

MISSION G2 PRO

Etude de sol préalable à la construction
d'une maison individuelle

M. LANOYE

Route de Fonbouno
Commune de VAOUR (81)



Agence de Toulouse - ZA de Longuetterre - ActiPark - 6, Allée de Longuetterre - 31 850 MONTRABE
Tél. : 05.62.89.10.00 - Fax : 05.62.89.10.05

SARL au capital de 65 000 € - SIRET 504 457 821 00024 - APE 7112B - N° TVA Intracommunautaire : FR
395 044 578 21

www.ecr-environnement.com

Dossier 3104614 - Décembre 2022

LANOYE Gérard
19 Route de Fonbouno
81140 VAOUR

CLIENT

NOM	M. LANOYE Gérard
ADRESSE	19 Route de Fonbouno 81140 VAOUR
INTERLOCUTEUR	M. LANOYE Gérard

ECR ENVIRONNEMENT

CHARGE D'AFFAIRES	Guillaume SCHULZ
--------------------------	------------------

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
06/12/2022	01		G. SCHULZ	M. JEAN FRANCOIS

Rédacteur	Contrôle interne
Guillaume SCHULZ Chargé d'études	Mathieu JEAN FRANCOIS Chargé d'affaires

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	3
1.1	OBJET DE LA MISSION.....	3
1.2	DOCUMENTS DE REFERENCE-DONNEES D'ENTREE	3
1.3	PRESENTATION DU PROJET	4
1.3.1	<i>Situation</i>	4
1.3.2	<i>Le projet</i>	5
1.3.3	<i>Approche Altimétrique / Environnement</i>	9
1.3.4	<i>Contexte géologique</i>	9
1.3.5	<i>Risques naturels</i>	11
1.4	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	13
2	RESULTATS DES INVESTIGATIONS	14
2.1	CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES.....	14
2.2	CARACTERISTIQUES GEOMECHANIQUES	14
2.3	HYDROGEOLOGIE / NIVEAU PIEZOMETRIQUE	15
2.4	REMARQUES IMPORTANTES	15
2.4.1	<i>Sismicité</i>	15
2.4.2	<i>Retrait gonflement des argiles</i>	15
2.4.3	<i>Composantes anthropiques</i>	16
3	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES	17
3.1	ANALYSE GEOTECHNIQUE.....	17
3.2	POSSIBILITE DE FONDATION	17
3.2.1	<i>Solution de fondations envisageables</i>	17
3.3	CONTRAINTES AUX ETATS LIMITES.....	18
3.4	TASSEMENT	18
3.5	RECOMMANDATIONS D'EXECUTION DES FONDATIONS SUPERFICIELLES	18
3.6	NIVEAU BAS	19
3.7	RECOMMANDATIONS LIEES AU RISQUE SECHERESSE.....	19
3.8	REMARQUES	19

ANNEXES

- Implantation des sondages ;
- Résultats des sondages et essais *in-situ* ;
- Fiches BRGM

1 INTRODUCTION

1.1 Objet de la mission

La mission, effectuée à la demande et pour le compte de **M. LANOYE Gérard**, concerne l'ensemble des prestations d'études et de reconnaissances géotechniques menées afin de réaliser une étude géotechnique de type projet de type G2 PRO.

Cette étude a été confiée à l'agence ECR Environnement de Toulouse suite au devis n°3105498 datant le 24/10/2022, validé le 26/10/2022.

Le projet porte sur la construction d'une maison individuelle située Route de Fonbouno sur la commune de VAOUR, dans le département du TARN (81).

Par référence à la classification des « Missions géotechniques normalisées » (Norme NFP 94-500 de Novembre 2013), la présente étude est de type **G2 PRO** [étude géotechnique de projet], et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

Le présent rapport a pour objectif de fournir :

- Une synthèse documentaire sur le contexte général du site ;
- Description de la nature des sols rencontrés au droit du site, leurs caractéristiques géomécaniques ainsi que les niveaux d'eau observés ;
- Les hypothèses géotechniques pour définir le type de fondations envisageable (Prescriptions conformes à la norme NF P 94-261) :
 - type et niveau d'assise envisageables ;
 - contraintes admissibles à L'ELU et L'ELS ;
 - tassements éventuels (estimation sans calcul).
- Les préconisations vis-à-vis des niveaux bas ;
- Les sujétions particulières d'exécution (terrassements, ...).

1.2 Documents de référence-données d'entrée

Les textes officiels utilisés pour ce rapport sont :

- NF P 94-261, pour les règles de calcul des fondations superficielles ;
- Le DTU 13.3, pour le calcul des dallages.



Les éléments, provenant du permis de construire, datant de Juin 2019 modifié en partie en Octobre 2022, à disposition pour cette étude, sont :

Titre	Référence	Echelle
Situation sur vue aérienne et fond de carte cadastrale	PCMI1	/
Plan de masse du projet	PCMI2	1/500 ^{ème}
Coupe du projet	PCMI3	1/100 ^{ème}
Notice explicative du projet	PCMI4	/
Vues des façades du projet	PCMI5	1/100 ^{ème}
Plan du niveau RdC du projet	/	1/100 ^{ème} 1/50 ^{ème}
Descentes de charges du projet	/	/

Notre visite du site a été effectué le 02/12/2022.

1.3 Présentation du projet

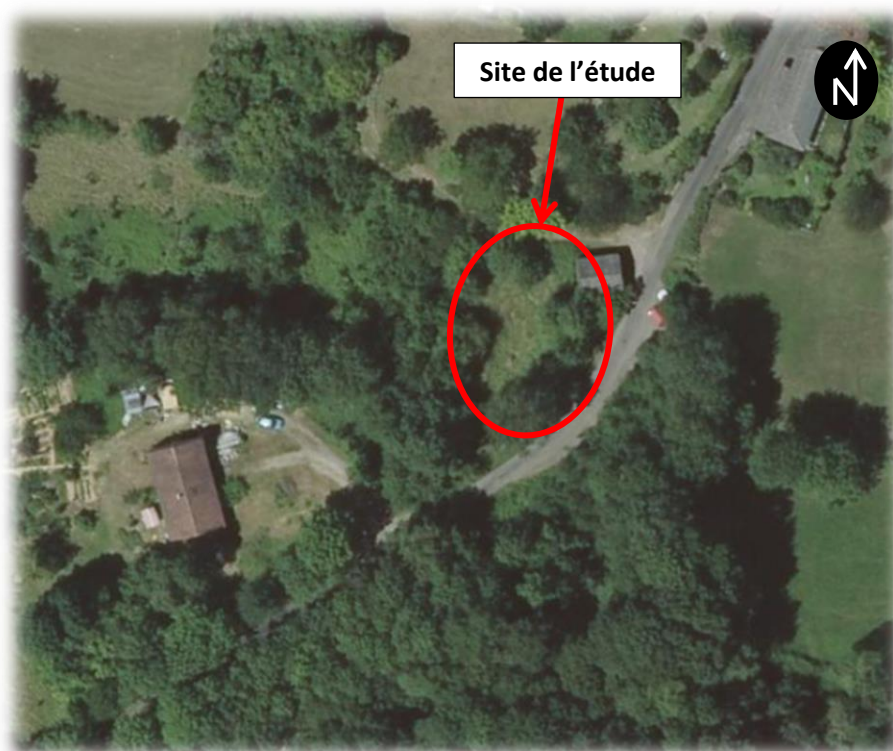
1.3.1 Situation

Le site étudié est localisé Route de Fonbouno, sur la commune de VAOUR (81). D'après la carte IGN, les altitudes dans le secteur sont d'environ 385m NGF.



Localisation du site du projet (extrait de la carte IGN - Géoportail)

Le terrain du projet a une superficie d'environ 559m² et correspond à la parcelle n°18 de la section AB du plan communal.

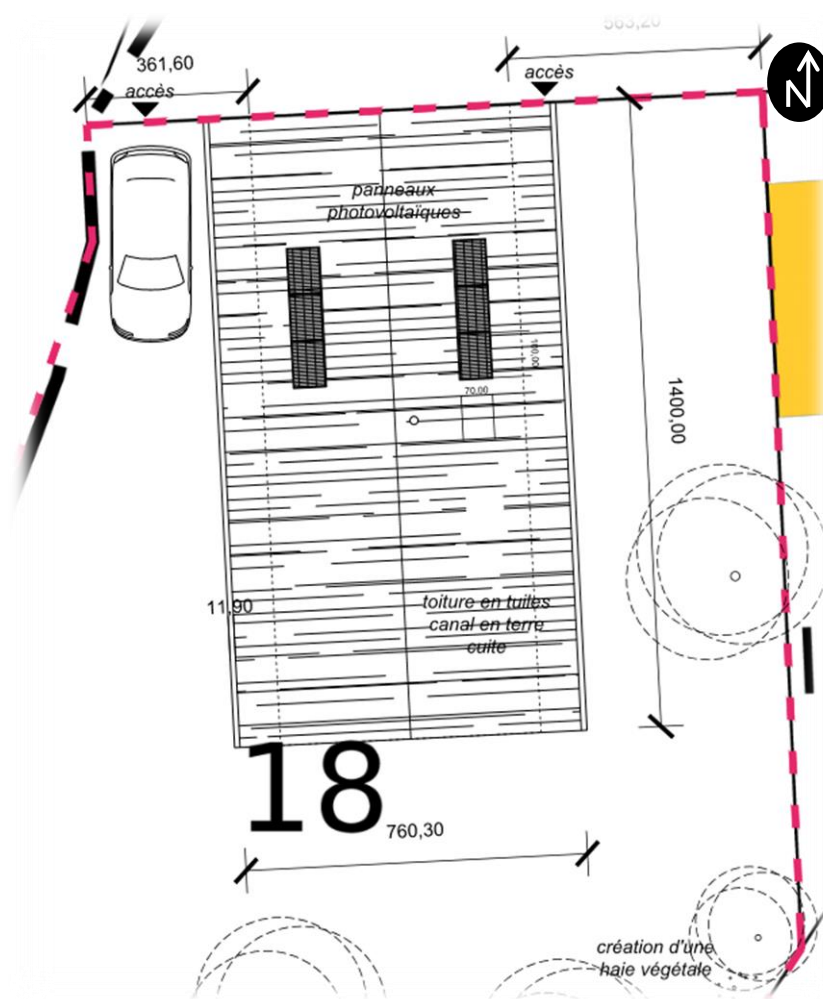


Vue aérienne (Géoportail)

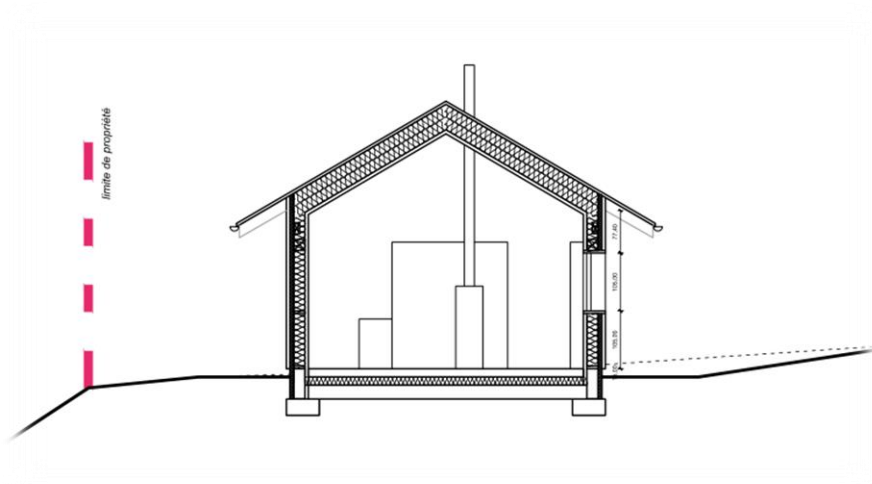
1.3.2 Le projet

A ce stade de l'étude, le projet prévoit la construction d'une maison individuelle en simple RdC, sans niveau de sous-sol, d'une superficie habitable au sol de l'ordre de 120m² environ.

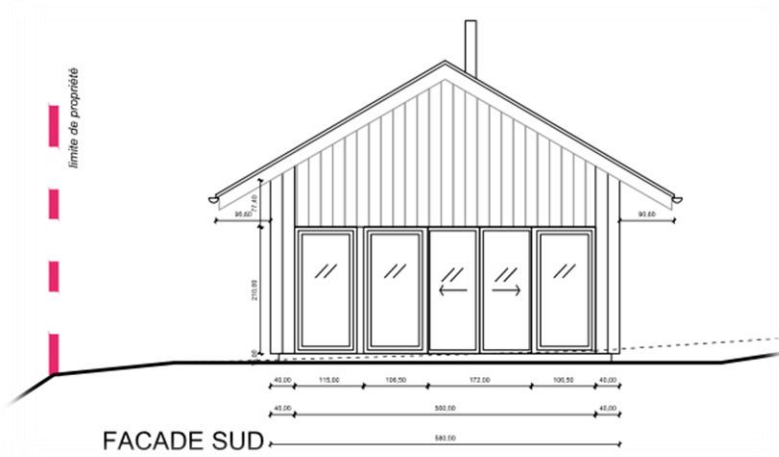
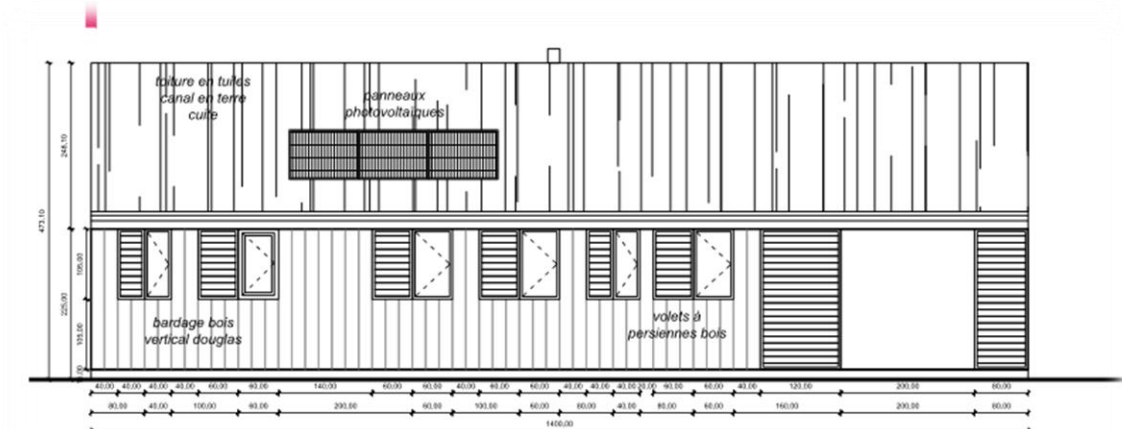
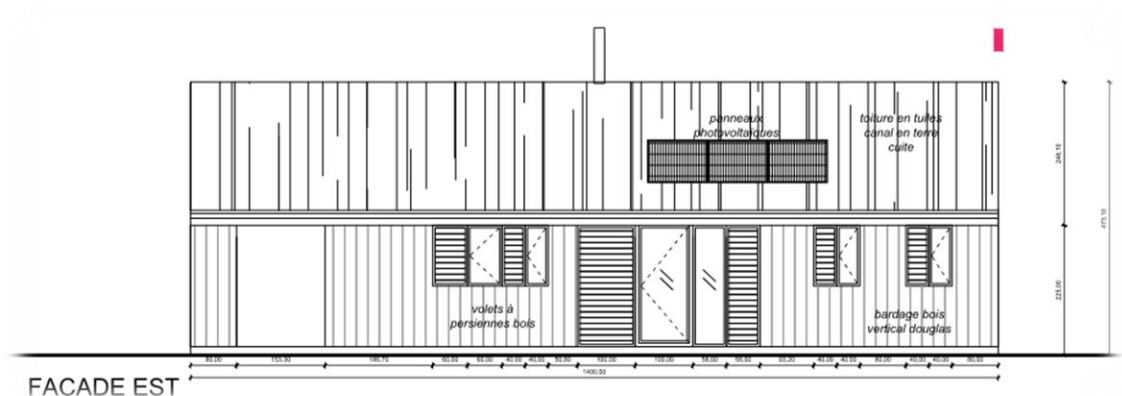
D'après le plan qui nous a été fourni, le projet est implanté comme tel sur le terrain :

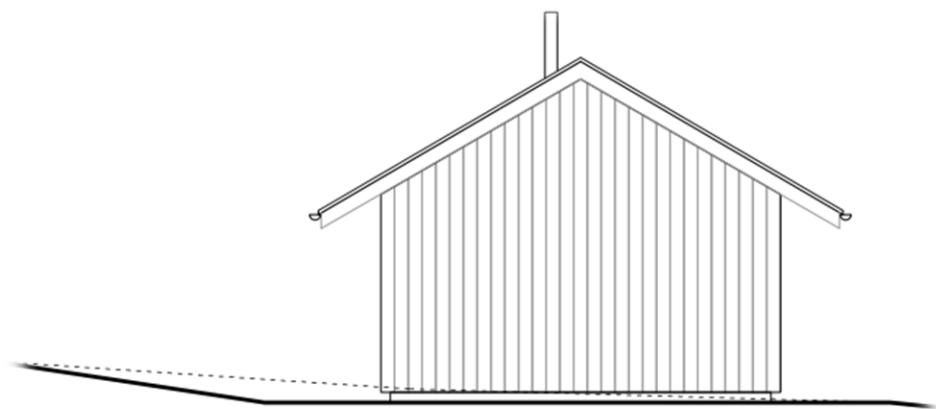


Plan de masse du projet



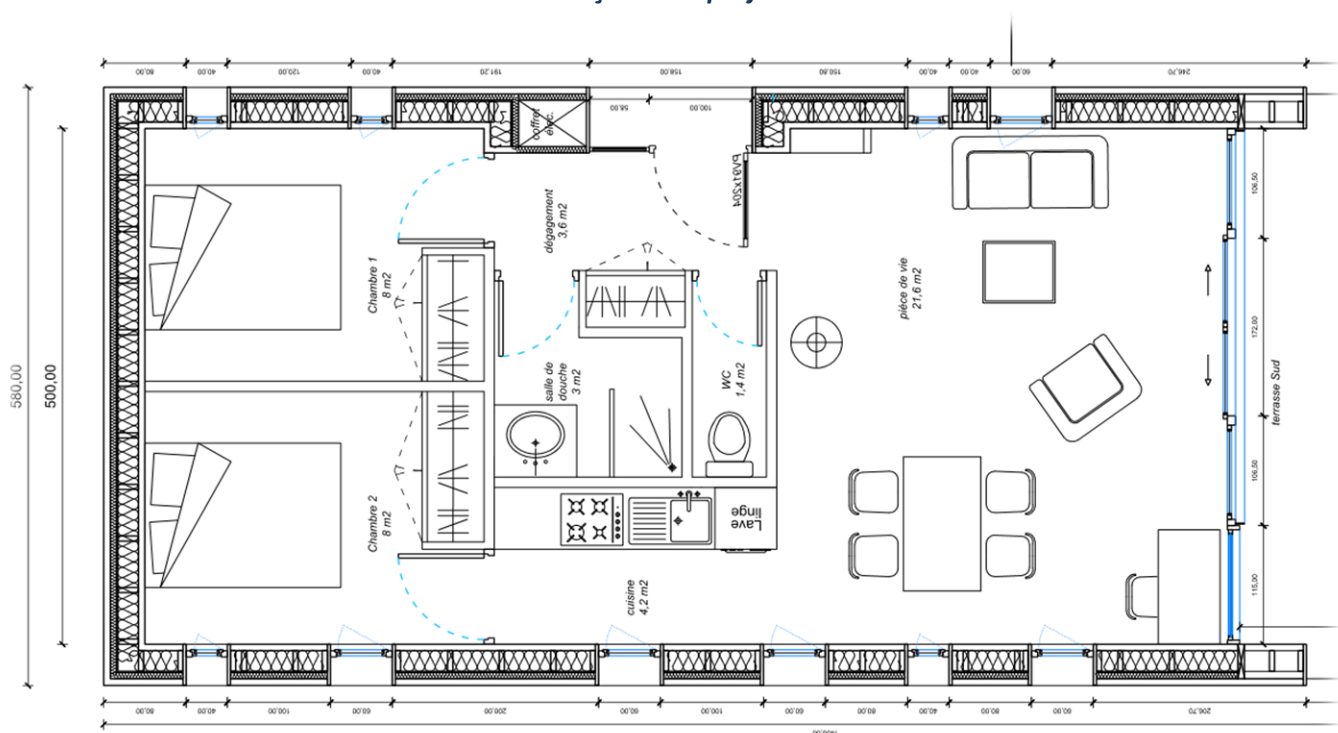
Coupe du terrain





FACADE NORD

Façades du projet



Plan du niveau RdC du projet

Les descentes de charges du projet transmis varient entre **0,6 à 1,25 tonnes/ml sur appuis filants de 0,50 à 0,60m de largeur environ aux ELS** (combinaisons G+Q) et on estime les charges surfaciques pour les niveaux bas à **0,250 T/m²**.

NB : Pour toutes différences importantes à ces hypothèses, il conviendra au responsable du projet de nous en informer.

1.3.3 Approche Altimétrique / Environnement

Lors de notre intervention sur site, le terrain était relativement plat, enherbé et non arboré.

Compte-tenu de la topographie, les terrassements seront de faibles hauteurs.

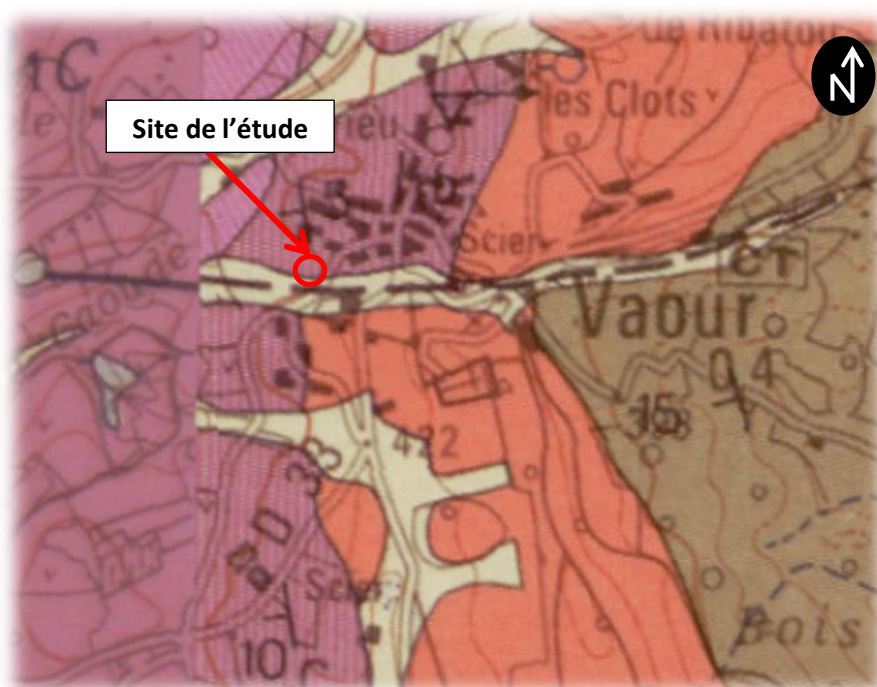


Etat actuel du terrain lors de notre intervention [ECR Environnement – 02/12/2022]

1.3.4 Contexte géologique

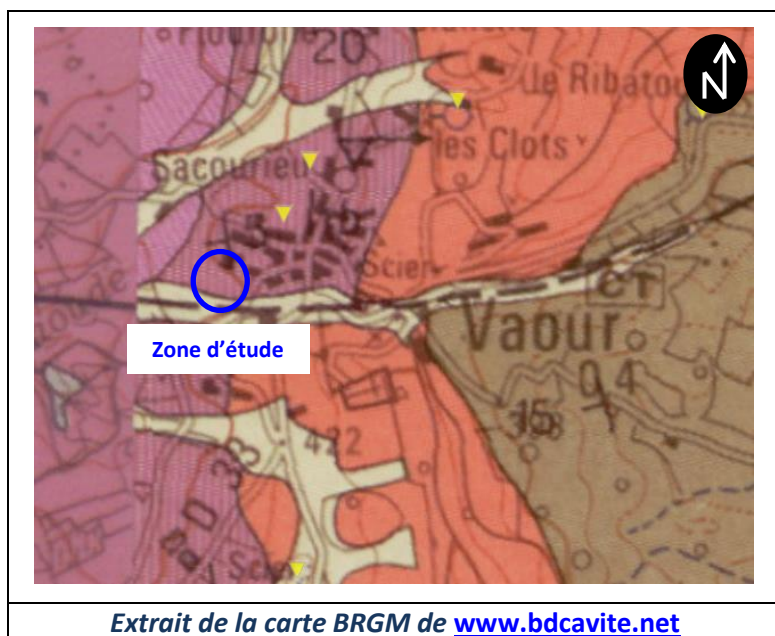
D'après la carte géologique au 1/50.000^{ème} du BRGM, feuille de ALBI (n°932), on se situe sur des formations colluviales anciennes et modernes [indice **Rc-Fy**] masquant le substratum dolomitique datant de l'Hettangien Moyen [indice **I1b**].





Extrait de la carte géologique n°932 – ALBI, au 1/50.000^{ème} (BRGM - InfoTerre)

A noter que **ces formations peuvent être sujettes à karstification**. D'après la carte des cavités souterraines établie par le BRGM, quelques cavités souterraines (triangle jaune sur la carte) sont recensées dans la commune :



Extrait de la carte BRGM de www.bdcavite.net

1.3.5 Risques naturels

Selon le décret n°2010-1255 du 22 Octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français et entré en vigueur depuis le 1^{er} Mai 2011, le projet se situe en **zone de sismicité 1 (très faible)**.

La commune de VAOUR a été l'objet de quelques arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle.

Sécheresse : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0600185A	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006

Inondations et/ou Coulées de Boue : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

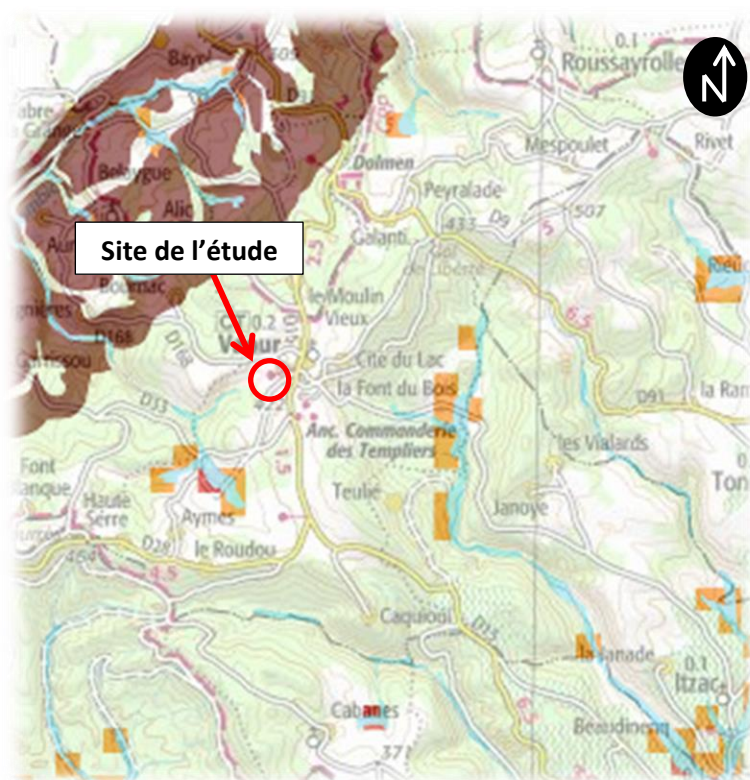
Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Par ailleurs, la commune a approuvé des Plans de Préventions des Risques naturels vis-à-vis inondations et des mouvements de terrain tassements différentiels approuvés respectivement le 12 Janvier 2009 et le 6 Mai 2013.

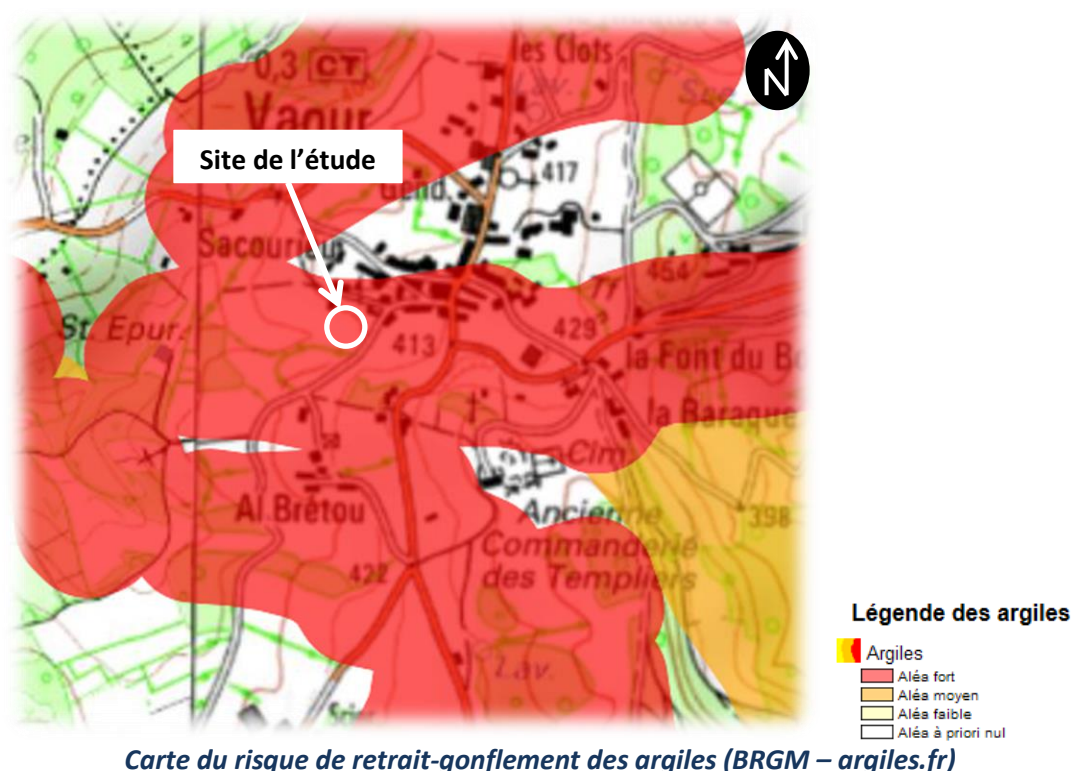
En première approche et à titre indicatif, la carte des **remontées de nappes** établie par le BRGM, indique que la parcelle appartient à une **zone peu sujette aux inondations de cave**. Cependant, cette classification établie sur la base d'un modèle régional (à grande échelle) ne concorde pas nécessairement avec les observations faites *in situ*, et est donc à prendre avec précaution.





Carte des zones de sensibilité de remontée de nappe phréatique (BRGM - inondationsnappes.fr)

En première approche et d'après la carte d'aléa liée au phénomène de **retrait-gonflement des argiles** (carte établie par le BRGM sur la base d'un modèle à grande échelle), la zone d'étude se situe en « **aléa fort** ».



1.4 Investigations géotechniques

Les investigations géotechniques réalisées pour cette étude et effectuées en Décembre 2022, ont consisté en l'exécution de :

- **1 sondage de reconnaissance géologiques, noté ST1**, réalisé à la tarière mécanique de diamètre 63mm et descendu jusqu'au refus atteint à 4,50m de profondeur par rapport au terrain actuel (T. Actuel). Ce sondage a notamment permis d'observer la nature des terrains traversés et la profondeur du niveau d'eau. Il a été complété par :
- **4 essais au pénétromètre dynamique, notés PD1 à PD4**, réalisés avec un pénétromètre lourd suivant la norme NFP 94-115, et descendus jusqu'à 7,20m maximum de profondeur/T. Actuel (refus atteint sur tous les sondages). Ces essais permettent de mesurer la résistance de pointe à la rupture q_d (MPa) au droit des formations rencontrées et de déterminer la compacité de ces sols.

Ces investigations ont été menées conformément au plan de localisation présenté en annexes.

Le plan d'implantation des sondages ainsi que les résultats des investigations géotechniques *in situ* sont en annexes.

2 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

2.1 Caractéristiques lithologiques

Les investigations géotechniques réalisées au droit du site, mettent en évidence, sous une couche de terre végétale, la succession lithologique suivante :

- des **argiles sableuses, de couleur marron (H1)** ; **Remarque** : la fraction fine de ces sols (H1) et leur position de surface font que leur consistance est susceptible de varier plus ou moins fortement suivant les saisons et les conditions météorologiques sur le premier mètre.

- des **argiles sableuses à passages de rognons/blocs calcaires, de couleur marron (H2)**, reconnues jusqu'à l'arrêt du sondage ST1 atteint au refus atteint à 4,50m de profondeur/T. Actuel.

En corrélation avec les essais de pénétration dynamique, le tableau ci-après synthétise la profondeur (en mètres) des formations au droit de nos sondages (*NR* signifie Horizon Non Reconnu) :

FORMATION / SONDAGE		ST1-PD1	PD2	PD3	PD4
Argiles sableuses, marron (H1)	Prof. Toit (m)	0,50	0,40	0,40	0,40
Argiles sableuses à passages de rognons / blocs calcaires, marron (H2)	Prof. Toit (m)	2,00	1,40	0,80	1,00

Nos sondages mettent donc en évidence, une certaine homogénéité lithologique entre les différents sondages avec des argiles sableuses, marron (H1) masquant des argiles sableuses à passages de rognons / blocs calcaires, marron (H2) identifiées entre 0,80 et 2,00m de profondeur/T. Actuel.

Remarque :

- 1) Concernant le sondage géologique à la tarière ST1, les descriptions lithologiques se basent sur des remontées partielles de cuttings (débris de forage) issues du forage destructif ; la précision des interfaces pour ce type de sondage est de 30 à 40 cm et la coupe doit être considérée comme schématique.
- 2) L'interprétation sur la nature des terrains traversés au droit des essais de pénétration dynamique a été faite par le géotechnicien.

2.2 Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques mesurées au droit de nos essais sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

FORMATION	q _d (MPa)		
	Min	Max	Moy
Argiles sableuses, marron (H1)	1,4	9	3
Argiles sableuses à passages de rognons / blocs calcaires, marron (H2)	2,8	22	7

Les caractéristiques mécaniques apparaissent donc **moyennes** dans les **argiles sableuses, marron (H1)** puis **moyennes à fortes** dans les **argiles sableuses à passages de rognons / blocs calcaires, marron (H2)**.

Nous rappelons que la fraction fine de la couche H1 et leur position de surface, font que leur consistance est susceptible de varier plus ou moins fortement suivant les saisons et les conditions météorologiques.

2.3 Hydrogéologie / Niveau piézométrique

A la date d'intervention, 2 Décembre 2022, aucun niveau d'eau n'a été relevé sur les sondage et essais jusqu'à 7,20 m de profondeur/T. Actuel, la nappe est vraisemblablement plus profonde.

Par ailleurs, ce type de terrain peut aussi héberger une nappe d'imbibition superficielle en saison pluvieuse et des circulations anarchiques de versant sont possibles.

Seul un suivi piézométrique à long terme permettrait de voir les fluctuations et de définir le niveau N.P.H.E. ECR est à la disposition du client pour poser et suivre un piézomètre sur ce site.

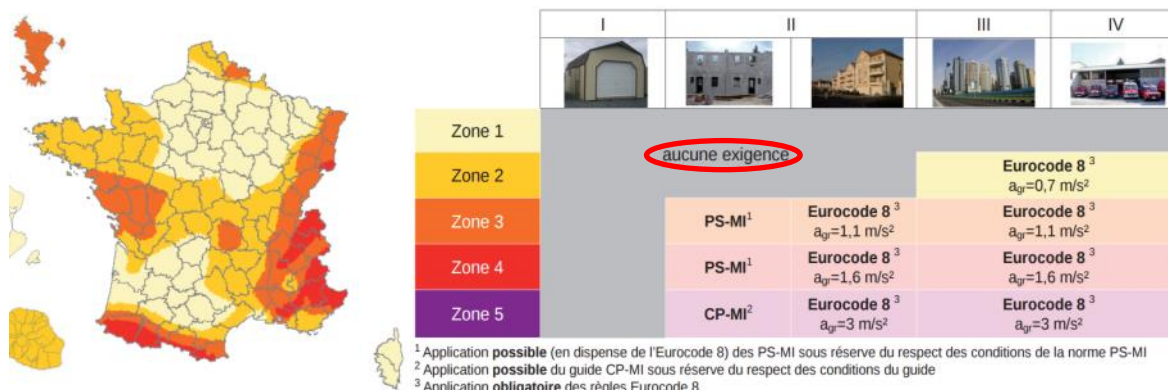
2.4 Remarques importantes

2.4.1 Sismicité

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français et entré en vigueur depuis le 01 mai 2011, le projet se situe en zone de **sismicité 1 (très faible)**.

D'après les informations communiquées et en référence au tableau des « catégories d'importance », le projet est assimilé à une « **habitation individuelle** », ce qui nous amène à considérer la **catégorie d'importance II**. Cette hypothèse sera à confirmer par le maître d'ouvrage.

En application des normes parasismiques définissant les exigences sur le bâti neuf (fonction de la catégorie d'importance du projet et de la zone de sismicité), **le projet étudié n'est pas soumis à des prescriptions particulières.**



2.4.2 Retrait gonflement des argiles

La commune fait état d'un seul arrêté de catastrophe naturelle et d'un PPR vis-à-vis des mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Nos sondages mettent en évidence la présence de sols superficiels avec une fraction argileuse. Il semble donc que le risque de voir se produire des mouvements de terrains consécutifs à la dessiccation et à la réhydratation des sols soit réel bien que faible dans le cadre du projet étudié et doit-être pris en compte.

2.4.3 Composantes anthropiques

Au droit de notre point d'investigation, aucun indice d'apports anthropiques particuliers (remblais, vestiges enterrés, ...) ou de pollution n'a été détecté au droit de nos sondages.

Cependant, en l'absence de données historiques concernant l'occupation du site, un risque éventuel ne peut être écarté.



3 RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Analyse géotechnique

Les investigations réalisées mettent en évidence le modèle géotechnique suivant :

Couches	Prof du toit au droit de				Caractéristiques mécaniques	Remarques
	ST1/PD1	PD2	PD3	PD4		
Argiles sableuses, marron (H1)	0,50	0,40	0,40	0,40	Moyennes - variables au cours des saisons en fonction de leur teneur en eau	Faible risque de retrait sous dessiccation
Argiles sableuses à passages de rognons / blocs calcaires, marron (H2)	2,00	1,40	0,80	1,00	Moyennes à fortes	Faible risque de retrait sous dessiccation
<i>Aucune venue d'eau le 2 Décembre 2022 jusqu'à 7,20m de profondeur/T. Actuel, la nappe est vraisemblablement plus profonde</i> <i>Une nappe d'imbibition superficielle peut apparaître en saison pluvieuse car ces terrains se drainent mal et des circulations anarchiques de versant sont possibles</i>						

3.2 Possibilité de fondation

Nous rappelons que le projet prévoit la construction d'une maison individuelle en simple RdC, sans niveau de sous-sol, sur un terrain relativement plat, enherbé et non arboré sur l'emprise du projet.

Compte-tenu de la topographie et des plans communiqués, les terrassements seront de faibles hauteurs.

3.2.1 Solution de fondations envisageables

Au regard du site, du projet et des résultats susmentionnés, on préconise des fondations superficielles de type **semelles filantes ou isolées**, ancrées de 0,20m dans les **argiles sableuses à passages de rognons / blocs calcaires, marron à (H2) avec un encastrement de 1,50m de profondeur/Terrain Extérieur Fini**. Cette couche a été rencontrée entre 0,80 et 2,00m de profondeur/T. Actuel.

Nous préconisons **un encastrement minimum de 1,50 m par rapport au terrain extérieur fini afin de se prémunir des variations hydriques et donc des éventuels tassements de retrait sous dessiccation.**

Du fait de l'encastrement demandé précédemment, les fondations seront donc automatiquement ancrées hors-gel ; et la **profondeur minimale de 0,80 m, préconisée par le « Plan de prévention des risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux » du département du TARN, sera également respectée.**

La faible densité des sondages peut conduire sur l'ensemble de la construction à des approfondissements locaux.

Suivant les terrassements à réaliser pour la plateforme d'accueil de la maison, on pourra donc être conduit à poser ces semelles sur des puits ou plots de substitution en gros béton.

3.3 Contraintes aux états limites

Les méthodes de calcul utilisées sont celles décrites par la norme française d'application de l'Eurocode 7 relative au calcul des fondations superficielles (norme NF P94-261).

Au droit des sondages réalisés pour les fondations superficielles, les contraintes aux états limites sous charge verticale centrée sont estimées à :

$$q_{ELS} \leq 0,15 \text{ MPa (15 T/m}^2\text{)}$$

$$q_{ELU} \leq 0,25 \text{ MPa (25 T/m}^2\text{)}$$

Dans le cas de charges inclinées, la contrainte limite de service sera réduite conformément à la norme NF P94-261, en fonction de l'angle d'inclinaison de la charge, de la nature du sol, de l'encastrement et de la largeur de la fondation.

3.4 Tassement

Avec le respect des préconisations et de l'exécution soignée des fouilles (bétonnage à pleine fouille sitôt creusement et nettoyage de l'assise des fondations), **on peut estimer que les tassements théoriques qui se produiront au droit des fondations superficielles seront de l'ordre du centimètre.**

Nos estimations de tassements par la méthode pressiométrique selon EC7 sont les suivantes :

- pour un massif filant de 0,50m de largeur chargé à 12 kN/ml (ELS) et ancré à -1,50m/TNF : **0,1 cm** ;
- pour un massif filant de 0,60m de largeur chargé à 12 kN/ml (ELS) et ancré à -1,50m/TNF : **0,1 cm**.

3.5 Recommandations d'exécution des fondations superficielles

Toutes les mesures en phase chantier comme à long terme doivent être prises pour éviter l'imbibition des sols d'assise des fondations car ceux-ci comportent une fraction fine qui les rend sensibles à l'eau.

Toutes les éventuelles anciennes structures enterrées situées sous le projet devront être purgées pour supprimer les points durs sous la maison.

La **largeur minimale** des fondations devra être de **0,40 pour des semelles filantes** et de **0,80 m pour des semelles isolées** afin d'assurer un bon contact sol-fondation.

A l'ouverture, il convient de prévoir une réception attentive du niveau d'assise afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains. Les éventuelles anomalies de nature ou de compacité susceptibles de générer une zone de faiblesse au droit de la future fondation feront l'objet de purges.

Afin d'éviter une décompression du fond des fouilles des semelles, celui-ci devra être protégé immédiatement, après un curage soigné, par un béton de propreté. Les poches lâches ou remaniées seront purgées et remplacées



par un rattrapage en gros béton. Toutes les mesures en phase chantier comme à long terme doivent être prises pour éviter l'imbibition des sols d'assise des fondations.

Afin de s'assurer de la bonne tenue de l'excavation, à court terme et si l'emprise du secteur le permet, il conviendra de respecter une pente de talus suffisamment faible (de l'ordre de 3 horizontal pour 2 vertical).

Les poches lâches ou remaniées seront purgées et remplacées par un rattrapage en gros béton.

Il est vivement conseillé de solidariser le dallage avec les murs extérieurs (brochage, engravement, rangée de parpaings reposant sur la semelle...) afin d'éviter tout mouvement différentiel entre ce dallage et les murs, lié aux difficultés de compactage à proximité des fondations.

En plus de l'encastrement minimum demandé pour les fondations (voir chapitre 3.2), nous conseillons de suivre les dispositions constructives explicitées sur les **fiches BRGM** fournies en annexes (trottoirs périphériques, végétation ...etc.).

3.6 Niveau bas

Etant donné le risque de retrait-gonflement des sols d'assise de la plateforme, nous recommandons de réaliser un **plancher porté par les fondations (un vide sanitaire ne nous paraît pas nécessaire compte-tenu du caractère peu gonflant des sols H1)**.

3.7 Recommandations liées au risque sécheresse

On s'attachera dans la conception de ce projet au respect des différentes mesures listées dans les fiches BRGM portées en annexes : éloignement de la végétation environnante, pas de canalisations bloquées dans le gros œuvre, drains... etc. On s'assurera en particulier de mettre en place une **étanchéité périphérique (voir fiche BRGM n°3 et 10 en annexe)**.

3.8 Remarques

A ce stade des études, nous soulignons :

- que compte tenu de l'hétérogénéité possible des terrains et de la maille de répartition de nos investigations, il convient d'être prudent quant à l'extrapolation entre les points de sondages des différentes interfaces lithologiques et géomécaniques reconnues ;
- qu'au stade de l'étude géotechnique de projet [mission G2_{PRO}], les éléments développés ci-après peuvent être complétée par une mission G3 et G4 conformément à l'enchaînement des missions géotechniques défini par la norme NF P 94-500.

Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserves des conditions particulières jointes.



CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

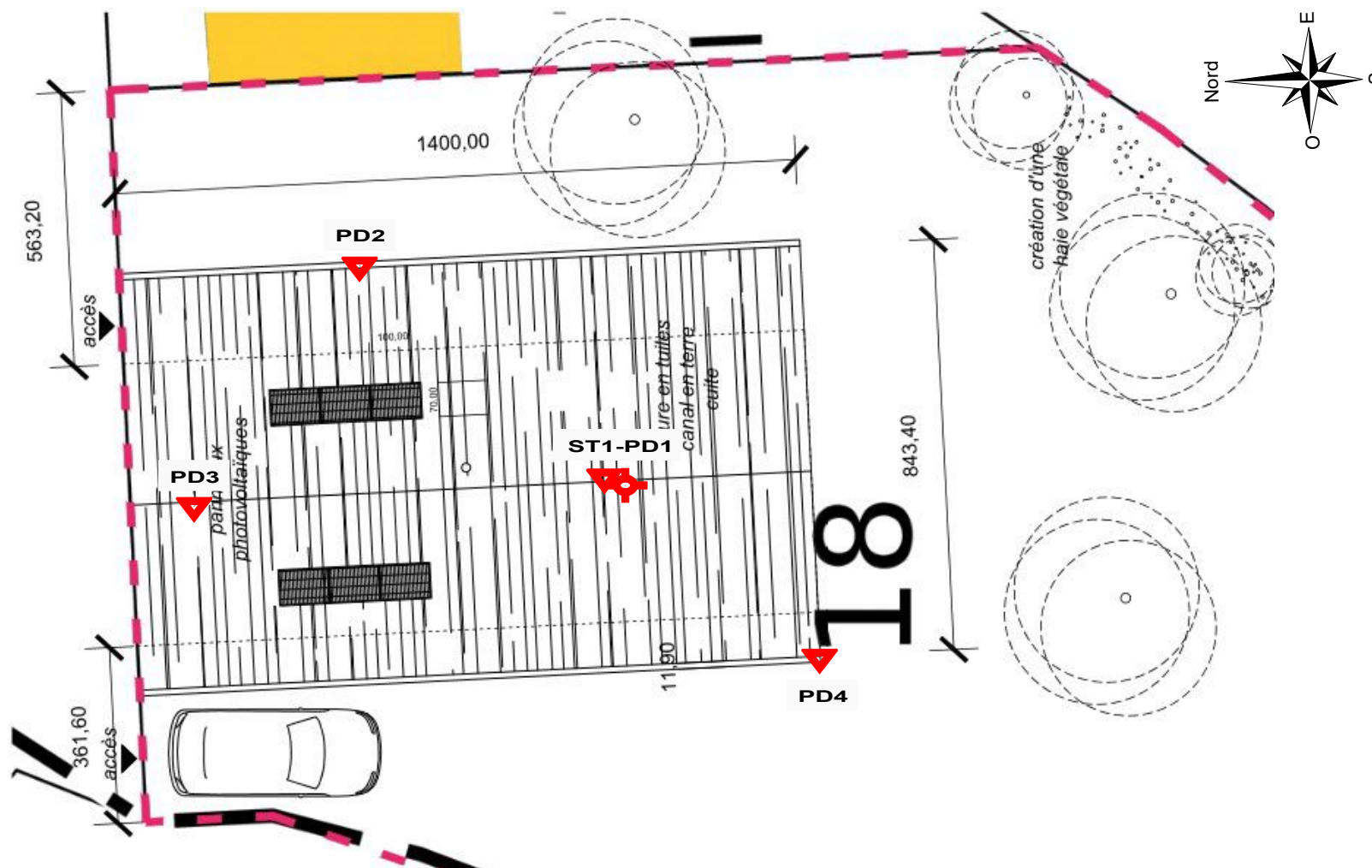
Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

Annexes

Implantation des sondages Résultats des sondages et essais *in situ* Fiches BRGM



Construction d'un pavillon - VAOUR (81)



Légende :

- ST : Sondage de reconnaissance à la tarière mécanique (Ø = 63 mm)
- PD : Essai de pénétration dynamique lourde

0 10 m



Dossier : 3104614

Site : VAOUR (81)

Client : M. LANOYE

Etude : Construction d'un pavillon

Sondage : **ST1-PD1**

Type : TARIERE + ESSAI PENETROMETRIQUE

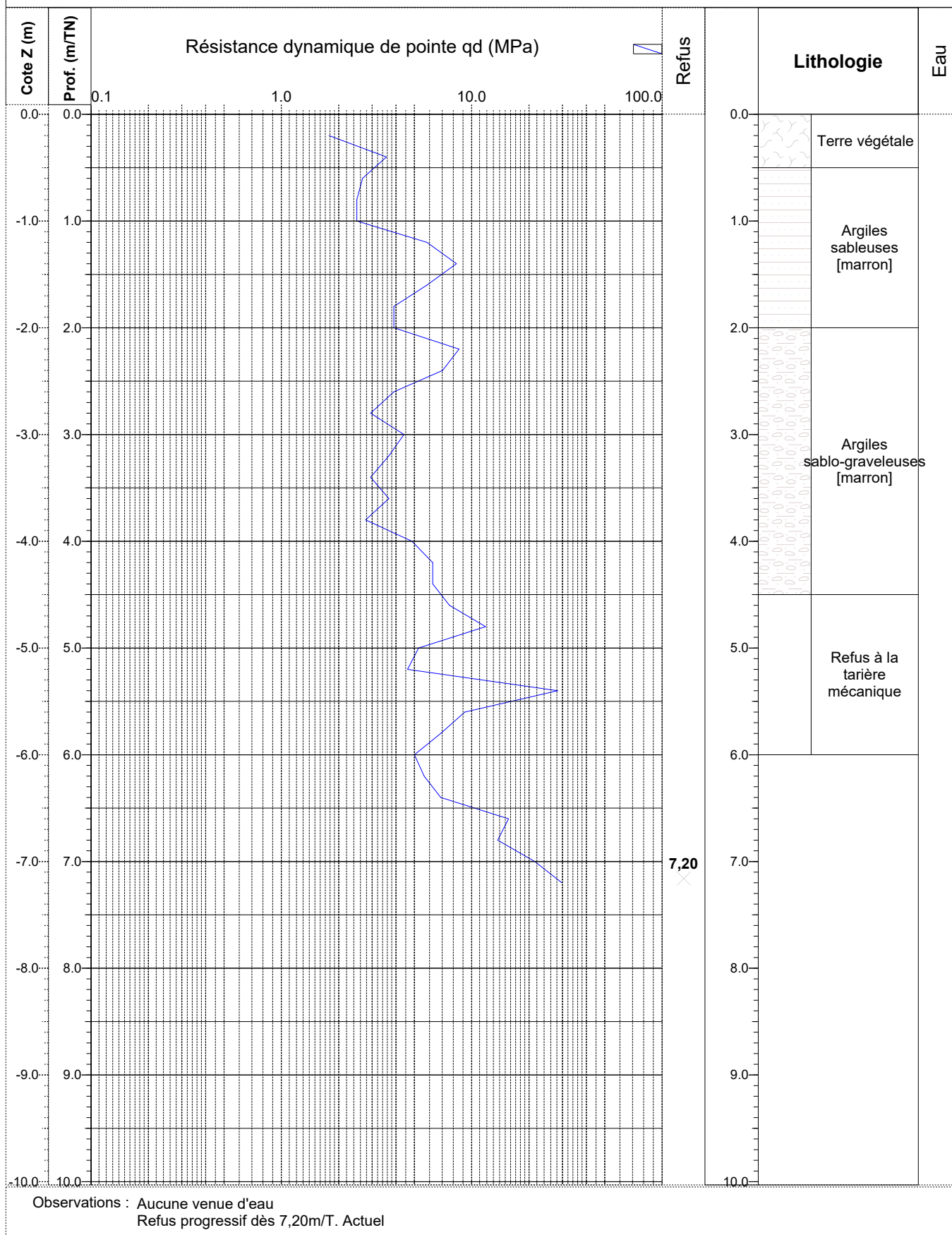
Z:

X:

Y:

Date : 02/12/2022

Echelle : 1 / 50





Dossier : 3104614

Site : VAOUR (81)

Client : M. LANOYE

Etude : Construction d'un pavillon

Sondage : PD2

Type : Pénétromètre dynamique

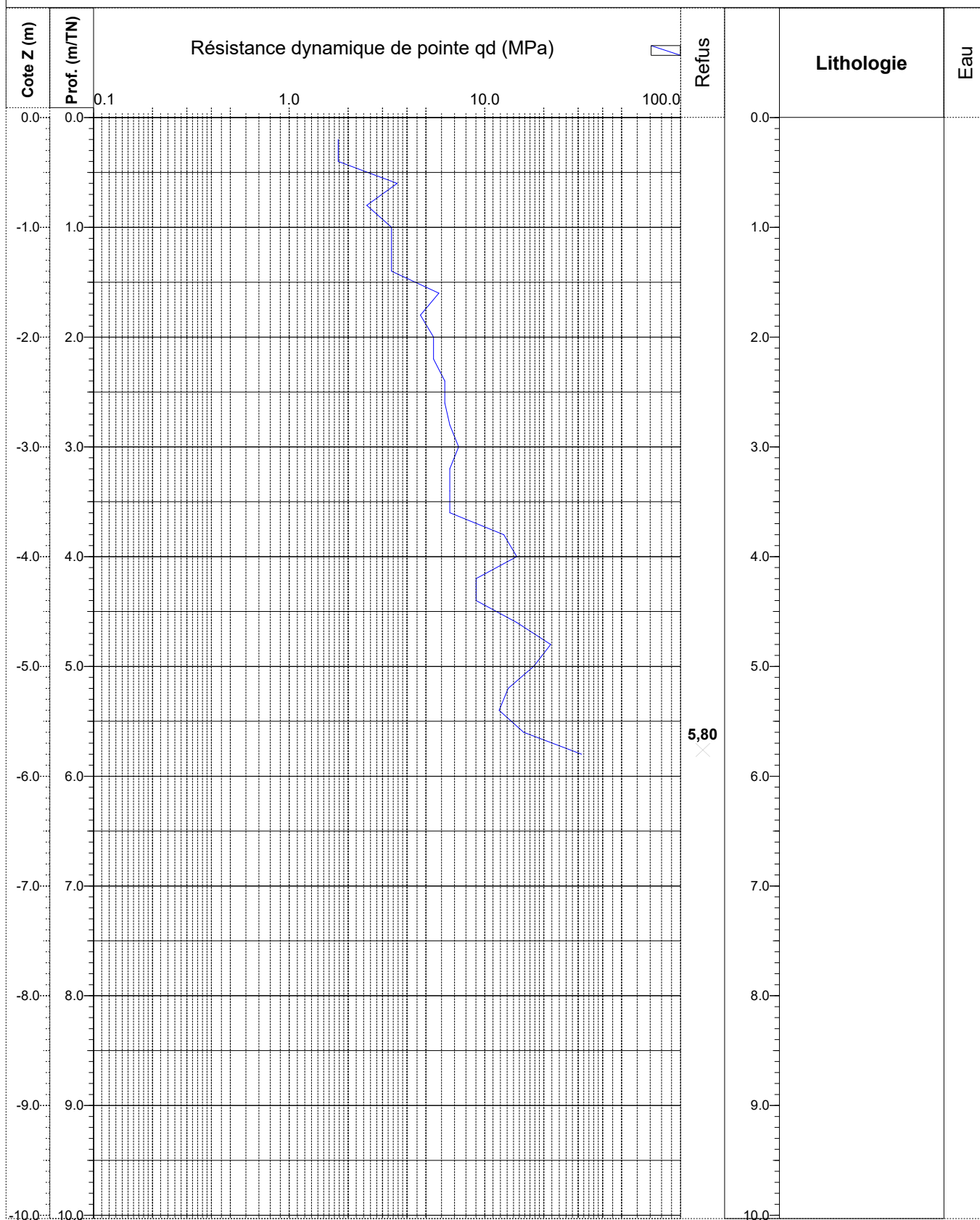
Z:

X:

Y:

Date : 02/12/2022

Echelle : 1 / 50



Observations : Aucune venue d'eau
Refus progressif dès 5,80m/T. Actuel



Dossier : 3104614

Site : VAOUR (81)

Sondage : **PD3**

Client : M. LANOYE

Type : Pénétromètre dynamique

Etude : Construction d'un pavillon

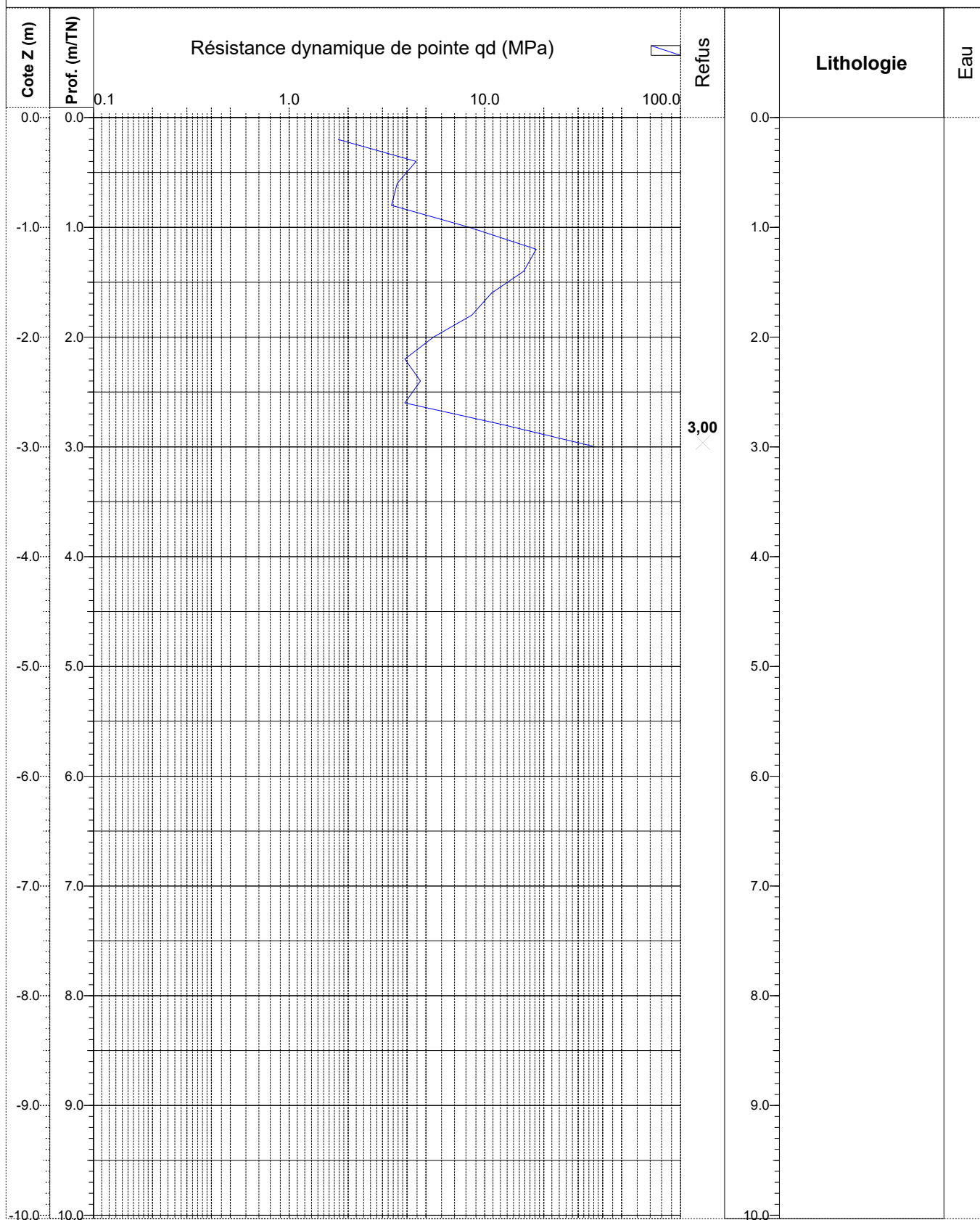
Z:

X:

Y:

Date : 02/12/2022

Echelle : 1 / 50



Observations : Aucune venue d'eau
Refus net dès 3,00m/T. Actuel



Dossier : 3104614

Site : VAOUR (81)

Client : M. LANOYE

Etude : Construction d'un pavillon

Sondage : PD4

Type : Pénétromètre dynamique

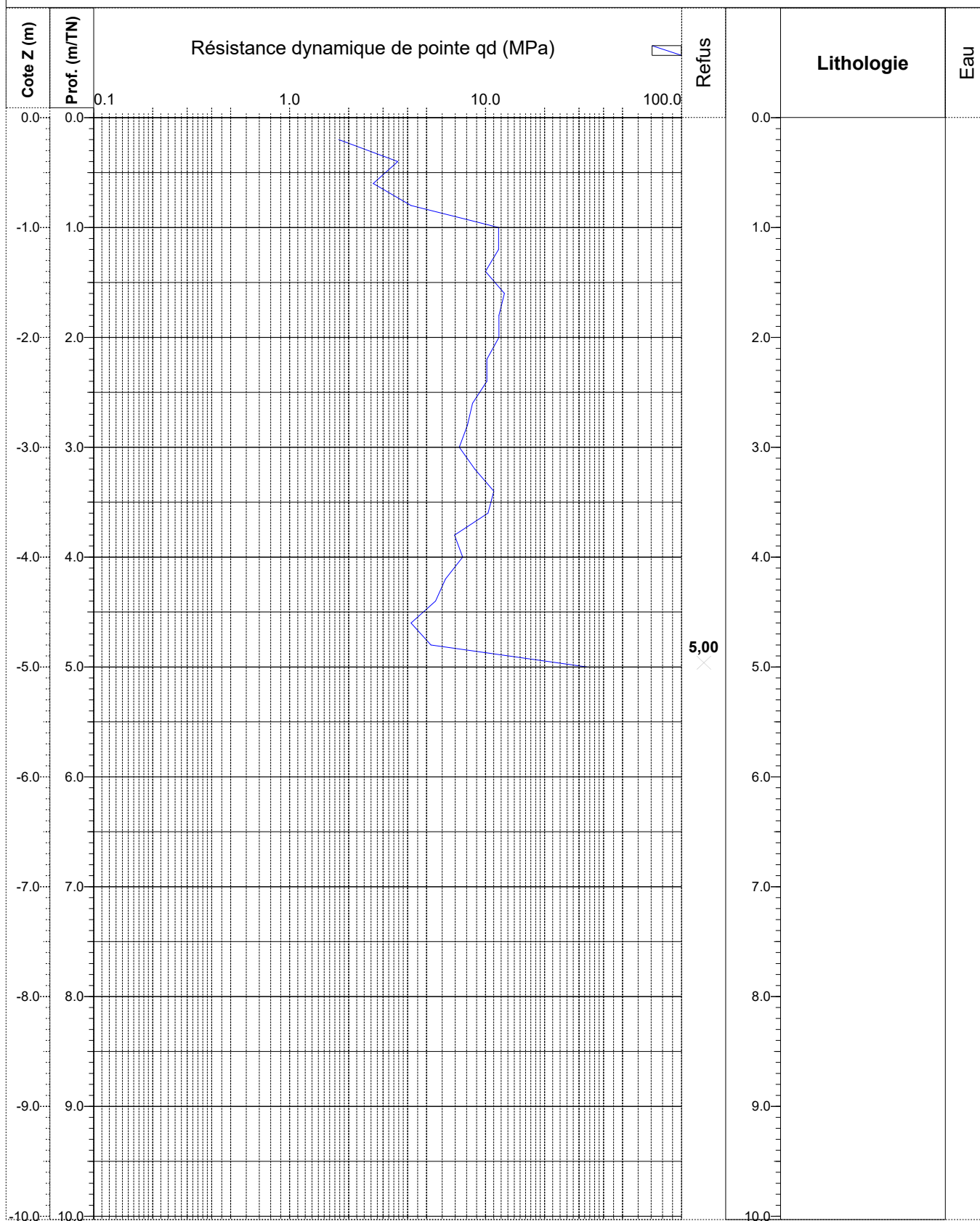
Z:

X:

Y:

Date : 02/12/2022

Echelle : 1 / 50



Observations : Aucune venue d'eau
Refus net dès 5,00m/T. Actuel

Fiches

Code des couleurs



Mesure simple



Mesure technique



Mesure nécessitant l'intervention d'un professionnel

Code des symboles



Mesure concernant le bâti existant



Mesure concernant le bâti futur



Mesure applicable au bâti existant et futur



Remarque importante



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

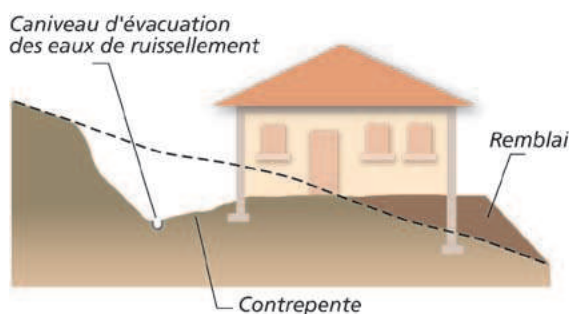
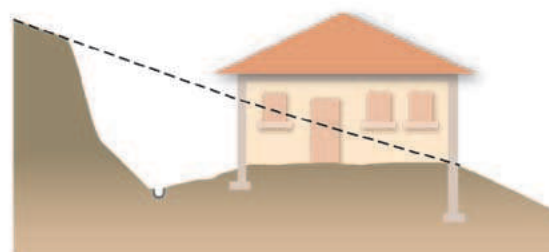


Plate-forme en déblais



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

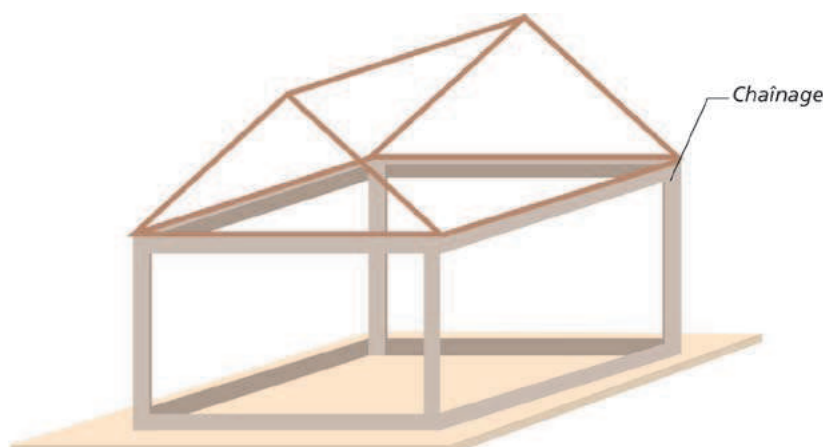


Problème à résoudre : Un grand nombre de sinistres concernent des constructions dont la rigidité, insuffisante, ne leur permet pas de résister aux distorsions générées par les mouvements différentiels du sous-sol. Une structure parfaitement rigide permet au contraire une répartition des efforts permettant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



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.

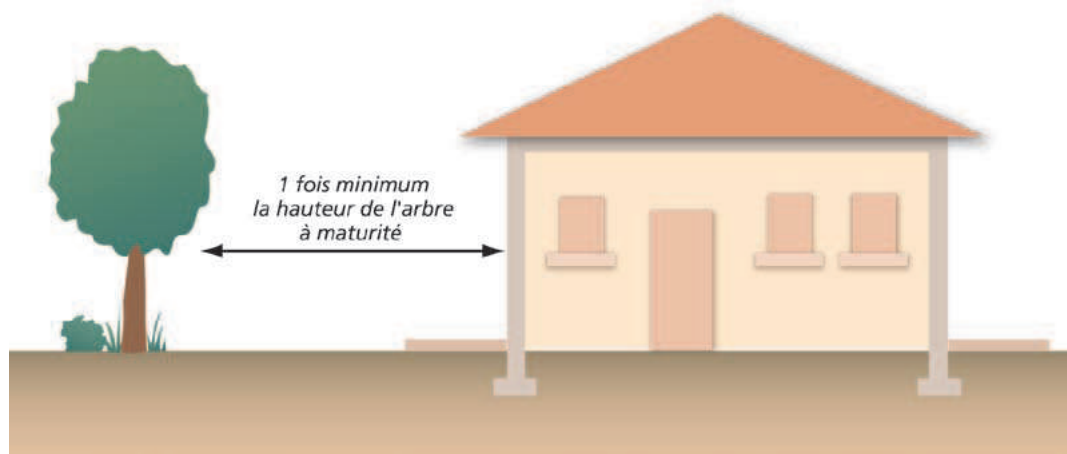


Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation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





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.

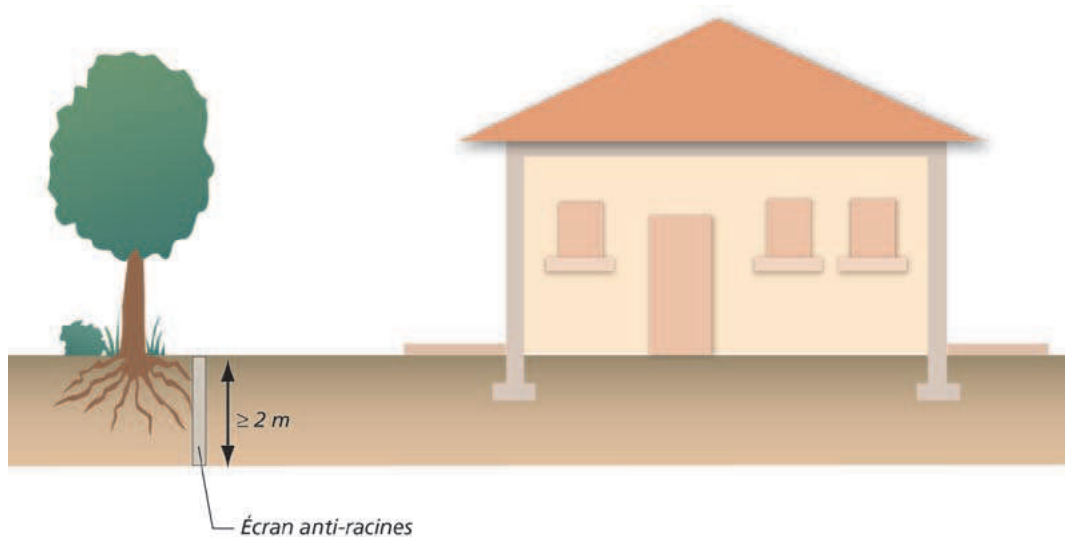


Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation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

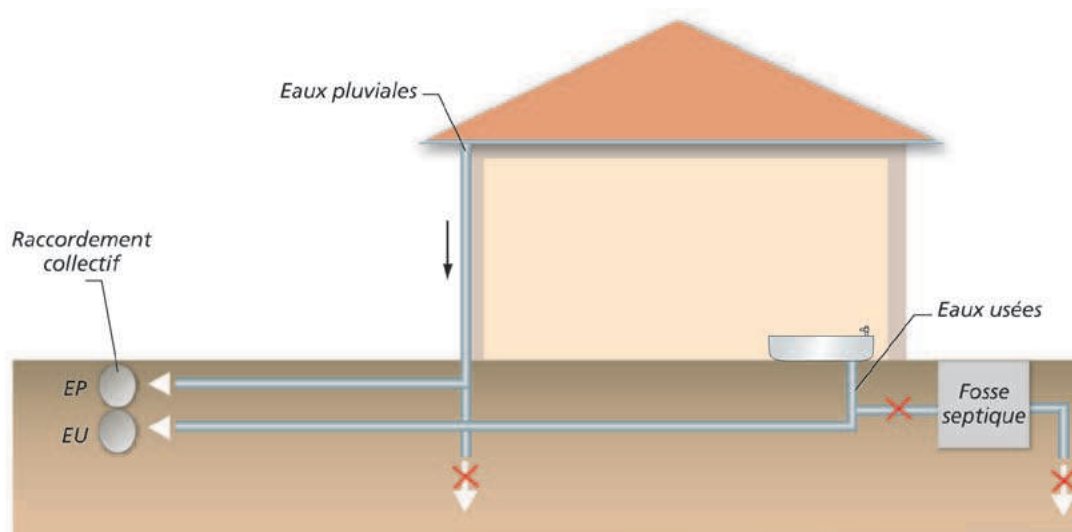


Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP – (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU – dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des EP et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



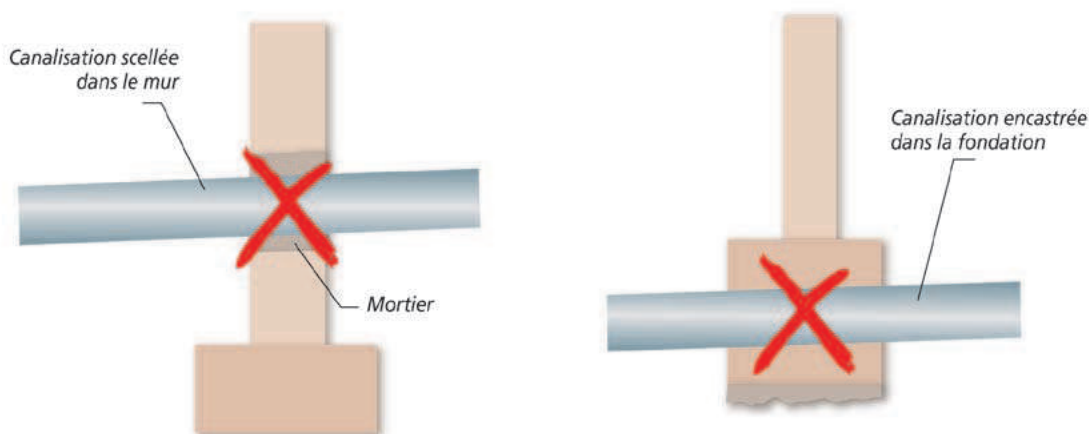
Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.

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 ».

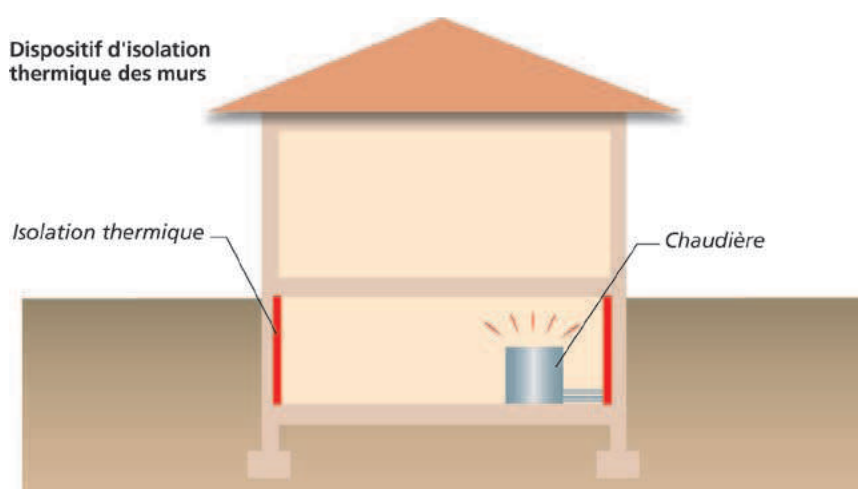


Problème à résoudre : La présence dans le sous-sol d'un bâtiment d'une source de chaleur importante, en particulier d'une chaudière, est susceptible de renforcer les variations localisées d'humidité dans la partie supérieure du terrain. Elles sont d'autant plus préjudiciables qu'elles s'effectuent au 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/developpement/econo/textes/credit-impot-2005.htm>

Cela concerne notamment l'acquisition de matériaux d'isolation thermique des parois opaques (planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert, avec résistance thermique $R \geq 2,4 \text{ M}^2 \cdot \text{K/W}$). Pour choisir un produit isolant, il est important de connaître sa résistance thermique «R» (aptitude d'un matériau à ralentir la propagation de l'énergie qui le traverse). Elle figure obligatoirement sur le produit. Plus «R» est important plus le produit est isolant.

Pour ces matériaux d'isolation thermique, le taux du crédit d'impôt est de 25 %. Ce taux est porté à 40 % à la double condition que ces équipements soient installés dans un logement achevé avant le 1/01/1977 et que leur installation soit réalisée au plus tard le 31 décembre de la 2^e année qui suit celle de l'acquisition du logement.

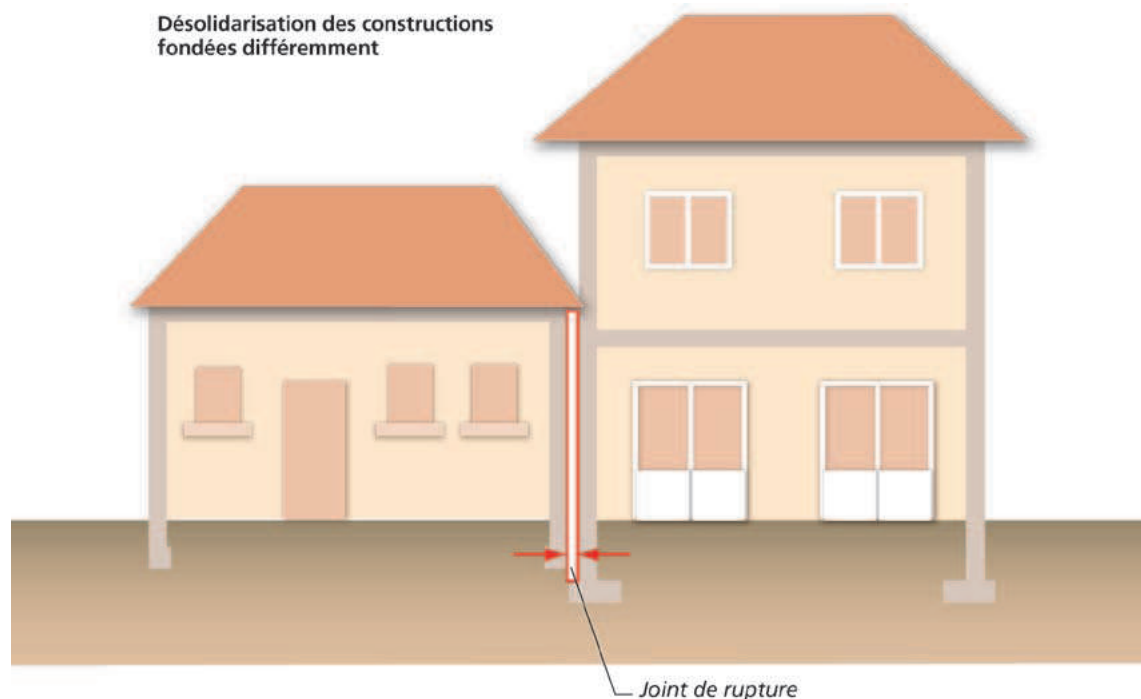


Problème à résoudre : Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.

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.

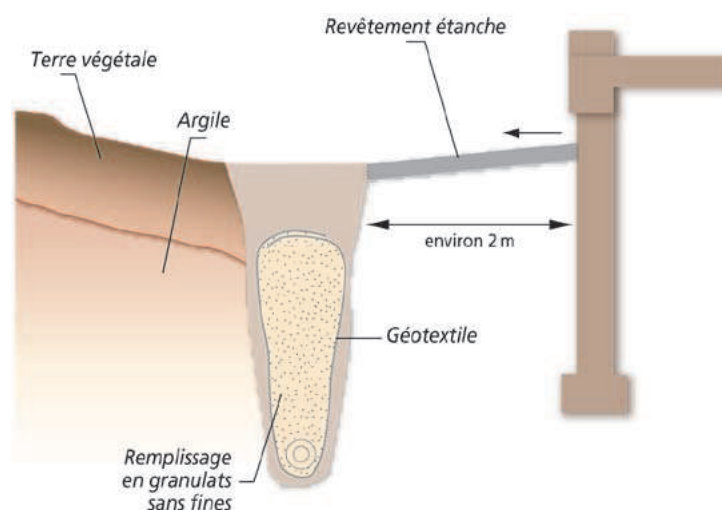


Problème à résoudre : Les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellement superficiel ou circulations souterraines), contribuent au phénomène en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements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