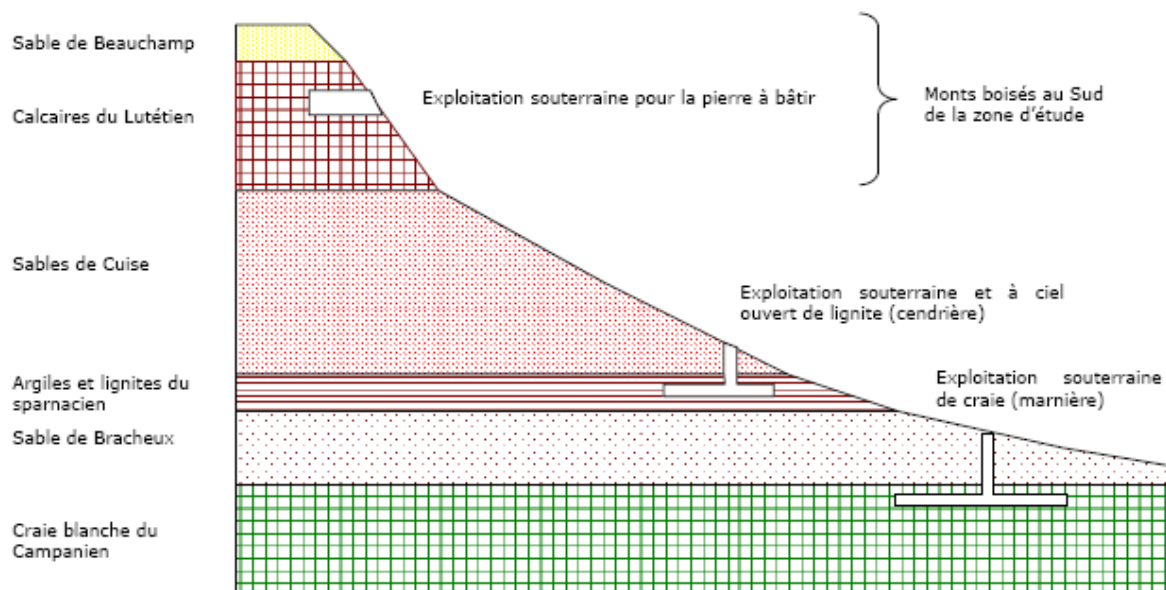


Figure 3 : Vue en coupe schématique de la coupe lithologique et morphologique avec localisation potentielle des exploitations souterraines dans la région de Noyon

Source : Inventaire des vides souterrains réalisée en 2009

L'évolution des cavités souterraines dépend du type d'exploitation, de la nature des matériaux et de la présence d'eau. Des mouvements de terrain en surface peuvent être liés à la présence de ces cavités. Pour les marnières et les cendrières, il peut se produire des effondrements du puits mal remblayé ainsi que des effondrements (rupture de la surface topographique) ou affaissements en surface suite à l'effondrement de la cavité à cause de l'altération des matériaux. L'eau est un facteur déclenchant et aggravant de ces phénomènes.

L'inventaire des vides souterrains réalisé en 2009 recense des vides souterrains dont la plupart sont situés sur des terres cultivées. Il s'agit principalement d'anciennes carrières ayant provoquées des affaissements en surface. Cependant, certains vides signalés n'ont pas d'origine connue. Deux effondrements, antérieurs à 2005, liés à la présence de ces cavités sont également recensés dans la base de données des mouvements de terrain (BDMVT) du BRGM.

2.6. Les risques de retrait-gonflement des argiles

Un matériau argileux voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Il sera dur et cassant lorsqu'il est desséché ou plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité. Ces modifications de consistance s'accompagnent de variations de volume, dont l'amplitude peut être parfois spectaculaire.

En période sèche, la tranche la plus superficielle de sol, sur 1 à 2 m de profondeur, est soumise à l'évaporation. Il en résulte un retrait des argiles, qui se manifeste verticalement par un tassement et horizontalement par l'ouverture de fissures, classiquement observées dans les fonds de mares qui s'assèchent. L'amplitude de ce tassement est d'autant plus importante que la couche de sol argileux concernée est épaisse et qu'elle est riche en minéraux gonflants.

Ce phénomène de retrait-gonflement des argiles peut causer des dégâts au niveau des habitations en provoquant des fissurations en façade, souvent obliques et passant par les points de faiblesse que constituent les ouvertures. Les désordres se manifestent aussi par des décollements entre éléments jointifs (garages, perrons, terrasses), ainsi que par une distorsion des portes et fenêtres, une dislocation des dallages et des cloisons et, parfois, la rupture de canalisations enterrées.

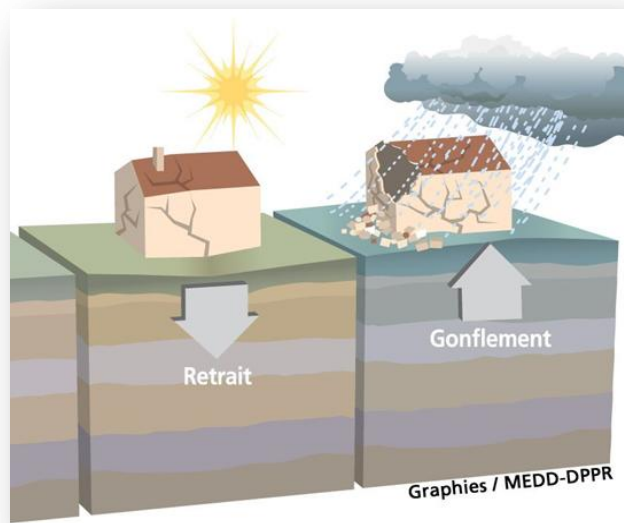


Figure 4 : Illustration du phénomène de retrait-gonflement des argiles (source : BRGM)

Les maisons individuelles sont les principales victimes de ce phénomène et ceci pour au moins deux raisons :

- Leur structure est légère et elles sont fondées de manière relativement superficielle par rapport à des immeubles collectifs ;
- La plupart du temps, elles sont réalisées sans études géotechniques préalables qui permettraient notamment d'identifier la présence éventuelle d'argile gonflante.

3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES NATURELS SUR LE TERRITOIRE COMMUNAL

L'ensemble des risques naturels recensés sur le territoire communal de **Fréniches** ont été cartographiés. Cette synthèse permet ainsi de mettre en évidence la répartition des différents risques sur la commune et de définir les aléas présents sur chaque parcelle.

LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION.

Le deuxième site proposé pour l'agrandissement de l'école se situe à proximité du Ru des Etangs. Une attention particulière doit donc être portée sur le risque d'inondation et sur la gestion des eaux de surface.

En effet, le débordement du Ru des Étangs dans son lit majeur est un phénomène naturel qui a déjà pu être observé sur la commune de FRENICHES, lors des inondations du 7 et 8 juin 2007. Ces inondations sont principalement liées au ruissellement sur les terres agricoles qui a entraîné le débordement du ru.



Figure 5 : Cartographie de l'aléa débordement des cours d'eau sur le territoire communal

PLAN LOCAL D'URBANISME DE FRENICHES

Orientations techniques particulières

Des aménagements spécifiques devront donc être mis en place afin de gérer ces risques.

- Un système de gestion des eaux pluviales et de ruissellement devra être mis en place au niveau du talweg existant, situé au Nord-est du périmètre du projet ;
- Les aménagements scolaires devront être fait le plus en amont possible de la zone sensible au risque de débordement du ru et en dehors du talweg ;
- Les abords du cours d'eau devront être aménagés et laissés sans constructions ni clôtures sur une quinzaine de mètres.

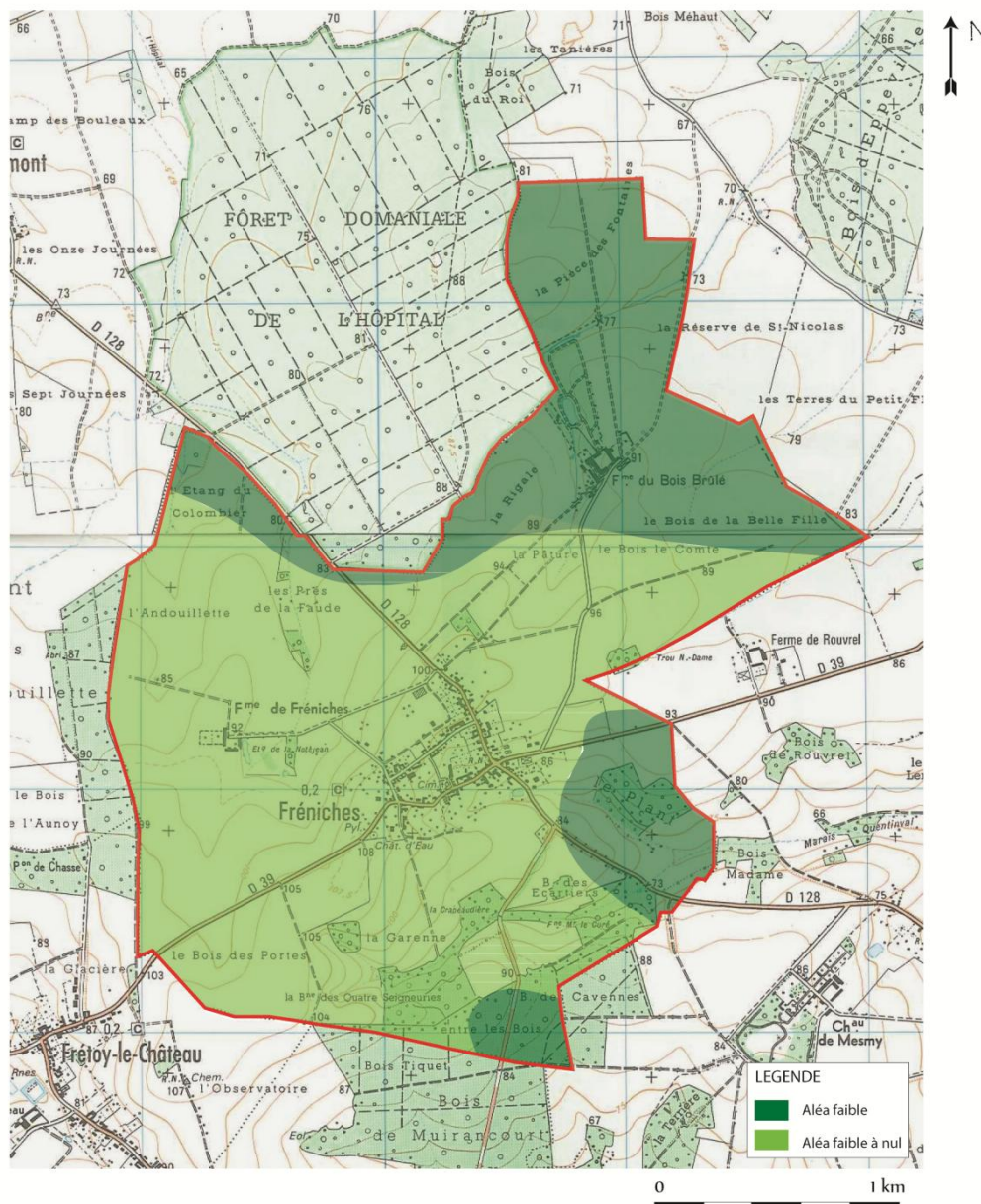


Figure 6 : Cartographie de l'aléa remontée de nappe sur le territoire communal

La carte suivante montre que **l'aléa coulée de boue** est particulièrement fort dans le Sud du territoire communal, où l'érosion des sols est plus marquée.

PLAN LOCAL D'URBANISME DE FRENICHES
Orientations techniques particulières

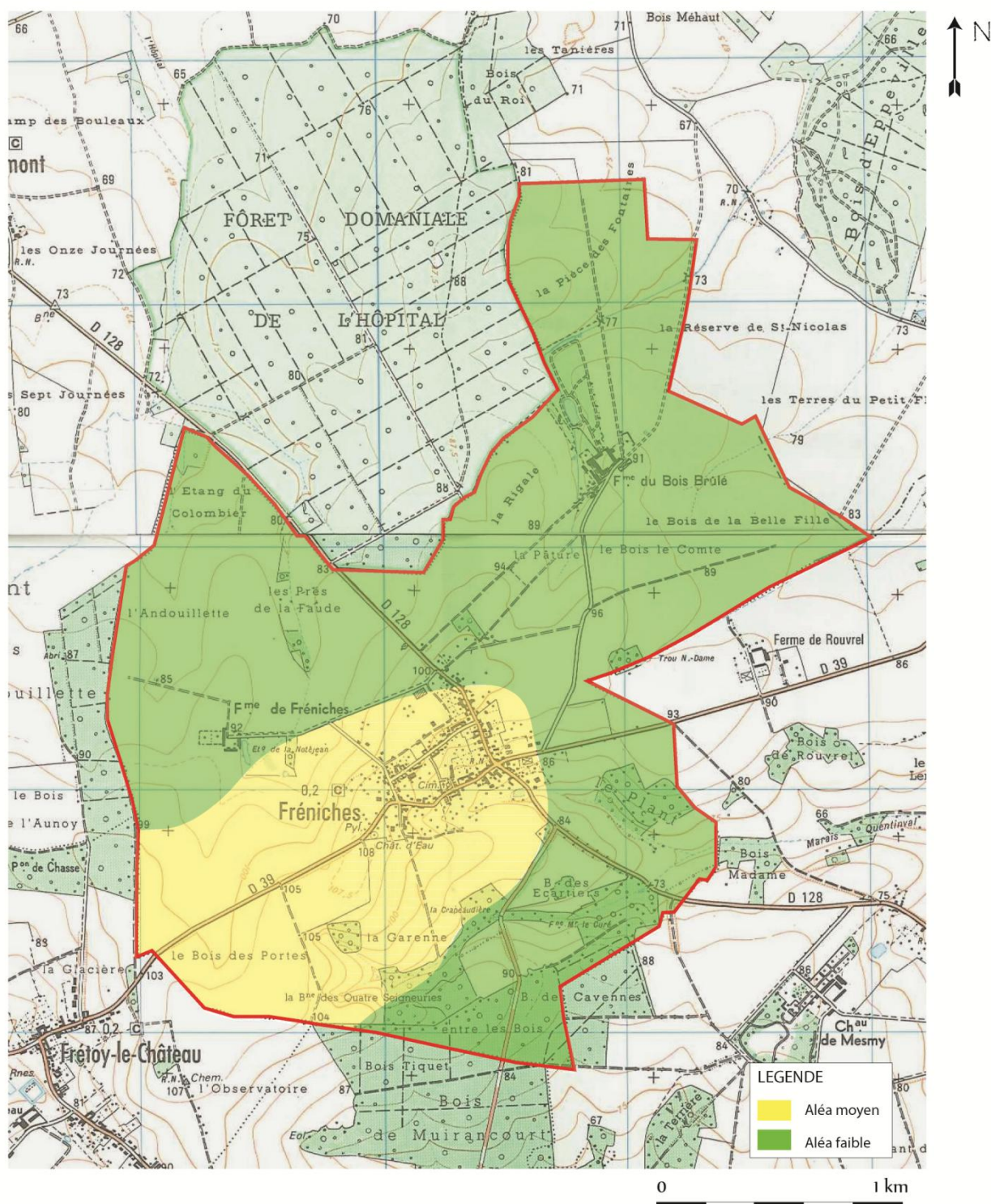


Figure 7 : Cartographie de l'aléa coulée de boue sur le territoire communal

PLAN LOCAL D'URBANISME DE FRENICHES

Orientations techniques particulières

Le risque de **ruissellement** est présent sur certaines parcelles, notamment au centre du territoire communal et aux alentours de la zone urbanisée.

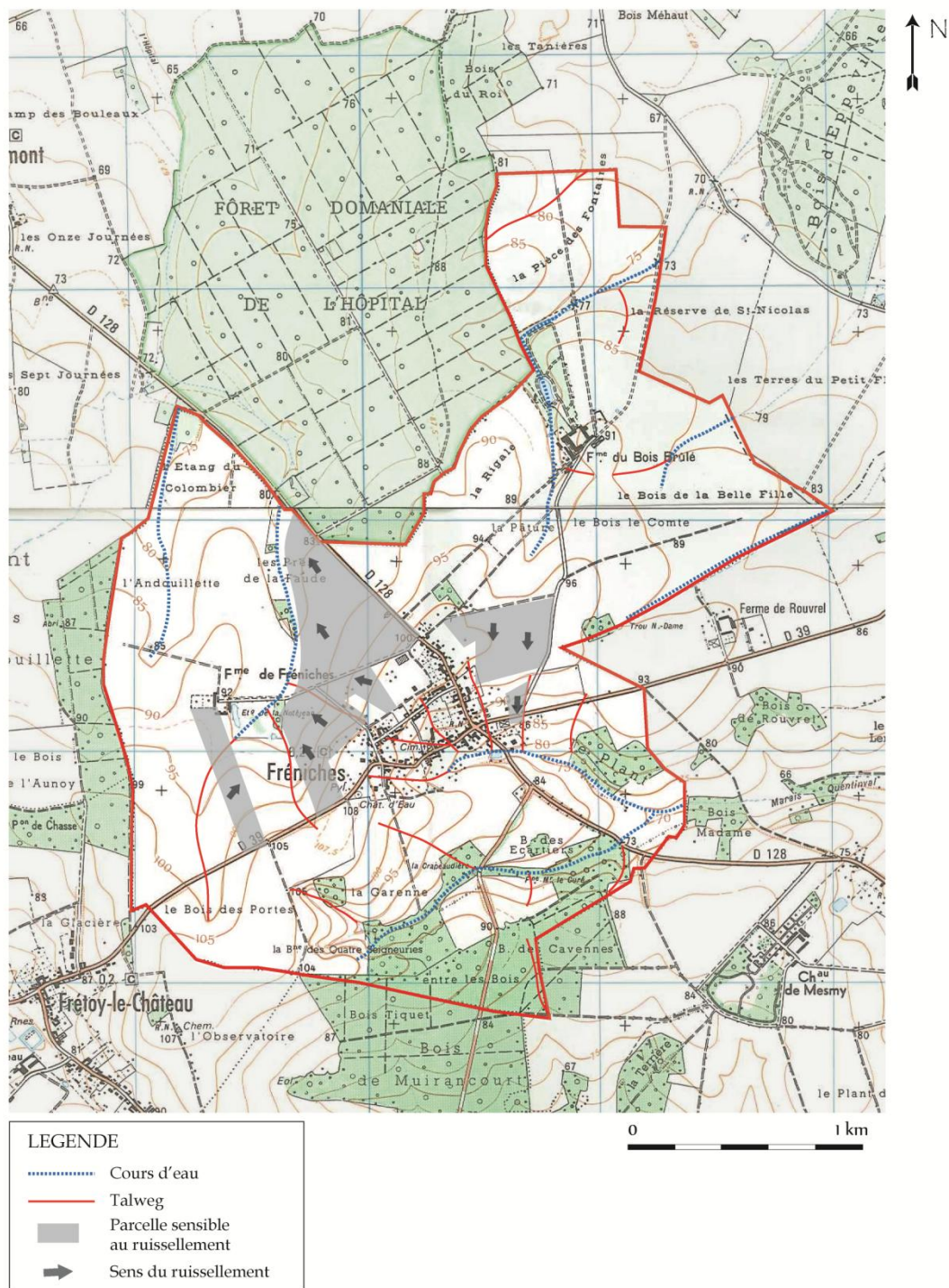


Figure 8 : Cartographie de l'aléa ruissellement sur le territoire communal

PLAN LOCAL D'URBANISME DE FRENICHES
Orientations techniques particulières

Les **vides souterrains** et les **effondrements** recensés sont majoritairement situés au Nord de la zone urbanisée. Les sinistres enregistrés sont quant à eux localisés dans la zone urbanisée.

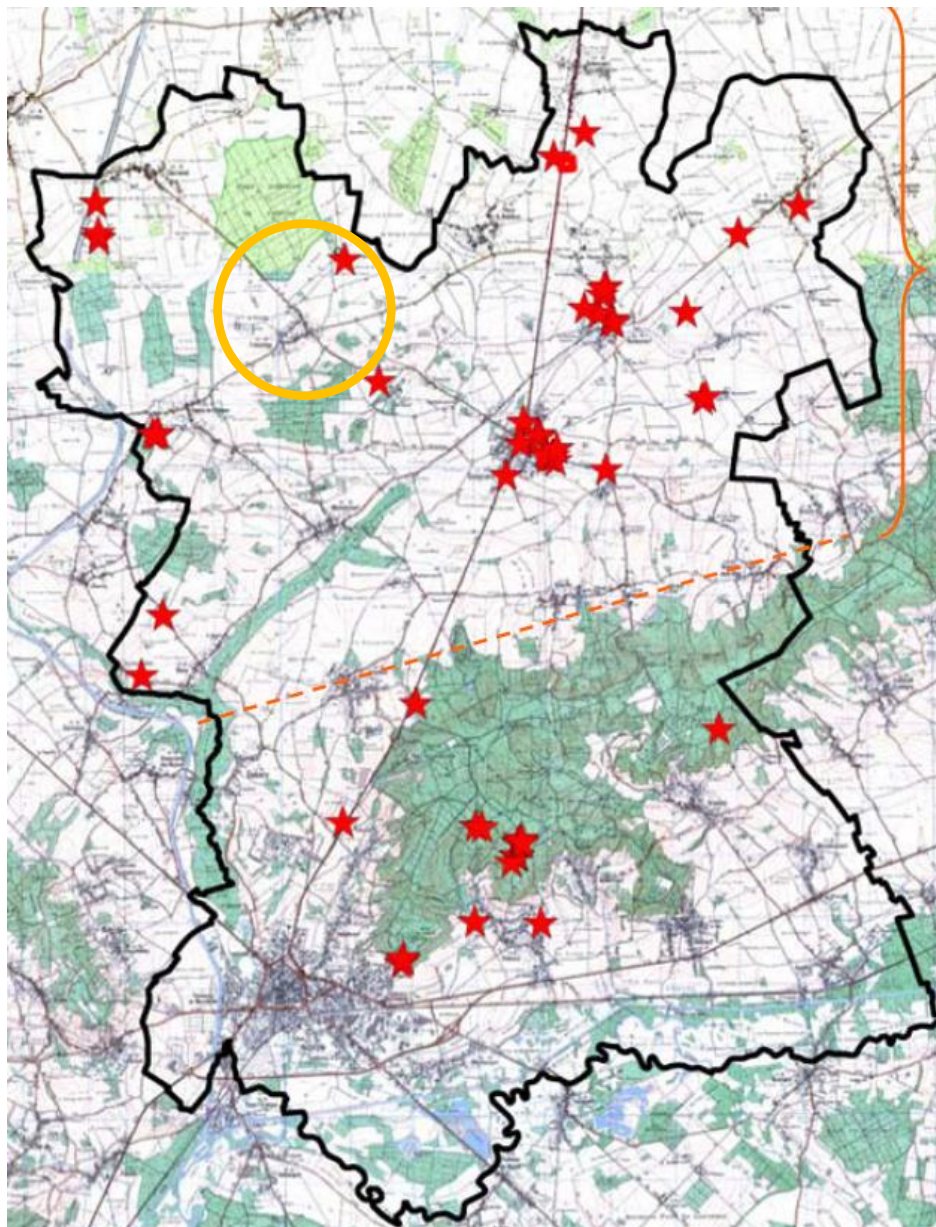


Figure 9 : Cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur le territoire communal

Enfin, on peut noter que la moitié du territoire est concerné par le phénomène de **retrait-gonflement des argiles**, avec un aléa fort.



4. RISQUES NATURELS ET URBANISATION

L'élaboration du zonage de la commune a permis de mettre en évidence la présence de **zones potentiellement urbanisables, mais soumises à des aléas naturels** de type remontée de nappe, ruissellement ou encore retrait-gonflement des argiles.

Ces zones ont donc été classées en zone AU et font l'objet d'orientations techniques particulières permettant de gérer les risques naturels recensés. Ces orientations concernent les cinq zones suivantes (*figurées en rouge sur la carte suivante*) :

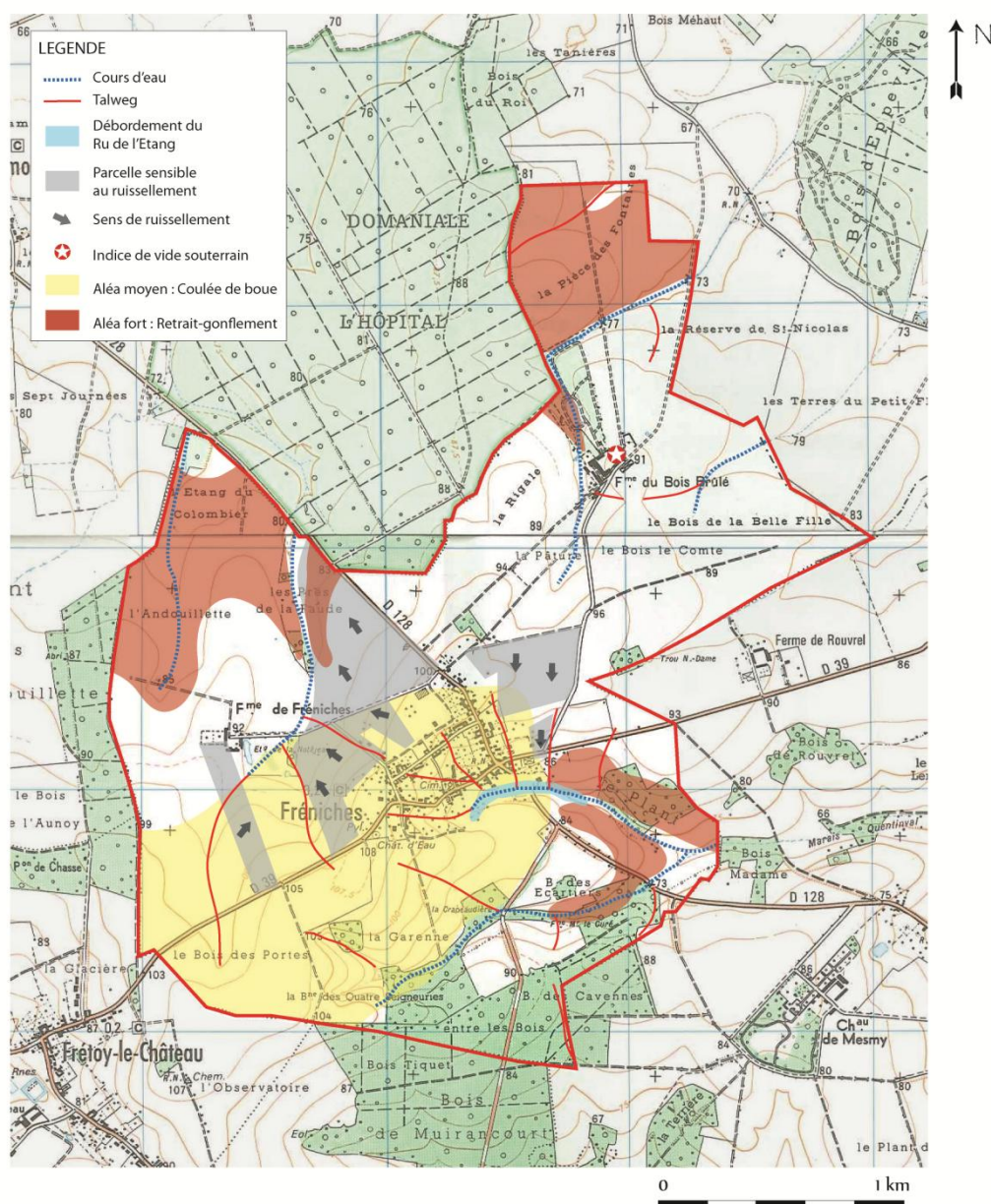


Figure 11 : Cartographie de l'ensemble des risques géologiques sur le territoire de Freniches

5. PRECONISATIONS ET GESTION DES RISQUES

Afin de permettre l'urbanisation du village de Fréniches, nous préconisons la mise en place de certaines mesures préventives permettant de gérer les différents risques naturels recensés et ainsi de garantir la sécurité des habitants.

5.1. Les remontées de nappe

Afin de protéger les maisons des risques d'inondation dus aux remontées de nappe, **les parcelles soumises à cet aléa devront être équipées d'un vide sanitaire.**

Un vide sanitaire correspond à un espace vide, accessible ou non, situé entre le terrain et la dalle du bâtiment. Ce vide d'air permet une meilleure isolation thermique, simplifie le passage des canalisations et **insensibilise la dalle contre les remontées d'eau**. L'humidité et les remontées d'eau sont éliminées hors de l'édifice par la ventilation naturelle, obtenue avec des bouches d'aération périphériques.

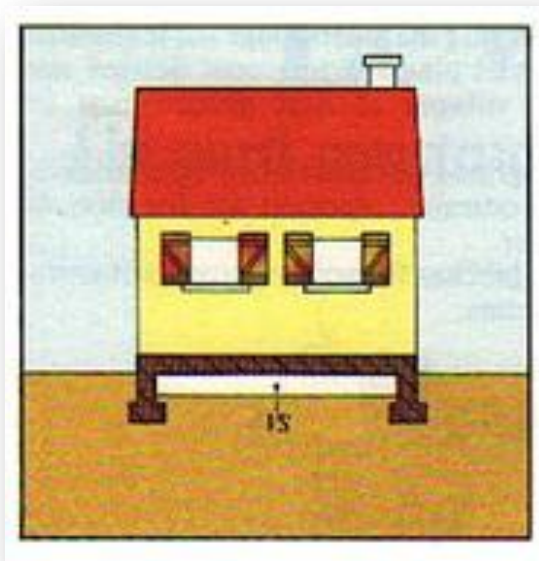


Figure 12 : Schématisation du principe de vide sanitaire

Les constructeurs proposent régulièrement une hauteur de 50 ou 60 cm entre la sous-face du plancher et le terrain. D'après des architectes, la hauteur minimale conseillée est de 80 cm. Dans la réalité, il n'y a pas d'obligation légale mais plus le vide est haut, plus il est efficace.



Figure 13 : Représentation d'un vide sanitaire et de ses équipements



Figure 15 : Construction d'un vide sanitaire

Les Avantages :

- L'aération permanente créée par cet espace élimine la formation et les remontées d'humidité ;
- **Il protège la maison en cas d'inondation ;**
- L'air entre le sol et le plancher se comporte comme un isolant performant ;
- L'espace sous plancher peut recevoir le passage des canalisations et en permettre l'accès à tout moment ;
- Il évite les problèmes de tassement des sols ;
- Il permet d'éliminer les risques de mouvements de sol à l'intérieur des pièces du rez-de-chaussée.

Les Inconvénients :

- Cette solution n'est valable que si le terrain est plat ou légèrement pentu et si la maison ne comporte pas de sous-sol ;
- Il occasionne un **léger surcoût** par comparaison avec des maisons en terre-plein.

5.2. Le ruissellement

Afin de protéger les habitations des risques d'inondation dus au ruissellement, nous préconisons :

- La mise en place de **pratiques culturales adaptées** à proximité des habitations ;
- L'installation de **fossés de dérivation** des eaux de surface autour des zones AU.

Les **parcelles agricoles** situées aux alentours des zones à urbaniser devront avoir une surface cultivée maximale afin de favoriser l'infiltration des eaux de surface et de limiter le ruissellement. Le labourage devra se faire dans le sens perpendiculaire à la pente. Il serait également judicieux de créer des talus ou des haies basses pour favoriser l'infiltration, ainsi que des **bandes enherbées** dans les fonds de vallon pour ralentir l'écoulement.

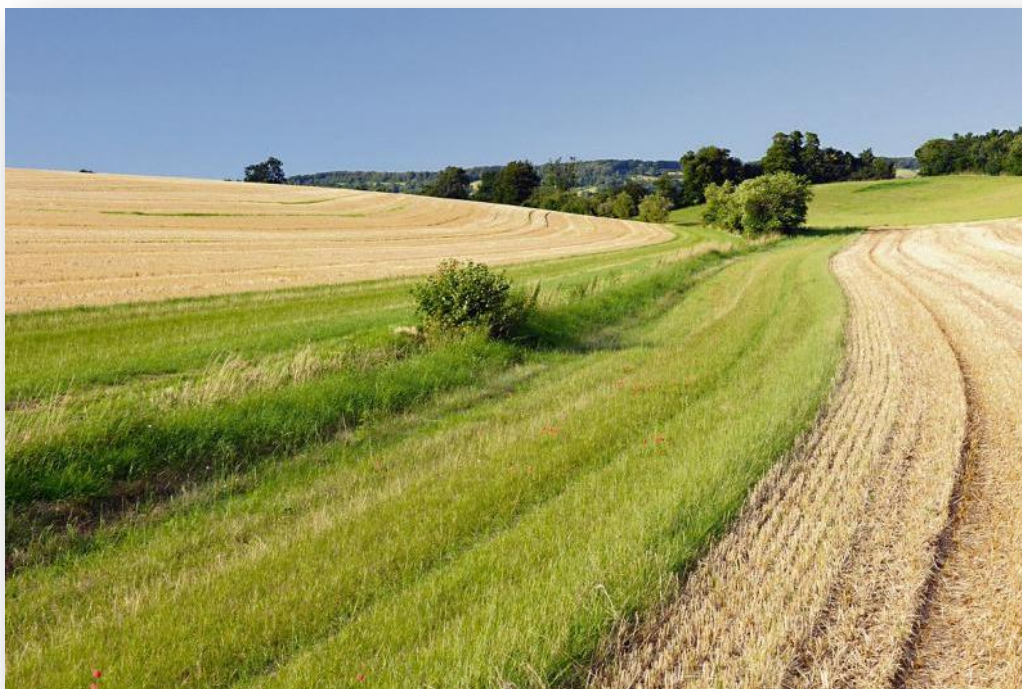


Figure 16 : Bandes enherbées sur une parcelle agricole

L'implantation **d'ouvrages hydrauliques** permettra également de mieux maîtriser ce risque. Nous recommandons la mise en place de fossés de dérivation permettant de canaliser les eaux de surface et ainsi de drainer et l'éliminer l'excès d'eau à la surface du sol.

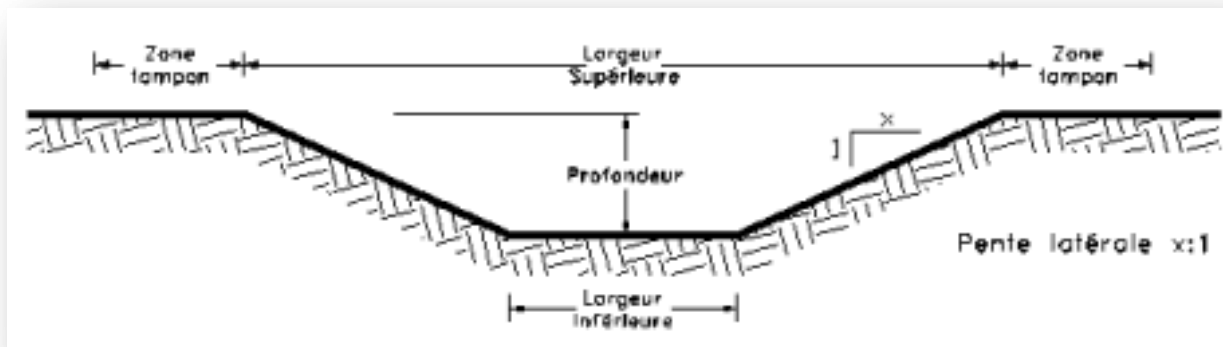


Figure 17 : Coupe transversale type d'un fossé de dérivation

Ces fossés seront implantés en bordure des zones AU, en travers de la pente des terrains, afin d'intercepter les eaux de ruissellement. Ils serviront ainsi à détourner ces eaux des zones à urbaniser. Ces dernières seront ensuite rejetées dans la Verse de Guivry ou dans les rus situés à proximité.

Cependant, cette gestion des eaux de surface est réglementée par le **Code civil**. En effet, en France, le régime légal des eaux pluviales et des eaux de source (*articles 640 à 643 du Code civil français*) stipule qu'un propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Il peut donc la récupérer, la stocker ou même la revendre, à la condition de ne pas causer un préjudice à autrui et particulièrement au propriétaire situé en contrebas de son terrain vers lequel l'eau s'écoule naturellement. Il précise également le fait que les eaux de pluie tombant sur les toits doivent donc être dirigées soit sur le propre terrain du propriétaire des constructions (recevant l'eau de pluie) soit sur la voie publique. Néanmoins, il est dans le pouvoir du maire d'interdire (ou de soumettre à conditions) le rejet d'eaux pluviales sur la voie publique.

5.3. Le retrait-gonflement des argiles

Ce phénomène se traduit par des fissurations de façade, souvent obliques et passant par les points de faiblesse que constituent les ouvertures. Il peut également causer des décollements entre éléments jointifs (garages, perrons, terrasses), ainsi qu'une distorsion des portes et fenêtres, une dislocation des dallages et des cloisons et, parfois, la rupture de canalisations enterrées.



Figure 18 : Dégâts engendrés par le phénomène de retrait-gonflement des argiles

Les maisons individuelles sont les plus sensibles à ce phénomène, et ceci pour deux raisons principales :

- Leur structure légère et peu rigide fondée de manière relativement superficielle, par rapport à des immeubles collectifs, les rendent plus vulnérables à des mouvements du sol d'assise ;
- L'absence d'études géotechniques préalables à leur construction, qui permettraient notamment d'identifier la présence éventuelle d'argile gonflante et donc de concevoir le bâtiment en prenant en compte le risque associé.

Un sinistre consécutif au phénomène de retrait-gonflement des argiles peut entraîner des coûts de réparation très lourds et peut même, dans certains cas, aboutir à la démolition de la maison lorsque les frais nécessaires à son confortement dépassent la valeur de la construction. Les assureurs estiment que les coûts moyens d'indemnisation d'un sinistre retrait-gonflement sont de l'ordre de 10 000 € par maison, mais ce montant s'avère très variable d'un sinistre à l'autre.

Nous préconisons donc que **l'ensemble des parcelles classées en zone AU et soumise au risque de retrait-gonflement des argiles suive les recommandations énoncées ci-après**. Le respect de ces règles relativement simples permettra de garantir la sécurité des habitants, sans entrainer un surcoût majeur sur les constructions. (Cf. Fiches actions en Annexe n°2).

5.3.1. L'implantation de fondations adaptées

Les fondations sur semelle doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. On considère que cette profondeur d'ancrage doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort. De plus, elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment.

Une construction sur vide sanitaire ou avec sous-sol généralisé est préférable à un simple dallage sur terre-plein. Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art, peut aussi constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations.

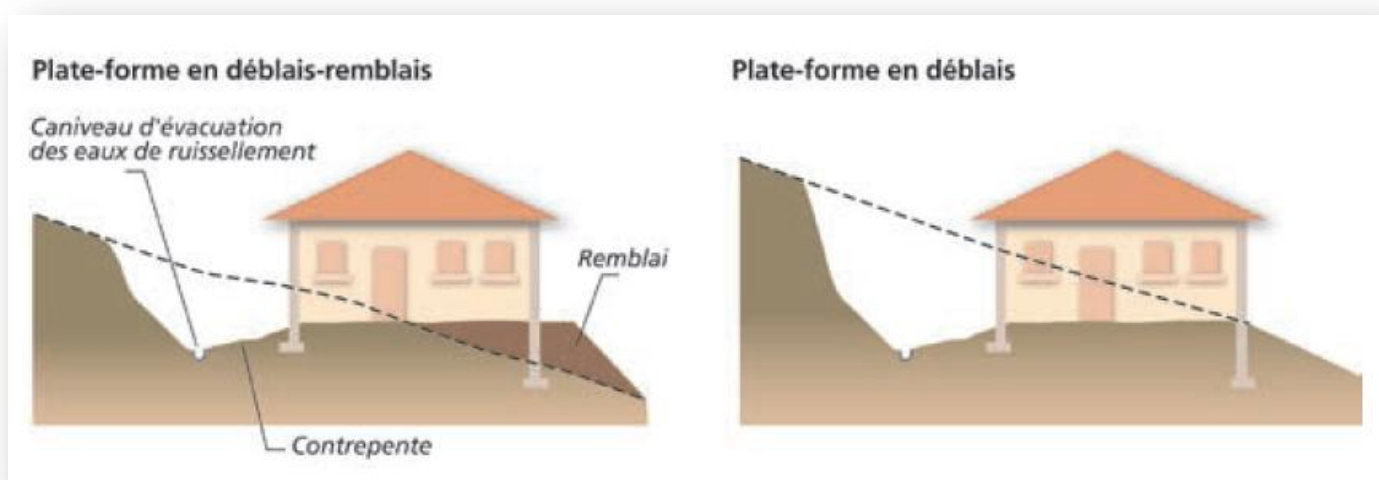


Figure 19 : Illustration de fondations adaptées au risque de retrait-gonflement

5.3.2. Une structure du bâtiment consolidée

La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels. Deux éléments de construction accolés et fondés de manière différente doivent être désolidarisés et munis de joints de rupture sur toute leur hauteur pour permettre des mouvements différentiels.



Figure 20 : Schéma de principe d'un bâtiment consolidé

5.3.3. La maîtrise de la teneur en eau dans l'environnement immédiat

L'environnement immédiat du bâtiment doit également être étudié, afin de maîtriser la teneur en eau dans le sol à proximité immédiate des fondations.

Tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompage ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être le plus éloigné possible de la construction. On considère en particulier que l'influence d'un arbre s'étend jusqu'à une distance égale à au moins sa hauteur à maturité.

De plus, il convient d'entourer la construction d'un dispositif de type trottoir périphérique ou géomembrane enterrée, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation.

En cas de source de chaleur en sous-sol (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités par une isolation adaptée pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie.

Enfin, les canalisations enterrées doivent pouvoir subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, ce qui suppose notamment des raccords souples au niveau des points durs.

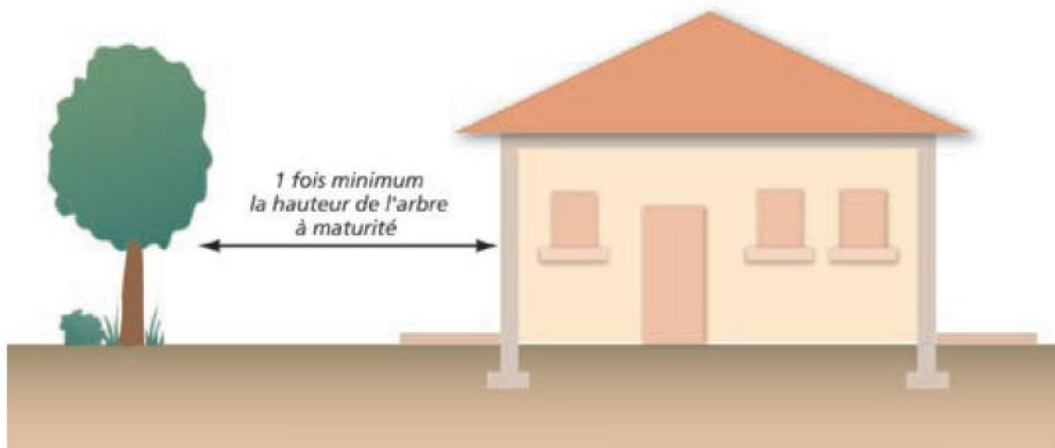


Figure 21 : Maitrise de la teneur en eau du sol par éloignement des végétaux

5.3.4. La réalisation d'études géotechniques préalables

Afin de déterminer avec certitude la nature du terrain situé au droit de la parcelle et d'adapter au mieux les caractéristiques de la construction, une étude géotechnique devra être menée sur toute parcelle, sensible au retrait-gonflement des argiles, faisant l'objet d'un aménagement.

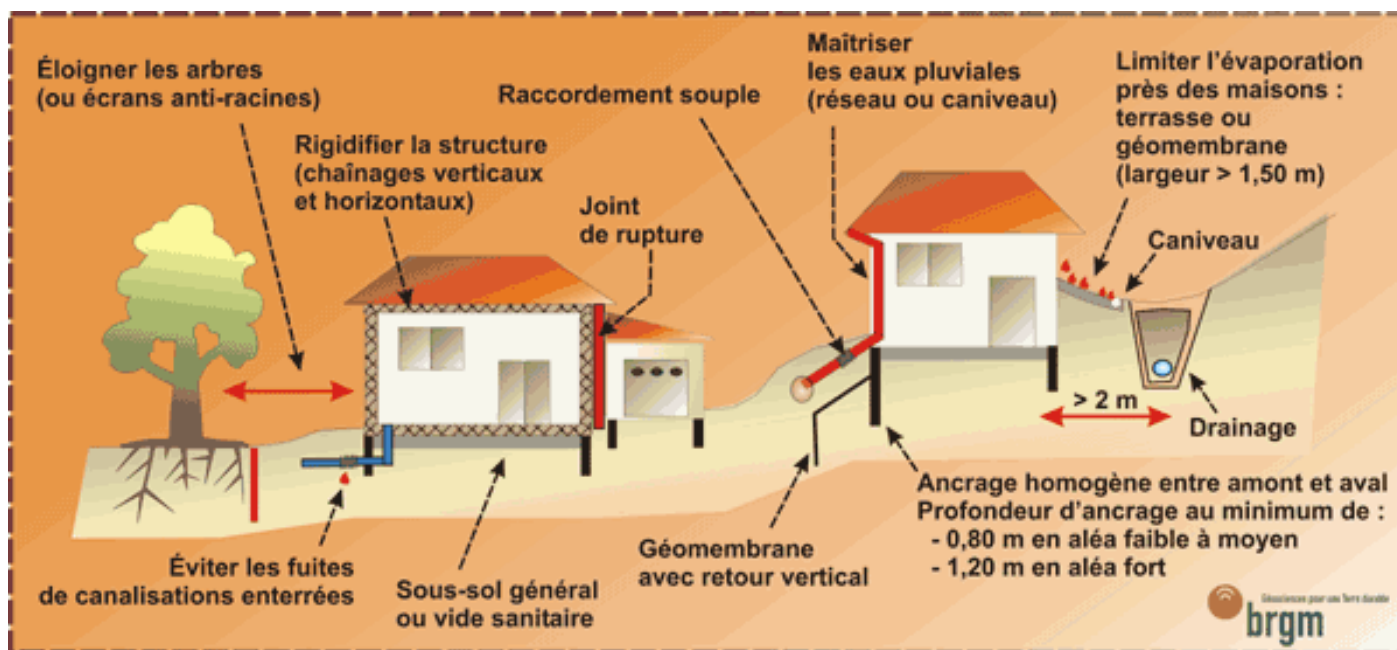
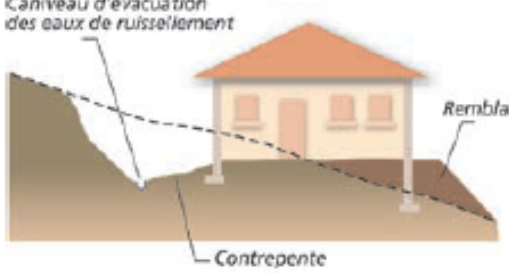
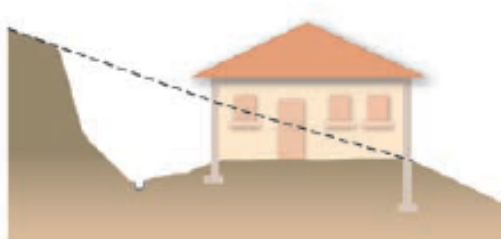


Figure 22 : Schéma récapitulatif des prescriptions à suivre

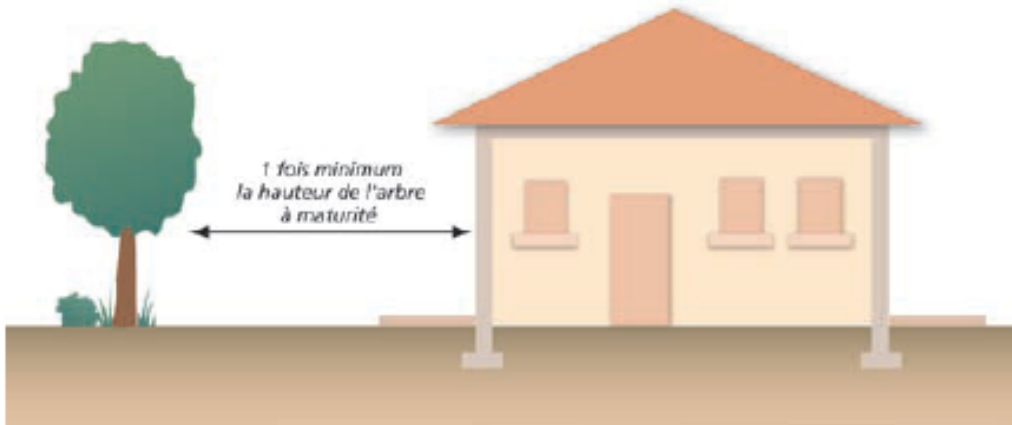
ANNEXES

Fiches actions concernant l'aléa retrait-gonflement des argiles (BRGM)

Fiche n°1	ADAPTATION DES FONDATIONS	
Problème à résoudre : Pour la majorité des bâtiments d'habitation « classiques », les structures sont fondées superficiellement, dans la tranche du terrain concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. Les sinistres sont ainsi dus, pour une grande part, à une inadaptation 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  Caniveau d'évacuation des eaux de ruissellement Remblai Contrepente 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. À 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 concernent 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 porteuse 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		
 Trottoir périphérique largeur 1,50 m		
Conditions de mise en œuvre : L'étanchéité pourra être assurée, soit :		
- par la réalisation d'un trottoir 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			
			
Suite page suivante			

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 – <i>[cf. Fiche n°5]</i>) 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'assise 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). <i>[cf. fiche n°5]</i>		
À 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

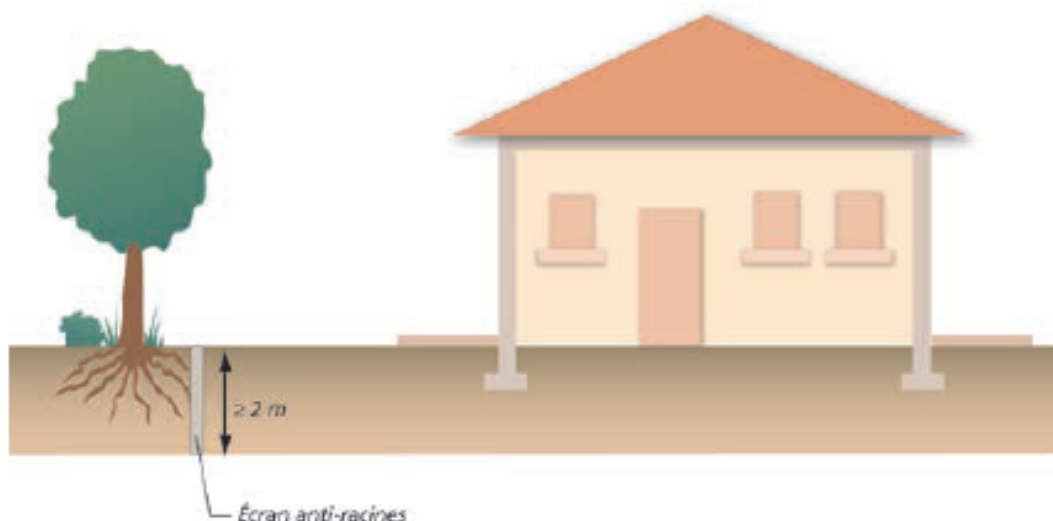


Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation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

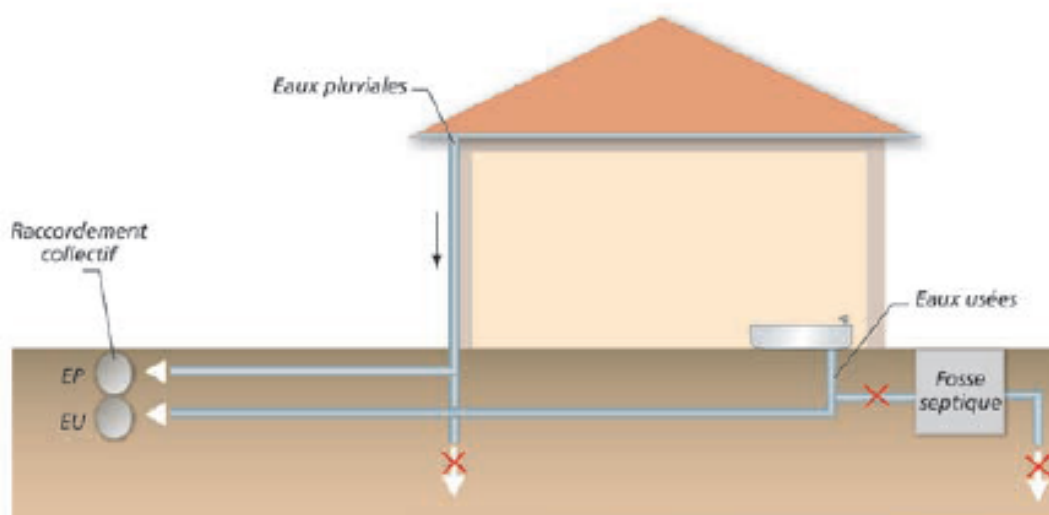


Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP – (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU – dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des EP et 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 débrancher 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.

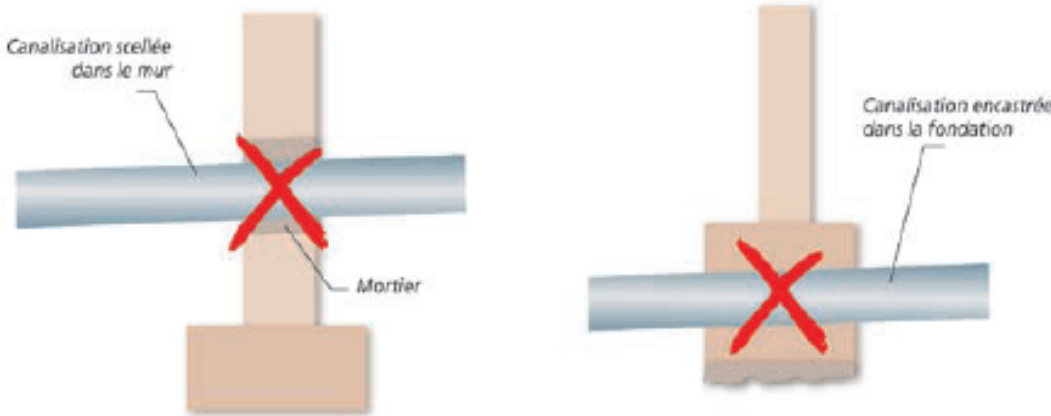
Schéma de principe

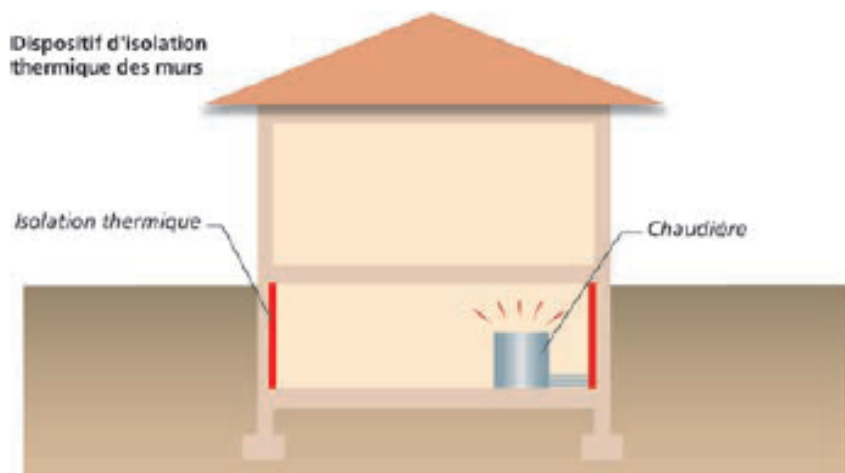


Conditions de mise en œuvre : Le raccordement au réseau collectif doit être privilégié, sans préjudice des directives sanitaires en vigueur.

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		
 Le schéma illustre un bâtiment avec un sous-sol. Une chaudière est située dans le sous-sol. Les murs du sous-sol sont équipés d'une isolation thermique, représentée par des lignes rouges. Le sol est également isolé. Le toit du bâtiment est visible au-dessus du sous-sol.		
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 $R \geq 2,4 \text{ M}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). 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

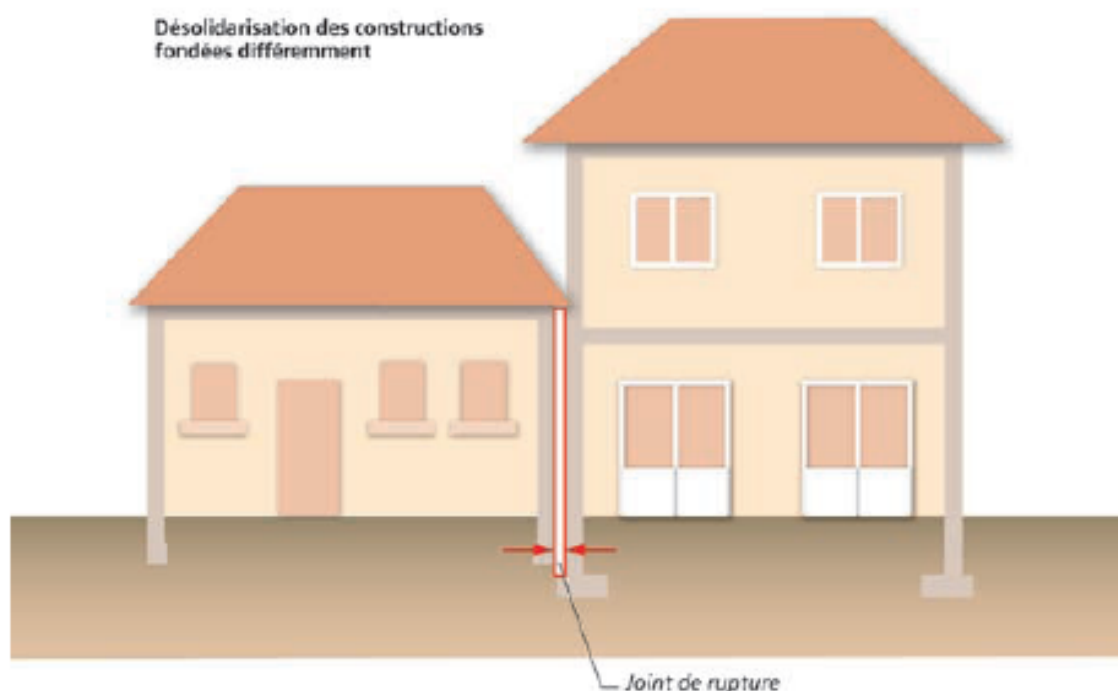


Problème à résoudre : Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.

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).

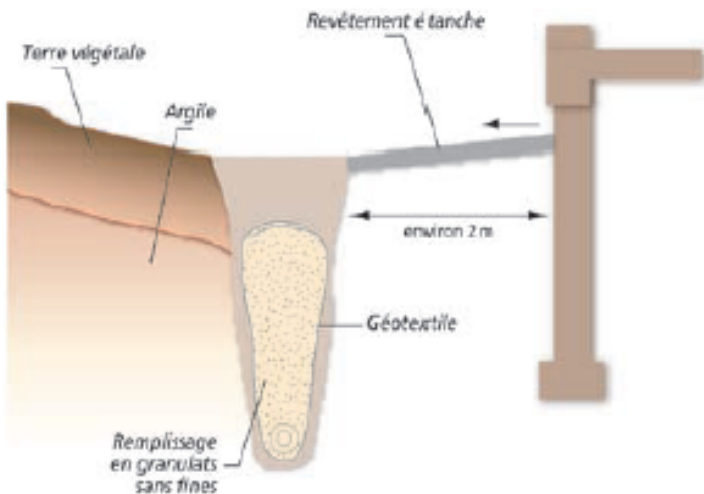
Champ d'application : Concerne tous les bâtiments d'habitation ou d'activités présentant des éléments de structures fondés différemment (niveau d'assise, type de fondation) ou caractérisés par des descentes de charges différentes. Sont également concernées les extensions de bâtiments existants (pièce 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.

À 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.		