

ANNEXES - Volume 5 ETUDE GEOTECHNIQUE

Parc éolien des Colchiques

COMMUNES D'ACCOLANS, BOURNOIS, MANCENANS ET SOYE

Département du DOUBS (25)

Juillet 2023 - Version consolidée Février 2024

Indice	Date	Intitulé	Rédaction	Relecture	Nb. Pages + annexes
0	15/11/2010	1 ^{ère} diffusion	S. NICOLAS	G. BOURNE	14
1	22/11/2010	Modifications - mail du 19/11/2010	S. NICOLAS	G. BOURNE	23
2	01/12/2010	Modifications – mail du 01/12/2010	S.NICOLAS	G.BOURNE	24
4	09/05/2011	Modifications – Téléphone du 05/05/11	S.NICOLAS	G.BOURNE	24
5	17/11/2021	Relevé doline E4	S. NICOLAS	G. BOURNE	24

DOSSIER AMU109093

SOMMAIRE

1)	CONTEXTE DE L'ETUDE	3
2)	SITUATION – ELEMENTS CONCERNANT LE PROJET	4
3)	ZONAGE SISMIQUE	5
4)	ANALYSE DES CONTEXTES :	5
4.1	CONTEXTE HYDROLOGIQUE DU SITE	5
4.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE DU SITE	6
4.3	CONTEXTE TECTONIQUE DU SITE	7
4.4	CONTEXTE EXPLOITATION CARRIERE DE BOURNOIS	7
5)	ANOMALIES RECENSEES	8
5.1	D' APRES LA BIBLIOGRAPHIE	8
5.2	D' APRES LES RELEVES DE TERRAIN	8
5.3	SYNTHESE CONCERNANT LES ANOMALIES	9
6)	TRAVAUX A VENIR	9
7)	ADAPTATION DU PROJET AU SITE	11
7.1	SOLUTION DE FONDATION	11
7.2	RISQUE DE GLISSEMENT (PRESENCE DE MARNES SUR TERRAIN PENTU)	12
7.3	RISQUE D' EFFONDREMENT (PRESENCE D' ANOMALIES KARSTIQUES SOUTERRAINES)	12
7.4	RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES A MENER	13
8)	CONCLUSION	15
	CONDITIONS GENERALES	16
	ANNEXES	21

Annexes (03 pages)

- Carte des anomalies géologiques (1 page),
- Carte des anomalies vers E4 (1 page),
- Carte des traçages (1 page),

1) CONTEXTE DE L'ETUDE

A la demande et pour le compte de la société **H2AIR** implantée 11 rue de Noyon – 80000 AMIENS, la société **ALIOS INGENIERIE** implantée 13 rue de la Tuilerie – BP 84 – 70400 HERICOURT – a réalisé une étude géologique dans le cadre du projet de construction de 8 éoliennes sur les communes de ACCOLANS, BOURNOIS, SOYE et MANCENANS (25).

Cette étude fait suite au devis référencé PMU109168 accepté par le client.

Documents d'étude

Dans le cadre de cette étude, les documents suivants nous ont été transmis :

- Plan de situation,
- Photographie aérienne,
- Plan cadastral,
- Avis de la DREAL avec préconisation de la DDT,
- Arrêté préfectoral de la ZDE.

En complément, nous avons consulté le site INFOTERRE du BRGM où sont répertoriés :

- les sondages déjà réalisés à proximité,
- les points d'eau,
- les mouvements de terrains archivés (effondrement, glissement, ...).

Mission

Il s'agit d'une étude géotechnique préliminaire de site (mission G1), conformément aux missions géotechniques de l'USG et objet de la norme NF P 94-500 (révisée en 2006).

Cette mission comprenait les prestations suivantes :

- ➔ La visite du site par un géologue,
- ➔ Une recherche bibliographique des documents existants (cartes géologiques, plan de prévention, inventaire des cavités, ...),
- ➔ Une visite du site avec relèvement au GPS de toutes les anomalies géologiques visibles (cavités, dolines, ...) présentes à proximité des futures éoliennes, et notamment de E4.

Cette étude a pour buts :

- Le recensement des cavités présentes dans l'emprise de la ZDE (recherche bibliographique et relevé in situ),
- La réalisation d'une carte indiquant toutes les anomalies (annexe 1), afin de mettre en évidence les accidents géologiques présents dans le secteur, et d'en déduire les zones affectées par la tectonique,
- La proposition d'une méthodologie d'étude (programme de sondage) à mettre en œuvre une fois le projet accordé, afin d'adapter les constructions et les travaux à la géologie du site.

2) SITUATION – ELEMENTS CONCERNANT LE PROJET

Il est envisagé l'aménagement d'un parc éolien (8 éoliennes projetées) sur les communes d'ACCOLANS, de BOURNOIS, de MANCENANS et de SOYE, dans le département du Doubs.

Il s'agit d'un ensemble de plateaux et de vallées sèches dont les cotes NGF sont comprises entre 370 et 531 m.

Il n'y a pas de falaises proprement dites, hormis au niveau des anciennes carrières.

Il existe plusieurs dépressions ou talwegs correspondant à des anomalies géologiques.

Un avis de la DDT indique que cette ZDE est classée en zone à risques (mouvement de terrain) d'après l'atlas réalisé par le LRPC d'Autun en 2001.

3) ZONAGE SISMIQUE

Les communes concernées par l'étude sont en zone 3 (sismicité modérée).

4) ANALYSE DES CONTEXTES :

4.1 Contexte hydrologique du site

Très peu de circulations de surface sont présentes dans le secteur.

L'infiltration des eaux superficielles est donc importante. Les circulations se font par le biais des réseaux karstiques.

Une carte des traçages déjà réalisés est jointe à cette note. On remarque que les circulations ont des directions essentiellement Nord-Sud.

Deux exutoires sont recensés dans cette zone :

- Centre du village de Mancenans,
- Abbaye des 3 rois (2 sources dont 1 captée).

A noter que les éoliennes E2 et E3 sont dans le PPRA et que l'éolienne E1 est dans le PPRB de la source captée. De plus, dans le cas de réseaux karstiques, le temps de transfert est très court.

Une attention particulière sera apportée, en phase travaux, au traitement des déchets du chantier (approvisionnement en hydrocarbures des engins, lavage des toupies, fuites hydrauliques, ...).

L'exploitation ne génère pas de déchets.

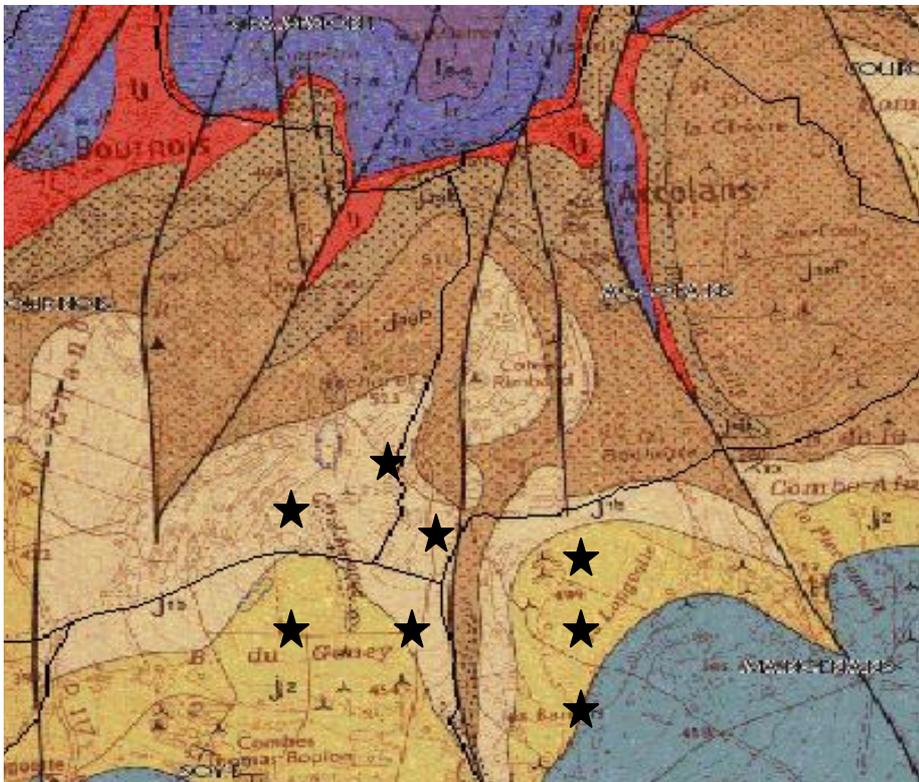
4.2 Contexte géologique du site

La zone de la ZDE est essentiellement caractérisée par des formations calcaires d'âge Jurassique (Bajocien, Bathonien) renfermant des anomalies karstiques. Dans les zones de failles, des terrains plus friables sont fréquents.

Il s'agit généralement de calcaires blancs disposés en bancs plus ou moins épais. Des lits marneux sont possibles en intercalation.

Ce substratum est fréquemment recouvert par des faciès d'altération (plaquettes argileuses, argile à blocs ou argile). De même, des éboulis peuvent être rencontrés dans les versants.

Extrait de la carte géologique au niveau de la ZDE :



★ : Eolienne

 Bajocien inférieur (J1aP) : Calcaire blanc à polypiers et oolithes (25 à 40 m de puissance)

 : Calcaire Bajocien supérieur (J1b) : Calcaire blanc dit de la Grande Oolithe (30 à 40 m de puissance)

 : Calcaire et marne du Bathonien (J2) : Calcaire blanc compact en base et marne en tête (20 m de calcaire et 1 à 2 m de marne)

4.3 Contexte tectonique du site

La carte géologique au 1/50000 indique la présence de 4 failles. D'après les anomalies géologiques relevées, nous pensons que 2 à 3 autres zones de failles sont présentes sur le secteur.

On remarque que ces failles sont généralement orientées Nord-Sud, ce qui correspond à la direction de l'ouverture du fossé Rhénan (âge Oligocène). Cette direction confirme les circulations souterraines évoquées plus haut.

Il s'agit de failles normales (de distension) générant habituellement des ouvertures favorisant les écoulements d'eau, et donc l'érosion.

4.4 Contexte exploitation carrière de Bournois

Les éoliennes les plus proches de la carrière sont E7 et E10, à une distance de 1300 m environ. Les habitations les plus proches de l'exploitation sont situées à 680 m environ.

Des mesures au sismographe réalisées à proximité de ces habitations indiquent des valeurs de vibrations nettement inférieures au seuil de 10 mm/s fixés par l'arrêté du 22 septembre 1994.

Les vibrations émises par la carrière n'auront pas d'incidence sur les aérogénérateurs, d'autant que le sol n'est pas liquéfiable.

5) **ANOMALIES RECENSEES**

5.1 D'après la bibliographie

Elles sont essentiellement représentées par les dolines, les grottes (et gouffres) et les talwegs (dépressions topographiques).

Habituellement, ces anomalies sont localisées dans les zones où le substratum est le plus facilement altérable, au niveau des zones de faille.

Les principales anomalies sont reportées sur la carte jointe à cette note. On remarque un alignement de ces anomalies sur les zones de failles (connues et supposées).

Cependant, certaines dolines sont isolées (Bois du Geney, Oichotte, ...) ce qui peut traduire la présence de réseaux karstiques qui ne semblent pas être associés à des zones de failles

5.2 D'après les relevés de terrain

Il apparaît que de nombreuses dolines sont présentes sur la zone, conformément aux données issues des cartes topographiques et géologiques.

D'une manière générale, on retiendra que les anomalies (dolines, talwegs) sont présentes en nombre important dans les zones de failles (connues et supposées), et ponctuellement dans les zones a priori "saines".

La taille de ces anomalies est très variable, de l'ordre de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, avec des dépressions topographiques quelques fois pluri-métriques.

D'après les informations communiquées, des effondrements existent dans le secteur. Il peut s'agir de phénomènes de soutirage qui remontent en surface.

5.3 Synthèse concernant les anomalies

On notera que seule les éoliennes E4, E7, E8 et E10 sont situées à proximité immédiate (quelques dizaines de mètres) d'anomalies géologiques. E3 et E11 sont un peu plus éloignées de celles-ci.

Les autres éoliennes semblent implantées dans des zones plus saines. Le risque karstique n'est toutefois pas à exclure.

6) TRAVAUX A VENIR

Dans le cadre d'un projet de parc éolien, les travaux suivants sont réalisés :

- Réalisation des pistes d'accès,
- Excavation pour les massifs des éoliennes (profondeurs proches de 2.0 à 4.0 m, diamètre de 15 à 20 m environ),
- Traitement des sols support de fondation (substitution, injection, renforcement de sols, ...) si nécessaire,
- Réalisation des plates-formes de levage,
- Réalisation des tranchées pour l'enfouissement des réseaux,
- Remblaiement des massifs de fondation.

Habituellement, ces travaux sont réalisés avec des engins classiques de terrassement (pelle mécanique, camion, ...). L'utilisation de matériel spécifique (BRH, minage) n'est pas à exclure.



Voici les fouilles obtenues (terrassements terminés), avant coulage du béton de propreté



La pose des réseaux est généralement réalisée à la trancheuse :



7) **ADAPTATION DU PROJET AU SITE**

7.1 Solution de fondation

Les éoliennes sont classiquement fondées par le biais de massif poids (diamètre compris entre 20 et 25 m de diamètre, profondeur de 2.0 à 4.0 m environ). Ces massifs doivent reposer sur un sol compact et homogène.

Le substratum local est essentiellement calcaire, voire marno-calcaire au niveau de E11. Il existe toutefois une frange d'altération (argile, plaquettes, ...) dont l'épaisseur est très variable.

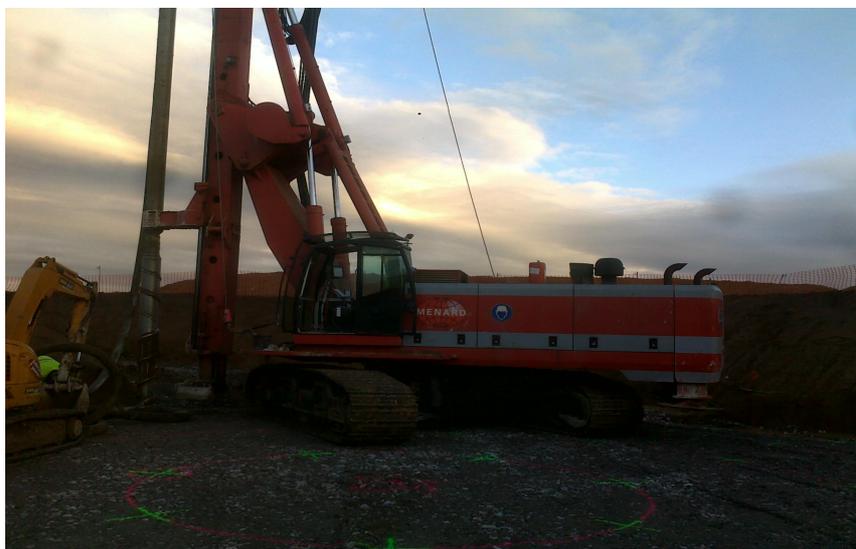
Ces formations généralement très hétérogènes par nature ne constitueront pas une assise adaptée pour les fondations des éoliennes. Il conviendra vraisemblablement de rechercher une assise sur le substratum rocheux, dont les compacités sont généralement bonnes à excellentes.

Dans le cas où des hétérogénéités seraient mises en évidence par les terrassements (veines argileuses, ...) au sein du substratum, des solutions existent et devront être appliquées. On retiendra pour les principales :

- Substitution des terrains peu compacts,
- Injection,
- Renforcement de sols (inclusions rigides), ...

De ce fait, les tassements prévisibles seront de faibles amplitudes, compatibles avec les aérogénérateurs projetés.

Exemple de machine de renforcement de sol (Colonnes à Modules Contrôlés – CMC)



7.2 Risque de glissement (présence de marnes sur terrain pentu)

D'après nos observations sur le terrain, aucune éolienne n'est concernée par les glissements de terrains.

La seule éolienne où les terrains paraissent (visuellement) plus marno-calcaire est E11. Dans cette zone, la topographie est plane. Le risque de glissement est donc négligeable.

7.3 Risque d'effondrement (présence d'anomalies karstiques souterraines)

Le risque d'effondrement existe, de surcroît pour les éoliennes situées à proximité de zones de failles ou d'anomalies topographiques (cas de E4, E7, E8 et E10). Ce risque n'est toutefois pas à exclure au niveau des autres éoliennes.

Ce risque sera impérativement étudié dans le cadre des études géotechniques complémentaires à mener.

Dans tous les cas, il existe de nombreuses solutions techniques permettant de traiter des anomalies géologiques ou anthropiques souterraines.

Dans le domaine karstique, plusieurs solutions sont envisageables en cas de présence d'anomalies souterraines (cavités, poches argileuses, ...) :

- Comblement au coulis de la cavité puis clavage des vides résiduels,
- Injection,
- Jet Grouting.



7.4 Reconnaitances géotechniques à mener

Dans tous les cas, une mission G12 comprenant des sondages géotechniques sera réalisée au niveau de chaque éolienne.

Pour l'étude des massifs de fondation des éoliennes, plusieurs points sont à vérifier :

- La portance et l'homogénéité des terrains supports de fondation,
- L'absence d'anomalie souterraine (vide, passée molle, poche argileuse, ...) afin de s'affranchir du risque d'effondrement,
- La présence d'eau, et la perméabilité des sols (dimensionnement des massifs avec ou sans eau).

Pour les points 1 et 2, il est nécessaire de réaliser des sondages profonds de type destructifs avec essais pressiométriques et des fouilles de surface à l'aide d'une pelle.

Les sondages profonds permettront le dimensionnement des massifs (contrainte au sol, module de réaction K_v , E dyn, G dyn, ...) et la reconnaissance des terrains sur une épaisseur de l'ordre de 20 m (présence d'anomalie souterraine). Le maillage de ceux-ci sera variable, en fonction de la situation de l'éolienne par rapport à une zone de faille.

Des investigations géophysiques de forage (cylindre électrique par exemple) pourront être réalisées afin de limiter le nombre de forages destructifs.

Les fouilles à la pelle permettront de mettre en évidence des circulations d'eau à faible profondeur, de reconnaître la nature des terrains (argile, présence de blocs, ...), de déterminer la cote du toit du substratum et d'indiquer les modes de terrassement (pelle, brise roche, minage, ...).

Exemple de fouilles à la pelle :



Sondeuse utilisée pour la réalisation des forages :



Concernant le point 3, trois phénomènes peuvent se produire :

- La présence d'une nappe générale,
- La présence de circulations souterraines dans la frange d'altération du substratum (donc à faible profondeur),
- Un retard d'infiltration des eaux pluviales causé par une imperméabilité des terrains de surface (fraction argileuse importante).

Il est donc nécessaire de mettre en place des piézomètres (longs et courts) afin de vérifier la présence de circulations à faibles et moyennes profondeurs.

Concernant le retard d'infiltration des eaux pluviales, il est nécessaire de mesurer les perméabilités des terrains de surface par le biais d'essais d'infiltration en vraie grandeur (type MATSUO).

8) **CONCLUSION**

A l'issu de notre étude préliminaire, nous pouvons dire que selon le projet d'implantation présenté :

- Aucune éolienne n'est concernée par des glissements de terrain (marne en pente)
- Aucune éolienne ne se situe directement sur une faille ou sur une anomalie géologique (talweg, doline, etc...)

En outre, il appartiendra au constructeur de mettre en œuvre, les cas échéant, les solutions adaptées à chaque cas pour garantir une réalisation dans les règles de l'art d'une construction pérenne tout au long de l'exploitation du parc éolien.

Dans tous les cas, il existe de nombreuses solutions techniques permettant de traiter des anomalies géologiques ou anthropiques souterraines.

Dans ces conditions, on peut affirmer que le présent projet ne présente pas de risque direct et se trouve tout à fait recevable d'un point de vue géotechnique

Rédigé par :

S. NICOLAS



Relu par :

G. BOURNE

CONDITIONS GENERALES

L'acceptation de l'offre d'ALIOS INGENIERIE implique celle des présentes conditions générales. En cas de contradiction entre certaines clauses des présentes conditions générales et des conditions particulières émises par ALIOS INGENIERIE, ces dernières prévalent sur les présentes conditions générales. Dans le cas d'une acceptation d'un nouveau contrat, ces conditions générales feront partie intégrante de ce contrat.

ARTICLE I – OBJET ET NATURE DES PRESTATIONS

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis d'ALIOS INGENIERIE. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

Par référence à la norme NF P 94-500 des missions géotechniques, il appartient au maître de l'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser par un homme de l'art compétent toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception et à l'exécution de l'ouvrage. Les missions G1, G2, G3 et G4 doivent être réalisées successivement pour suivre les phases d'élaboration et d'exécution du projet. La mission de type G0 est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation ; elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. Les missions G5 engagent le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés.

ARTICLE II – RECOMMANDATIONS

L'étude géotechnique repose sur les renseignements relatifs au projet communiqués et sur un nombre limité de sondages et essais qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. Les conclusions géotechniques ne peuvent conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains.

Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport, doivent être portés à la connaissance d'ALIOS INGENIERIE ou signalés au géotechnicien chargé de la mission G 4 de suivi géotechnique d'exécution, afin que les conséquences sur la conception géotechnique ou les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art. En cas d'incident important survenant en cours d'exécution des travaux, notamment glissement, dommages aux avoisinants ou existants, dissolution, remblais évolutifs, ALIOS INGENIERIE doit impérativement être avertie pour valider les conclusions géotechniques antérieures à l'événement ou les remettre en cause le cas échéant.

Les cotes des différentes formations géologiques sont données par rapport à un repère dont l'origine est définie dans le rapport géotechnique. Dans l'hypothèse où les cotes ne seraient pas rattachées au Nivellement Général de la France, il appartient aux concepteurs de les recaler dans ce référentiel avant tout remodelage du terrain étudié. Cette condition est essentielle pour la validité du rapport.

De surcroît, les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis ; une étude hydrogéologique spécifique devra être envisagée le cas échéant au stade de la conception de l'ouvrage.

Toute modification apportée au projet et à son environnement nécessite une actualisation, par une nouvelle mission, du rapport géotechnique établi à l'origine et dont la durée de validité est en tout état de cause limitée.

ARTICLE III – AUTORISATIONS ET FORMALITES

Toutes les formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les terrains et chantiers pour effectuer les travaux de reconnaissance de sol sont à la charge du cocontractant d'ALIOS INGENIERIE.

La responsabilité d'ALIOS INGENIERIE ne saurait être engagée en cas de dommages causés à la végétation et aux cultures ou à des ouvrages (en particulier, canalisations ou réseaux enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui ont pas été signalés préalablement à ses travaux.

ARTICLE IV – DELAIS

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager ALIOS INGENIERIE.

En toute hypothèse, la responsabilité d'ALIOS INGENIERIE est dégagée de plein droit en cas de force majeure, d'événements imprévisibles, notamment la rencontre de sols inattendus et la survenance de circonstances naturelles particulières, ainsi que toute cause non imputable au bureau d'études géotechniques du fait du maître de l'ouvrage, de constructeurs ou de tiers, modifiant les conditions d'exécution des travaux géotechniques objet de la commande ou les rendant impossibles.

ARTICLE V – PRIX

Nos prix sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils seraient réactualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04", paraissant au Moniteur des Travaux Publics, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de la visite du site.

Si ces éléments s'avéraient différents en cours de travaux, notamment du fait de la présence de conditions imprévisibles au regard du contexte géologique défini à titre préliminaire dans l'offre en fonction des informations connues, le devis sera modifié.

En cas de désaccord sur les modifications à apporter aux prix unitaires ou nature des prestations, ALIOS INGENIERIE se réserve le droit de dénoncer le contrat sans que le client puisse demander un quelconque dédommagement ou indemnité, les prestations déjà réalisées devant être payées.

Dans l'hypothèse où ALIOS INGENIERIE serait dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation sera facturé aux prix suivants :

- . Travaux de sondage : 2000 euros HT / journée d'équipe
- . Travaux d'ingénierie : 950 euros HT / jour /Homme

ARTICLE VI – RAPPORT DE LA MISSION

Le rapport géotechnique constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes, établis en deux exemplaires originaux, l'un pour le cocontractant, l'autre conservé par ALIOS INGENIERIE, forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage ou constructeur, notamment pour un projet différent de celui objet de l'étude géotechnique réalisée, ne saurait engager la responsabilité d'ALIOS INGENIERIE. A défaut de clause spécifique, la remise du rapport fixe le terme de la mission.

ARTICLE VII – RESILIATION

La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par ALIOS INGENIERIE au jour de la résiliation.

ARTICLE VIII – RESPONSABILITES ET ASSURANCES

Indépendamment des obligations contractuelles découlant de la convention signée entre les parties, ALIOS INGENIERIE est soumis aux responsabilités découlant du droit commun et de la garantie légale édictée par les articles 1792 et suivants et 2270 du Code civil.

ALIOS INGENIERIE a souscrit les contrats d'assurance la garantissant contre les conséquences pécuniaires de ces différentes responsabilités. Ainsi, **ALIOS INGENIERIE bénéficie d'un contrat d'assurance professionnelle BTP ingénierie, économie de la construction pour toutes les missions géotechniques définies par la norme NFP 94-500, les ouvrages d'un montant supérieur à 30 Millions d'euros H.T. doivent faire l'objet d'une déclaration auprès d'ALIOS INGENIERIE qui en référera à son assureur; à défaut, il serait fait application d'une règle proportionnelle. Le défaut de déclaration engagerait la responsabilité du seul cocontractant. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante seront supportées par le maître d'ouvrage.**

ARTICLE IX - LITIGES

Pour tous les litiges pouvant survenir entre les parties, seuls les tribunaux de Bordeaux, département du siège social d'ALIOS INGENIERIE seront compétents nonobstant toute clause contraire.



CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Version 2006)

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préliminaire de site (G11), d'étude géotechnique d'avant projet (G12), d'étude géotechnique de projet (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de projet G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2006

4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Tableau 1 – Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ce ou ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés

* NOTE : A définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante

Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.</p>
<p>ETAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1) Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE DE SITE (G1.1) Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisnants. - Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques. <p>ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G1.2) Elle est réalisée au stade d'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir 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, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants). <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p>
<p>ETAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2) Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.</p> <p>Phase Projet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisnants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet. - Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels. <p>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). - Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.
<p>ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3) Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.</p> <p>Phase Etude</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude. - Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). - Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques. <p>SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4) Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisnants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.
<p>DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. <p>Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.</p>

ANNEXES

Localisation des anomalies géologiques

Projet éolien de Colchique (25)

□ Zone d'implantation potentielle (Z.I.P)

● Eolienne en projet

Anomalies géologiques

● Doline (d'après carte géologique)

● Doline (d'après carte topographique)

● Doline (d'après relevé sur site)

★ Gouffre du Creux de Cheval

— Faille connue (carte géologique)

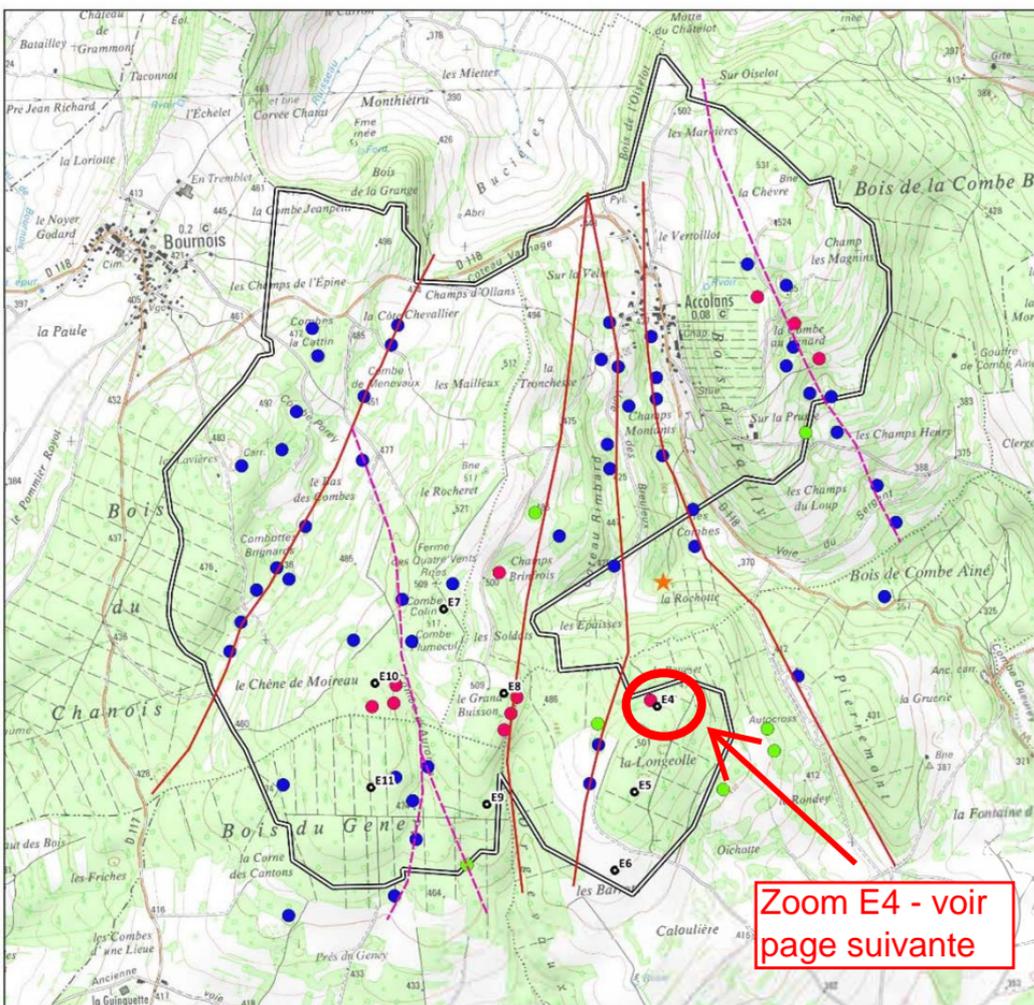
- - - Faille supposée



0 500 1000 m



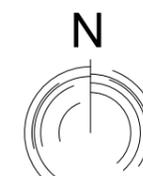
Alise
Environnement



Zoom E4 - voir page suivante

PROJET EOLIEN
"EOLIENNES DES COLCHIQUES"
COMMUNE DE BOURNOIS,
MANCENANS, SOYE, D'ACCOLANS

- Parcelle du projet
- Emprise permanente
- Renforcement de voirie
- Voirie permanente
- Poste de livraison
- Zone de Survol



EOLIENNE E4
PM-E4 A
PLAN MASSE

Date: 23 / 01 / 2023

