



Géomètre Expert & Ingénierie  
Agence de ARDRES  
372 Avenue de Saint Omer – 62610 ARDRES  
Tel : 03 21 82 81 60 – Mail : ardes@geometre.net

[www.geometre.net](http://www.geometre.net)

# Étude Géotechnique Préalable

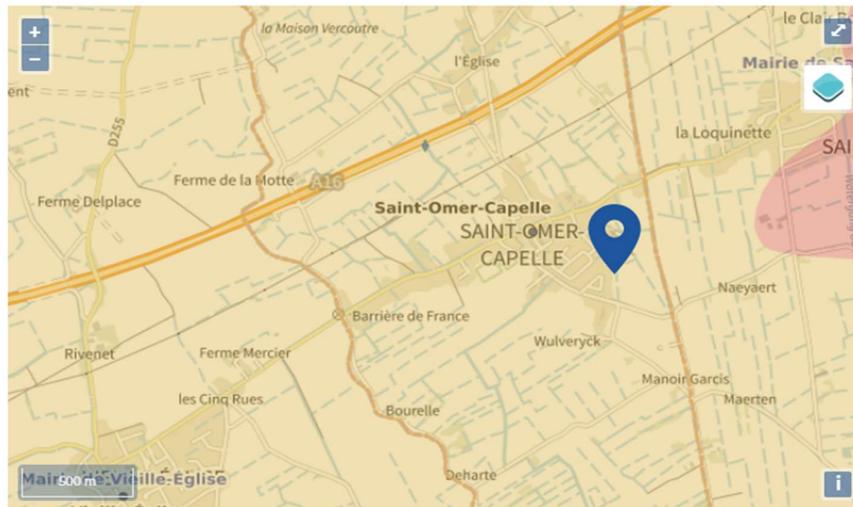
Art. R.132-4 du code de la construction et de l'habitation

## Relative à un terrain situé :

- Département du Pas-de-Calais
- Commune de SAINT OMER CAPELLE
- Lieu-dit « Les terres de l'hôpital de Bourbourg »

## Cadastré :

- Section AI
- Numéro 238



Légende :

- Faible
- Modéré
- Important

Dossier : **EG035A0923**  
Suivi : **P. HERBAUT / P. AHMED**

## Table des matières

1	Préambule .....	3
2	Contexte réglementaire.....	3
3	Identification du demandeur.....	3
4	Identification du terrain .....	3
5	Plan de situation .....	4
6	Visite du site .....	4
6.1	Couverture végétale .....	4
6.2	Topographie.....	4
6.3	Examen visuel des avoisinants .....	4
6.4	Toponymie.....	5
7	Contexte géologique.....	5
7.1	Contexte général .....	5
7.2	Sondages.....	5
7.3	Position des sondages .....	5
7.4	Description des sondages.....	6
7.5	Essais en laboratoire.....	6
8	Première identification des risques géotechniques .....	7
9	Principes généraux de construction .....	8
9.1	Rigidification de la structure.....	8
9.2	Pour tous les bâtiments.....	8
10	Recommandation et obligation.....	10
10.1	Recommandation .....	10
10.2	Obligation d'étude de conception pour les CCMI avec fourniture de plan.....	10
11	Annexes : Rapport(s) d'essai(s), assurance et fiches conseil.....	11

## **1 Préambule**

La présente étude géotechnique préalable correspond à celle mentionnée à l'article R. 132-4 du code de la construction et de l'habitation.

Cette étude permet une première identification des risques géotechniques d'un site. Elle fournit un modèle géologique préliminaire et les principales caractéristiques géotechniques du site ainsi que les principes généraux de construction pour se prémunir du risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Cette étude préalable comporte une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. Elle est complétée, si besoin, par un programme d'investigations spécifiques visant à établir les connaissances géologiques et géotechniques permettant de réduire, autant que possible, les incertitudes et risques géotechniques liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles sans préjudice des autres aléas géotechniques pouvant exister au droit du projet.

## **2 Contexte réglementaire**

- ✓ Articles L.132-4 à L.132-9 et R.132-3 à R.132-8 du code de la construction et de l'habitation.
- ✓ Arrêté du 22 juillet 2020 définissant les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux.
- ✓ Arrêté du 22 juillet 2020 définissant le contenu des études géotechniques à réaliser dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.
- ✓ Arrêté du 22 juillet 2020 relatif aux techniques particulières de construction dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

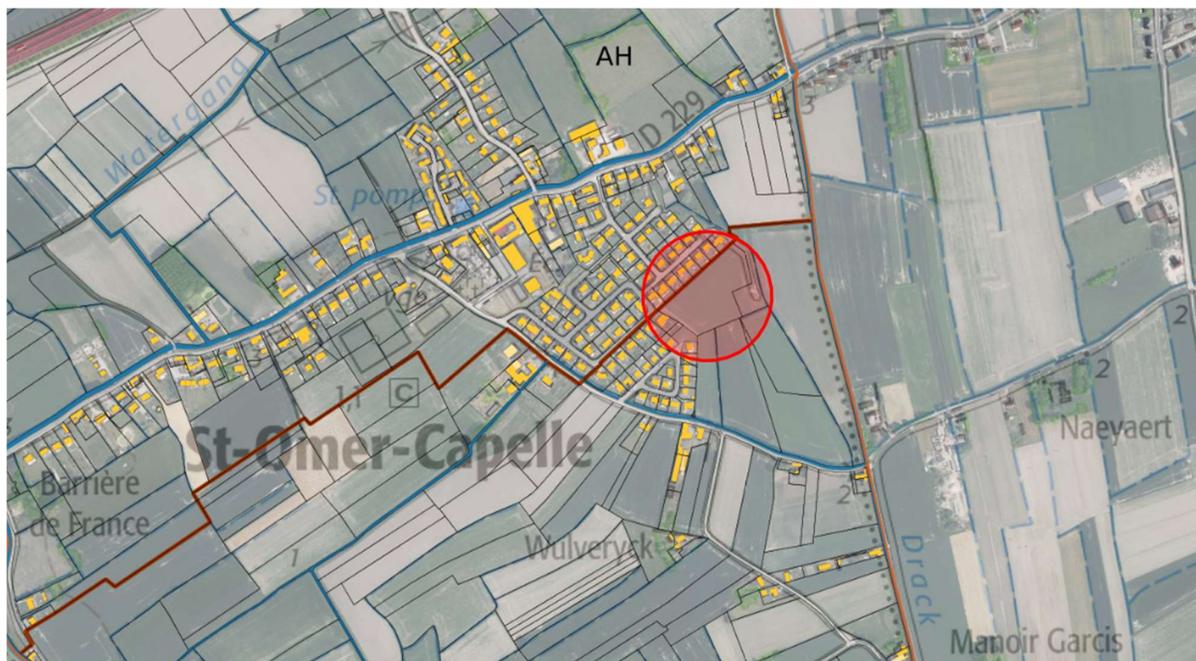
## **3 Identification du demandeur**

Nom(s) et Prénom(s) : SOPAL  
Adresse : 31 bis rue de la Pannerie – 59170 CROIX  
Téléphone : ---  
Mail : yblondel@fonciere.com

## **4 Identification du terrain**

Département : Pas-de-Calais  
Commune : SAINT OMER CAPELLE  
Réf. cadastrales : Section AI n° 238  
Contenance : 1 ha 26 a 99 ca

## 5 Plan de situation



## 6 Visite du site

La visite s'est déroulée le : 20 septembre 2023  
Personne accompagnante : Néant  
Météo : Ciel couvert

### 6.1 Couverture végétale

Le terrain consiste en une parcelle anciennement à usage agricole, qui est enherbée et parsemée d'une végétation spontanée.

### 6.2 Topographie

Le terrain ne présente pas de pente significative et se situe de niveau avec la voirie.

### 6.3 Examen visuel des avoisinants

- Côté OUEST, le terrain est bordé d'un lotissement dont les constructions ont une petite vingtaine d'années. Aucune ne présente de désordres apparents, hormis celle sise sur la parcelle cadastrée section AH n° 634 (fissure sur pignon EST).
- Côté SUD, le terrain est également bordé d'un lotissement datant d'il y a une vingtaine d'années. Les constructions les plus proches du terrain ne présentent pas de signes de désordre apparent.
- Au NORD et à l'EST, le terrain jouxte des parcelles agricoles non bâties.

## 6.4 Toponymie

Deux sondages à la tarière Les noms des rues et des lieux-dits n'apportent pas d'informations sur la nature du sous-sol.

## 7 **Contexte géologique**

### 7.1 Contexte général

La carte géologique au 1/50 000ème classe le terrain en zone « **MzB** », correspondant à l'assise de Dunkerque. Ce terme d'Assise de Dunkerque désigne les dépôts limono-sableux ou argileux marins qui recouvrent la tourbe de surface et ont une épaisseur moyenne de 1 à 3 m. Cette épaisseur peut d'ailleurs être plus importante dans la zone littorale, restée constamment marine, qui se développe dans le système estuarien de l'Aa et au niveau de chenaux qui érodent la tourbe de surface.

### 7.2 Sondages

Deux sondages à la tarière Edelman ont été réalisés lors de la visite du site. Nommés **S1** et **S2**, leur position est reprise sur l'extrait de plan figurant ci-après.

### 7.3 Position des sondages



*Ci-dessus : position des sondages sur extrait de plan cadastral sans échelle, photo aérienne IGN*

## 7.4 Description des sondages

➤ **Sondage S.1 – Description des horizons rencontrés suivant la profondeur par rapport au terrain naturel :**

- De 0m00 à -0m50 : Sol sec de teinte noire constitué d'un limon.
- De -0m50 à -0m70 : Sol humide de teinte grise à noire constitué d'un limon sableux.
- De -0m70 à -1m50 : Sol humide de teinte grise constitué d'un sable limoneux.
- -1m50 : Fin de sondage.

➤ **Sondage S.2 – Description des horizons rencontrés suivant la profondeur par rapport au terrain naturel :**

- De 0m00 à -0m30 : Sol sec de teinte noire constitué d'un limon.
- De -0m30 à -0m40 : Sol sec de teinte grise à noire constitué d'un limon sableux.
- De -0m40 à -1m20 : Sol humide de teinte grise constitué d'un sable limoneux.
- De -1m20 à -1m50 : Sol trempé de teinte grise constitué d'un sable limoneux.
- -1m50 : Fin de sondage.

## 7.5 Essais en laboratoire

Le(s) essai(s) réalisés en laboratoire concerne(nt) le(s) échantillon(s) de sol suivant(s) :

- Prélèvement réalisé sur le sondage **S.1** à **1m00** de profondeur par rapport au terrain naturel.

Le rapport d'essai est annexé en fin de document, avant les annexes.

L'analyse granulométrique et la valeur au bleu (VBS) réalisées respectivement suivant les normes NF EN 17892-4 et NF P 94-068 révèlent :

- Un sol de classe **A1** correspondant à un **sable limoneux** (classification NF P 11-300).

## 8 Première identification des risques géotechniques

Au stade de cette étude géotechnique préliminaire, l'enquête documentaire ainsi que les observations et premières investigations menées sur place identifient les risques géotechniques suivants :

- ✓ **Risque de retrait gonflement des sols argileux** : Le site Géorisques (<http://www.georisques.gouv.fr>) indique un aléa modéré tandis que les essais menés en laboratoire révèlent un sol peu sensible au phénomène de retrait -gonflement.
- ✓ **Risque inondation** : Le site Géorisques indique que le risque est existant sur la commune mais ne fournit pas l'information pour le terrain objet des présentes.
- ✓ **Risques côtiers (submersion marine, Tsunami)** : Le site Géorisques indique que le risque est existant sur la commune mais ne fournit pas l'information pour le terrain objet des présentes.
- ✓ **Risques liés aux mouvements de terrain, aux cavités souterraines, et à la sismicité** : La parcelle est exposée à un risque sismique faible (source : site Géorisques).

## **9 Principes généraux de construction**

Les techniques particulières de construction pour les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols sont précisées dans un arrêté du 22 juillet 2020.

Pour répondre à ces exigences, le constructeur de l'ouvrage est tenu de respecter les dispositions constructives décrites ci-dessous, lesquelles sont applicables aux contrats mentionnés aux articles L. 112-22 et L. 112-23 du code de la construction et de l'habitation conclus à compter du 1er janvier 2020.

### **9.1 Rigidification de la structure**

Les bâtiments en maçonnerie ou en béton sont construits avec une structure rigide. La mise en œuvre de chaînages horizontaux et verticaux, ainsi que la pose de linteaux au-dessus des ouvertures permet de répondre à cette exigence.

### **9.2 Pour tous les bâtiments**

#### 9.2.1 Les déformations des ouvrages sont limitées par la mise en place de fondations renforcées.

Elles ont comme caractéristiques d'être :

- ✓ en béton armé ;
- ✓ suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible au phénomène de mouvement de terrain différentiel, soit a minima 1,20 m en zone d'exposition forte, ou de 0,80 m en zone d'exposition moyenne, telles que définies à l'article R. 112-5 du code de la construction et de l'habitation, sauf si un sol dur non argileux est présent avant d'atteindre ces profondeurs ;
- ✓ ancrées de manière homogène, sans dissymétrie sur le pourtour du bâtiment, notamment pour les terrains en pente ou pour les bâtiments à sous-sol partiel. En l'absence de sous-sol, la construction d'une dalle sur vide sanitaire est prévue ;
- ✓ coulées en continu ;
- ✓ désolidarisées des fondations d'une construction mitoyenne.

#### 9.2.2 Les variations de teneur en eau du terrain à proximité de l'ouvrage dues aux apports d'eaux pluviales et de ruissellement sont limitées, pour cela :

- ✓ les eaux de gouttières sont éloignées des pieds de façade, avec un exutoire en aval de la construction ;
- ✓ les réservoirs de collecte des eaux pluviales sont équipés d'un système empêchant le

déversement des eaux de trop plein dans le sol proche de la construction ;

- ✓ les puisards situés à proximité de la construction sont isolés des fondations par un système assurant son étanchéité ;
- ✓ les eaux de ruissellement superficielles ou souterraines sont détournées à distance de l'habitation en mettant en œuvre un réseau de drainage ;
- ✓ la surface du sol aux abords de la construction est imperméabilisée ;
- ✓ le risque de rupture des canalisations enterrées est minimisé par l'utilisation de matériaux flexibles avec joints adaptés.

#### 9.2.3 Les variations de teneur en eau du terrain à proximité de l'ouvrage causées par l'action de la végétation sont limitées, pour cela :

- ✓ le bâti est éloigné du champ d'influence de la végétation. On considère que la distance d'influence est égale à une fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte, et une fois et demi la hauteur d'une haie ;
- ✓ à défaut du respect de la zone d'influence, un écran anti-racines est mis en place. Cet écran trouve sa place au plus près des arbres, sa profondeur sera adaptée au développement du réseau racinaire avec une profondeur minimale de 2 m ;
- ✓ le cas échéant, la végétation est retirée en amont du début des travaux de construction afin de permettre un rétablissement des conditions naturelles de la teneur en eau du terrain ;
- ✓ en cas de difficultés techniques, notamment en cas de terrains réduits ou en limite de propriété, la profondeur des fondations est augmentée par rapport aux préconisations du paragraphe II du présent article.

#### 9.2.4 Présence d'une source de chaleur importante dans le sous-sol d'une construction

- ✓ Lors de la présence d'une source de chaleur importante dans le sous-sol d'une construction, les échanges thermiques entre le terrain et le sous-sol sont limités. Pour cela, les parois enterrées de la construction sont isolées afin d'éviter d'aggraver la dessiccation du terrain situé dans sa périphérie.

## 10 Recommandation et obligation

### 10.1 Recommandation

L'acquéreur du terrain est invité à poursuivre les investigations géotechniques objet de cette étude préalable par la réalisation d'une étude géotechnique dite de conception, prenant en compte les caractéristiques du projet de construction et son positionnement dans le terrain :

Extrait de l'article 2 de l'arrêté du 22 juillet 2020 définissant le contenu des études géotechniques à réaliser dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols :

*L'étude géotechnique de conception prenant en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment, mentionnée à l'article R. 112-7 du code de la construction et de l'habitation, a pour objet de fixer les prescriptions constructives adaptées à la nature du sol et au projet de construction, en tenant compte des recommandations énoncées lors de l'étude géotechnique préalable et en réduisant au mieux les risques géotechniques identifiés et jugés importants, en particulier le risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.*

*Elle s'appuie sur des données géotechniques pertinentes, si besoin après la réalisation d'un programme spécifique d'investigations géotechniques. Elle fournit un dossier de synthèse définissant techniquement les dispositions constructives à mettre en œuvre.*

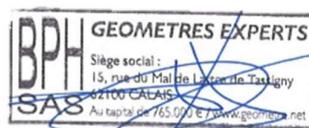
*Une étude géotechnique de conception de type G2 (phase avant-projet et phase projet) réalisée conformément aux exigences de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 vaut présomption de conformité aux dispositions du présent article.*

### 10.2 Obligation d'étude de conception pour les CCMI avec fourniture de plan

Lorsque le contrat de construction correspondra à un contrat de construction de maison individuelle avec fourniture de plan, les nouvelles dispositions de l'article L.231-2 du CCH (code de la construction et de l'habitation) imposent que soient mentionnés dans le contrat les travaux d'adaptation « *rendus nécessaires par l'étude géotechnique mentionnée aux articles L.112-22 et L.112-23 du CCH, dont une copie est annexée au contrat* ».

L'étude géotechnique visée dans cet extrait est une étude de conception et non une étude préalable. Elle est à fournir par le maître d'ouvrage ou à faire réaliser par le constructeur, après accord du maître d'ouvrage.

Fait et clos à Ardres, le 08 octobre 2023  
Pour la SELAS BPH GEOMETRES-EXPERTS,  
**Philippe HERBAUT**



## **11 Annexes : Rapport(s) d'essai(s), assurance et fiches conseil**

- Rapport(s) d'essai(s)
- Attestation sur l'honneur
- Attestation d'assurance
- Fiche n° 1 – Adaptation des fondations
- Fiche n° 2 – Rigidification de la structure du bâtiment
- Fiche n° 3 – Réalisation d'une ceinture étanche autour du bâtiment
- Fiche n° 4 – Éloignement de la végétation du bâti
- Fiche n° 5 – Création d'un écran anti-racines
- Fiche n° 6 – Raccordement des réseaux d'eaux au réseau collectif
- Fiche n° 7 – Étanchéification des canalisations enterrées
- Fiche n° 8 – Limiter les conséquences d'une source de chaleur en sous-sol
- Fiche n° 9 – Désolidariser les différents éléments de structure
- Fiche n° 10 – Réalisation d'un dispositif de drainage

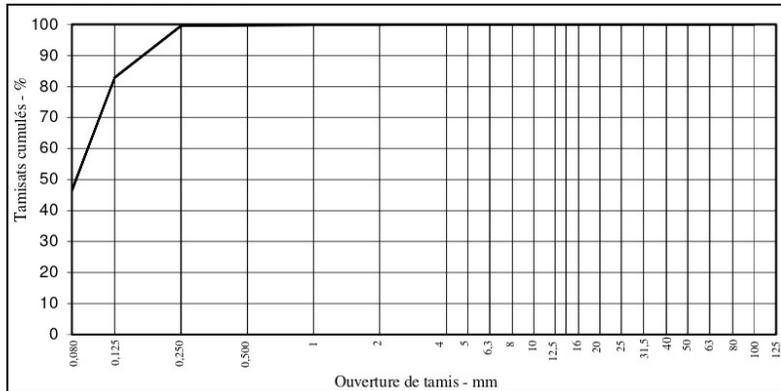
<b>Client : BPH Géomètre Expert &amp; Ingénierie</b>	<b>Nature : Sable limoneux</b>
N° Dossier : 23177	Repère : Section AI n°238 - S1 - prof. 1,0m
Affaire : SAINT-OMER-CAPELLE - EG035A0923	Mode de prélèvement : Tarière
Destinataire : M. Philippe HERBAUT	Date de réception : 22/09/2023
Date d'essais : 26/09/2023	N° d'enregistrement : 23135-1

**PARAMETRES DE CLASSIFICATION.**

- Teneur en eau - w : **24,3 %** - NF EN ISO 17892-1
- Valeur au bleu - VBS : **0,7 g/100g** - NF P 94-068

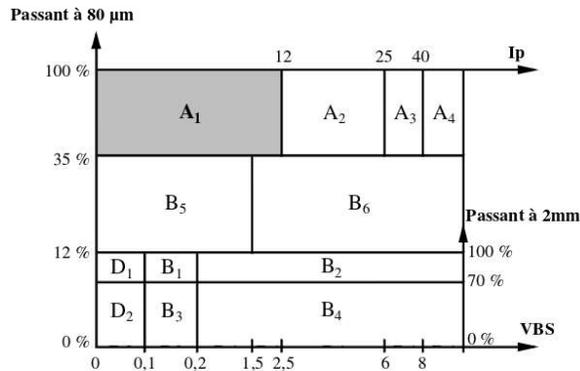
**ANALYSE GRANULOMETRIQUE - NF EN ISO 17892-4.**

Tamis mm	Tamisats cum. %
50,0	100,0
31,5	100,0
20,0	100,0
10,0	100,0
6,3	100,0
5,0	100,0
2,0	99,9
1,0	99,9
0,500	99,8
0,250	99,6
0,080	46,5



**TABLEAU SYNOPTIQUE DE LA CLASSIFICATION**  
Sols Dmax ≤ 50mm

Passant à 80 µm : 46,5 %  
Passant à 2 mm : 99,9 %  
VBS : 0,7 g/100g



**CLASSIFICATION - NF P 11-300**  
**A 1**

A Herlies, le 26/09/2023  
R. RENOU

F407-100.1

Le présent rapport d'essai comporte une page unique. Il ne concerne que les objets soumis aux essais. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale.



Géomètre Expert & Ingénierie  
Agence de ARDRES  
372 Avenue de Saint Omer – 62610 ARDRES  
Tel : 03 21 82 81 60 – Mail : ardres@geometre.net  
[www.geometre.net](http://www.geometre.net)

## Attestation sur l'honneur

### Compétence, organisation, assurance, impartialité et indépendance

dans la réalisation des études géotechniques préalables mentionnées  
à l'article R 132-4 du code de la construction et de l'habitation

Je soussigné Philippe HERBAUT, Directeur Général de la SELAS BPH GEOMETRES EXPERTS, dont le siège se situe 15 rue du Maréchal de Lattre de Tassigny à CALAIS (62), atteste que l'entreprise que je représente :

- Emploie des salariés qui disposent des **compétences** nécessaires à l'établissement des études géotechniques préalables définies par l'article R132-4 du code de la construction et de l'habitation,
- Dispose de l'**organisation** et des ressources matérielles nécessaires à l'exécution de ces études géotechniques préalables,
- Est **assurée** pour l'année civile en cours auprès de la compagnie ALLIANZ sous le n° 062274370 pour un montant de 10 000 000 d'euros permettant de couvrir les conséquences d'un engagement de sa responsabilité civile sur les activités garanties parmi lesquelles figurent les études géotechniques préalables à la vente.
- N'a aucun lien de nature à porter atteinte à son **impartialité** et à son **indépendance** ni avec le propriétaire ou son mandataire qui fait appel à elle, ni avec une entreprise pouvant réaliser des travaux sur les ouvrages, installations ou équipements pour lesquels il lui est demandé d'établir une étude.

J'atteste avoir conscience que toute fausse déclaration expose aux sanctions prévues par les articles 441-1 et 441-7 du code pénal et que l'établissement d'un diagnostic, sans respecter les conditions de compétences, d'organisation et d'assurance définies par les articles R.271-1 et R.271-2 et les conditions d'impartialité et d'indépendance exigées à l'article L.271-6, est puni de l'amende prévue pour les contraventions de cinquième classe, en application de l'article R.271-4 du code de la construction et de l'habitation. La récidive est punie conformément aux dispositions de l'article 132-11 du code pénal.

Fait à Ardres,  
Le 02 janvier 2023,  
**Philippe HERBAUT**



Siège social : Calais // Agences : Ardres - Gravelines  
Nouvelles agences : Le Touquet - Berck - Amiens



SELAS au capital de 765 000 € - SIREN 393 995 451 - APE 742 B - RCS BOULOGNE SUR MER B 393 995 451 - Aarément Ordre des Géomètres Experts n° 2005B400004

## ATTESTATION D'ASSURANCE

### Allianz Responsabilité Civile des Activités de Services

Allianz IARD, dont le siège social est situé, 1 cours Michelet – CS30051, 92076 PARIS LA DEFENSE CEDEX, atteste que :

**SAS BPH GEOMETRES EXPERTS**  
**15 RUE MAL DE LATTRE DE TASSIGNY**  
**62100 CALAIS**

Est titulaire d'un contrat d'assurance Allianz **Responsabilité Civile des Activités de Services**, souscrit sous le numéro **062274370** et qui a pris effet le 1<sup>er</sup> janvier 2023.

Ce contrat, actuellement en vigueur, a pour objet de garantir l'Assuré contre les conséquences pécuniaires de la responsabilité civile qu'il peut encourir à l'égard des tiers du fait des activités déclarées aux Dispositions Particulières, à savoir :

✓ **Missions d'Analyse Géotechnique Préalable**

La présente attestation est valable, sous réserve du paiement des cotisations, du 01/01/2023 au 31/12/2023. **Le présent document, établi par Allianz IARD, a pour objet d'attester l'existence d'un contrat. Il ne constitue pas une présomption d'application des garanties et ne peut engager Allianz IARD au-delà des conditions et limites du contrat auquel il se réfère. Les exceptions de garantie opposables au souscripteur le sont également aux bénéficiaires de l'indemnité (résiliation, nullité, règle proportionnelle, exclusions, déchéances...)**

**Toute adjonction autre que les cachet et signature du représentant de la Société est réputée non écrite.**

Etablie à Paris la Défense, le 05/12/2022

Pour Allianz,



Allianz Responsabilité Civile  
Attestation d'assurance  
Page 1 sur 3 – Contrat N° 062275262

Allianz IARD  
Société anonyme au capital de 991.967.200€  
542 110 291 RCS Nanterre  
N° TVA : FR76 542 110 291

Entreprises régies par le Code des assurances  
1 Cours Michelet – CS 30051  
92076 Paris la Défense Cedex  
www.allianz.fr



**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

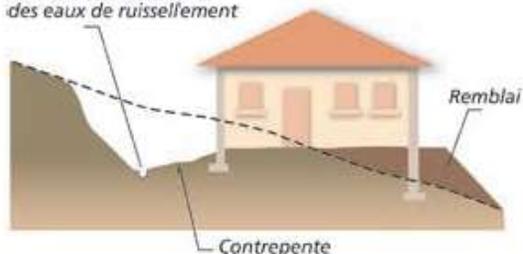
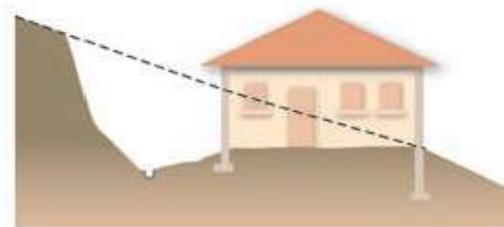


Plate-forme en déblais



### 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).

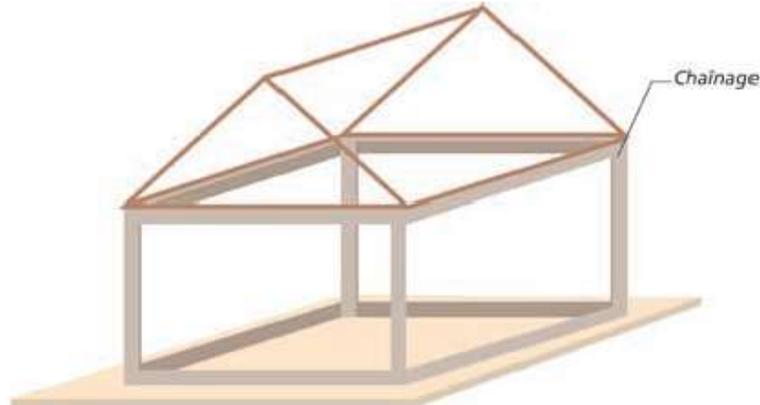


**Problème à résoudre :** Un grand nombre de sinistres concernent des constructions dont la rigidité, insuffisante, ne leur permet pas de résister aux distorsions générées par les mouvements différentiels du sous-sol. Une structure parfaitement rigide permet au contraire une répartition des efforts permettant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



**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 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.

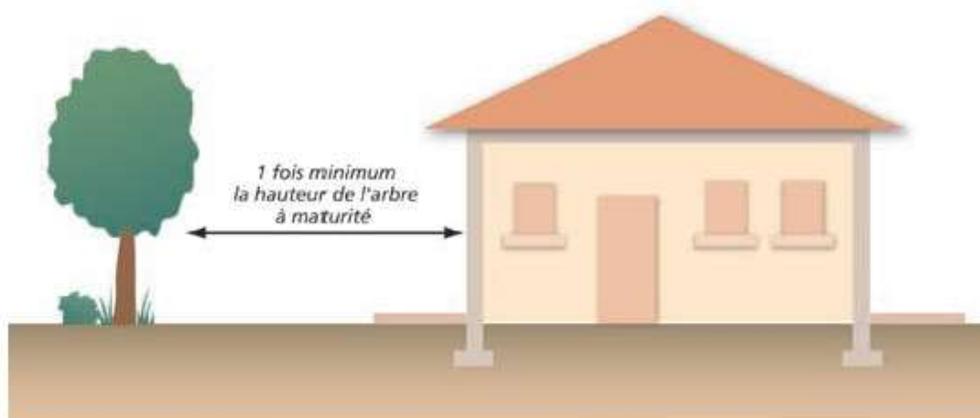


**Problème à résoudre :** Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation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



**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'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). [cf. fiche n°5]

**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.

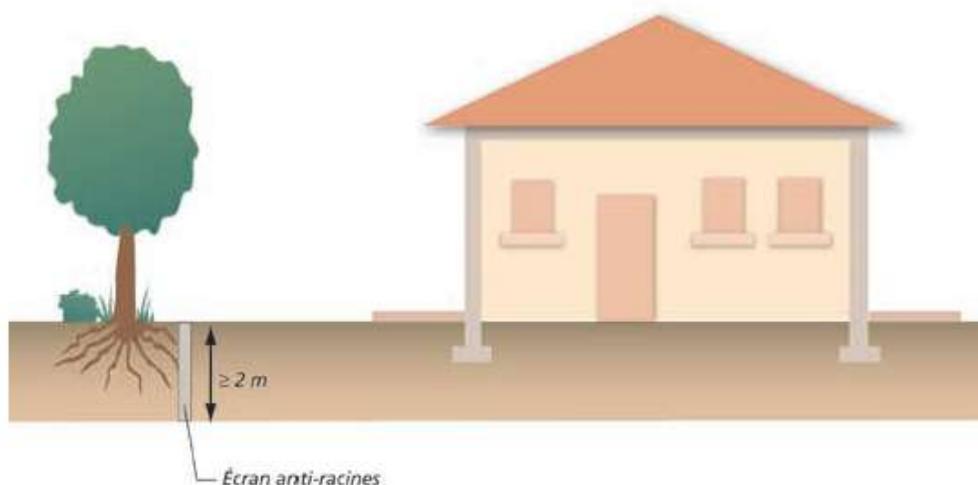


**Problème à résoudre :** Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation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

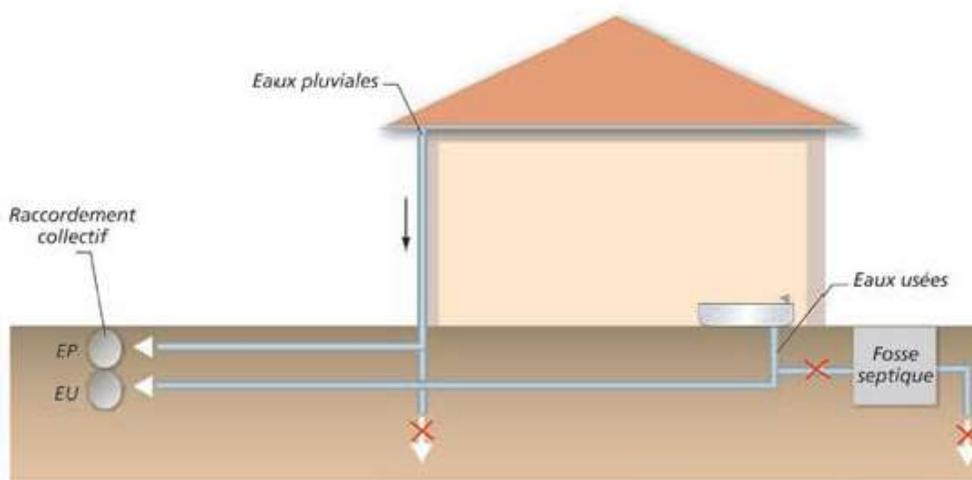


**Problème à résoudre :** De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP - (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU - dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des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



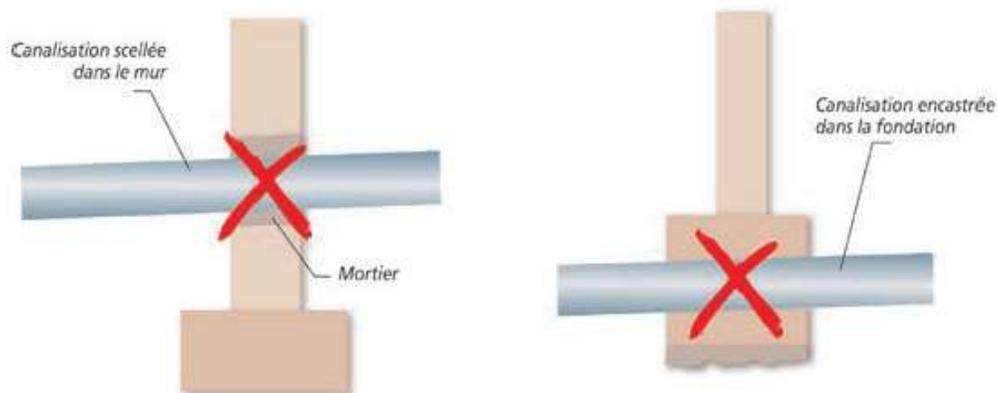
**Problème à résoudre :** De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.

**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 ».

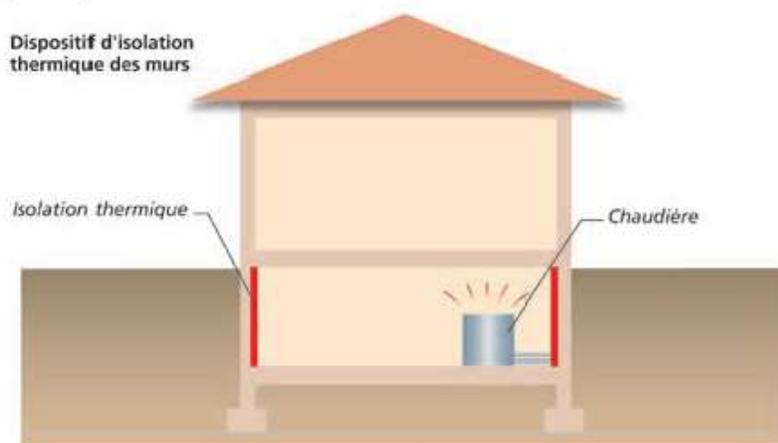


**Problème à résoudre :** La présence dans le sous-sol d'un bâtiment d'une source de chaleur importante, en particulier d'une chaudière, est susceptible de renforcer les variations localisées d'humidité dans la partie supérieure du terrain. Elles sont d'autant plus préjudiciables qu'elles s'effectuent 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  $R \geq 2,4 \text{ M}^2 \text{°K/W}$ ). 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<sup>e</sup> année qui suit celle de l'acquisition du logement.

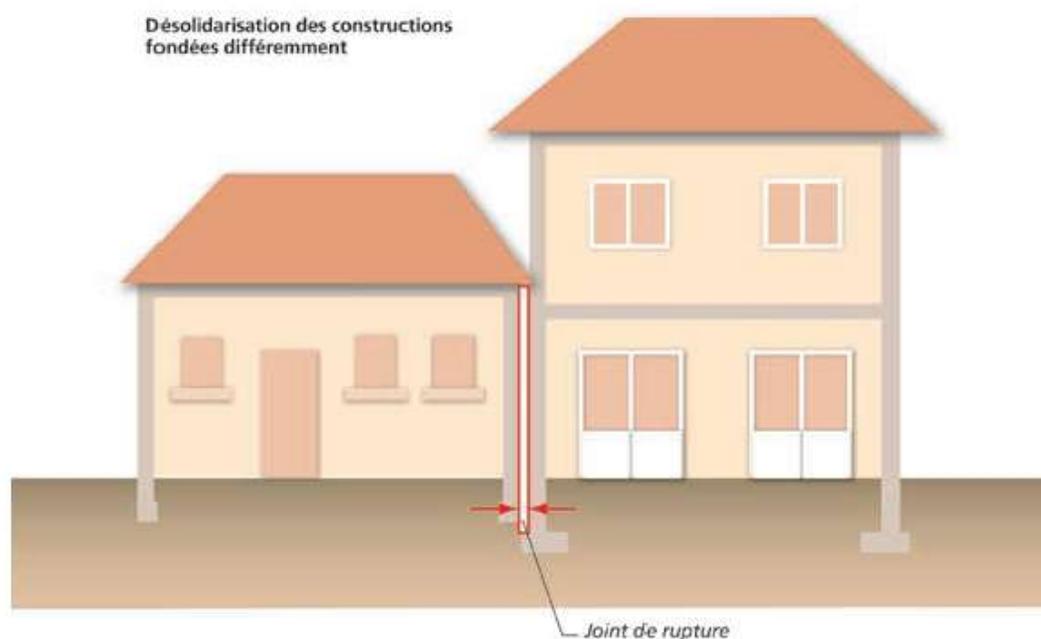


**Problème à résoudre :** Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.

**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.

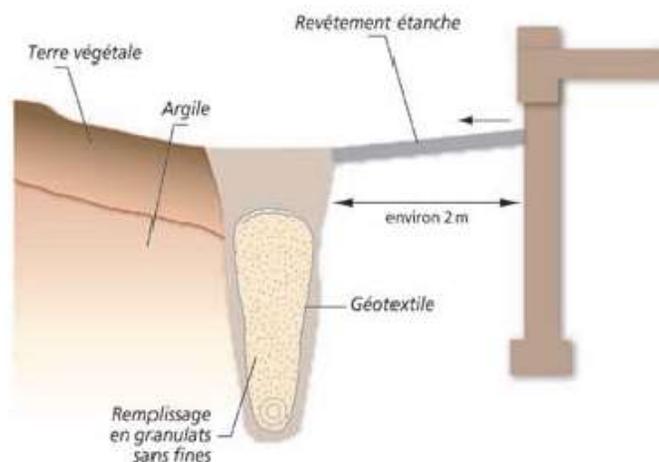


**Problème à résoudre** : Les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellement superficiel ou circulations souterraines), contribuent au phénomène en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements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