



Mines De Potasse d'Alsace

Mission G5

Analyse des impacts géotechniques de l'arrêt des travaux





PP 1493 R1.B	Mines De Potasse d'Alsace Mission G5 : impacts géotechniques de l'arrêt des travaux	23/06/2022	1/18
--------------	--	------------	------

Versions du document :

B	23/06/2022	S. CURTIL	S. WYTTEBACH	S. CURTIL	18 + 1 annexe	Observations MOA
A	20/06/2022	S. CURTIL	S. WYTTEBACH	S. CURTIL	16 + 1 annexe	Observations MOA
0	17/06/2022	S. CURTIL	S. WYTTEBACH	S. CURTIL	16 + 1 annexe	Première diffusion
Indice	Date	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par	Nombre de pages	Observations
<i>Document : GEOS_1493_RP 01_Ind B_MDP A Avis arrêt travaux_23.06.2022</i>						
Réf. projet :		Réf. document :				Date :
PP 1493		PP 1493 R1.B				23/06/2022



SOMMAIREMENT

1	CONTENU DE LA MISSION	3
1.1	CADRE DE L'INTERVENTION ET OBJECTIFS	3
2	VISITE DE SITE ET CONSTATS	4
2.1	PÉRIMÈTRE DE LA VISITE	4
2.2	GÉOMÉTRIE DES BARRAGES	4
2.3	ZONE DU BARRAGE 1	5
2.3.1	Localisation / description	5
2.3.2	Description des travaux	5
2.3.3	Constats lors de la visite technique	6
2.4	ZONE DU BARRAGE 2	7
2.4.1	Localisation / description	7
2.4.2	Description des travaux	8
2.4.3	Constats lors de la visite technique	8
2.5	ZONE DU BARRAGE 3	9
2.5.1	Localisation / description	9
2.5.2	Constats lors de la visite technique	10
3	ANALYSE DES IMPACTS ET CONSÉQUENCE D'UN ARRÊT DES TRAVAUX	12
3.1	RAPPEL DU CONCEPT ET DU FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES	12
3.2	IMPACT D'UN ARRÊT TEMPORAIRE SUR LA RÉALISATION DES OUVRAGES	12
3.3	IMPACT D'UN ARRÊT TEMPORAIRE SUR L'EFFICIENCE FINALE DES BARRAGES	13
4	AVIS D'EXPERT ET RECOMMANDATIONS	13
4.1	AVIS GÉNÉRAL	13
4.2	ZONE DU BARRAGE 1	14
4.3	ZONE DU BARRAGE 2	15
4.4	ZONE DU BARRAGE 3	16
4.5	ARRÊT DES TRAVAUX	17
5	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	18
6	RECOMMANDATIONS QUANT À L'EXPLOITATION DU RAPPORT GEOS	18

ANNEXE A CONDITIONS GÉNÉRALES ET EXTRAITS DE LA NORME NF P 94-500 (9 PAGES)

1 CONTENU DE LA MISSION

1.1 CADRE DE L'INTERVENTION ET OBJECTIFS

A la demande du site de stockage Stocamine sur la commune de Wittelsheim, GEOS Ingénieurs Conseils réalise une étude géotechnique ponctuelle (Mission G5 au sens de la norme NFP94-500 de novembre 2013) dans le cadre des travaux de sécurisation du site de stockage de l'anciennes mine MPDA sur la commune de Wittelsheim, France.

Les objectifs de la présente mission sont :

- La visite technique du site et des zones des barrages étanches en cours de travaux,
- L'analyse des conditions actuelles d'avancement des travaux,
- L'analyse de impacts et conséquences d'un arrêt temporaire des travaux qui n'a pas été prévu lors de la phase de conception,
- L'analyse des impacts d'un arrêt temporaire sur la qualité finale attendue des travaux de création de barrages étanches,
- La proposition de recommandations quant aux travaux à réaliser pour préserver la qualité finale de la mise en sécurité du site par création de barrages étanches.

Objet de l'indice : première diffusion

2 VISITE DE SITE ET CONSTATS

2.1 PERIMETRE DE LA VISITE

La visite technique de site s'est déroulée le jeudi 9 juin en matinée. Elle a permis les visites des zones suivantes :

- Zone du barrage 1 : travaux du scellement déjà engagés et à l'arrêt,
- Zone du barrage 2 : travaux du scellement déjà engagés et à l'arrêt,
- Zone du barrage 3 : aucune intervention engagée sur cette zone.

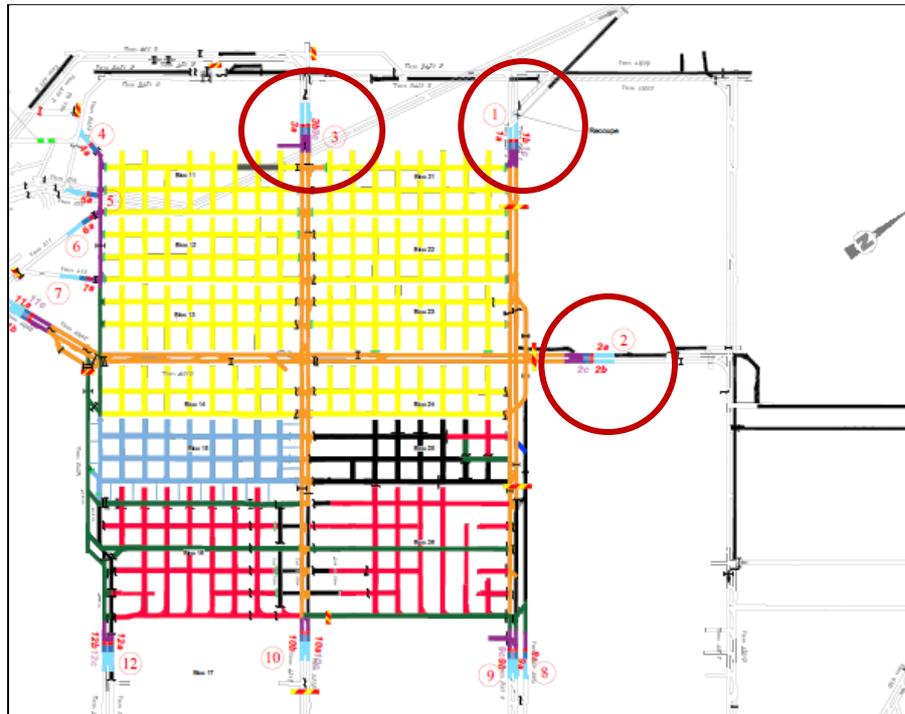
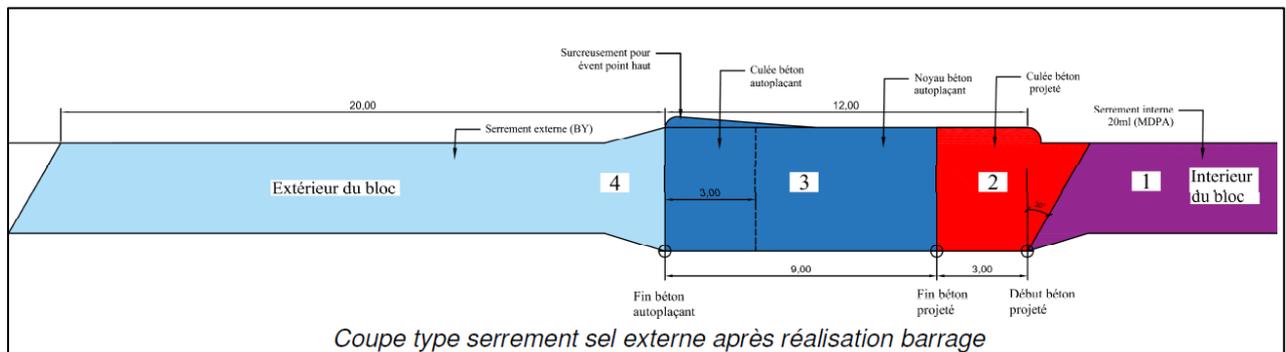


Figure 1 : Plan général de la zone de stockage

2.2 GEOMETRIE DES BARRAGES

La figure suivante extraite de la procédure d'exécution Bouygues n° BYTPRF-GENE-0000-PRO-0055-B en date du 02/02/2022 présente les différentes parties constituant un barrage.



Coupe type serrement sel externe après réalisation barrage

Figure 2 : Coupe type d'un barrage

2.3 ZONE DU BARRAGE 1

2.3.1 LOCALISATION / DESCRIPTION

Le barrage 1 est localisé sur le plan suivant. Il s'agit d'un barrage double.

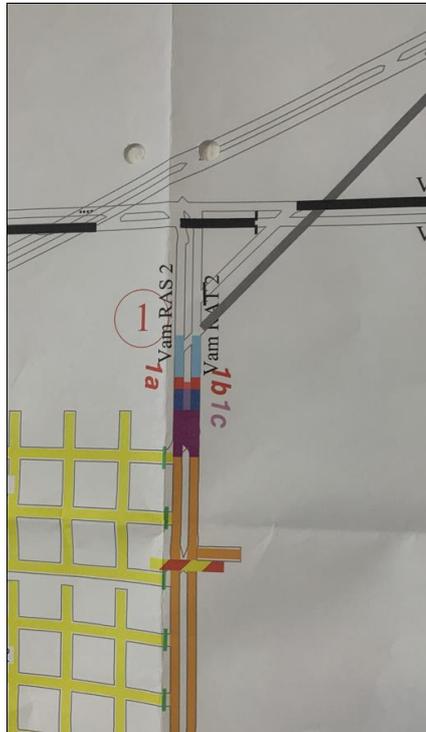


Figure 3 : Implantation du barrage 1

2.3.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les travaux de réalisation d'une coupure étanche comprennent pour chacune des galeries :

- La création d'un serrement de sel externe,
- La création de la culée externe en béton projeté au contact du sel destiné à assurer la résistance mécanique à la poussée hydrostatique ainsi que la protection mécanique du noyau,
- La création d'un bouchon en béton coulé dans une zone réalésée. Après réalisation de ces travaux dans les deux galeries, le pilier central est ensuite repris et remplacé par une culée en béton projeté et un bouchon en béton coulé,
- La création d'un bouchon de sel externe.

Les travaux réalisés sur le barrage 1 correspondant à la galerie 1b (galerie Nord) sont les suivants :

- Mise en place du bouchon en sel externe,
- Réalésage sur la section de la culée en béton projeté,
- Réalésage sur le linéaire de la section du noyau en béton coulé,
- Mise en place partielle de la culée externe en béton projeté (il manque environ 50 cm de béton projeté soit 2 passes).

Les travaux ont été arrêtés au milieu de la phase de construction dans la galerie 1b.

2.3.3 CONSTATS LORS DE LA VISITE TECHNIQUE

2.3.3.1 Avancement des travaux

Lors de la visite sur site les constats suivants sont faits :

- Les travaux sont arrêtés au milieu de la galerie 1b,
- Le serrement de sel externe est réalisé,
- Le réalésage est réalisé sur l'ensemble de la zone dans la galerie 1b,
- La culée en béton projeté est partiellement réalisée. Il manque 2 passes soit 50 cm de béton projeté.

Les travaux restants pour achever les travaux dans la galerie 1b sont les suivants :

- Achèvement de la culée externe en béton projeté,
- Noyau en béton coulé,
- Serrement interne en sel.

2.3.3.2 Etat des ouvrages

La zone du serrement de sel externe n'est plus accessible et non examinée.

La zone de la culée en béton projeté est visible ponctuellement derrière une bâche de protection mise en place à l'arrêt des travaux.

La zone du noyau en béton coulé a été réalisée et présente une surface saine sans aucun désordre apparent. Les zones avec angles saillants à proximité de la zone de béton projeté qui sont des zones d'accumulation de contraintes ne montrent aucun écaillage et aucune évolution de la structure visible à l'œil nu et faible éclairage.



Figure 4 : Angle saillant résultant du réalésage plus important dans la zone de béton coulé (partie droite)

Sur les parements, les 3 niveaux marneux principaux sont bien visibles (voir photo suivante). Ils ne montrent pas de fissuration stratiforme ou de début d'altération de surface comme cela est visible au niveau d'autres piédroits de galeries de la mine.



Figure 5 : Zone de réalésage pour mise en place du béton coulé

La galerie 1a ne présente pas de signe de dégradation avancée. Son état est similaire à celui de la majorité des galeries normalement entretenue dans la mine.

Sur la partie latérale du pilier central située dans la galerie 1b, les boulons en acier à ancrage ponctuel ont été supprimés et remplacés par des boulons en fibre de verre. Les travaux n'ont pas été engagés sur le pilier central pour sa partie située sur la galerie 1a.



Figure 6 : Face galerie 1b du pilier central entre les galeries 1b et 1a

2.4 ZONE DU BARRAGE 2

2.4.1 LOCALISATION / DESCRIPTION

Le barrage 2 est localisé sur le plan suivant. Il s'agit d'un barrage double.

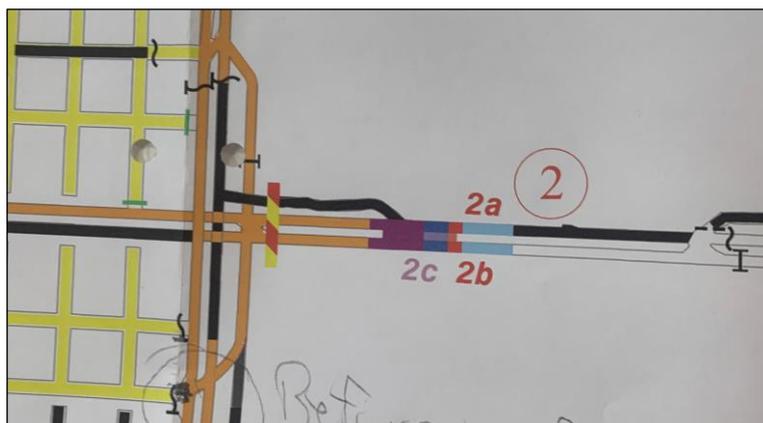


Figure 7 : Implantation du barrage 2

2.4.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les travaux de réalisation d'une coupure étanche comprennent pour chacune des galeries :

- La création d'un serrement de sel externe,
- La création d'une culée en béton projeté au contact du sel destiné à assurer la résistance mécanique à la poussée hydrostatique et à la protection du noyau étanche
- La création d'un noyau en béton coulé et d'une culée interne dans une zone réalisée. Après réalisation de ces travaux dans les deux galeries, le pilier central est ensuite repris et remplacé par une culée interne en béton projeté ainsi qu'un noyau en béton coulé et d'une culée externe en béton coulé,
- La création d'un serrement de sel côté interne.

Les travaux réalisés sur le barrage 2 correspondant à la galerie 2b (galerie Sud-Est) sont les suivants :

- Mise en place d'une épaisseur de 30 à 40 cm de matériaux dans la zone du premier serrement en sel (serrement externe),
- Réalésage sur la section de la culée externe en béton projeté,
- Réalésage sur le linéaire de la section en béton coulé.

Les travaux ont été arrêtés au milieu de la zone dans la galerie 2b, aucune passe de béton projeté n'a été réalisée.

2.4.3 CONSTATS LORS DE LA VISITE TECHNIQUE

2.4.3.1 Avancement des travaux

Lors de la visite sur site les constats suivants sont faits :

- Les travaux sont arrêtés au milieu de la galerie 2b,
- Le serrement de sel externe est initié,
- Le réalésage est réalisé sur l'ensemble de la zone de la galerie 2b.

Les travaux à terminer pour achever les travaux dans la galerie 2b sont les suivants :

- Fin du serrement en de sel externe,
- Culée externe en béton projeté,
- Noyau en béton coulé.

2.4.3.2 Etat des ouvrages

La zone du bouchon de sel aval est visible pour les parements latéraux des galeries qui montrent un état de parement ancien avec des évolutions des parements similaires à ce qui est observé sur le reste du site dans les galeries en bon état.

La zone du béton projeté et la zone de béton coulé ont été réalisées et présentent une surface saine sans aucun désordre apparent. Sur les parements les niveaux marneux principaux qui sont bien visibles. Ils ne montrent pas de fissuration ou de début d'altération de surface.

La galerie 2a ne présente pas de signe de dégradation avancée. Son état est similaire à celui de la majorité des galeries normalement entretenue dans la mine.

Sur la partie latérale du pilier central située dans la galerie 2b, les boulons en acier à ancrage ponctuel ont été supprimés et remplacés par des boulons en fibre de verre scellé toute longueur (avec ponctuellement un réalésage de surface d'écaillés instables). Les travaux n'ont pas été engagés sur le pilier central pour sa partie située sur la galerie 2a.

2.5 ZONE DU BARRAGE 3

Aucune intervention n'a été engagée sur le barrage 3. Toutefois, cette zone de la mine est singulière quant à son état de dégradation et de stabilité du fait d'une vitesse d'évolution des galeries par fluage de la masse bien supérieure à ce qui est constaté sur la majorité du site.

Nous avons donc conduit une visite d'inspection de cette zone de manière à juger des impacts et conséquences qui résulteraient d'un décalage temporel de la réalisation des travaux prévus dans cette zone.

2.5.1 LOCALISATION / DESCRIPTION

Le barrage 3 est localisé sur le plan suivant. Il s'agit d'un barrage double.

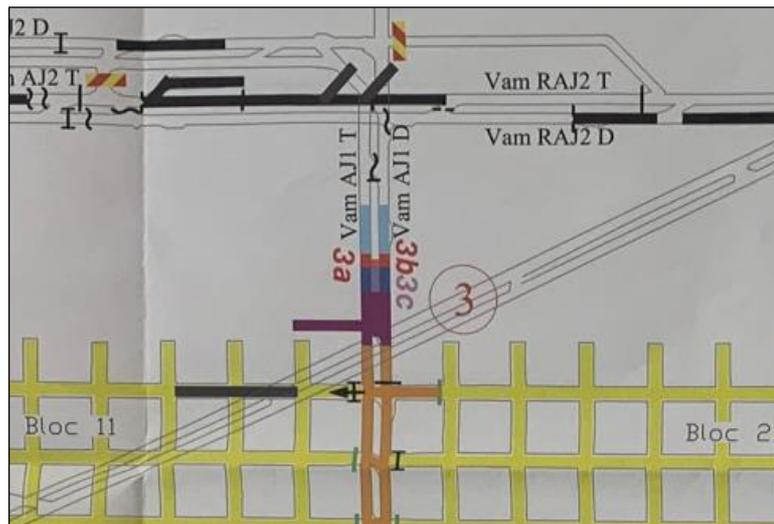


Figure 8 : Implantation du barrage 3

2.5.2 CONSTATS LORS DE LA VISITE TECHNIQUE

2.5.2.1 Présentation de la singularité de la zone du barrage 3

La zone du barrage 3 se situe sur une portion de galerie en pente forte comparativement par rapport au reste du site qui suit le pendage naturel du gisement. Elle se situe donc au voisinage d'une zone de flexure géologique du gisement.

Cette zone est également singulière car elle se situe à l'aplomb (en dessous) d'une limite d'exploitation du gisement de potasse en partie supérieure et plus particulièrement au droit d'un important pilier qui concentre les contraintes dans cette zone.

Ces deux singularités sont très probablement à l'origine du constat de taux de fluage 4 à 5 fois supérieur à ceux mesurés en moyenne par ailleurs dans la mine. Il en résulte un vieillissement beaucoup plus rapide des ouvrages marqué par :

- Une convergence et une fermeture prononcée des galeries,
- Un report des contraintes et des dégradations accentuées au niveau du pilier central entre les deux galeries.

2.5.2.2 Etat des ouvrages

Les galeries de la zone du barrage 3 présentent un état de dégradation par fluage des matériaux et par rupture fragile des piliers très prononcés. Il est constaté principalement :

- Des taux de convergence verticale très importants qui sont à la limite de bloquer la circulation des engins en hauteur : fluage du toit et remontée du mur (principalement par phénomène de poinçonnement du pilier central),
- Des déformations marquées des têtes d'appui des clous cohérentes avec les taux de convergence observés,
- Des ruptures de tête de clous par excès de contraintes au niveau des têtes et plaques d'appuis,
- Des taux de convergence horizontale très importants résultant à la fois d'une composante de fluage et de rupture fragile du pilier central avec écaillage.

L'observation de la zone et des phases de renforcement par boulonnage (date sur les plaques d'appuis) montre qu'il s'agit d'une zone qui a historiquement connu une dégradation rapide imposant de la

maintenance régulière. Les principales dates de maintenance par boulonnage identifiées sont 2005, 2011, 2014 et quelques boulons remplacés en 2019. Cette observation du comportement historique montre que cette zone doit faire l'objet d'une maintenance renforcée tous les 5 à 6 ans.

Il n'y a pas eu de maintenance importante depuis plus de 7 ans. Cela explique l'état actuellement fortement dégradé de la zone. Cela se traduit par l'apparition de fissures annulaires en piédroits et voûtes des galeries. Il s'agit d'indices de dégradations avancées qui ne sont généralement pas constatées dans les galeries de la mine. Ces fissures sont organisées selon un espacement de 1,2 m à 2 m et présentent des ouvertures millimétriques à localement pluri-centimétriques.



Figure 9 : Fissures annulaires en piédroit et en voûte



Figure 10 : Espacement des fissures en voûtes matérialisé par peinture rose

3 ANALYSE DES IMPACTS ET CONSEQUENCE D'UN ARRET DES TRAVAUX

3.1 RAPPEL DU CONCEPT ET DU FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES

La conception des barrages étanches est faite en considérant le comportement du sel à court, moyen et long terme en considérant à la fois sa capacité de fluage et de recristallisation. Ainsi les barrages comportent plusieurs éléments à destinations techniques spécifiques qui ont chacun une fonction et contribuent à la création d'un ouvrage étanche à long terme.

Sans reprendre ici les éléments de conception, on rappelle les fonctions des principaux éléments de manière à examiner ensuite les conséquences techniques d'un arrêt temporaire des travaux :

- *Serrement de sel externe et interne* : après poursuite du fluage du massif à moyen terme (300 ans) le sel marneux mis en place par déversement et compactage formera, après recristallisation sous forte contrainte, une barrière étanche comparable au sel du massif.
- *Culée externe en béton projeté* : elle a pour fonction la résistance aux efforts de poussée de la pression hydrostatique qui s'exercera à l'extérieur du barrage étanche,
- *Noyau en béton coulé* : il a pour fonction l'étanchéité de l'ouvrage dans la phase initiale avant que les serrements de sel externe et interne assurent l'étanchéité à long terme.

3.2 IMPACT D'UN ARRET TEMPORAIRE SUR LA REALISATION DES OUVRAGES

Nous présentons de façon globale les impacts et conséquences sur le déroulement des travaux d'un arrêt temporaire des travaux qui n'a pas été prévu lors de la phase de conception.

Pour identifier les conséquences, il faut s'intéresser au comportement du sel. Les galeries profondes dans le sel présentent des taux de convergence importants qui résultent de la capacité du sel à fluer pour s'accommoder de champs de contraintes présentant des déviateurs importants. Sur le site des MDPA, les taux de convergence mesurés varient :

- Verticalement de 2 à 133 mm/an (moyenne 24 mm). Les valeurs hautes pouvant correspondre à du gonflement de mur du fait de poinçonnement de piliers centraux,
- Horizontalement de 2 à 38 mm/an (moyenne 12 mm/an).

Un tel comportement conduit à des évolutions rapides du champ de contraintes et des déformations dès lors que la géométrie ou l'état de contrainte est modifié. Ainsi dès lors qu'un réalésage est réalisé sur une galerie, il s'en suit immédiatement :

- Un déconfinement des terrains,
- Une évolution de l'EDZ (zone d'endommagement),
- Des possibles décollements des niveaux marneux qui constituent des points de faiblesse mécanique du massif,
- Un fluage et des convergences rapides des terrains.

De la même manière, la mise en place de béton projeté ou de béton coulé dans une galerie va immédiatement créer un point dur dans le massif. Cette zone de point dur va accumuler les contraintes lorsque les matériaux (le sel) à sa périphérie vont fluer avec apparition, dans le massif de sel, de contraintes de cisaillement importantes et points plastiques. Ces évolutions géométriques et du champ de contraintes sont susceptibles d'affecter la continuité du massif, principalement au niveau des bancs marneux avec dégradation des caractéristiques d'imperméabilité.

C'est, entre autres, pour ces différentes raisons que la conception prévoit que les travaux soient réalisés rapidement et sans arrêt.

Ainsi l'arrêt temporaire de travaux expose aux risques suivants :

- Risque d'augmentation des dimensions de l'EDZ avec pour conséquence la remise en cause de la géométrie du réalésage,
- Risque d'apparition de fissuration et décollement au niveau des bancs marneux avec remise en cause de la perméabilité à moyen terme des barrages,
- Risque de création de zone d'accumulation de contraintes de cisaillement dans le massif avec microfissuration et plastification,
- Risque de report excessif de contraintes sur le pilier central pour une durée non connue avec dégradation à la fois de sa structure mais également un risque de poinçonnement à sa base,
- Risque de report de contraintes sur les points durs non confinés (face latérale du béton projeté ou du béton coulé uniquement maintenue par un coffrage) avec apparition de microfissurations augmentant localement la perméabilité et réduisant l'efficacité du barrage à moyen terme.

Ces différents risques conduisent tous à une dégradation des conditions d'imperméabilité du massif. Ils sont examinés pour les barrages 1 et 2 au § 4.

S'ils sont avérés, ces risques peuvent conduire, selon leur gravité, soit à l'obligation d'augmenter l'épaisseur de la zone de réalésage, soit à devoir reprendre la conception des barrages pour lesquels les travaux auront été initiés et non terminés dans les conditions de la conception initiale.

3.3 IMPACT D'UN ARRÊT TEMPORAIRE SUR L'EFFICACITÉ FINALE DES BARRAGES

Nous présentons de façon globale les impacts et conséquences sur la qualité finale et la fonctionnalité des barrages d'un arrêt temporaire des travaux qui n'a pas été prévu lors de la phase de conception.

Le non-réalisation d'une barrage étanche de façon continue a des impacts liés au réalésage et à la création de points durs dans le massif. Ces conditions particulières de réalisation :

- N'ont pas d'impact sur l'efficacité des barrages à long terme (au-delà de 300 ans) dès lors que ce sont alors les barrages en sel qui assurent l'étanchéité et que toutes les fissures, fractures et décollements de bancs dans le massif salin auront cicatrisé,
- Ont un impact déterminant à moyen terme (avant 300 ans) sur l'efficacité des barrages étanches dès lors qu'il est très probable que ces conditions singulières d'exécution vont dégrader les conditions d'imperméabilité à la fois du massif de sel et possiblement des ouvrages en béton déjà exécutés.

4 AVIS D'EXPERT ET RECOMMANDATIONS

4.1 AVIS GENERAL

La conception des barrages étanches est faite en considérant le comportement du sel à court, moyen et long terme en considérant à la fois sa capacité de fluage et de recristallisation. Ainsi les barrages comportent plusieurs éléments à destinations techniques spécifiques qui ont chacun une fonction et contribuent à la création d'un ouvrage étanche à long terme.

Il est rappelé que les études de conception précisent que compte tenu des vitesses très élevées de convergence constatées sur les galeries que ce soit verticalement ou horizontalement, les travaux doivent être réalisés rapidement et sans période d'arrêt de manière que les perturbations du tenseur des contraintes dans le massif lors de la phase de réalésage retournent vers un état d'équilibre dans les conditions d'un ouvrage achevé comportant tous ses éléments, mais surtout ceux de forte raideur (haut module de déformation) le bouchon en béton projeté et le béton coulé.

Ainsi, dans les zones de barrage dans lesquelles les travaux de réalésage ont été réalisés, il est très fortement recommandé de poursuivre les travaux jusqu'à l'obtention d'une structure d'ouvrage permettant d'obtenir un ouvrage permettant d'avoir un comportement mécanique conforme à celui prévu lors de la phase de conception. Toutes autres solutions exposant au risque de réaliser des ouvrages d'étanchéité dont les performances à moyen terme (moins de 300 ans) ne seront pas conformes aux objectifs fixés.

4.2 ZONE DU BARRAGE 1

Les travaux sur ce barrage sont caractérisés par le réalésage d'une galerie et la mise en place du barrage externe de sel et du massif en béton projeté.

Le réalésage a modifié le champ des contraintes avec plusieurs effets négatifs pour le massif :

- Les possibles décollements des joints marneux (perte d'imperméabilité),
- L'apparition de zones de plastification privilégiée et fissuration des galeries réalésées du fait d'une géométrie moins favorable résultant de leurs dimensions plus importantes que les galeries initiales induisant entre autres une augmentation des contraintes dans le pilier central.

Le massif en béton projeté crée un point dur dans lequel vont s'accumuler rapidement des contraintes très importantes par fluage de la masse de sel.

Pour ce barrage, compte tenu de l'avancement des travaux et en particulier le réalésage de la section d'une des deux galeries et la mise en place du massif en béton projeté, afin de préserver la qualité de l'ouvrage final et garantir l'efficacité de la coupure étanche à moyen terme, nous recommandons :

- La poursuite immédiate de travaux sur la galerie en cours de travaux : fin du béton projeté et coulage du massif en béton ; ce dernier permettant de réduire les risques liés aux décollements des bancs marneux,
- Puis la réalisation en continu des mêmes étapes sur la seconde galerie. La poursuite des travaux sur la seconde galerie s'impose pour plusieurs raisons dont chacune d'elle justifie à elle seule la poursuite de travaux sans arrêt :
 - La fin des travaux sur la galerie 1b va créer un point dur de déformation (identique à celui actuellement par le massif de béton projeté) qui génère entre autres :
 - Lors du fluage du sel, des accumulations de contraintes dans le béton non tenu latéralement avec possiblement le développement de microfissurations préjudiciables à la garantie de sa performance d'étanchéité,
 - Et l'apparition de zone de plastification et de champs de contraintes de cisaillement dans le massif de sel en limite du béton coulé,
 - Le réalésage de la galerie 1b génère des reports de contraintes sur le pilier central avec donc des déformations accentuées au voisinage du massif en béton coulé : ce comportement différentiel en déformabilité verticale est de nature à solliciter défavorablement et ouvrir les joints marneux du massif (augmentation de la perméabilité à court et moyen terme) soumis à une distorsion transversale.

La poursuite de travaux sur la seconde galerie comprendra :

- Réalésage de la galerie 1a,
- Mise en place du serrement de sel interne,
- Mise en place de la culée interne en béton projeté,
- Coulage du noyau de béton coulé et de la culée externe,
- Enfin, sans arrêt de travaux, la reprise du pilier central en terrassement, puis la réalisation de la culée interne en béton projeté, puis du noyau et de la culée externe en bétons coulés,

De manière à :

- Atteindre une structure d'ouvrage cohérente avec la conception,
- Permettre une évolution du tenseur des contraintes vers un nouvel état d'équilibre pour lequel la zone de béton coulé est intégralement présente (2 galeries et pilier central) ce qui est fondamental pour assurer que l'ouvrage final sera conforme dans son fonctionnement à la conception et aux études d'exécution.
- Et ainsi ne pas exposer le projet et le site :
 - Aux risques de décollement et ouvertures des joints au niveau des bancs marneux (en voûte mais également en mur) qui compromettraient l'étanchéité à moyen terme par contournement hydraulique de la zone en béton coulé,
 - A un risque de création d'une zone d'accumulation de contrainte de cisaillement dans le massif et de plastification au voisinage des limite de la zone de béton projeté avec risque d'apparition de fractures de cisaillement,
 - A une accumulation de contraintes dans le pilier central avec des dégradations de sa structure du fait de l'existence d'une portée de galerie plus importante dans la zone réalisée, mais également un risque accru de poinçonnement du mur. Ce dernier point peut sembler moins significatif d'un premier abord. Pour autant le constat de dégradations sur les piliers entre galeries impose d'avoir une approche prudente quant au comportement de cette partie d'ouvrage dans la configuration actuelle, y compris sur les confortements par boulons en fibre de verre scellés toute longueur déjà réalisés,

Qui sont de nature à remettre en cause le fonctionnement de l'ouvrage pour son comportement d'étanchéité à moyen terme (moins de 300 ans), c'est-à-dire avant que les massifs de sel internes et externes aient pu atteindre le niveau de performance souhaité pour l'étanchéité.

L'absence de poursuite de travaux au plus vite tel que recommandé ici expose aux risques et aléas suivants :

- Évolution défavorable de la perméabilité du site au niveau des bancs marneux : remise en cause de la fonction d'étanchéité à moyen terme,
- Évolution défavorable du tenseur des contraintes au voisinage de la zone réalisée et plus particulièrement à proximité du bouchon en béton projeté : remise en cause de la fonction d'étanchéité à moyen terme,
- Grande complexité pour caractériser l'état du massif et du site après une période d'arrêt de plusieurs mois qui rendra caduques les études de conception réalisées jusqu'alors. Il sera donc impératif d'engager des études et mesures détaillées de caractérisation du massif de sel pouvant conduire à des modifications plus ou moins importantes de la conception prévue : remise en cause de la poursuite de travaux selon la conception initiale.

La réalisation du remblai interne en sel sur 20 m peut être différée dans le temps.

4.3 ZONE DU BARRAGE 2

Les travaux sur ce barrage sont moins avancés que sur le barrage 1 puisque le massif en béton projeté de la première galerie n'est pas réalisé. Pour autant le réalésage a modifié le champ des contraintes et favorise les décollements des joints marneux du massif et l'apparition de zones de plastification dans les angles des galeries.

Pour ce barrage, compte tenu de la réalisation du réalésage de la section d'une des deux galeries afin de préserver la qualité de l'ouvrage final et garantir l'efficacité de la coupure étanche à long terme, nous recommandons :

- La poursuite immédiate de travaux sur la galerie en cours de travaux : mise en place du serrement de sel externe, de la culée externe en béton projeté et coulage du noyau en béton coulé ; ce dernier permettant de réduire les risques liés aux décollements des bancs marneux,
- Puis, pour les mêmes raisons que le barrage 1, la réalisation en continu des mêmes étapes sur la seconde galerie :

- Enfin, sans arrêt de travaux, la reprise du pilier central en terrassement, puis la réalisation des bétons de la partie centrale.

L'absence de poursuite de travaux au plus vite tel que recommandé ici expose aux risques et aléas suivants :

- Évolution défavorable de la perméabilité du site au niveau des bancs marneux : remise en cause de la fonction d'étanchéité à moyen terme,
- Évolution défavorable du tenseur des contraintes au voisinage de la zone réalésée et plus particulièrement à proximité de la culée externe en béton projeté : remise en cause de la fonction d'étanchéité à moyen terme,
- Grande complexité pour caractériser l'état du massif et du site après une période d'arrêt de plusieurs mois qui rendra caduques les études de conception réalisées jusqu'alors. Il sera donc impératif d'engager des études et mesures détaillées de caractérisation du massif de sel pouvant conduire à des modifications plus ou moins importantes de la conception prévue : remise en cause de la poursuite de travaux selon la conception initiale.

La réalisation du remblai interne en sel sur 20 m peut être différée dans le temps.

4.4 ZONE DU BARRAGE 3

Les travaux sur la zone du barrage 3 n'ont pas été engagés. Il s'agit d'une zone singulière du site qui présente des désordres en voûte et piédroits très importants. Le pilier central est particulièrement endommagé, le mur présente des gonflements importants.

L'état de dégradation de la zone avec l'apparition de fissures ouvertes et de tractions excessives dans les boulons à ancrage ponctuel conduit à recommander d'engager les travaux dans cette zone. Les travaux comprendront à minima la conduite d'une campagne de boulonnage.

Deux options sont alors envisageables :

- Soit la réalisation d'une campagne de type « campagne d'entretien » au moyen de boulon en acier à scellement ponctuel. Cette option va :
 - Multiplier le nombre des ancrages, donc des forages radiaux défavorables pour l'imperméabilité du massif
 - Multiplier le nombre des boulons en acier qui devront ensuite être substitués par des boulons en fibre de verre à ancrage réparti,

Et impose une reprise du mur par réalésage pour assurer le gabarit de circulation des engins.

- Soit la mise en place d'un boulonnage systématique renforcé par boulons en fibre de verre scellés toute longueur.

La première option est inadaptée car elle va réduire l'efficacité de la coupure étanche à moyen terme du fait des nombreux nouveaux forages qu'elle impose.

Nous recommandons la mise en œuvre de la seconde option qui offre l'avantage d'apporter un confinement par boulon scellé toute longueur mieux à même de limiter les ouvertures de bancs (effet de confinement y compris pour de faible déformation sans qu'il soit nécessaire d'attendre la mise en charge de la plaque d'appuis).

Une fois ces travaux réalisés, au regard du comportement historique de la zone qui présente des taux de convergence très importants, il est recommandé de réaliser les travaux de barrage en continu sans arrêt.

L'arrêt des travaux s'il est envisageable pour une durée réduite (2 à 4 mois), peut conduire s'il est d'une durée plus importante à la poursuite des dégradations de la zone avec accentuation de l'ouverture des joints, développement des fissures et fractures annulaires. Si telle était le cas, la géométrie et le phasage du projet pourraient être remis en cause principalement du fait :

- De la poursuite de la dégradation de la zone avec agrandissement de l'EDZ, qui imposerait une épaisseur de réalésage supérieure,
- De la poursuite de la dégradation avancée du pilier central qui pourrait ne plus avoir la capacité d'accepter le report de charge temporaire durant la phase de travaux de traitement de la galerie 3a avant la galerie 3b.

Ainsi, après la phase initiale de remplacement des boulons en acier par des boulons en fibre de verre scellé toute longueur, nous recommandons que les travaux de bouchon étanche soient engagés et réalisés sur les deux galeries, puis pour le pilier central selon les étapes suivantes :

- Serrement de sel interne,
- Culée interne en béton projeté,
- Noyau en béton coulé et culée externe.

Comme pour les barrages 1 et 2, le massif de sel interne pourra être réalisé de façon différée.

4.5 ARRET DES TRAVAUX

Nous rappelons que l'arrêt temporaire des travaux constitue un non-respect des conditions de conception des barrages étanches qui est susceptible de remettre en cause l'efficacité globale des dispositifs d'étanchement à moyen terme.

Ainsi, dans l'hypothèse où il serait retenu de ne pas poursuivre les travaux, contre l'avis technique présenté ici, il conviendra alors d'anticiper les problématiques suivantes qui devront être résolues avant la reprise des travaux de manière à confirmer ou infirmer que la solution de conception est toujours valable et applicable sur le site. Ces problématiques sont d'un haut niveau de complexité. Il conviendra à titre d'exemple de pouvoir répondre de façon certaine, sans aléa, aux questions suivantes, sans que cette liste soit exhaustive :

- Quel incrément de convergence et de dégradation du massif de sel va se produire aux niveaux des zones de barrage entre l'arrêt des travaux et leur reprise ?
- Ces incréments de convergence et déformations sont-ils de nature à remettre en cause l'épaisseur de l'EDZ qui doit être réalésée ?
- Pour les zones où les réalésages sont déjà réalisés, l'évolution du massif en convergence et fluage, a-t-elle pu conduire à l'ouverture de joints marneux non sollicités jusqu'alors et susceptibles de remettre en cause les conditions hydrauliques de circulation des fluides dans le massif par augmentation locale de la perméabilité ?
- Pour les zones où les massifs en béton sont déjà initiés, le comportement différentiel des matériaux en déformation (béton rigide et sel soumis au fluage) est-il de nature à avoir induit des dégradations mécaniques du massif de sel à son voisinage avec apparition ou non de microfissurations ou de décollements de bancs marneux, augmentant fortement la perméabilité à moyen terme ?
- La poursuite de la dégradation de l'état du massif au niveau du barrage 3 pendant plusieurs mois, avec augmentation du nombre et des amplitudes des fissurations annulaires est-elle de nature à compromettre la fiabilité de la solution de bouchon étanche dans cette zone ?
- Etc.

Afin d'apporter des éléments techniques permettant de traiter ces nouvelles problématiques résultant de l'arrêt temporaire des travaux, il conviendra de prévoir en urgence, sans pour autant que cela soit suffisant pour répondre aux questions précédentes qui nécessiteront de nouvelles études et expertises détaillées :

- Un diagnostic détaillé de l'état géotechnique des ouvrages,
- La mise en place d'une instrumentation renforcée, automatique, sur les zones des barrages 1, 2 et 3 qui comprendra au moins :
 - Des extensomètres multipoints en forage : 1 extensomètre tous les 50 m²,

- Des profils de convergence en nombre suffisamment important pour avoir un suivi historique du comportement du massif : 1 profil de 6 points tous les 5 mètres de galerie sur toute la zone des travaux.

Le suivi de l'instrumentations devra se faire en continu pendant toute la durée des arrêts de travaux. La sensibilité et la précision des dispositifs de mesure seront adaptées au comportement attendu des ouvrages en amplitude. La fréquence des mesures sera adaptée aux vitesses de déformation attendues et ne sauraient être inférieure à une mesure tous les 15 jours en phase initiale d'instrumentation.

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La visite du site réalisée le jeudi 9 juin 2022 ainsi que l'analyse des conditions de conception et de réalisation des barrages, confrontées au comportement mécanique connu du massif de sel conduit à très vivement recommander :

- La poursuite dans les meilleurs délais et l'achèvement des travaux engagés sur les barrages 1 et 2 ; seuls les travaux du second serrement de sel (interne ou externe selon les cas) pouvant être différés,
- L'engagement dans un délai très réduit et la réalisation de l'intégralité des travaux de barrage sur la zone du barrage 3.

L'absence de poursuite des travaux à très court terme sur ces 3 zones expose à un risque élevé de remise en cause de l'efficacité de ces ouvrages vis-à-vis du confinement à moyen terme (avant 300 ans), c'est-à-dire durant la période pendant laquelle les serrements en sel internes et externes ne sont pas encore efficaces.

6 RECOMMANDATIONS QUANT A L'EXPLOITATION DU RAPPORT GEOS

1. Les reconnaissances de sols procèdent par sondages, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale, variations de position des interfaces) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
2. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite à la suite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GEOS.
3. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Introduction » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à GEOS afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
4. De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemples : dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venue d'eau...) peuvent rendre caduques certaines recommandations figurant dans ce rapport.
5. Compte tenu de la spécificité géotechnique des travaux proposés, nous recommandons au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre d'associer GEOS à l'équipe d'ingénierie pour la conception et le suivi des travaux.
6. Nous rappelons qu'il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire (maître d'œuvre) de faire appliquer l'enchaînement des missions géotechniques dans le cadre de l'étude, de la conception et de l'exécution des travaux en référence à la norme NFP 94-500 de novembre 2013 :
 - Mission G2 phase AVP
 - Mission G2 phase PROJET
 - Mission G2 phases DCE/ACT
 - Mission G3 : études d'exécution à la charge du constructeur
 - Mission G4 : supervision géotechnique d'exécution

A cet effet, nous restons à la disposition du demandeur pour poursuivre ces missions.

-o—O—o-

ANNEXE A CONDITIONS GENERALES ET EXTRAITS DE LA NORME NF P 94-500 (9 PAGES)

CONDITIONS GENERALES DE PRESTATIONS DE SERVICES GROUPE INGEROP / GEOS

ARTICLE G1 - DEFINITIONS

“Conditions Générales” ou “CG” désignent les présentes Conditions Générales dont les articles sont désignés par la lettre G suivie du numéro d'article.

“Conditions Particulières” ou “CP” désignent les Conditions Particulières des présentes CG et/ou du contrat de prestations de services.

“Client” désigne toute personne physique ou morale qui confie au Prestataire la réalisation des Prestations moyennant paiement d'une rémunération.

“Contrat” désigne le(s) documents ou le(s) écrits signé(s) par les Parties. Il comprend non seulement les présentes Conditions Générales, mais également, les éventuelles Conditions Particulières, leurs annexes, les fiches modificatives, les avenants, la commande et la proposition, le tout ne formant qu'un seul contrat.

“Contrat principal” désigne le contrat signé entre le Maître d'ouvrage et le Client, lorsque le Prestataire intervient en qualité de sous-traitant.

“Date de Commencement d'exécution des Prestations” est la date à laquelle le Client a remis au Prestataire l'ensemble des pièces et documents nécessaires à l'exécution des Prestations et/ou des Missions.

“Jour” désigne un jour calendaire à moins qu'il n'en soit disposé autrement dans le Contrat.

“LRAR” désigne une Lettre Recommandée avec Accusé de Réception ou à défaut, pour les Prestations réalisées avec un Client étranger, un courrier rapide avec accusé de réception (type DHL).

“Maître d'ouvrage” désigne la personne physique ou morale, désignée par ce terme dans le Contrat et pour le compte de qui les travaux ou ouvrages sont exécutés.

“Date d'achèvement” désigne la date de remise par le Prestataire du dernier livrable prévu contractuellement adressé par le Prestataire au Client.

“Partie(s)” : désigne(nt) le Prestataire et/ou le Client.

“Prestataire” désigne la société ou le groupement en charge des Prestations. Le Prestataire peut transférer librement le Contrat à toute société du même Groupe.

“Prestations” désigne une activité d'ingénierie, de maîtrise d'œuvre ou de conseil telle que visée à l'article G2, tant matérielle qu'intellectuelle, effectuée par le Prestataire au profit du Client. Selon que le contexte l'exige, les Prestations peuvent être constituées d'une ou plusieurs missions successives (“Missions”) dont le contenu est détaillé dans le Contrat.

“Projet” désigne la réalisation d'un ouvrage pour le compte du Client et/ou du Maître d'ouvrage. “Proposition” désigne l'offre faite par le Prestataire au Client présentée sous forme écrite.

ARTICLE G2 - DOMAINE D'APPLICATION

Les présentes CG s'appliquent à toutes les prestations de services d'Ingénierie et/ou de maîtrise d'œuvre et/ou de conseil ; le Prestataire ayant la qualité d'ingénieur, de consultant, de maître d'œuvre ou de sous-traitant.

ARTICLE G3 - DOCUMENTS CONTRACTUELS

1° Les CG s'appliquent de plein droit à toute Proposition, Contrat, CP, et/ou commande et plus généralement dès lors qu'une Prestation est confiée sous quelque forme que ce soit au Prestataire par le Client. Elles constituent un des éléments essentiels caractérisant l'engagement du Prestataire et ne sauraient être annulées par les dispositions d'autres documents émanant du Client sauf en cas de renonciation expresse aux présentes CG par le Prestataire, dans sa Proposition et/ou dans le Contrat. Par la signature du Contrat, le Client reconnaît qu'elles ont été portées à sa connaissance et les accepte. Les conditions générales émanant du Client ne sont pas applicables au Prestataire.

2° Lorsque le Prestataire intervient en qualité de sous-traitant et que les Parties ont opté pour la transparence du Contrat principal en tout ou partie, les pièces du Contrat principal applicables au Contrat, doivent être expressément mentionnées et annexées au Contrat. A défaut les dispositions du Contrat principal ne lui seront pas opposables.

ARTICLE G4 - DUREE DE VALIDITE DE LA PROPOSITION

Sauf disposition contraire figurant dans la Proposition émise par le Prestataire, celui-ci n'est tenu par les termes et conditions figurant dans la Proposition que durant soixante (60) jours à compter de son émission.

ARTICLE G5 - ENTREE EN VIGUEUR DU CONTRAT – CONDITIONS DE DELIVRANCE DES PRESTATIONS

Sauf disposition contraire du Contrat, l'entrée en vigueur de celui-ci intervient après sa signature sans réserve par le Client et, lorsque le Prestataire est sous-traitant, par l'acceptation et l'agrément de ses conditions de paiement par le Maître d'ouvrage. La délivrance des Prestations et/ou des Missions est conditionnée par la délivrance au Prestataire agissant en qualité de sous-traitant, de la caution bancaire, sauf délégation de paiement à son profit conformément aux dispositions de la loi du 31/12/75.

CONDITIONS GENERALES DE PRESTATIONS DE SERVICES GROUPE INGEROP / GEOS

ARTICLE G6 – EXECUTION DES PRESTATIONS

1° L'exécution par le Prestataire des Prestations et/ou des Missions est subordonnée à la réception par le Prestataire de l'ensemble des pièces et documents nécessaires à ladite exécution tels que ceux-ci sont visés dans le Contrat (et selon le contexte, à son approbation, expresse ou tacite de la Mission précédente, dans les conditions prévues au Contrat).

2° L'étendue des Prestations du Prestataire, tenu à une obligation de moyens, est strictement limitée aux Prestations détaillées dans le Contrat. Toute modification :

- (i) des Prestations définies dans le Contrat (contenu, étendue, complexité) et/ou
- (ii) remettant en cause les documents déjà diffusés, en cours ou validés, et/ou
- (iii) liée à l'évolution du programme et/ou de l'enveloppe financière prévisionnelle et/ou
- (iv) résultant des aléas non imputables au Prestataire et/ou
- (v) au stade de la consultation des entreprises, des variantes qui seraient acceptées par le Client et qui remettraient en cause la conception du Prestataire rendant ainsi nécessaire la reprise des études et/ou
- (vi) de planning ou des délais de réalisation des études et/ou des travaux et/ou
- (vii) liée à une évolution des normes applicables, de la législation ou de la réglementation

fera l'objet d'un devis du Prestataire précisant les incidences en résultant, notamment en termes de prix et de délai. L'accord du Client sur ce devis sera matérialisé préalablement à toute exécution, par la signature d'une fiche modificative et d'un avenant établi par le Prestataire. A défaut d'accord exprès du Client, les modifications seront réputées refusées. Toute prestation néanmoins réalisée par le Prestataire sur demande urgente du Client sera considérée comme prestation supplémentaire automatiquement acceptée par le Client, et chiffrée sur la base des prix du Contrat, révision et/ou actualisation comprise, ou à défaut par analogie avec ceux du Contrat.

ARTICLE G7 – DELAI DE REALISATION

1° Les Prestations trouvent leur origine et leur définition dans les instructions données par le Client. Les délais contractuels commencent à courir à compter de la Date de Commencement d'exécution des Prestations sauf dispositions contraires stipulées dans le Contrat.

2° Les Parties s'engagent à s'informer immédiatement de toute difficulté, retard ou incident susceptible d'affecter l'exécution des Prestations.

3° Tout événement non imputable au Prestataire tel que : (i) prestations supplémentaires ou modificatives (ii) toutes défaillances ou retards du Client et/ ou de ses cocontractants et/ou du Maître d'ouvrage et/ou d'un tiers, (iii) tout retard dans la délivrance des autorisations administratives, permis, agréments et licences de toute nature, (iv) la décision unilatérale du Client et/ou du Maître d'ouvrage de suspendre ou de résilier les Prestations, (v) la survenance d'un cas de Force Majeure ou tout autre événement exceptionnel qui ne peut être attribué au Prestataire, dégage ce dernier de son obligation de réalisation à la date convenue contractuellement avec le Client. Chacun de ces événements donnera lieu à renégociation du Planning et, à l'exception de la force majeure visée à l'article G22, à indemnisation du Prestataire par le Client, sur production des justificatifs correspondants.

ARTICLE G8 – RECEPTION DES PRESTATIONS

Il est expressément convenu entre les Parties que si le Client ne notifie pas par écrit sa décision de réception avec ou sans réserve et/ou de rejet des Prestations dans le délai d'un (1) mois à compter de la Date d'achèvement, les Prestations remises seront considérées comme reçues et acceptées sans réserve, avec effet à compter de l'expiration du délai susvisé. Lorsque la réception des Prestations est assortie de réserves, le Prestataire dispose, sauf stipulation contraire du Contrat, d'un délai de soixante (60) jours à compter de la date de réception pour les lever.

ARTICLE G9 - PRIX- REMUNERATION

Tous les prix indiqués, sont réputés HT et sont nets de tous escomptes, remises, ristournes et rabais. La rémunération est actualisable et/ou révisable selon la(les) formule(s) indiquée(s) dans le Contrat. La rémunération tient compte des sujétions normalement prévisibles par un homme de l'art placé dans les mêmes circonstances, ainsi que de la réglementation et des normes en vigueur au moment de la remise de la Proposition.

La rémunération est établie pour une exécution de Prestations hors heures supplémentaires ou de nuit. Toute exécution de Prestations obligeant le Prestataire à supporter de tels surcoûts, tant directs qu'indirects, donnera lieu à facturation supplémentaire sur la base des coûts de prestations de service en vigueur chez le Prestataire.

ARTICLE G10 - PAIEMENT

1° Sauf stipulation contraire du Contrat, les Prestations font l'objet d'une facturation mensuelle, au prorata temporis réel de l'exécution des Prestations. Les prix s'entendent paiement comptant, sous trente (30) jours à compter de l'émission de la facture.

2° L'exécution des prestations ne sera parfaite entre les Parties qu'après paiement du prix dans sa totalité.

CONDITIONS GENERALES DE PRESTATIONS DE SERVICES GROUPE INGEROP / GEOS



3° En cas de défaillance du Client notamment au regard du paiement et en application des articles 1219 et 1220 du Code Civil, le Prestataire pourra :

- (i) suspendre immédiatement l'exécution du Contrat/des Prestations et notifier sa décision au Client dans les meilleurs délais, sans préjudice du bénéfice des intérêts moratoires et de tous dommages et intérêts à son profit.

Les Parties procéderont, à la date d'effet de la suspension, à un constat contradictoire des Prestations réalisées ou si l'établissement d'un constat contradictoire n'est pas rendu possible, par un constat extra judiciaire aux frais du Client.

En cas de reprise éventuelle des Prestations, il sera procédé à un nouveau constat dans les conditions susvisées, à l'évaluation des frais éventuels occasionnés (immobilisation du personnel, etc) et à l'établissement d'un nouveau Planning d'exécution.

et/ou

- (ii) résilier unilatéralement le Contrat aux torts exclusifs du Client conformément à l'article G14 ci-après. Dans ce cas, le Client devra restituer à ses frais au Prestataire l'intégralité des documents, notes et/ou études, sur quelque support que ce soit, fourni par le Prestataire au titre des Prestations.

En sus de sa rémunération pour les Prestations exécutées, la rémunération des Prestations en cours est acquise au Prestataire. En outre, ce dernier percevra à titre d'indemnité en compensation du préjudice subi, une somme égale à 20 % du montant des prestations restant à exécuter.

4° Les pénalités pour retard de paiement par le Client sont exigibles le jour suivant la date d'échéance contractuelle. Les intérêts moratoires sont dus de plein droit au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne au moment de son opération de refinancement la plus récente majorée de dix points de pourcentage. En application de l'article L 441-6 du Code de Commerce, s'ajoutera automatiquement aux intérêts moratoires une indemnité forfaitaire minimum pour frais de recouvrement fixée à 40 €.

5° Un désaccord du Client sur une facture ne pourra empêcher le paiement de la partie des Prestations non contestée laquelle devra être intégralement payée.

6° Il est expressément stipulé qu'aucune retenue de garantie ne sera appliquée.

7° Conformément à l'article 1799-1 du Code civil, pour tout Contrat d'un montant supérieur à 12.000€, le Client garantit le paiement des sommes dues au Prestataire au moyen d'une caution personnelle et solidaire obtenue par lui auprès d'un établissement financier qualifié.

ARTICLE G11 - SOUS-TRAITANCE

Le Prestataire se réserve le droit de sous-traiter l'exécution de tout ou partie du Contrat. A défaut d'acceptation expresse du sous-traitant et d'agrément par le Maître d'ouvrage des conditions de paiement dans un délai de huit (8) jours à compter de la demande du Prestataire, sauf disposition légale ou conventionnelle contraire, le(s) sous-traitant(s) sera(ont) réputé(s) accepté(s) et ses (leurs) conditions de paiement agréées par le Maître d'ouvrage.

ARTICLE G12 - ASSURANCES

Le Prestataire possède (i) une police d'assurance couvrant les conséquences de sa responsabilité civile professionnelle et exploitation, (ii) ainsi qu'une police d'assurance responsabilité civile décennale pour les ouvrages entrant dans le champ d'application de l'assurance obligatoire en France, exclue pour les ouvrages situés à l'étranger, et couvrant sa responsabilité telle que définie par les articles 1792 à 1792-2 et 1792-4-1 du Code Civil.

ARTICLE G13 - GARANTIES ET RESPONSABILITES

1° Le Prestataire répond de la conformité des plans, études, notes de calculs et documents établis par ses soins sur la base des documents transmis par le Client et dans les limites de la Mission confiée.

2° Le Prestataire est soumis à la responsabilité décennale pour autant que les conditions prévues par les articles 1792 à 1792-2 du Code Civil se trouvent réunies, et qu'il n'agisse pas en qualité de sous-traitant, sauf disposition contraire du Contrat.

3° Le Client garantit l'exactitude de l'intégralité des informations transmises, nécessaires à la réalisation des Prestations demandées, ainsi que leur cohérence avec ces dernières.

4° Pour toutes les responsabilités, autres que décennale, le Prestataire ne peut être tenu, de quelque manière que ce soit, ni solidairement, ni in solidum, à raison des dommages imputables aux autres intervenants au projet.

Sauf stipulation contraire du Contrat, la responsabilité du Prestataire ne porte que sur la réparation des dommages corporels et matériels à l'exclusion des dommages immatériels (notamment perte de bénéfice, perte de chance, perte d'exploitation, perte de production, immobilisation des personnels, perte de jouissance, travaux supplémentaires) et des dommages indirects, causés à l'occasion de l'exécution du Contrat dans la limite du montant de sa rémunération HT et au maximum dans la limite de ses plafonds d'assurance tels que figurant sur les attestations d'assurances du Prestataire jointes au Contrat.

Au-delà de ces limites, le Client renonce expressément à tout recours à l'encontre du Prestataire. Les stipulations qui précèdent ne limitent pas la responsabilité du Prestataire (i) en cas de faute grave de celui-ci, ou (ii) dans le cas où une telle limitation de responsabilité est interdite par la loi (notamment les dommages matériels de nature décennale et les dommages corporels).

CONDITIONS GENERALES DE PRESTATIONS DE SERVICES GROUPE INGEROP / GEOS



Le Client reconnaît que la clause ci-dessus ne vide pas de sa substance une obligation essentielle du Prestataire et qu'elle établit un équilibre entre les droits et obligations de chaque Partie.

Le dommage direct découle directement du fait générateur, le dommage indirect résulte de l'aggravation du dommage initial ou de l'apparition d'un nouveau dommage rattaché à un dommage direct.

5° Le Client assume l'entière responsabilité de son personnel et des dommages pouvant résulter du fait de son personnel dans le cadre de l'exécution du Contrat.

ARTICLE G14 - DEFAILLANCE- RESILIATION – CADUCITE - CESSION

1° Sous réserve des dispositions de l'article G10 et du cas de force majeure visé à l'article G22, en cas d'inexécution par l'une des Parties de ses obligations contractuelles, et après mise en demeure par LRAR restée quinze (15) jours sans effet, le Contrat peut être résilié de plein droit et sans aucune autre formalité par la Partie non défaillante, sans préjudice de dommages et intérêts au profit de la Partie non défaillante. Les Prestations réalisées devront être intégralement payées au Prestataire. La mise en œuvre de l'article 1223 Code Civil est, d'un commun accord, écartée du présent Contrat.

2° Le Client peut résilier le Contrat à tout moment, moyennant un préavis minimum de un (1) mois, par LRAR dans les conditions suivantes : (i) les Prestations/Missions commencées du Contrat seront réglées en totalité, (ii) le Client versera au Prestataire une indemnité forfaitaire égale à 20 % du montant des prestations restant à exécuter, calculée pour couvrir la totalité de ses frais et manques à gagner.

3° Lorsque le Prestataire intervient en qualité de sous-traitant, le Contrat étant indivisible du Contrat Principal au sens de l'article 1186 du Code Civil, la disparition de ce dernier pour quelque raison que ce soit donnera lieu à la caducité du Contrat de sous-traitance. La caducité sera notifiée par LRAR par le Client et prendra effet à la date de sa réception par le Prestataire ; elle donnera lieu au paiement, au profit du Prestataire, de l'intégralité des Prestations réalisées à la date d'effet de la caducité ainsi qu'à une indemnité forfaitaire égale à 20 % du montant des prestations restant à exécuter.

4° Le Contrat, ainsi que les droits ou obligations qu'il prévoit, ne pourra faire l'objet d'une cession de la part du Client, qu'elle soit totale ou partielle, à titre onéreux ou gratuit, qu'avec l'accord écrit préalable du Prestataire

ARTICLE G15 - DROIT APPLICABLE

Sauf disposition contraire, le Contrat est soumis au droit français.

ARTICLE G16 - REGLEMENT DES CONFLITS

Sauf stipulation contraire du Contrat, tout litige relatif à l'interprétation ou à l'exécution des présentes CG, et plus généralement du Contrat, et qui ne pourrait être résolu à l'amiable dans les vingt (20) jours à compter de la soumission du litige par la Partie la plus diligente à l'autre Partie par saisine de leurs directions générales respectives par LRAR, sera tranché par le Tribunal de Grande Instance de Nanterre, nonobstant la pluralité de défendeurs ou d'appels en garantie même pour les procédures en référé ou par requête.

ARTICLE G17- CONFORMITE – ETHIQUE

Le groupe **Ingérop** s'est doté d'un code d'intégrité qui peut être consulté sur le site internet www.ingerop.com visant à prévenir tout conflit d'intérêt. En cas de situation ou d'événement contraire à l'éthique, le Client est invité à contacter le « compliance officer » qui prendra les mesures nécessaires.

A compter de la date des présentes et pendant toute la durée d'exécution du Contrat et, le cas échéant, de la Convention de Groupement, conclu pour le Projet, chacune des Parties s'engage vis-à-vis de l'autre :

- (i) à ne pas engager des actions commerciales qui pourraient être considérées comme constitutives d'un délit de favoritisme ou un délit de corruption active (art. L.433-1 du code pénal) ou passive (art. L.432-11 du code pénal) ;
- (ii) à ne pas solliciter, offrir ou donner directement ou indirectement un avantage indu aux personnes publiques ou privées participant au Projet ;
- (iii) à ne pas participer à des ententes (art. L.420-1 du code de commerce) et en particulier à ne pas :
 - discuter ou s'entendre sur les politiques de prix avec des sociétés participant à un groupement ou une société concurrente ou échanger avec elles des informations permettant de connaître la composition des prix ;
 - se répartir des zones géographiques ou remettre des offres de couverture ;
- (iv) à adhérer sans réserve aux principes contenus dans le présent article et à prendre toute disposition pour en prévenir le non-respect auprès de leurs personnels, sous-traitants, fournisseurs et prestataires travaillant directement ou indirectement au Projet.

Le non-respect de ces dispositions par l'une des Parties engage sa responsabilité vis-à-vis de l'autre Partie et pourra entraîner la résiliation de plein droit du Contrat et, le cas échéant, de la Convention de Groupement aux torts de la Partie qui ne les aura pas respectées, sans préjudice du droit pour l'autre Partie d'obtenir réparation de l'ensemble du préjudice subi.

CONDITIONS GENERALES DE PRESTATIONS DE SERVICES GROUPE INGEROP / GEOS



ARTICLE G18- PROPRIETE INTELLECTUELLE

Chaque Partie conservera la propriété pleine et entière des descriptifs, logiciels, plans, dessins et autres documents ainsi que des méthodes, du savoir-faire et des outils logiciels qui lui sont propres.

Tant que l'ensemble des sommes dues n'est pas payé (en principal, accessoires, les dommages et intérêts, les frais), les Prestations fournies, et donc les éléments les constituant (données ou résultat sous la forme de documents, données numériques, etc.), restent la propriété pleine et entière du Prestataire.

Les concepts, méthodes et moyens exposés dans les documents et études transmis au Client au cours de l'exécution des Prestations demeurent la propriété pleine et entière du Prestataire.

Après paiement intégral, seuls les droits de propriété attachés aux résultats des Prestations, y compris tous droits de propriété intellectuelle, seront transférés au Client, à l'exception du droit moral dont l'auteur des Prestations pourrait se prévaloir.

Le Client garantit que tous les documents reçus par le Prestataire, pour l'exécution du Contrat, sont libres de droits de diffusion pour le monde entier, quel que soit le support (matériaux, documents, données numériques, etc.), sauf mention écrite expresse du Client lors de leur première transmission. Dans tous les cas, le Client demeurera seul responsable de la divulgation desdits documents, notamment au regard d'éventuelles réclamations de la part de tiers, et indemnifiera le Prestataire de toute somme que ce dernier pourrait être amené à verser à ce titre.

Le Client ne peut réutiliser d'une quelconque manière (reproduction, modification, etc.) les documents remis par le Prestataire pour les besoins du Contrat, sauf accord exprès de ce dernier.

Le Prestataire se réserve le droit de citer les Prestations réalisées comme référence de son activité.

ARTICLE G19 - CONFIDENTIALITE

1° Les Informations Confidentielles recouvrent toutes informations ou données de toute nature et notamment techniques, commerciales ou financières transmises par une Partie à l'autre Partie ou portées à la connaissance de l'autre Partie par écrit ou par oral ; la transmission des Informations Confidentielles pouvant être assurée par tout moyen incluant sans limitation tous documents, échantillons, modèles ou tout autre support de divulgation de l'information pouvant être choisi par les Parties pendant la période de validité du Contrat.

2° Les Parties s'engagent à ne pas exploiter à titre personnel les Informations Confidentielles et à ne les utiliser qu'avec pour seul objet de permettre les discussions sur le sujet défini dans le préambule du présent accord. Elles ne pourront être utilisées pour d'autres objectifs.

3° L'engagement de confidentialité ne s'applique pas (i) aux informations qui sont entrées dans le domaine public préalablement à la date de divulgation ou de communication ou qui tomberont dans le domaine public après leur communication et/ou divulgation sans que la cause ne soit imputable à l'autre Partie ; (ii) dont il peut être démontré qu'elles sont déjà connues de l'autre Partie avant leur transmission, (iii) qui auraient été développées indépendamment de l'autre Partie ; (iv) qui auront été reçues d'un tiers de manière licite, sans violation du présent accord ; (v) que la loi, la réglementation applicable ou une décision de justice obligerait à divulguer.

ARTICLE G20-IMPREVISION

1° Par dérogation à l'article 1195 du code civil, à défaut d'accord dans un délai raisonnable, les Parties renoncent à demander unilatéralement l'intervention du juge.

2° En cas de survenance d'un événement présentant les caractéristiques de l'imprévision au sens de l'article 1195 al.1 du Code Civil, conduisant à une variation de prix en-deçà de 8 % du montant du Contrat, les conséquences directes et indirectes sont supportées par le Client.

3° Au-delà, les Parties conviennent de se réunir dans le délai de 15 jours à compter de la survenance de l'événement à la demande de l'une d'elles.

Les Parties s'engagent à renégocier de bonne foi les conditions financières du Contrat en vue de se replacer dans une situation d'équilibre.

Pendant cette période qui ne pourra dépasser trente (30) jours, le Contrat continuera à s'appliquer aux conditions initiales, sous réserve de l'application de l'article G20.2.

A défaut d'accord à l'issue de la négociation, à la date d'expiration des trente (30) jours précités, et dans l'hypothèse où ce changement serait irrémédiable, le Contrat sera résilié de plein droit. Les modalités financières seront arrêtées conjointement par les Parties ou, à défaut d'accord dans les quinze (15) jours suivant la date de résolution, par un expert indépendant, qui sera chargé d'émettre un avis sur le différend. À défaut d'accord entre les Parties sur le nom de l'expert indépendant, ce dernier sera désigné par le Président du TGI de Nanterre, à la requête de la partie la plus diligente.

Les Parties déterminent conjointement, dans une lettre adressée à l'expert dès sa désignation, le délai dans lequel il doit rendre son avis.

Chacune des Parties est tenue de communiquer à l'expert dans les meilleurs délais tout document ou toute information nécessaire au règlement du différend. Les Parties supportent à parts égales les frais entraînés par l'expertise.

L'expert indépendant devra émettre son avis dans un délai maximum de trente (30) jours à compter de sa désignation.

CONDITIONS GENERALES DE PRESTATIONS DE SERVICES GROUPE INGEROP / GEOS

ARTICLE G21- NON SOLLICITATION

Sauf accord exprès contraire convenu entre les Parties, le Client s'interdit d'engager, ou de faire travailler d'aucune manière, directement ou indirectement par l'intermédiaire d'un tiers ou par une société filiale, tout collaborateur du groupe **Ingérop** ayant participé à l'exécution du Contrat. Cette renonciation est valable pour la durée de la Prestation prolongée d'une période de douze

(12) mois. En cas de non-respect de cette clause de non sollicitation, le Client s'engage à verser au Prestataire, une indemnité compensatoire égale à un (1) an de salaire brut du collaborateur, charges sociales y afférentes incluses et à indemniser le Prestataire de tout autre préjudice subi à ce titre.

ARTICLE G22- FORCE MAJEURE

La Force Majeure au sens de l'article 1218 du Code Civil s'entend notamment des événements suivants : foudre, séisme, raz de marée, épidémies, grèves autres que celles propres à l'une des Parties, acte de guerre, déclaré ou non, blocus, actes de terrorisme, guerre civile, insurrections, émeutes, ordres ou restrictions ou prohibitions édictés par les autorités gouvernementales ou par toute autorité publique, étant entendu qu'aucune des situations ci-dessus n'a été créée par la négligence ou la faute de la Partie qui invoque la Force Majeure. Le fait des préposés, agents, mandataires et/ou sous-traitants de l'une des Parties ne peut en aucun cas être constitutif de Force Majeure.

La Partie victime de circonstances de Force Majeure notifiera à l'autre Partie, par LRAR, dans les meilleurs délais, la survenance d'un tel événement et sera exonérée de sa responsabilité pour tout retard dans l'accomplissement de ses obligations tant que ces circonstances n'auront pas pris fin.

La Force Majeure ne pourra en aucun cas justifier l'absence de règlement des Prestations exécutées.

Pour tout cas de Force Majeure d'une durée inférieure à soixante (60) jours, le Contrat est suspendu ; au-delà, le Contrat est résilié de plein droit.

Toute décision de reprise des Prestations après suspension sera notifiée avec un préavis minimum de quinze (15) jours.

Le Prestataire sera rémunéré à concurrence de la totalité des honoraires fixés pour les Prestations exécutées ou commencées à la date de survenance du cas de Force Majeure.

ARTICLE G23 - COMMUNICATION

Les Parties acceptent que les informations qui sont adressées au cours de l'exécution du contrat soient transmises par courrier électronique sauf dans les hypothèses qui imposent un autre mode de communication et celles expressément visées aux CG. Les adresses électroniques de chaque Partie seront précisées au Contrat.

-o—O—o-

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NFP 94-500)

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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 avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**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).