

29, rue d'Occitanie
31 820 PIBRAC

Tél : 05 61 86 15 04
geobilan@wanadoo.fr



Département de l'Aude
Commune de Montmaur

CONSTRUCTION D'UNE MAISON INDIVIDUELLE
PROJET BORDINAT & DUCLOS

**ÉTUDE DES SOLS DE FONDATION
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE (ANC)**

Lieu-dit « En Barrière »
Parcelle ZL n° 155p
Lot n° 5

Étude géotechnique de conception
Phase avant-projet (G2_{AVP})

Réf. dossier	Réf. client	Date	Rédacteur	Relecteur
21.11.2780	-	17 décembre 2021	C. Vitry	S. Rucquoi

SOMMAIRE

1 - Cadre de notre intervention	4
1.1 - Mission géotechnique selon la norme NF P 94-500	4
1.2 - Documents reçus	5
1.3 - Description générale du projet	5
1.4 - Investigations <i>in situ</i>	5
2 - Description du site	7
2.1 - Situation du projet	7
2.2 - Cadre géologique	7
2.3 - Topographie et particularités du site	8
2.4 - Risques géologiques	8
2.5 - Inondabilité	9
2.6 - Milieu hydraulique superficiel	9
3 - Synthèse des résultats obtenus	10
3.1 - Description des sols	10
3.2 - Données hydrogéologiques	11
4 - Application aux ouvrages géotechniques	12
4.1 - Règles parasismiques	12
4.2 - Zone d'influence géotechnique (ZIG)	12
4.3 - Contraintes du site	12
4.4 - Système de fondation envisageable	13
4.5 - Remarques sur la réalisation des terrassements	15
4.6 - Faisabilité du plancher bas	16
5 - Application à la filière d'assainissement non collectif (ANC)	17
5.1 - Description générale du projet	17
5.2 - Contexte	17
5.3 - Filière d'assainissement non collectif envisageable	18
6 - Conclusion	20
7 - Annexe 1 : Extrait de la norme NF 94-500	24
8 - Annexe 2 : Coupes de sondage	26
9 - Annexe 3 : Diagrammes pénétrométriques	27
10 - Annexe 4 : Essais d'infiltrations de type Porchet	29

1 - CADRE DE NOTRE INTERVENTION

1.1 - MISSION GEOTECHNIQUE SELON LA NORME NF P 94-500

À la demande de Monsieur DUCLOS et de Madame BORDINAT, la société GEOBILAN a réalisé l'étude géotechnique et hydrogéologique G2_{AVP} (fondations et assainissement non collectif) de la maison individuelle projetée sur le lot n° 5 du lieu-dit « En Barrière » (parcelle cadastrée ZL n° 155p), aménagé à Montmaur (Aude).

La mission d'avant-projet, confiée le 16 novembre 2021 par bon de commande, avait pour objectifs de :

- Décrire le modèle géologique local ;
- Déterminer les hypothèses géotechniques et hydrogéologiques à prendre en compte pour la justification des ouvrages ;
- Prédimensionner les fondations du bâtiment projeté ;
- Prédimensionner la filière d'assainissement non collectif (dispositif de traitement et évacuation des eaux usées traitées) ;
- Préciser les sujétions d'exécution et les principes constructifs généraux des ouvrages géotechniques.

Cette mission géotechnique ne comprend pas :

- Le suivi des niveaux d'eau dans le sol ;
- Les conditions de stabilité des terrassements effectués aux abords du projet ;
- L'étude des ouvrages de soutènement ;
- Le diagnostic pollution du site ;
- La réalisation de relevés topographiques ;
- Toute approche des quantités, délais et coût d'exécution des ouvrages.

Il est important de noter que cette étude est fondée sur des investigations ponctuelles. Les informations données dans ce dossier ne concernent que les sols situés au droit des sondages, sachant que les formations superficielles sont par nature hétérogènes et peuvent présenter des variations lithologiques, géométriques, mécaniques et hydrauliques à des échelles très localisées.

*À noter également que cette mission d'avant-projet G2_{AVP} devra être complétée par les missions G2_{PRO} et G4, à la charge du maître d'ouvrage, conformément à la **norme NF P 94-500** de novembre 2013 (cf. annexe n° 1).*

1.2 - DOCUMENTS REÇUS

Les documents fournis par le maître d'œuvre sont les suivants :

- Plan de masse.

1.3 - DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

Le projet prévoit la construction d'un bâtiment d'habitation maçonné de type R+0. Ses caractéristiques détaillées et ses descentes de charge n'ont pas été communiquées à ce stade du projet.

Nota : les descentes de charges du bâtiment devront être étudiées en phase projet par un bureau d'études spécialisé.

La classe de conséquence de cette construction serait CC2 avec une catégorie géotechnique 2.

1.4 - INVESTIGATIONS *IN SITU*

1.4.1 - Programme

La reconnaissance d'avant-projet a été réalisée, à partir de :

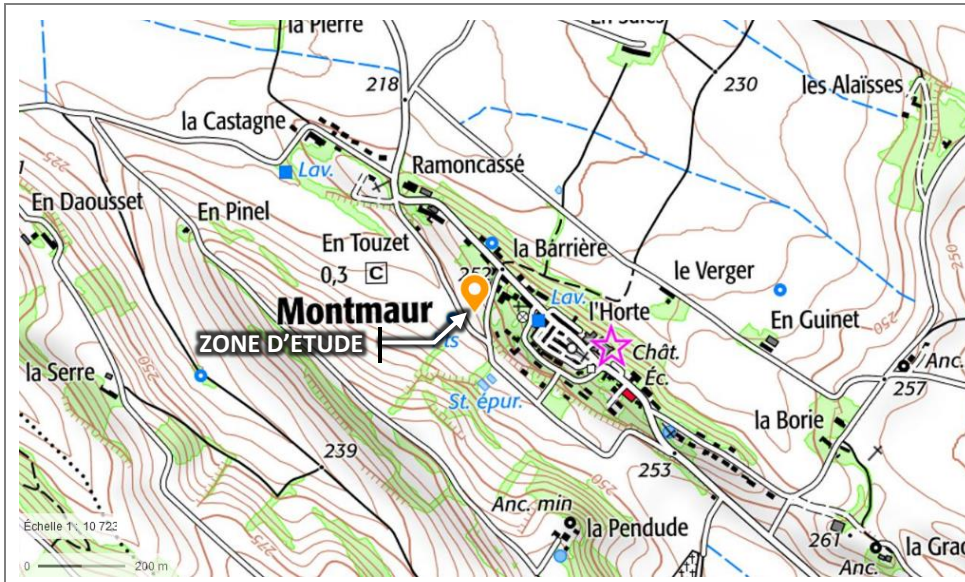
- ▶ Deux essais au pénétromètre dynamique lourd menés jusqu'au refus au battage (PD1 & PD2) ;
- ▶ Deux sondages à la tarière $\varnothing$ 63 mm descendus à une profondeur de 1,5 m (TM1 & TM2).
- ▶ Deux essais d'infiltration d'eau à niveau variable de type Porchet (réalisés en TM1 & TM2) ;

Ces investigations *in situ*, complétées par une recherche documentaire (analyse des données et archives existantes), ont été réalisées le 9 décembre 2021.

2 - DESCRIPTION DU SITE

2.1 - SITUATION DU PROJET

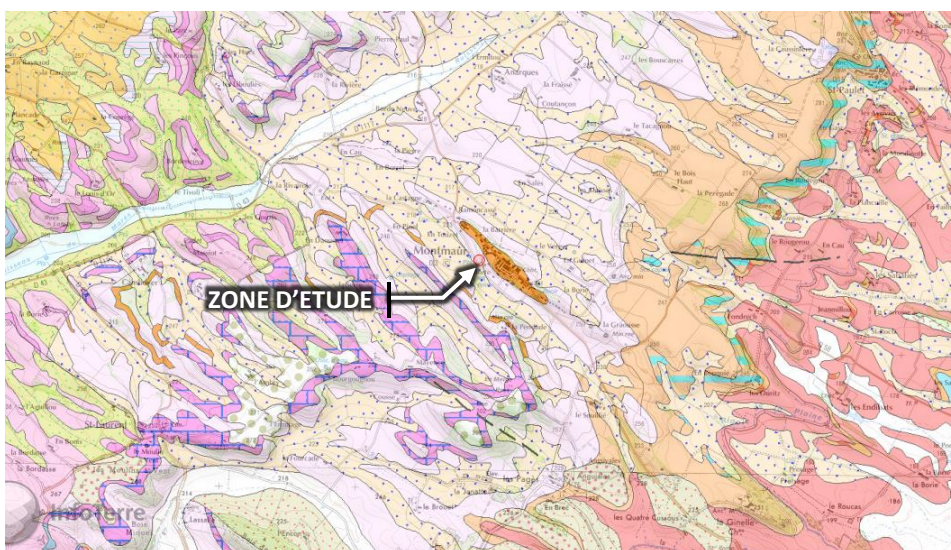
La situation géographique du projet est précisée sur l'extrait de carte topographique IGN suivant.



Plan de situation
Extrait de la carte
topographique de l'IGN
au 25 000^{ème}

2.2 - CADRE GEOLOGIQUE

Le site étudié s'étend sur un versant abrupt. Le sous-sol est constitué localement d'un substratum molassique à intercalations détritiques (sables) et rocheuses (calcaires), subaffleurant d'après la carte géologique du BRGM.



Carte géologique
Extrait de la carte du
BRGM au 50 000^{ème}

2.3 - TOPOGRAPHIE ET PARTICULARITES DU SITE

Le terrain étudié est caractérisé par une pente comprise entre 15 et 20 % vers le Sud- Ouest au droit du projet.
La présence de talus routier en amont et en aval de la parcelle.

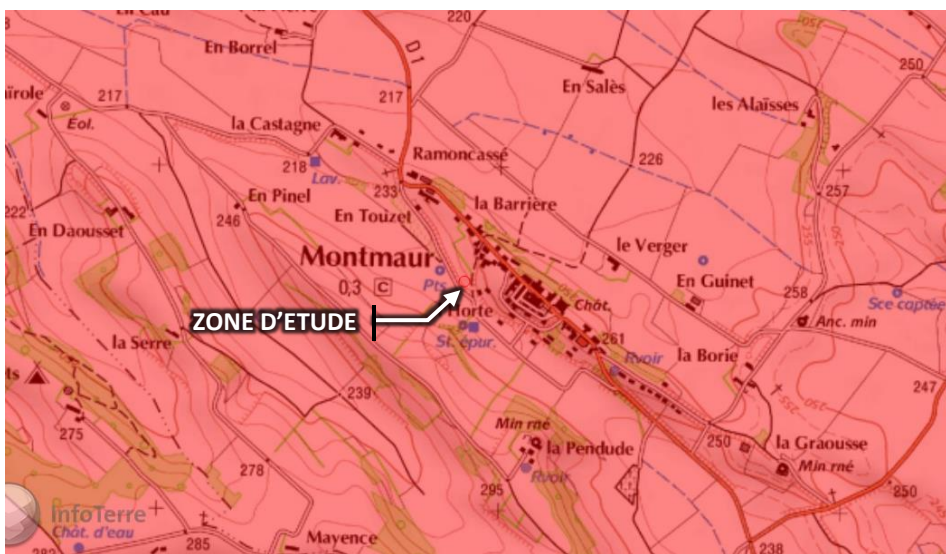


Vue de la parcelle étudiée
(au moment des investigations sur site)

2.4 - RISQUES GEOLOGIQUES

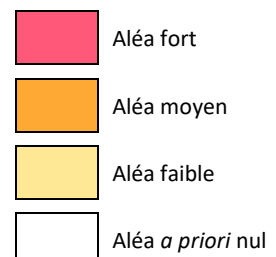
2.4.1 - Retrait - gonflement des argiles

D'après la cartographie informative départementale établie par le BRGM, l'aléa lié au retrait-gonflement des argiles serait **fort** au droit du projet.



Carte de l'aléa au retrait-gonflement des argiles

Source : BRGM - MEDDE



Par ailleurs la commune a fait l'objet d'un arrêté portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle « mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols », pour la période allant de janvier à septembre 2016.

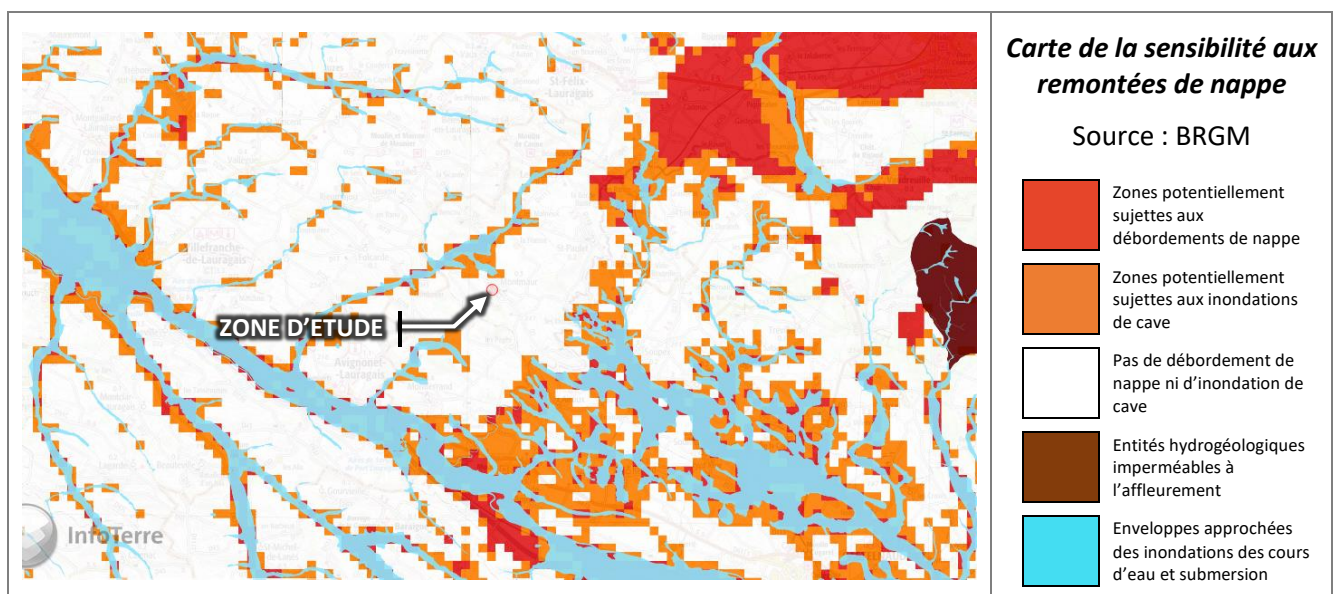
2.4.2 - Sismicité

D'après le nouveau zonage sismique de la France (entré en vigueur au 1^{er} mai 2011), la commune est classée en **zone de sismicité 1** (niveau d'aléa **très faible**).

2.5 - INONDABILITE

2.5.1 - Remontée de nappe

D'après la cartographie informative départementale établie par le BRGM, le site étudié ne serait pas sujet aux débordements de nappe, ni aux inondations de cave.



2.6 - MILIEU HYDRAULIQUE SUPERFICIEL

L'environnement local est marqué par la présence d'un fossé routier rural (chemin de l'Horte) parcourant la limite Sud-Ouest de propriété.

3 - SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS

3.1 - DESCRIPTION DES SOLS

3.1.1 - Les formations superficielles

D'après les sondages, les sols superficiels seraient établis sur une épaisseur hétérogène atteignant 0,6 m en PD1 à 5,7 m en PD2.

Ces formations, d'origine colluviale, sont disposées sous quelques décimètres de sols de couverture.

Elles sont constituées de dépôts hétérogènes argilo-limoneux de consistance très faible à faible. L'ensemble est caractérisé par les résistances dynamiques (q_d) suivantes :

Valeur minimale : $q_{d\ min} = \leq 1\ MPa$

Valeur maximale : $q_{d\ max} = 11\ MPa$

Valeurs moyennes : $3\ MPa \leq q_{d\ moyen} \leq 6\ MPa$

3.1.2 - Le substratum

Le substratum molassique a été atteint entre 0,6 m en PD1 et 5,7 m en PD2 de profondeur au droit du projet.

Ces formations sédimentaires sur-consolidées, composées localement d'argiles marno-sableuses, sont altérées en tête jusqu'à environ -2,5 m à -7 m / TA, avec les caractéristiques suivantes :

$$q_d \geq 6\ MPa$$

Sous la frange d'altération, la compacité des formations molassiques augmente avec la profondeur.

Un refus au battage des pénétromètres ($q_d \geq 50\ MPa$) a été obtenu à une profondeur de 2,8 m (PD1) et 7,1 m (PD2), *a priori* sur des molasses raides.

3.2 - DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

3.2.1 - Piézométrie

Au moment des investigations, aucun niveau d'eau (non stabilisé) n'a été relevé en sondage à moins de 7,1 m de profondeur, en saison humide.

Cette information n'étant que ponctuelle et instantanée, au 9 décembre 2021, elle ne permet pas de qualifier précisément la nature et la profondeur des écoulements d'eau souterrains, particulièrement en périodes pluvieuses, sachant que le recouvrement et le substratum sous-jacent peuvent renfermer des circulations aquifères erratiques (notamment au contact des deux formations).

Nota : seul un suivi piézométrique effectué pendant plusieurs cycles hydrogéologiques permettrait d'estimer les fluctuations des niveaux d'eau dans le terrain, dépendant des conditions météorologiques, par nature imprévisibles sur le moyen terme.

Enfin, la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM ne fournit pas d'information sur la présence et sur le niveau des eaux souterraines dans le voisinage de la parcelle étudiée.

3.2.2 - Perméabilité des sols

Selon le test d'infiltration à niveau variable réalisé en TM1 & TM2, mesurant la perméabilité des terrains, les formations superficielles sont caractérisées par les valeurs suivantes, après un temps de saturation de 30 minutes :

Sondage	Profondeur (/ TN)	Valeur minimale	Valeur moyenne	Temps de l'essai
TM1	1,5 m	$K_{mini} = 3,8 \text{ mm / h}$	$K_{moy} = 0,9 \text{ mm / h}$	30 min
TM2		$K_{mini} = 1,5 \text{ mm / h}$	$K_{moy} = 0,2 \text{ mm / h}$	

Ces coefficients correspondent à des **sols très peu perméables** selon le DTU n° 64.1 ($K < 15 \text{ mm / h}$), **inaptes à une infiltration en place** selon l'article 11 de l'arrêté du 7 septembre 2009 ($K < 10 \text{ mm / h}$).

4 - APPLICATION AUX OUVRAGES GEOTECHNIQUES

4.1 - REGLES PARASISMQUES

Le site étant classé en zone de sismicité 1 (aléa très faible), la réglementation parasismique ne s'applique pas au bâtiment projeté.

4.2 - ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)

Au sens de la norme NF P 94-500, la ZIG représente la zone d'interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain (du fait de sa réalisation et/ou de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

En première approche, dans le cas étudié, la ZIG correspond aux sols établis sous les ouvrages projetés ainsi qu'à leur périphérie (≤ 15 m).

4.3 - CONTRAINTES DU SITE

L'analyse d'avant-projet a montré que les contraintes géotechniques du site devant être prises en compte sont :

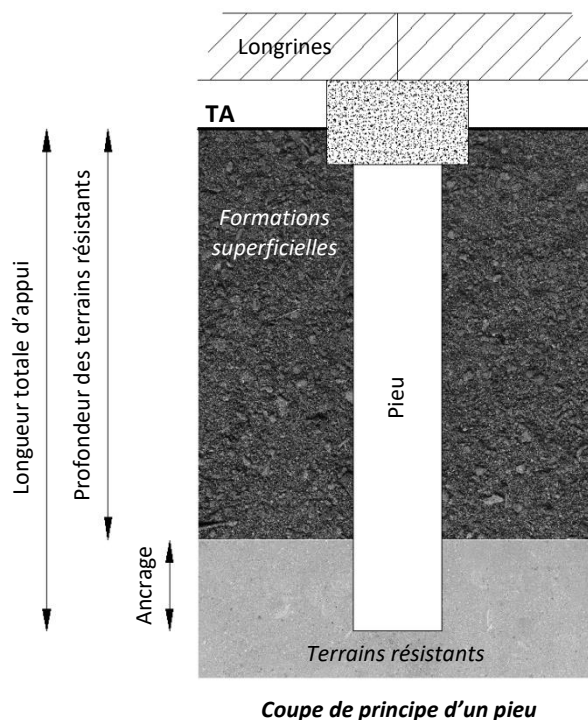
- ▶ *Un terrain situé sur un versant abrupt, marqué par une pente comprise entre 15 % et 20 % vers le Sud-Ouest ;*
- ▶ *Un sous-sol constitué en sub-surface de dépôts hétérogènes colluviaux argilo-limoneux de consistance très faible à faible ;*
- ▶ *Des formations superficielles fortement exposées à la dessiccation selon le BRGM (aléa fort) ;*
- ▶ *Un substratum molassique altéré en tête atteint entre environ 0,6 m et 5,7 m de profondeur sous la surface du sol au droit du projet, compact à partir de 2,5 m à 7 m de profondeur.*

4.4 - SYSTEME DE FONDATION ENVISAGEABLE

4.4.1 - Principe

Dans le contexte géotechnique pré-cité, du fait des très faibles consistances, de l'hétérogénéités d'épaisseur des sols superficiels et de la pente, les charges du bâtiment R+0 projeté devront être reportées dans le **substratum molassique compact** établi à partir d'environ 2,5 m à 7 m de profondeur au droit des sondages, par l'intermédiaire de **fondations profondes de type « PIEU »** (reliées par des longrines préfabriquées). Les appuis seront ancrés dans les sols d'assise sur une profondeur $\geq 3 \varnothing$, avec un minimum de 1,5 m (**niveau de fondation ≥ -4 m à $-8,5$ m / TA**, hors terrassement de la plateforme d'assise du bâtiment).

Ces dispositions sont schématisées sur la figure ci-contre.



4.4.2 - Prédimensionnement des pieux

➤ Valeurs de calcul

Les calculs de dimensionnement des pieux se feront à l'aide des éléments suivants, selon la norme NF P94-262 de juillet 2012 (norme d'application de l'Eurocode 7), selon la procédure dite de « modèle de terrain ».

Le calcul de la charge de fluage de la fondation profonde est déterminé à l'état limite de service (ELS) à partir de la relation suivante, pour un pieu (mobilisant des efforts de résistance en pointe et de frottement latéral) :

$$R_{C;cr;d \text{ PIEU}} = (0,5 R_{b;k} + 0,7 R_{s;k}) / \gamma_{cr}$$

$$\text{Avec } R_{b;k} = A_b q_{b;k} \text{ \& } R_{s;k} = A_s q_{s;k}$$

- Et
- $R_{b;k}$: valeur caractéristique de la résistance de pointe
 - $R_{s;k}$: valeur caractéristique de la résistance de frottement axial
 - γ_{cr} : coefficient partiel sous la charge de fluage de compression
 - A_b : surface à la base

- A_s : surface de la section transversale du fut
 $q_{b;k}$: valeur caractéristique de la pression résistante limite à la base
 $q_{b;k} = q_b / \gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}$
 $q_{s;k}$: valeur caractéristique de frottement axial unitaire limite
 $q_{s;k} = q_s / \gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}$

Profondeur des sols d'assise	/ TA	-2,5 m (PD1) à -7 m (PD2)
Classe de sol		Marnes raides
Pression limite équivalente*	p_{le} estimée	2,5 MPa
Technique de mise en œuvre (EXEMPLE)		Foré tarière creuse – FTC (classe 2 - catégorie 6)
Profondeur d'ancrage		$\geq 3 \varnothing$ (avec un minimum de 1,5 m)
Facteur de portance	$k_{p \max}$	1,6
Paramètre adimensionnel	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	1,6
Courbe de frottement	Courbe f_{sol}	Q_4
	f_{sol}	100 kPa
Frottement axial unitaire limite	q_s	160 kPa
	$q_{s \max}$	200 kPa
Coefficients partiels	γ_{cr}	1,1
	$\gamma_{R;d1}$	1,15
	$\gamma_{R;d2}$	1,1

Diamètre de pieu (exemple)	$\varnothing$	400 mm	600 mm
Facteur de portance retenu	k_p	1,45 (pour un ancrage de 1,5 m)	1,36 (pour un ancrage de 1,8 m)
Valeur de calcul de la charge de fluage (à l'ELS)**	$R_{c;cr;d}$	315,4 kN ($\cong 31$ tonnes)	618,5 kN ($\cong 62$ tonnes)

* La valeur de la pression limite pressiométrique devra être validée en phase projet

** Hors effet éventuel de groupe

➤ Portance

À titre indicatif, en ne prenant en compte que les efforts de frottement mobilisés dans les sols d'ancrage, un **pieu FTC $\varnothing$ 400 mm** ancré de 1,5 m minimum dans les formations molassiques compactes établies à partir d'environ 2,5 m (PD1) à 7 m (PD2) de profondeur sous la surface topographique actuelle en sondages (pieu de 4 m à 8,5 m de profondeur théorique, hors terrassement de la plate-forme d'assise de la maison) pourrait reprendre une charge verticale centrée d'environ **31 tonnes** par appui isolé, contre près de **62 tonnes** pour un **pieux FTC $\varnothing$ 600 mm** ancré à partir de la même profondeur (pieu de 4,3 m à 8,8 m de longueur théorique).

À noter que les caractéristiques précises des appuis (diamètre et longueur) et des longrines (impérativement préfabriquées) dépendront :

- Des charges exercées, déterminées par un bureau d'études « structure » ;
- De la profondeur (variable) des sols d'ancrage, pouvant conduire à des approfondissements localisés ;
- Des terrassements effectués pour la réalisation de la plateforme d'assise du bâtiment.

4.4.3 - Dispositions constructives générales

Les pieux auront un ancrage dans les sols d'assise de 3 diamètres, avec une longueur minimale de 1,5 m. Leur longueur totale effective sera déterminée dans le cadre d'une mission géotechnique G4.

Pour éviter une retombée de sédiments lors de la foration, diminuant la portance des sols, la mise en œuvre des fondations nécessitera l'utilisation d'une **tarière creuse** (technique préconisée). Leur bétonnage se fera par le fond, immédiatement après la foration pour éviter la dégradation du trou.

L'armement des pieux sera justifié par l'entreprise à partir des efforts horizontaux à reprendre. De plus, les pieux seront reliés par des longrines préfabriquées.

Enfin, les eaux superficielles seront collectées et évacuées vers un exutoire adapté (éloigné de la construction).

4.5 - REMARQUES SUR LA REALISATION DES TERRASSEMENTS

Pour éviter toute surcharge déstabilisatrice, les terrassements se feront uniquement en **déblai** (comme prévu au projet). De plus, les remblais de plus de 1 m de hauteur sont proscrits s'ils ne sont pas soutenus par un ouvrage de soutènement fondé dans les sols suffisamment consistants et stables.

À titre indicatif, pour garantir provisoirement la stabilité des déblais (en phase « travaux »), les talus auront les caractéristiques générales suivantes, à valider en phase projet :

- ▶ Une entrée en terre située à plus de 1 m de la limite de propriété ;
- ▶ Une pente maximale de $3^H/2^V$ dans les colluvions et de $2^H/3^V$ à $1/1$ dans les molasses jusqu'à 3 m de hauteur, selon la consistance des sols et leur degré de saturation en eau.

En phase définitive, une pente de talus de $2^H/1^V$ devra être maintenue. Pour raidir cette pente, un **soutènement** adapté au site devra être mis en œuvre (mur poids de type massif en enrochements ou en gabions, paroi clouée, pieux sécants, ...), en prenant en compte la proximité de la limite de propriété.

Il est important de noter que tous les ouvrages de soutènement devront faire l'objet en phase projet d'une étude spécifique pouvant nécessiter la réalisation de sondages complémentaires.

Enfin, il est impératif de réaliser les travaux de terrassement en **saison sèche**.

4.6 - FAISABILITE DU PLANCHER BAS

Le plancher bas des pièces habitables du bâtiment projeté reposera sur **vide sanitaire** (plancher porté par les fondations).

La dalle des pièces de service pourra reposer sur une couche de forme (hérissos) constitué de granulats calibrés compactés, protégés des remontées de fines par un géotextile de filtration posé sur l'arase de terrassement, en acceptant le risque de tassement et de fissuration, notamment périphérique.

5 - APPLICATION A LA FILIERE D'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF (ANC)

5.1 - DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

La construction projetée est une maison d'habitation individuelle composée de 5 pièces principales (dont 3 chambres), soit **5 Équivalents Habitants (EH)**.

En prenant en compte une charge unitaire de $0,15 \text{ m}^3 / \text{occupant} / \text{jour}$, le volume quotidien d'eaux usées domestiques s'élèverait à **$0,75 \text{ m}^3$** .

5.2 - CONTEXTE

En l'absence de raccordement à un réseau collectif, une filière d'assainissement autonome devra être mise en place sur la parcelle afin d'assurer la collecte des eaux usées, le pré-traitement, l'épuration et l'évacuation des eaux usées traitées.

Le dispositif devra prendre en compte les caractéristiques locales suivantes :

- *Un terrain situé sur une versant abrupt, marqué par une pente comprise entre 15 % et 20 % en direction du Sud-Ouest ;*
- *Un sous-sol constitué de dépôts colluviaux à dominante argilo-limoneuse, établis sur une épaisseur hétérogène d'environ 2,5 à 6 m, qui reposent sur des formations molassiques altérées en tête ;*
- *Des sols superficiels très peu perméables jusqu'à une profondeur de 2 m, inaptés à une infiltration en place ;*
- *Une absence de circulation d'eau souterraine au moment des investigations à moins de 7,1 m de profondeur (en saison humide), à valider si besoin par un suivi piézométrique, en notant que le sous-sol serait très peu sensible aux remontées de nappe selon le BRGM ;*
- *Un milieu récepteur parcourant la limite Sud-Ouest de propriété (fossé routier rural).*

La filière d'assainissement devra également prendre en compte les contraintes liées à la surface disponible sur la parcelle d'une part et les **distances réglementaires** à respecter vis-à-vis des bâtiments (5 m), limites de propriété (3 m), arbres (3 m), puits, ..., d'autre part.

Il faut aussi noter que :

1. La surface réservée à l'assainissement devra être dépourvue de toute construction et plantation (autre que de l'herbe) pouvant développer un système racinaire néfaste au dispositif et devra rester en dehors des zones de circulation de véhicules ;

2. Le dispositif ne devra pas être submergé par les eaux de ruissellement ;
3. Si, lors de l'ouverture des fouilles, des circulations ou des venues d'eau sont découvertes à moins de 1,5 m de profondeur, il sera impératif de changer l'emplacement du futur système d'assainissement ou de mettre en place un dispositif de traitement agréé mis en œuvre avec des dispositions constructives particulières (cf. paragraphe suivant) ;
4. Le dispositif choisi devra être dimensionné en fonction de la capacité d'accueil de l'habitation et de l'espace disponible ;
5. La capacité nominale (ou volume utile minimal) de la fosse du traitement primaire sera d'au moins 3 m³ jusqu'à 5 pièces principales, majorée de 1 m³ par pièce principale supplémentaire ;
6. Les ouvrages (et leur dimensionnement) ainsi que les matériaux utilisés devront respecter les documents de référence et les exigences réglementaires (en particulier la norme NF DTU 64.1 P1-1 & P1-2, l'arrêté du 7 septembre 2009 et les agréments des ministères de la Santé et de l'Écologie¹).

5.3 - FILIERE D'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF ENVISAGEABLE

5.3.1 - Dispositif de traitement des eaux usées

Les caractéristiques de la parcelle étudiée, marquées par une forte pente et par un sous-sol sensible à toute diminution de consistance par augmentation de la teneur en eau (risque de saturation), requièrent l'installation d'un **DISPOSITIF DE TRAITEMENT AGREE** par publication au Journal Officiel, de type micro-station (comme prévu au projet) ou filtre compact.

En cas de présence de sous-écoulements localisés à moins de 1,5 m de profondeur, ce qui est peu probable (sous réserve d'une validation par un suivi piézométrique), les caractéristiques hydrogéologiques locales nécessiteront la mise en œuvre de dispositions constructives particulières (ancrage du dispositif par ceinturage en béton par exemple, mise en place d'un puits de décompression, ...), à étudier par l'installateur.

5.3.2 - Évacuation des eaux usées traitées

En sortie de dispositif de traitement, le caractère très peu perméable des formations de sub-surface ($K < 10 \text{ mm / h}$) ne permettra pas une infiltration des eaux usées traitées par le sol en place sous-jacent ou juxtaposé au traitement (article 11 de l'arrêté du 7 septembre 2009).

¹ A titre informatif, le *portail ministériel sur l'assainissement non collectif* détaille l'ensemble des obligations réglementaires et des installations autonomes devant équiper les bâtiments non raccordés à un réseau public, notamment au travers du *guide des règles et bonnes pratiques* de septembre 2016, disponible sur la page web suivante : www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_des_regles_et_bonnes_pratiques-v2.pdf

De fait, conformément à l'article 12 de l'arrêté du 7 septembre 2009, les eaux usées traitées pourront être rejetées vers le **MILIEU HYDRAULIQUE SUPERFICIEL**, après autorisation du propriétaire ou du gestionnaire du milieu récepteur.

L'évacuation se fera dans le fossé, le cours d'eau ou l'ouvrage hydraulique le plus proche (***fossé rural communal parcourant la limite Sud-Ouest de propriété par exemple***), en vérifiant les conditions de libre écoulement sur un linéaire minimal de 30 m à l'aval de l'exutoire (recalibrage éventuel, débroussaillage, entretien régulier). De plus, l'ouvrage devra être dimensionné pour recevoir les eaux usées traitées de l'habitation supplémentaire projetée.



Vue du milieu récepteur
(au moment des investigations sur site)

Enfin, il faudra vérifier que le dénivelé entre la sortie des eaux usées traitées et l'exutoire vers le dispositif d'évacuation est suffisant pour permettre un rejet par écoulement gravitaire, en prenant en compte la pente minimale de la canalisation d'évacuation (0,5 % à 1 %). Dans le cas contraire, la mise en place d'un poste de relevage des eaux sera nécessaire.

6 - CONCLUSION

L'étude géotechnique et hydrogéologique G2_{AVP} (fondations et assainissement non collectif) de la maison individuelle projetée sur le lot n° 5 du lieu-dit « En Barrière » (parcelle cadastrée ZL n° 155p), aménagé à Montmaur (Aude), s'est appuyée sur les résultats de sondages et d'essais *in situ* effectués le 9 décembre 2021.

Cette reconnaissance d'avant-projet a montré que les contraintes du site devant être prises en compte sont :

- *Un terrain situé sur un versant abrupt, marqué par une pente comprise entre 15 % et 20 % vers le Sud-Ouest ;*
- *Un sous-sol constitué en sub-surface de dépôts hétérogènes colluviaux argilo-limoneux de consistance très faible à faible ;*
- *Des formations superficielles fortement exposées à la dessiccation selon le BRGM (aléa fort) ;*
- *Des sols superficiels très peu perméables jusqu'à une profondeur de 2 m, inaptes à une infiltration en place ;*
- *Une absence de circulation d'eau souterraine au moment des investigations à moins de 7,1 m de profondeur (en saison humide), à valider si besoin par un suivi piézométrique, en notant que le sous-sol serait très peu sensible aux remontées de nappe selon le BRGM ;*
- *Un milieu récepteur parcourant la limite Sud-Ouest de propriété (fossé routier rural) ;*
- *Un substratum molassique altéré en tête atteint entre environ 0,6 m et 5,7 m de profondeur sous la surface du sol au droit du projet, compact à partir de 2,5 m à 7 m de profondeur.*

Fondations

Dans le contexte pré-cité, les charges du bâtiment R+0 projeté devront être reportées dans le substratum molassique compact établi à partir d'environ 2,5 m à 7 m de profondeur au droit des sondages, par l'intermédiaire de fondations profondes de type « PIEU » (reliées par des longrines préfabriquées). Les appuis seront ancrés dans les sols d'assise sur une profondeur $\geq 3 \varnothing$, avec un minimum de 1,5 m (niveau de fondation ≥ -4 m à $-8,5$ m / TA, hors terrassement de la plateforme d'assise du bâtiment).

Pour éviter toute surcharge déstabilisatrice, les terrassements se feront uniquement en déblai (comme prévu au projet). De plus, les remblais de plus de 1 m de hauteur sont proscrits s'ils ne sont pas soutenus par un ouvrage de soutènement fondé dans les sols suffisamment consistants et stables.

À titre indicatif, pour garantir provisoirement la stabilité des déblais (en phase « travaux »), les talus auront les caractéristiques générales suivantes, à valider en phase projet :

- *Une entrée en terre située à plus de 1 m de la limite de propriété ;*
- *Une pente maximale de $3^H/2^V$ dans les colluvions et de $2^H/3^V$ à 1/1 dans les molasses jusqu'à 3 m de hauteur, selon la consistance des sols et leur degré de saturation en eau.*

En phase définitive, une pente de talus de $2^H/1^V$ devra être maintenue. Pour raidir cette pente, un soutènement adapté au site devra être mis en œuvre (mur poids de type massif en enrochements ou en gabions, paroi clouée, pieux sécants, ...), en prenant en compte la proximité de la limite de propriété.

Il est important de noter que tous les ouvrages de soutènement devront faire l'objet en phase projet d'une étude spécifique pouvant nécessiter la réalisation de sondages complémentaires.

Enfin, il est impératif de réaliser les travaux de terrassement en saison sèche.

Par ailleurs, les ouvrages seront mis en œuvre conformément aux directives réglementaires en vigueur.

Assainissement non collectif

L'assainissement non collectif nécessitera la mise en place d'une FILIERE DRAINEE (dispositif de traitement agréé ou dispositif de traitement drainé utilisant un sol reconstitué) avec, en sortie, rejet des eaux usées traitées vers le milieu hydraulique superficiel.

De plus, les ouvrages seront mis en œuvre conformément aux directives réglementaires en vigueur, en particulier le DTU n° 64.1, l'arrêté du 7 septembre 2009 et la norme NF P 16-006 relative à la conception des installations d'assainissement non collectif.

Les calculs et valeurs qui figurent dans ce dossier d'avant-projet ne donnent qu'un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ils ne constituent pas un dimensionnement du projet. De plus, cette mission d'avant-projet G2_{AVP} s'inscrit dans l'enchaînement des missions de la norme NF P 94-500 qui comprend en particulier une validation du projet (mission G2_{PRO}) et de l'assise de fondation (mission G4).



Rédigé par Clément VITRY, géotechnicien



Le président, Sébastien RUCQUOI



ANNEXES

7 - ANNEXE 1 : EXTRAIT DE LA NORME NF 94-500

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

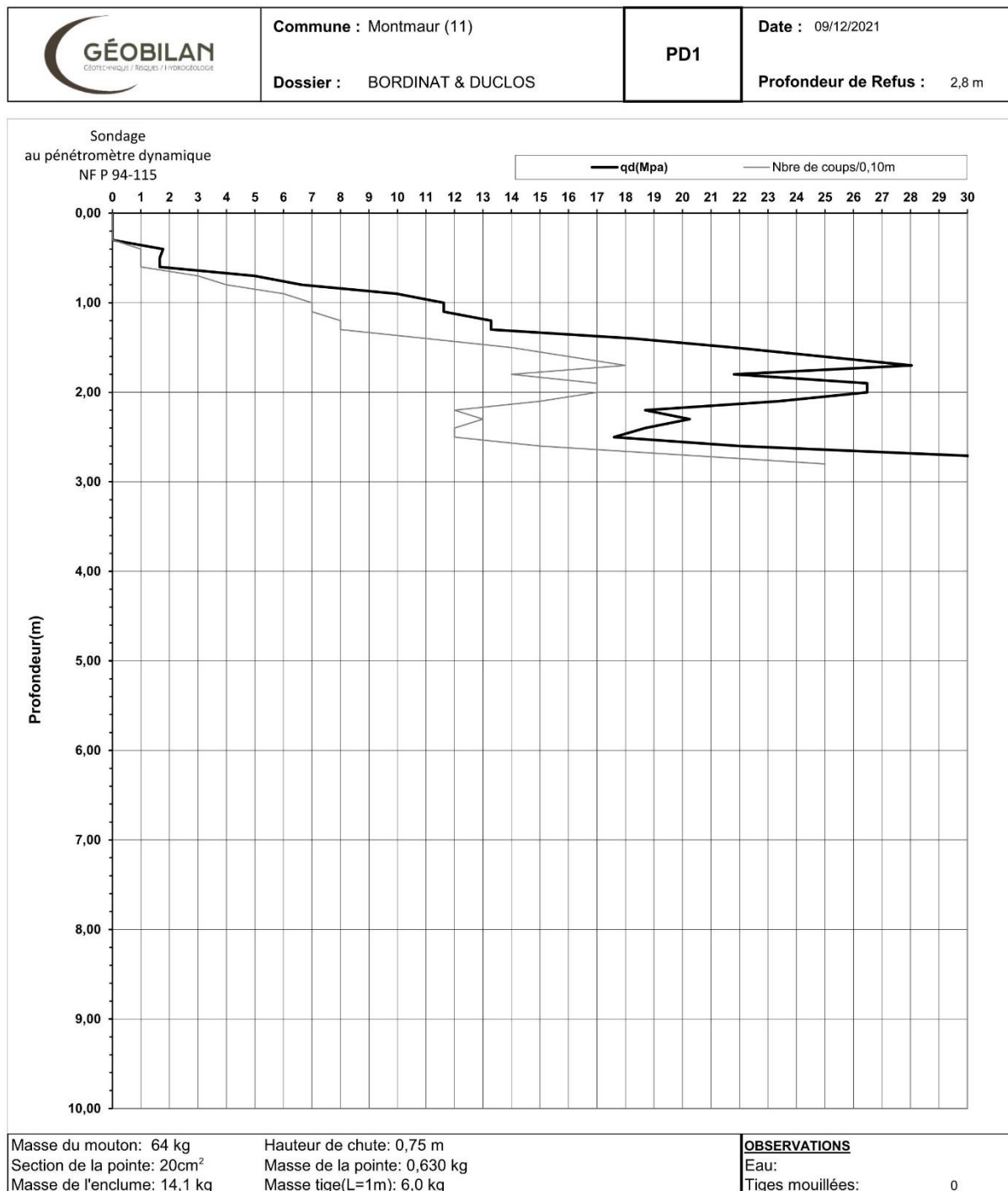
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

8 - ANNEXE 2 : COUPES DE SONDAGE

		Montmaur (11)	TM1	Date : 09/12/2021	
		Dossier : BORDINAT & DUCLOS			
Profondeur (m)		Description lithologique	Niveau d'eau	Outil	Equipement
0,5 m 1 m 1,5 m	0,1 m	Terre végétale	Pas de niveau d'eau	Tarière manuelle Ø 63 mm	
	0,4 m	Remblais 'brique) dans argile limoneuse, marron, humide			
	1,1 m	Argile limoneuse, légèrement caillouteuse, marron, peu humide			
	1,5 m	Argile limono-sableuse, marron clair, légèrement humide			

		Montmaur (11)	TM2	Date : 09/12/2021	
		Dossier : BORDINAT & DUCLOS			
Profondeur (m)		Description lithologique	Niveau d'eau	Outil	Equipement
0,5 m 1 m 1,5 m	0,1 m	Terre végétale	Pas de niveau d'eau	Tarière manuelle Ø 63 mm	
	1 m	Remblais 'brique) dans argile limoneuse, marron, humide			
	1,5 m	Argile limoneuse, légèrement caillouteuse, marron, trace ferrugineuse, humide			

9 - ANNEXE 3 : DIAGRAMMES PENETROMETRIQUES





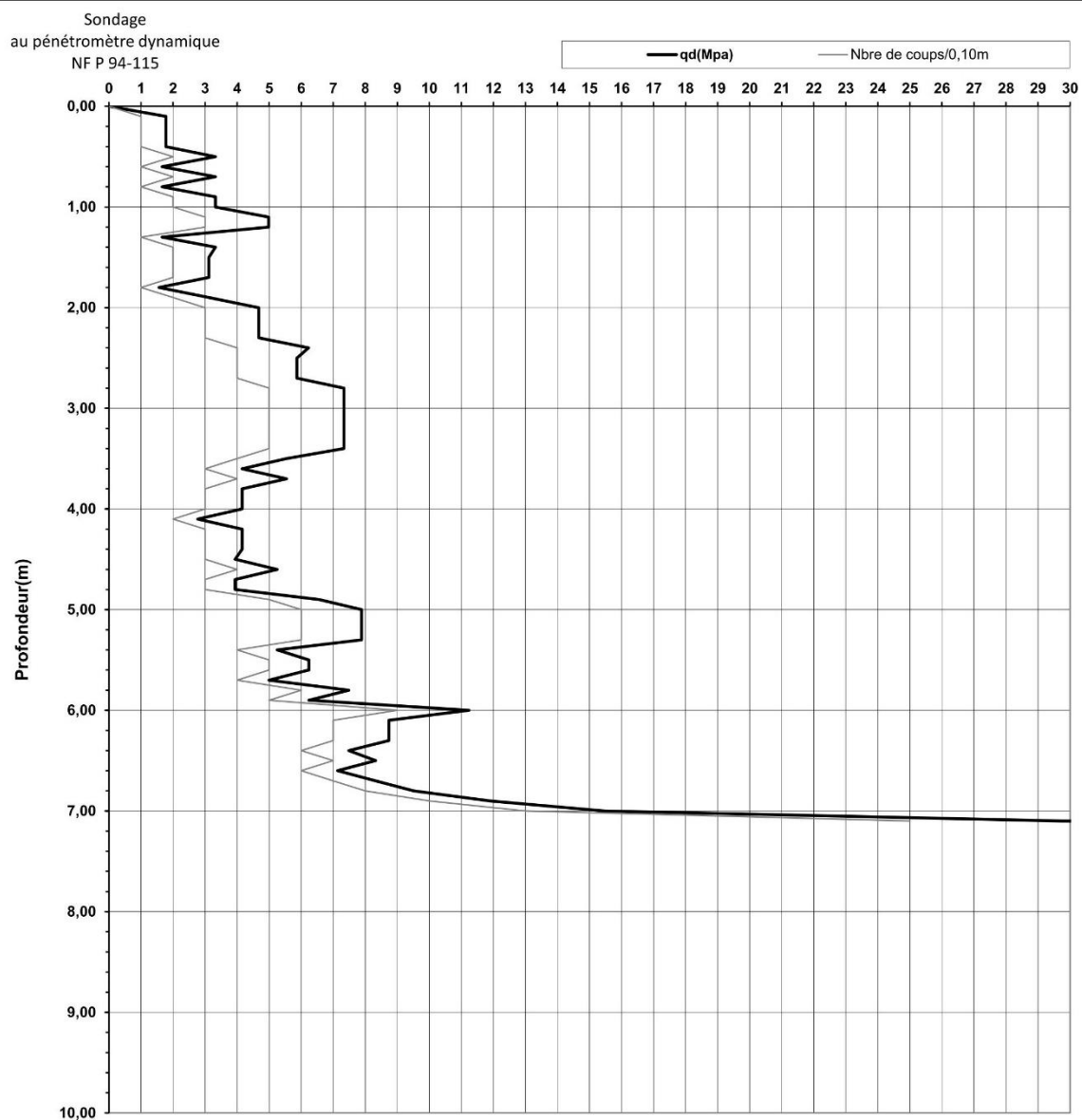
Commune : Montmaur (11)

PD2

Date : 09/12/2021

Dossier : BORDINAT & DUCLOS

Profondeur de Refus : 7,1 m



Masse du mouton: 64 kg
Section de la pointe: 20cm²
Masse de l'enclume: 14,1 kg

Hauteur de chute: 0,75 m
Masse de la pointe: 0,630 kg
Masse tige(L=1m): 6,0 kg

OBSERVATIONS

Eau:
Tiges mouillées: 0

10 - ANNEXE 4 : ESSAIS D'INFILTRATIONS DE TYPE PORCHET

Montmaur (11) / BORDINAT & DUCLOS

FORMULE DE PERMEABILITE

$$K \text{ en m/s} = (R / 2 * (t_2 - t_1)) * \text{LN}((h_1 + R/2) / (h_2 + R/2))$$

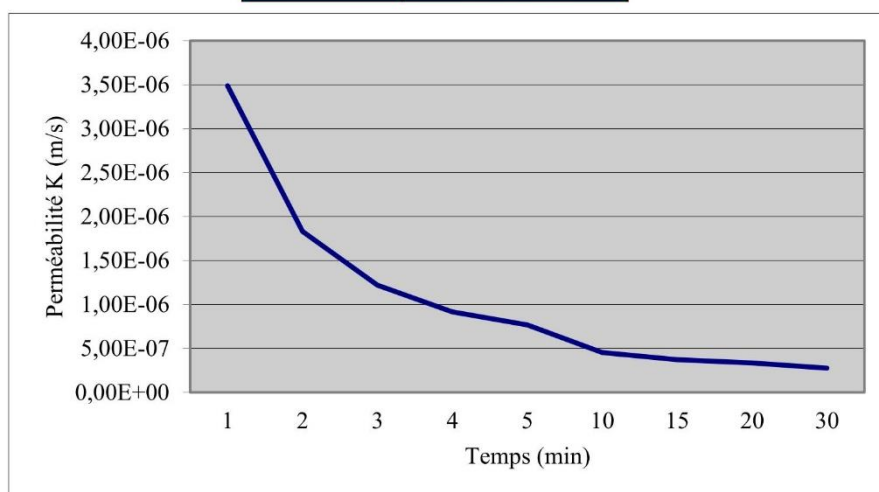
t₂-t₁ intervalle de temps entre 2 mesures
h₁ profondeur totale du trou
h₂ profondeur de l'eau après un temps t₂-t₁

Ray. du trou (en m)	0,0315
---------------------	--------

Sondage	Hauteur totale (en m)		Temps (en mn)	K (m/s)	K (mm/h)
	h ₁	h ₂	t ₂ -t ₁		
TM1	1,50	1,48	1	3,49E-06	1,26E+01
	1,50	1,48	2	1,83E-06	6,59E+00
	1,50	1,48	3	1,22E-06	4,39E+00
	1,50	1,48	4	9,16E-07	3,30E+00
	1,50	1,48	5	7,68E-07	2,76E+00
	1,50	1,47	10	4,54E-07	1,64E+00
	1,50	1,47	15	3,73E-07	1,34E+00
	1,50	1,46	20	3,33E-07	1,20E+00
	1,50	1,45	30	2,76E-07	9,92E-01

K _{moy} (m/s)	1,07E-06
K _{min} (m/s)	2,76E-07

K _{moy} (mm/h)	3,86E+00
K _{min} (mm/h)	9,92E-01



Montmaur (11) / BORDINAT & DUCLOS

FORMULE DE PERMEABILITE

$$K \text{ en m/s} = (R / 2 * (t_2 - t_1)) * \text{LN}((h_1 + R/2) / (h_2 + R/2))$$

$t_2 - t_1$ intervalle de temps entre 2 mesures
 h_1 profondeur totale du trou
 h_2 profondeur de l'eau après un temps $t_2 - t_1$

Ray. du trou (en m)	0,0315
---------------------	--------

		Hauteur totale (en m)		Temps (en mn)	
Sondage		h1	h2	t2-t1	
TM2		1,50	1,49	1	1,22E-06
		1,50	1,49	2	6,95E-07
		1,50	1,49	3	5,79E-07
		1,50	1,49	4	4,34E-07
		1,50	1,49	5	3,48E-07
		1,50	1,49	10	2,09E-07
		1,50	1,49	15	1,39E-07
		1,50	1,49	20	1,04E-07
		1,50	1,49	30	7,54E-08

K _{moy} (m/s)	4,22E-07
------------------------	----------

K _{min} (m/s)	7,54E-08
------------------------	----------

K _{moy} (mm/h)	1,52E+00
-------------------------	----------

K _{min} (mm/h)	2,71E-01
-------------------------	----------

