

ANNEXE IV

PROGRAMME GENERAL DES TRAVAUX

Le programme des travaux de recherche s'appuie sur les résultats obtenus lors des travaux de prospection engagés pendant la première période de validité du permis de recherche et sur les résultats historiques issus des travaux de recherche réalisés dans les années 1980 par la société Total Compagnie Minière France (TCMF) – notamment le mémoire technique de la demande de concession de minerais d'or, d'antimoine et substances connexes dite de Villeranges déposée en 1989.

I. Travaux de sondages de reconnaissance géologique

1. Généralités

La première phase de travaux envisagée dans le cadre du renouvellement du PER de Villeranges repose sur la réalisation d'une campagne de sondages de reconnaissance géologique. Ces travaux ont pour finalité la reconnaissance des différentes unités lithologiques présentes sur le secteur, des minéralisations associées et des structures géologiques qui les contrôlent.

A cette fin, COMINOR envisage de réaliser 40 à 60 sondages inclinés de 50 à 210 m de profondeur et un sondage « profond » de 350-450 m de profondeur. L'inclinaison des sondages peut varier de 45° à 90° par rapport à l'horizontale. Le métrage prévisionnel de la première phase de sondages totalise 6000 à 8500 mètres.

Les résultats de la phase préliminaire d'exploration (travaux de géochimie sol et de géophysique réalisés en 2014-2015) permettent d'identifier des cibles à sonder, mais la position exacte des sondages doit être adaptée en fonction de la disponibilité des parcelles, des conventions signées avec les exploitants agricoles, de la topographie et de l'environnement ponctuel. D'autre part, les informations géologiques collectées au fur et à mesure de la campagne permettront de positionner avec plus de précision les sondages à venir afin de répondre au mieux aux objectifs prospectifs de ces sondages. De même, la profondeur des sondages ne peut être déterminée qu'en cours de foration,

après examen détaillé des échantillons.

Le secteur concerné par cette étude se situe exclusivement sur la commune de Lussat et couvre une surface d'environ 2,5 km² comprise entre les lieudits de Varennes, La Chaud, Montarux, Villeranges et Les Farges (cf. plan en annexe 1a).

Aucun sondage ne sera programmé sur les zones suivantes :

- les sédiments Eocènes du bassin de Gouzon tels que définis sur la carte géologique au 1-50000e du BRGM ;
- le périmètre de protection autour des captages d'eau de Varennes ;
- les enveloppes de probabilité des zones humides telles que définies par le SAGE Cher amont.

La Figure 1 localise, à titre indicatif, le programme complet tel qu'il peut être défini au stade actuel des recherches. L'emplacement précis des sondages sera transmis aux autorités compétentes lorsque :

- les conventions auront été signées avec les exploitants agricoles concernés ;
- un état des lieux aura été réalisé sur les emplacements prévisionnels des plateformes ;
- les plateformes auront été validées par les opérateurs de forage ;
- les Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) auront été validées.

De plus, COMINOR s'engage à fournir mensuellement à l'Administration, la localisation exacte des sondages réalisés dans le mois, ainsi qu'une prévision pour le mois suivant accompagnée d'une actualisation de l'ensemble de la campagne.

2. Méthodologie

- Préparation des plateformes de sondage

Pour chaque sondage, une plateforme doit être aménagée de façon à installer le matériel de forage selon les bonnes pratiques en matière de sécurité du personnel et à limiter au maximum l'impact environnemental des travaux.

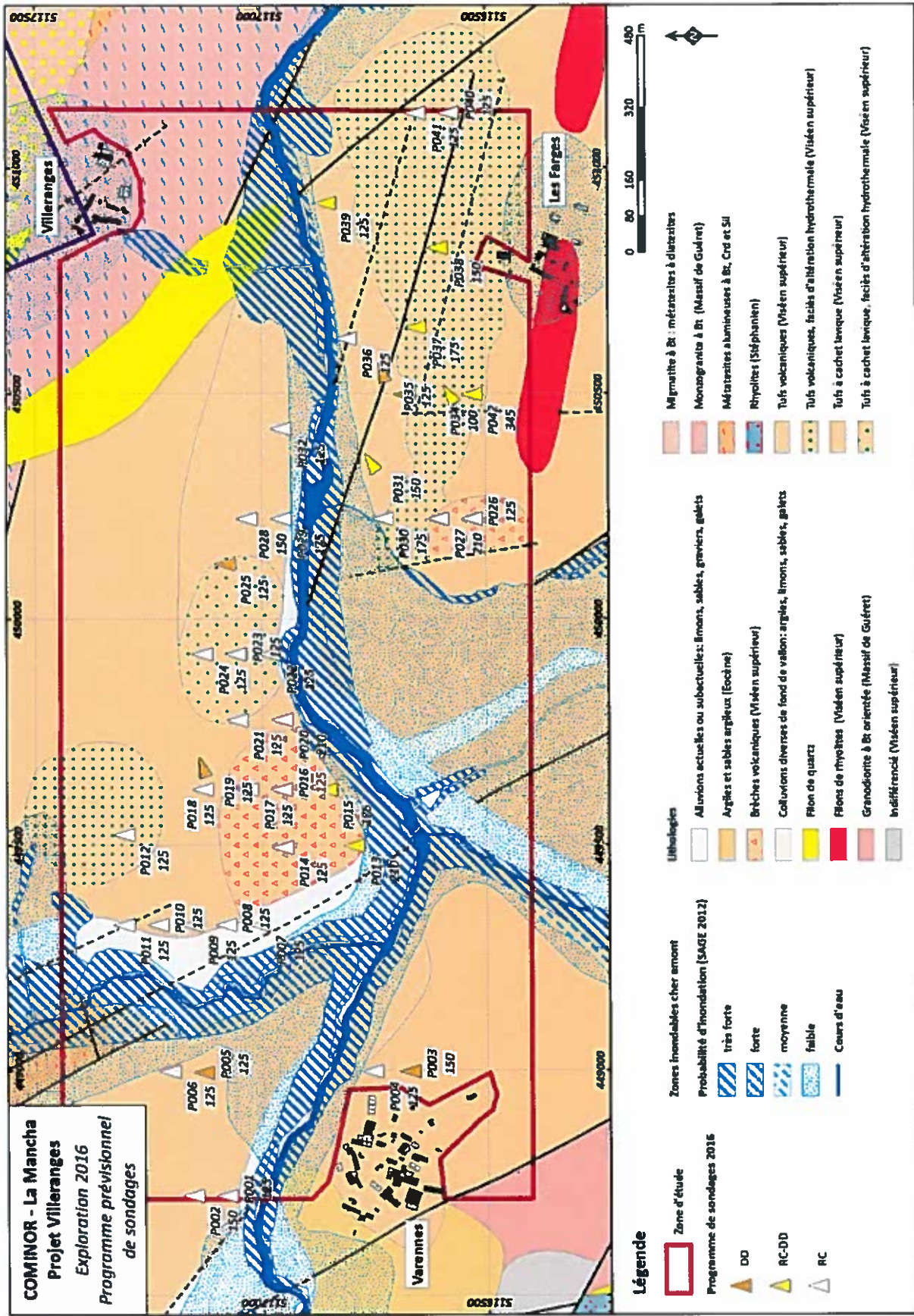


Figure 1 : Localisation des sondages de reconnaissance géologique envisagés
 Annexe IV – Programme général de travaux

Aucun sondage ne sera implanté dans une zone humide susceptible d'abriter des espèces ou des habitats protégés. Chaque projet de sondage fera l'objet d'une inspection préalable par une personne compétente formée à l'identification des espèces remarquables répertoriées au sein de la ZNIEFF 2 de la Voueize. Si des individus isolés ou des populations appartenant à une espèce protégée étaient trouvés sur la zone prévue pour une plateforme, celle-ci serait reportée à une date ultérieure. Un signalement serait effectué auprès des organismes compétents afin qu'ils puissent effectuer un diagnostic complet et, si nécessaire, qu'une procédure de dérogation pour destruction d'habitats soit initiée.

Les observations effectuées lors des inspections seront reportées sur une Fiche de Suivi de Sondage qui sera dûment signée par un représentant de COMINOR et consultable à tout moment par l'Administration.

L'emplacement des plateformes sera déterminé de manière à limiter au maximum l'abatage d'arbres et le terrassement. Si des opérations de bûcheronnage, de défrichage ou de terrassement s'avéraient incontournables, celles-ci feraient l'objet d'un accord signé avec le propriétaire des lieux.

Des travaux de terrassement seront notamment nécessaires lorsque les plateformes seront situées sur des pentes supérieures à 5%. La surface d'une plateforme n'excède pas 50 m² et la profondeur des terrassements est inférieure à 1 m. En considérant que les travaux envisagés représentent une cinquantaine de sondages, le volume maximum de terrassement n'excèdera pas 2500 m³.

La préparation des plateformes sera réalisée par l'entreprise de forage elle-même au moyen de petits engins de chantier (minipelle). Si l'aménagement d'une plateforme ou d'un accès requérait l'intervention d'engins plus puissants (tractopelle), COMINOR ferait appel à une entreprise de génie civil locale ou aux exploitants agricoles riverains s'ils possèdent le matériel adéquat.

La Figure 2 schématise l'organisation d'une plateforme de sondage carotté et le circuit des eaux de forage. Une gouttière en PVC et une petite pompe de relevage seront installées entre la tête du sondage et le bac de décantation afin d'éviter au maximum le contact entre les eaux de forage et le terrain naturel.

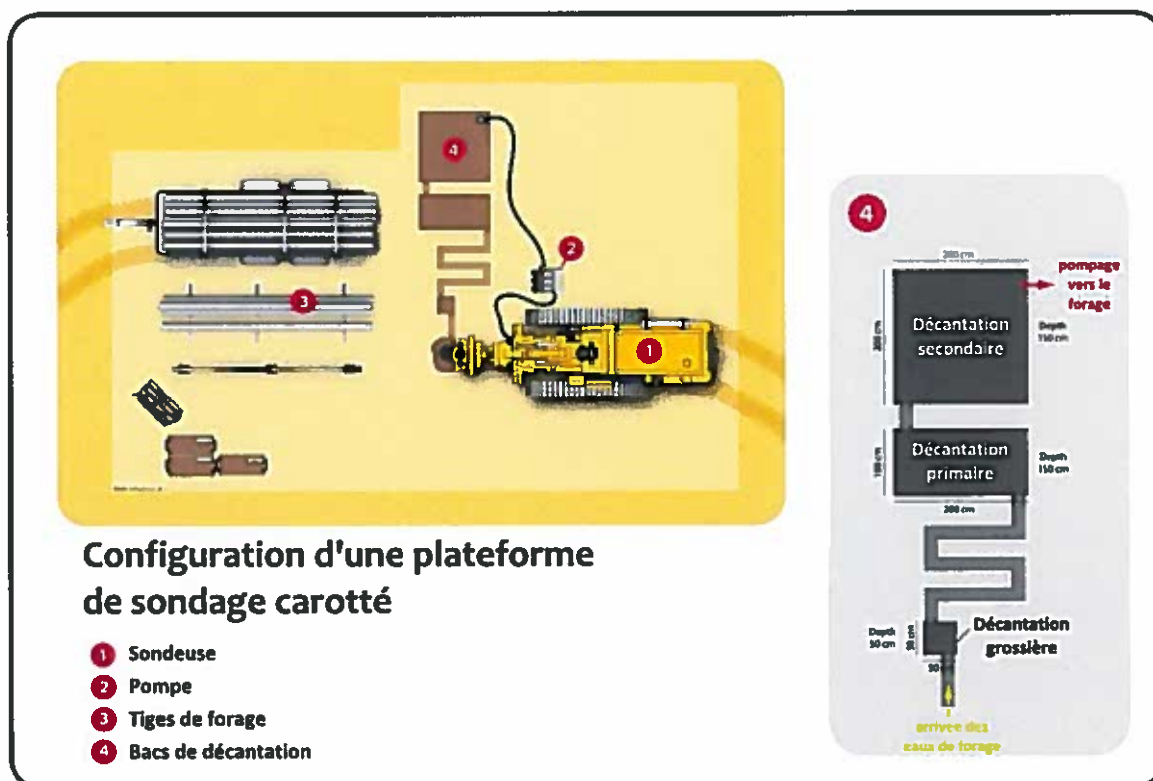


Figure 2 : Schéma d'aménagement d'une plateforme de sondage carotté

Une toile géotextile Bidim sera disposée sous chaque engin motorisé afin de prévenir toute pollution des sols causée par d'éventuelles fuites d'huile ou de fluides divers. Un kit de dépollution pour hydrocarbures sera également disponible à l'entrée du chantier de forage.

Pour des raisons de sécurité évidentes, l'accès aux plateformes de sondage sera interdit à toute personne étrangère au projet. Des barrières ou des rubalises ainsi qu'une signalisation adaptée seront installées sur chaque plateforme avant d'engager la foration. Un gardiennage sera mis en place en dehors des périodes d'activité.

- Sondages destructifs en circulation inverse (RC)

La technique de sondage en circulation inverse (*Reverse Circulation Drilling*) consiste à forer la roche en la percutant à l'aide d'un marteau pneumatique rotatif (marteau fond de trou). De l'air sous pression est propulsé en fond de trou afin de faire remonter à la surface la roche broyée (ou *cuttings*).

Les sondages RC seront réalisés avec un diamètre de 4,5 pouces soit 12,7 cm. Dans la majorité des

cas, un avant-trou¹ de 5 à 10 mètres de profondeur sera foré en 6 pouces (soit environ 15,2 cm) et équipé d'un tube guide en PVC. Les sondages en circulation inverse représenteront un métrage total compris entre 5000 et 7000 m.

En conditions de foration normales, les sondages en circulation inverse ne nécessitent ni eau, ni produits spécifiques. Dans le cas particulier où des arrivées d'eau mineures surviennent en cours de foration², l'adjonction d'eau et de produits de forages permet d'éviter le colmatage du circuit d'air.

Des échantillons représentatifs des unités lithologiques sondées seront collectés pour chaque mètre foré dans des sacs en plastique. Les échantillons feront l'objet d'une description pétrographique détaillée puis d'analyses en laboratoire.

- Sondages carottés (DD)

Le carottage (Diamond Drilling) consiste à « découper » des cylindres de roche à l'aide d'une couronne diamantée. Cette méthode non destructive permet de préserver les structures géologiques (failles, joints, diaclases) et les textures des roches.

Le carottage sera réalisé soit sur la totalité du trou soit sur des passes sélectionnées (carotté sélectif), le reste du sondage étant réalisé en circulation inverse.

Les sondages carottés seront réalisés au diamètre HQ, soit environ 8,9 cm. Lorsque le torque de la sondeuse devient trop élevé, par exemple dans le cas où les terrains traversés exercent une trop forte pression sur le train de tige, le diamètre de forage pourra être réduit au format NQ, soit 7,1 cm. Le métrage total de carottage sera compris entre 1000 m et 1500 m.

Les sondages carottés impliquent l'utilisation d'eau et, dans certains cas, de produits de forage afin de lubrifier la couronne et de stabiliser le trou. Dans la mesure du possible, la foration se fera à l'eau claire.

Afin de limiter au maximum les prélèvements, l'eau circule entre le forage et les bacs de décantation en circuit fermé. Un sondage de 100 m requiert une quantité d'eau d'environ 10 000 litres. L'approvisionnement en eau des postes de sondage se fera de préférence par prélèvement dans la

¹ Les avant-trous sont destinés à maintenir tout ou partie des terrains non consolidés proches de la surface (sols, arènes, etc.).

² Ce cas de figure se présente fréquemment lorsque des zones de cimentation sont intersectées. Ces zones ont généralement une épaisseur inférieure à 10 m.

rivière Voueize ou ses affluents au moyen d'une pompe. Les sondages situés à une distance trop importante des cours d'eau seront alimentés par une citerne tractable. L'eau sera alors pompée au niveau du puits situé au lieu-dit Les Bordes.

Des échantillons représentatifs seront collectés pour chaque mètre foré dans des caisses à carottes. Ils feront l'objet d'une description pétrographique détaillée, de mesures structurales et d'une description géotechnique (indices de fracturation de la roche, de dureté, d'oxydation, etc.). Les carottes seront ensuite sciées en deux parties égales ; la première moitié sera analysée en laboratoire, la seconde sera stockée pour témoin.

3. Equipements

Ce chapitre présente, à titre indicatif, les caractéristiques des principaux matériels envisagés pour la réalisation des sondages.

- Sondeuse

Le projet comportant deux méthodes de forage, il convient d'utiliser une sondeuse équipée d'une double tête de rotation - l'une pour la foration en circulation inverse et l'autre pour le carottage - de manière à pouvoir permuter rapidement les méthodes de foration. La sondeuse sera de préférence montée sur chenille et devra répondre à toutes les normes de sécurité en vigueur. La Figure 3 constitue un exemple du type de machine qui pourrait être mobilisé pour l'exécution de ce programme.

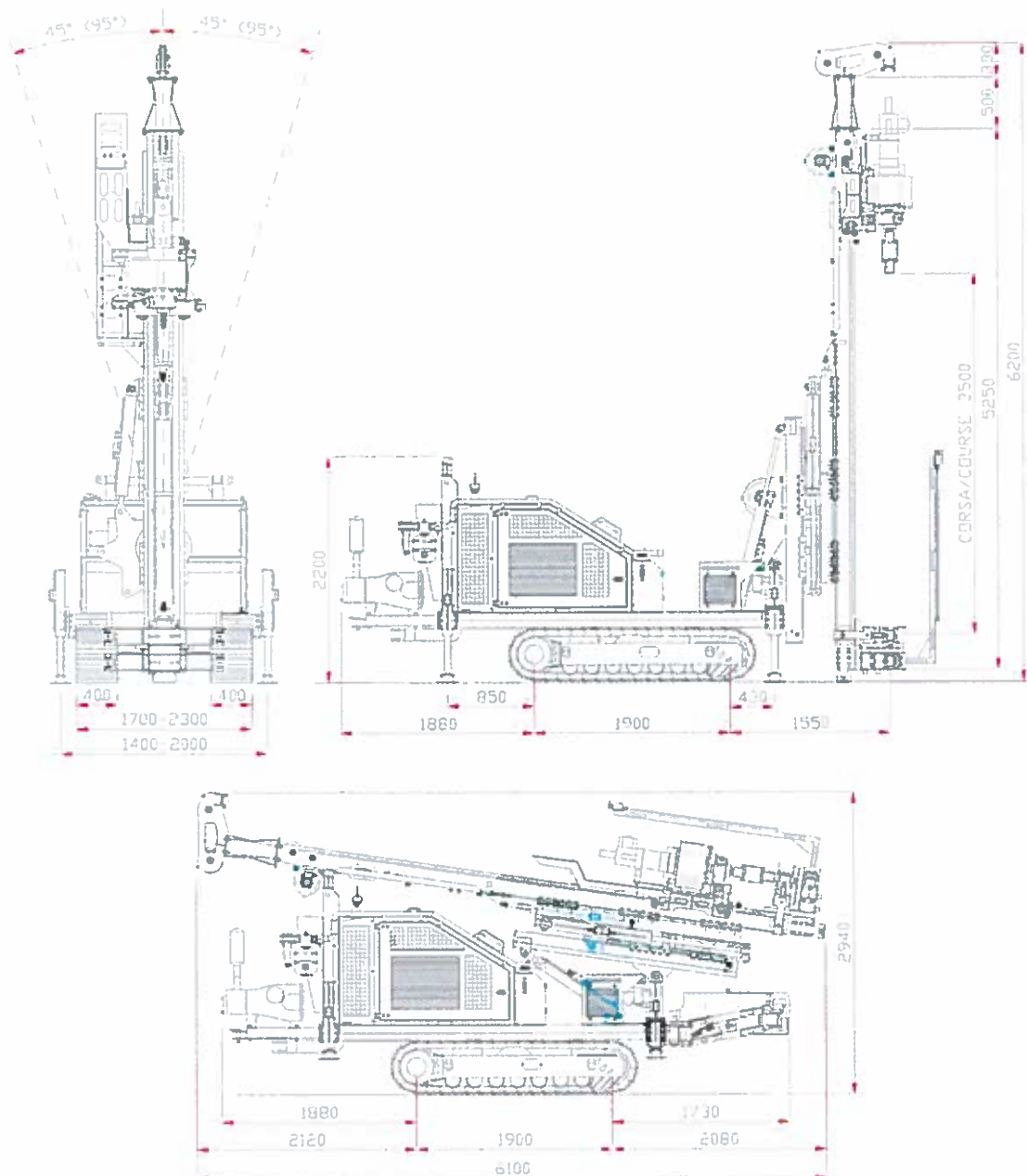


Figure 3 : Schéma technique d'une sondeuse COMACCHIO MC 450P

- Compresseur

La méthode de foration en circulation inverse implique l'utilisation d'air comprimé pour activer la percussion du marteau fond de trou et pour évacuer la roche broyée. Pour pouvoir atteindre les profondeurs de sondage souhaitées, un compresseur permettant un débit d'au moins 30300 l/mn avec une pression maximale de 24 bars devra être employé. Le compresseur sélectionné est

relativement compact (L 5,85 m x l 2,29 x h 2,54 m) et est équipé d'un bac de rétention, d'un moteur à faible rejet en carbone et d'une bonne insonorisation.

- Motopompe

Une motopompe est nécessaire pour acheminer l'eau depuis le point de prélèvement jusqu'à la sondeuse. La capacité de pompage requise pour ce projet est d'environ 100 litres par minute.

- Bac de décantation

Un bac de décantation est installé sur chaque plateforme de sondage carotté afin de :

- constituer un réservoir tampon pour la foration en circuit fermé ;
- permettre l'adjonction de produits de forage lorsqu'elle est nécessaire ;
- augmenter la durée d'utilisation des fluides de forage en favorisant la décantation des sédiments générés par la foration.

Le bac de décantation est constitué d'une cuve métallique de 9 m³ compartimentée en trois parties.

- Sondes

Une sonde de déviation de type Reflex est utilisée à intervalles réguliers afin de mesurer avec précision la trajectoire du sondage en profondeur. Un orienteur de type ACT II est également utilisé sur les sondages carottés afin d'orienter les échantillons et permettre ainsi de mesurer l'azimut et le pendage des structures géologiques.

- Manutention et travaux légers de génie civil

Le déplacement des équipements d'une plateforme à l'autre et la manutention des charges lourdes est généralement assuré par un chariot télescopique d'une capacité de levage d'environ 2500 kg.

Les travaux légers de génie civil (terrassements ou fossés) sont réalisés à l'aide d'une minipelle sur chenille dont la force de cavage est inférieure à 2 tonnes.

4. Produits de forage

Dans la mesure du possible, le carottage est effectué à l'eau claire. Toutefois, lorsque les conditions de foration sont difficiles (roche très dure, très fracturée ou très argileuse) deux types de produits pourront être utilisés :

- Viscosifiant : permet d'améliorer la lubrification du train de tige, le refroidissement de la couronne et le nettoyage des parois du sondage en faisant remonter plus efficacement les sédiments générés par la foration dans l'espace annulaire. Le produit est composé de bentonite³ (> 98 %) et de polyacrylamide⁴ (< 2 %).
- Produit filmant : permet de contrôler les éventuelles venues ou pertes de fluides occasionnées par des formations friables ou altérées en stabilisant les parois du sondage. Ce produit est souvent utilisé pour prévenir le cavage ou le resserrement des parois du forage. Il est composé à base de polymères et est biodégradable.

En conditions de foration normale, les sondages en circulation inverse ne nécessitent ni eau, ni produits spécifiques. Toutefois, lorsque des arrivées d'eau mineures surviennent en cours de foration, ou lorsque les conditions de foration sont difficiles, un fluide de forage est employé pour éviter le colmatage du circuit d'air ou améliorer la stabilité du trou et la récupération des *cuttings*. Dans ce cas de figure, le fluide de forage est composé d'eau (> 98 %) et d'un produit moussant biodégradable à base de tensioactifs anioniques.

Le Tableau 1 récapitule les différentes caractéristiques des produits susceptibles d'être utilisés ainsi qu'une estimation des quantités globales consommées pour les besoins de la campagne. Le Prestataire sélectionné par COMINOR devra fournir les fiches de données de sécurité de chacun des produits utilisés, conformément à l'Article 31 de la Directive Européenne 1907/2006/CE.

Tableau 1 : Liste des produits de forage envisagés et estimation des quantités totales susceptibles d'être consommées pour environ 1000 m de sondage carotté et 5000 m de sondage RC

Produit	Etat	Conditionnement	Application	Concentration des fluides de forages	Estimation des quantités totales consommées
AUS-Gel	solide	sac de 25kg	Carottage	15 - 50 kg par m3	100 kg
CR-650	solide	seau de 15kg	Carottage	0.5 - 2 kg par m3	50 kg
SUPER FOAM	liquide	fut de 25l	Reverse Circulation	0.5 - 2 l par m3	50 l

Les fluides de forage « usagés », c'est-à-dire trop chargés en sédiments, seront citernés et transportés dans un centre de traitement agréé afin d'être décantés.

Les produits de forage envisagés sont non-inflammables et ne présentent pas d'incompatibilité de stockage avec d'autres produits. Ils seront entreposés sur des contenants équipés de bacs de rétention.

³ La bentonite est une argile.

⁴ Le polyacrylamide est un polymère non toxique.

5. Réhabilitation des plateformes de sondage

Une fois le sondage terminé, le train de tige et les éventuels cuvelages sont entièrement retirés du trou et l'ensemble des équipements est déplacé sur le prochain site de forage.

Les éventuels *cuttings* résiduels sont collectés et rejetés dans le sondage. Si la plateforme a fait l'objet de terrassements, la terre végétale déplacée à cette occasion est ré-étalée de manière à réhabiliter le modelé initial du site de sondage. Les surfaces de cultures ou de prairies éventuellement détruites sont réensemencées.

Pour chaque sondage, les dispositions mises en œuvre pour la réhabilitation des plateformes sont détaillées dans la Fiche de Suivi de Sondage.

6. Fermeture des sondages

Les sondages envisagés n'étant pas destinés à une quelconque exploitation, les dispositions relatives à la fermeture des puits de forage exposées dans le présent document constituent le programme définitif de fermeture de sondages proposé par COMINOR. Les modalités de fermeture de puits seront détaillées pour chaque sondage dans la Fiche de Suivi de Sondage.

- Cas d'un sondage sans venues d'eau particulière

Le contexte hydrogéologique de la zone d'étude étant peu propice à héberger d'importants aquifères, dans la grande majorité des cas, les sondages ne rencontreront pas de venues d'eau particulières. Après la foration, chaque tête de sondage sera alors équipée :

- d'un tubage PVC au diamètre du forage ;
- d'un bouchon en PVC vissé ou collé ;
- d'une borne en béton d'environ L 50 cm x l 50 cm x h 25 cm.

La longueur du tubage PVC sera adaptée de manière à ce que le tubage s'ancre dans la roche saine et dépasse d'au moins 50 cm par rapport à la surface du sol (Figure 4).

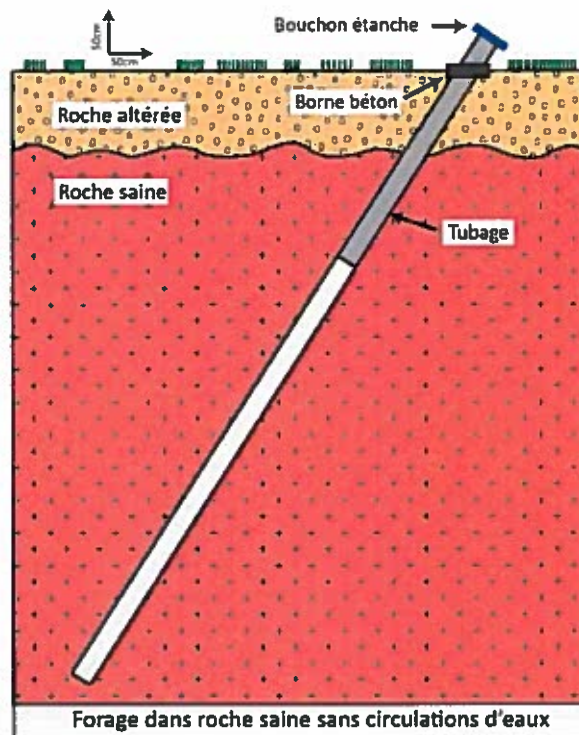


Figure 4 : Schéma type d'une fermeture définitive de sondage sans venues d'eau

- Cas particulier d'une zone fracturée

Certaines failles ou certains contacts entre unités géologiques différentes peuvent jouer le rôle de drains qui canalisent les eaux de pluies s'infiltrant dans le substratum altéré (Figure 5). Il est peu probable que de telles structures soient intersectées en sondages. Toutefois, si le cas de figure se présentait, les autorités compétentes de l'Administration et le propriétaire des lieux seraient consultés afin de décider quelles modalités adopter pour la fermeture ou l'équipement du sondage :

- 1/ un bouchon de ciment est coulé à l'intérieur du sondage de façon à colmater la zone fracturée et éviter toute remontée d'eau ou tout contact entre les eaux circulant dans le drain et les eaux de surface ou de subsurface (Figure 6, solution 1) ;
- 2/ le sondage est équipé d'un tubage, d'une crépine et d'une pompe adaptés afin de permettre des prélèvements d'eau par un tiers. La responsabilité du sondage sera alors transférée par écrit aux éventuels exploitants. Ces derniers prendront à leur compte les déclarations requises par la Nomenclature Eau (Figure 6, solution 2).

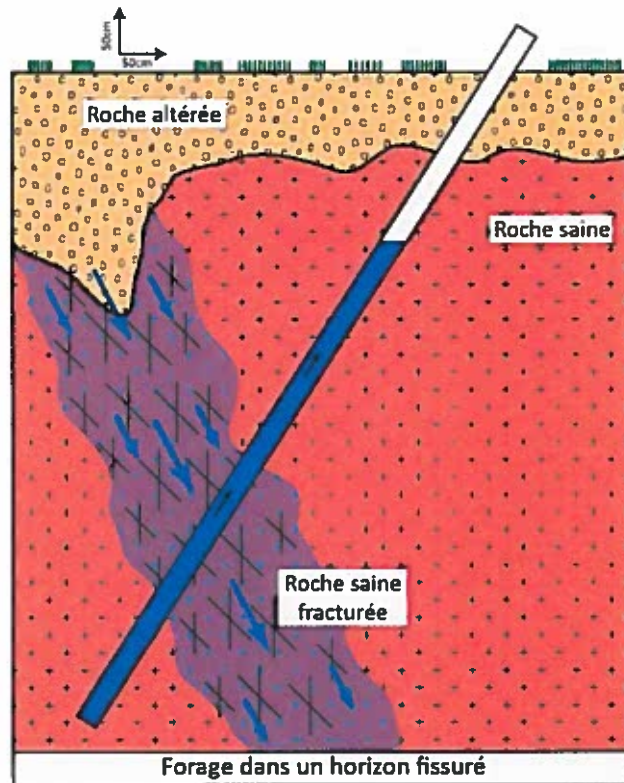


Figure 5 : Cas d'un sondage avec venues d'eau liées à un horizon fracturé

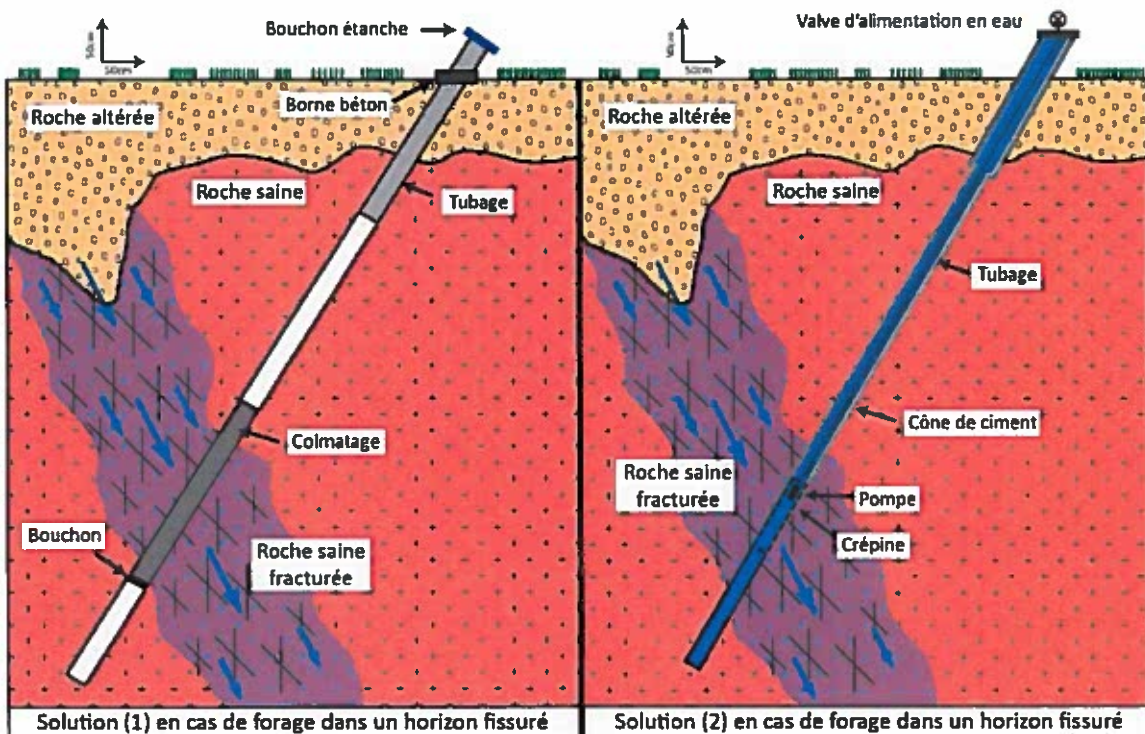


Figure 6 : Solutions applicables en cas de venues d'eau liées à une zone fracturée

- Cas particulier d'un sondage artésien

Les formations géologiques prospectées sont des roches de socle, massives et imperméables, dont la fabrique structurale est fortement inclinée (70-80° S). Ces formations sont donc très peu compatibles avec l'existence de nappes captives ou d'aquifères quelconques susceptibles de provoquer un phénomène d'artésianisme si elles étaient rencontrées en sondage.

Si malgré tout un tel cas de figure se produisait (Figure 7), les autorités compétentes de l'Administration et le propriétaire des lieux seraient consultés afin de décider quelles modalités adopter pour la fermeture ou l'équipement du sondage :

- 1/ le sondage est entièrement colmaté par du ciment de façon à éviter toute remontée d'eau ou tout contact entre les eaux de nappe et les eaux de surface ou de subsurface (Figure 8, solution 1) ;
- 2/ le sondage est équipé d'un tubage et d'une vanne adaptés afin de permettre des prélèvements d'eau par un tiers. La responsabilité du sondage sera alors transférée par écrit aux éventuels exploitants. Ces derniers prendront à leur compte les déclarations requises par la Nomenclature Eau (Figure 8, solution 2).

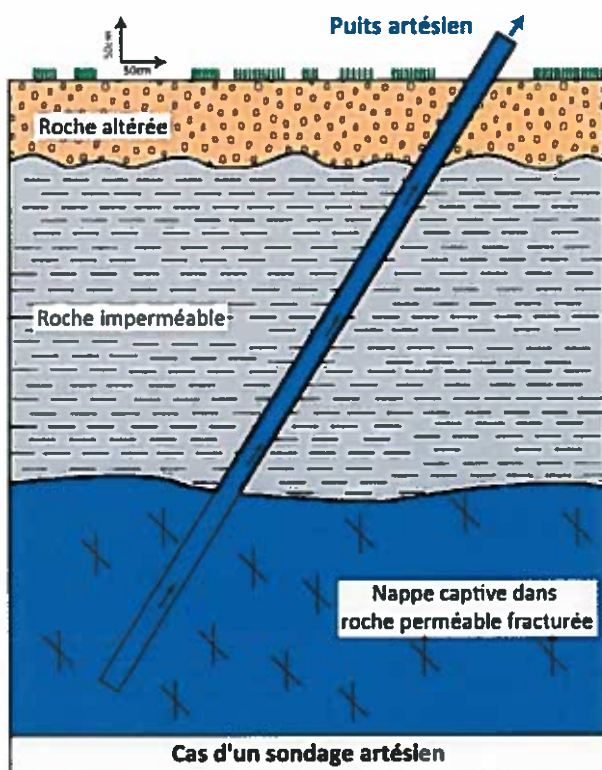


Figure 7 : Cas d'un sondage artésien avec venues d'eau liées à une nappe captive

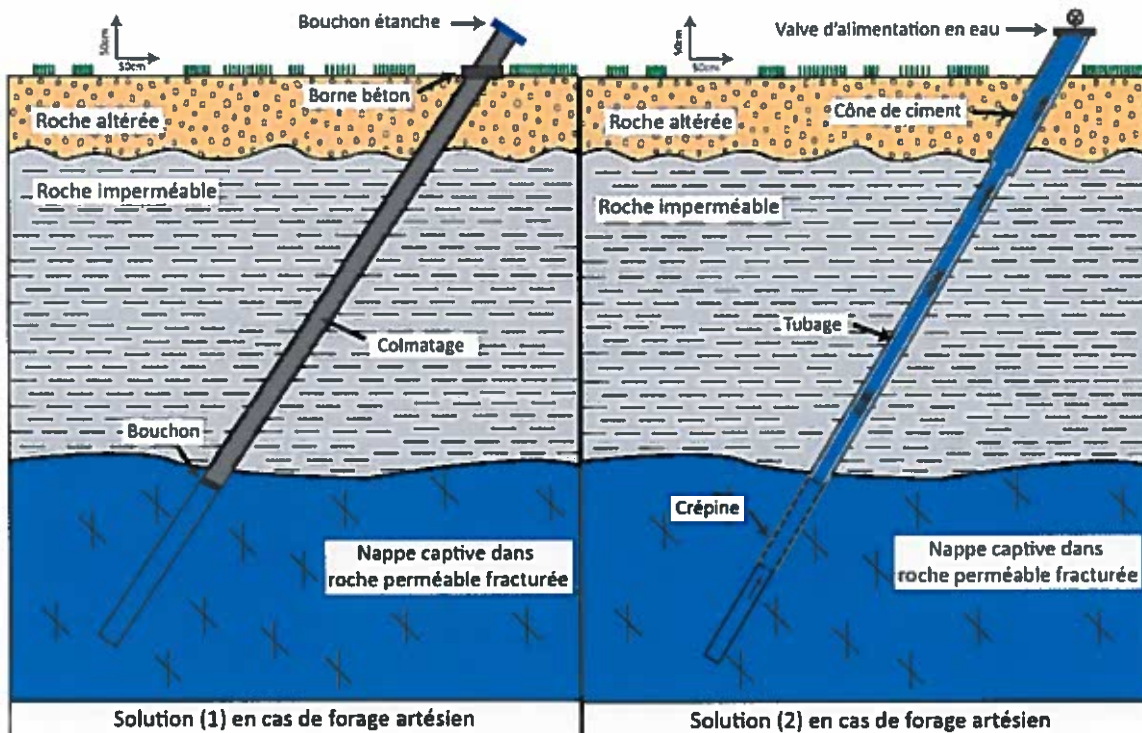


Figure 8 : Solutions applicables en cas de venues d'eau artésiennes

7. Analyses

Les échantillons de roche (*cuttings* et demi-carottes) seront régulièrement expédiés dans un laboratoire certifié. La teneur en or sera systématiquement dosée par fusion plombeuse (*Fire Assay*). Une analyse multi-élémentaire (ICP) pourra également être réalisée lorsqu'elle sera jugée nécessaire.

8. Levés topographiques

Les coordonnées des points de sondage seront mesurées au GPS différentiel avec une précision de l'ordre de la dizaine de centimètres. Ces levés seront sous-traités à un géomètre-topographe recruté localement.

II. Recherche d'extensions et estimation des ressources

Les essais de modélisation réalisés à partir des données de sondages historiques pendant la première période de validité du permis n'ont pas permis d'aboutir à une évaluation fiable des ressources contenues sur les sites de Varennes et des Farges. Les données acquises dans le cadre de la campagne de sondages de reconnaissance géologique permettront de redéfinir la géométrie de ces gîtes, d'initier une nouvelle modélisation des corps minéralisés et d'effectuer un premier calcul de ressources (ressources inférées selon la norme canadienne NI 43-101).

Une seconde phase de forages permettra de rechercher les extensions des minéralisations et de préciser en profondeur la délimitation des corps minéralisés mis en évidence lors des précédentes phases de travaux. Le calcul des ressources inférées sera actualisé à l'issue de cette phase de travaux.

Si les résultats de cette évaluation s'avéraient favorables, une troisième phase de sondages, dite d'« évaluation » ou de « développement », s'avèrerait nécessaire pour obtenir une estimation précise des ressources (ressources indiquées selon la norme NI 43-101). La maille de sondages sera adaptée aux caractéristiques des minéralisations, à la géométrie des corps minéralisés ou encore à la variabilité des teneurs au sein de ces corps. Les sondages d'évaluation sont généralement effectués en circulation inverse.

A ce stade du projet, on peut estimer que la phase de délimitation requerra la réalisation d'environ 30 sondages d'une profondeur moyenne de 150m (entre 50 et 300m) soit un mètre total de 4 500m, et d'environ 50 sondages soit 7 500m pour la phase d'évaluation.

III. Etude minéralurgique

Les études minéralurgiques sont indispensables à l'évaluation des taux de récupération pouvant être raisonnablement attendus dans le cas d'une éventuelle exploitation, et à la caractérisation des résidus de traitement. Une étude minéralurgique préliminaire sera réalisée à partir de certains échantillons collectés lors de la campagne de sondages de reconnaissance géologique. Cette étude permettra d'actualiser les tests effectués par TCMF dans le cadre de son étude de faisabilité en intégrant les dernières avancées techniques en matière de traitement de minerai. Les tests seront réalisés par un ou plusieurs laboratoires spécialisés et incluront notamment des tests de broyage et de flottation.

Une étude de traitement de minerai complète sera nécessaire si les ressources calculées à l'issue de la phase d'évaluation le justifiaient. Une campagne de sondages carottés dédiée à cette étude serait alors mise en œuvre.

IV. Programme annuel prévisionnel

Le programme général des travaux envisagé dans le cadre de cette demande de renouvellement de permis peut se résumer de la manière suivante :

- Première année :

- Sondages de reconnaissance géologique ;
- Etude minéralurgique préliminaire ;
- Réinterprétation des données de géophysique acquises en 2014-2015 ;
- Elaboration d'un plan de sondages pour la recherche d'extension et la délimitation des minéralisations ;

- Deuxième année :

- Seconde phase de sondages (recherche d'extensions et délimitation) ;
- Calcul des ressources inférées ;
- Elaboration d'un plan de sondages pour l'évaluation des ressources indiquées ;

- Troisième année :

- Troisième phase de sondages (évaluation) ;
- Calcul des ressources indiquées selon la norme canadienne NI 43 101 ;
- Initiation d'une étude de préfaisabilité incluant des études détaillées de minéralurgie, de géotechnique et d'économie qui s'étendra au-delà de la seconde période de validité du titre.

V. Effort financier

L'effort financier minimum prévu pour la seconde période de validité du permis est de 3 000 000 (trois millions) d'Euros. Le détail de cette estimation est exposé dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Estimation de l'effort financier engagé dans le cadre de la deuxième phase de renouvellement de permis

Description des phases de travaux	Montant estimatif (en k€)	Moyens humains envisagés hors chef de projet
Sondages de reconnaissance géologique	1700	2 géologues expérimentés + 6 techniciens géologues
Etude minéralurgique préliminaire	50	sous-traitance
Modélisation et estimation des ressources inférées	25	1 géologue ressources
Retraitement géophysique	25	sous-traitance
Sondage d'évaluation	850	2 géologues expérimentés + 6 techniciens géologues
Modélisation et estimation des ressources indiquées	350	Externalisé sous contrôle du chef de projet