



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

# Reconnaitances géophysiques, Code de bonne pratique AGAP



11  
12  
13  
14  
15

## 16 Avant-Propos

17 Les géosciences regroupent les sciences qui étudient la Terre, à savoir : la géologie, l'hydrogéologie, la  
18 géochimie, la géophysique, la géotechnique, la cartographie et les systèmes d'informations  
19 géographiques, la météorologie, l'océanographie, ... Pour illustrer le rôle des acteurs de ces différents  
20 domaines et l'enchaînement de leurs missions, dans le cadre d'un projet de construction, de  
21 maintenance ou autre, un parallèle est possible avec le domaine médical. En effet, un diagnostic  
22 médical est réalisé en se basant d'une part sur des examens cliniques et d'autres part sur des examens  
23 complémentaires d'un plateau technique : les examens paracliniques (biopsie, fibroscopie, imagerie).  
24 Pour un projet faisant appel aux géosciences, l'examen clinique du médecin devient celui du géologue  
25 ou du géotechnicien en fonction de l'objet étudié. Les examens paracliniques par biopsies, fibroscopies  
26 deviennent carottages et diagraphies. Les méthodes d'imagerie avec les mêmes bases physiques se  
27 retrouvent également, mais le scanner, l'échographie et l'électroencéphalogramme deviennent radar,  
28 sismique et polarisation spontanée. A cela s'ajoute de nombreuses autres méthodes en géophysiques.  
29 Enfin, le rôle du radiologue équivaut alors à celui du géophysicien. Dans les deux domaines, le modèle  
30 final reflète au mieux l'objet étudié quand l'ensemble des différents diagnostics est partagé pour  
31 converger vers un diagnostic collégial, et dans la négative, le modèle peut déformer sensiblement  
32 l'objet.

33 L'objectif de ce document est d'établir un référentiel, sous l'égide de l'AGAP Qualité, pour faciliter la  
34 gestion des processus des reconnaissances géophysiques, en maintenant une qualité optimale quel  
35 que soit le domaine d'application et la taille du projet associé. Il se veut fondamental, pragmatique et  
36 partagé par les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre.

37 L'AGAP Qualité est une association francophone qui regroupe, en 2023, une cinquantaine de membres  
38 actifs en géophysique et répartis au sein de plusieurs collèges : donneurs d'ordres, Prestataires,  
39 fabricants-distributeurs de matériel et experts. Une des missions de l'AGAP Qualité consiste à  
40 promouvoir la bonne utilisation des méthodes de géophysique appliquée en termes de qualité du  
41 service rendu au client. A ce titre, ce document s'inscrit dans cette mission.

42 Il a été préparé par la commission normalisation de l'AGAP, composée des membres suivants :  
43 BARBOTTE Adelaïde, BOISSON-GABORIAU Joséphine, DHEMAIED Amine, GOURRY Jean-Christophe,  
44 HAYET Michel, MENTION Jérôme, RIVIERE Franck, ROBERT Simon, THAVEAU Aurélie, VERGNIAULT  
45 Christophe.

46 La commission normalisation s'est largement inspirée du code de bonnes pratiques AGAP de 1992 et  
47 du guide AFTES « Reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques nécessaires à la  
48 conception des ouvrages souterrains ».

49



50		
51	<b>Table des matières</b>	
52	Avant-Propos .....	1
53	Introduction.....	4
54	Définitions .....	6
55	Gestion de projet.....	8
56	Processus de reconnaissance géophysique.....	11
57	Planifier .....	12
58	Conception d'une campagne (action du Donneur d'ordres) .....	12
59	Le cahier des charges (action du Donneur d'ordres).....	13
60	Offre du Prestataire intégrant une revue des exigences (action du Prestataire) .....	14
61	Le choix du Prestataire (action du Donneur d'ordres).....	15
62	Aspect contractuel (action du Donneur d'ordres).....	15
63	Déclarations (action du Donneur d'ordres et du Prestataire) .....	16
64	Déployer .....	18
65	Livrables.....	18
66	Contrôler.....	19
67	Contrôle en amont de la campagne (phase de préparation) .....	19
68	Contrôle en cours d'exécution (phase d'exécution).....	19
69	Contrôle final (phase de réception).....	20
70	Amélioration continue (Retour d'expérience, REX).....	20
71	Références .....	20
72	ANNEXES.....	22
73	Annexe A.....	23
74	Annexe B.....	24
75	Annexe C.....	25
76	Annexe D .....	27
77		
78		

## 79 Introduction

80 La géophysique ou physique de la Terre, permet par la mise en œuvre de différentes méthodes de  
81 reconnaissance, de mesurer des propriétés physiques des formations du sous-sol. La plupart des  
82 méthodes géophysiques ont été développées il y a plusieurs décennies, pour la prospection des  
83 ressources pétrolières et minières. Elles sont aujourd'hui de plus en plus appliquées en hydrogéologie,  
84 dans les diagnostics environnementaux, l'évaluation des aléas naturels et technologiques, les  
85 diagnostics et fouilles archéologiques et la géologie de l'ingénieur (géotechnique). Pour illustrer cela,  
86 la liste ci-après présente, de façon non exhaustive, des applications de méthodes géophysiques,  
87 classées suivant des problématiques superficielles à profondes :

- 88 • diagnostic de structures de génie-civil,
- 89 • détection des réseaux enterrés (par une entreprise certifiée en détection des réseaux et  
90 géoréférencement pour leur cartographie),
- 91 • diagnostic de pollution pyrotechnique (UXO) et dépollution,
- 92 • diagnostic archéologique et fouilles,
- 93 • détection d'une zone d'aléa de type cavité,
- 94 • diagnostic de pollution industrielles et dépollution,
- 95 • détermination de l'épaisseur de la couverture d'un substratum,
- 96 • caractérisation des propriétés mécaniques du rocher,
- 97 • caractérisation des circulations hydrogéologiques,
- 98 • localisation d'un accident géologique (glissement, faille etc...),
- 99 • organisation structurale.

100 Pour participer aux investigations précédemment citées, les reconnaissances géophysiques permettent  
101 d'évaluer un paramètre physique du sol, sous forme d'imagerie en coupe (2D), en bloc (3D) ou de  
102 cartographie de surface ou à une profondeur donnée. Ce paramètre physique s'intègre dans une  
103 analyse globale, qu'elle soit géologique, hydrogéologique, archéologique etc... Dans certains cas le  
104 paramètre mesuré peut être directement utile au dimensionnement d'une structure (ex  $V_{s30}$ ). Les  
105 livrables des reconnaissances géophysiques peuvent aussi permettre de détecter, voire quantifier des  
106 anomalies, de zoner une surface ou un linéaire important, afin d'implanter judicieusement un nombre  
107 restreint de sondages géotechniques.

108 Parmi l'éventail des méthodes géophysiques, il est d'usage de les regrouper en fonction du paramètre  
109 physique étudié, à savoir méthode :

- 110 • électrique,
- 111 • acoustique et sismique,
- 112 • électromagnétique,
- 113 • magnétique,
- 114 • radiométrique,
- 115 • gravimétrique,
- 116 • thermique,

117 A cela s'ajoute leurs déclinaisons en forage (diagraphie). Toutes ces méthodes sont non destructives,  
118 faites depuis la surface du sol ou de l'eau, voire aéroportées. Elles sont indirectement invasives,  
119 lorsqu'elles sont réalisées en forage.

120 Manifestement, les reconnaissances géophysique permettent d'apporter des éléments de réponse  
121 dans l'élaboration d'un modèle géologique, hydrogéologique ou géotechnique, au même titre que les  
122 sondages, les relevés visuels. Ces investigations doivent servir au géologue, hydrogéologue ou  
123 géotechnicien en charge de l'élaboration d'un projet afin de réduire les risques identifiés. Elles sont  
124 favorablement complétées par les sondages géotechniques pour caler ponctuellement les résultats  
125 géophysiques, qui couvrent un linéaire plus étendu, ou pour confirmer/infirmier une anomalie.

126

127 Le choix de la méthode géophysique à appliquer pour répondre à une problématique est un compromis  
128 qui intègre :

- 129 • la profondeur cible des investigations,
- 130 • les dimensions du site d'étude,
- 131 • le contraste prévisible du paramètre physique à caractériser,
- 132 • le contexte géologique hydrogéologique ou géotechnique.

133 Mais ce choix intègre aussi l'intérêt premier des reconnaissances géophysiques de surface qui :

- 134 • sont non destructives, ce qui facilite l'acceptation des reconnaissances par les propriétaires,  
135 notamment en phase d'étude préalable,
- 136 • peuvent couvrir des surfaces ou des linéaires importants et donc permettre de focaliser et  
137 d'optimiser les autres reconnaissances (notamment par sondage géotechnique).
- 138 • aident à consolider les modèles issus des forages en permettant des corrélations entre les  
139 forages,
- 140 • valorisent les forages par des mesures géophysiques en forage à l'instar des diagraphies, des  
141 mesures géotechniques (pressiomètre, dilatomètres) et des carottes.

142 La gestion de tous ces paramètres justifie le besoin de réaliser une analyse préalable, par une personne  
143 compétente, afin de dimensionner une campagne géophysique.

144 En résumé, les reconnaissances géophysiques permettent de nourrir la construction d'un modèle  
145 géologique (par exemple profil structural par sismique réflexion), hydrogéologique (par exemple  
146 recherche de ressource en eau, polluant avec les méthodes ERT et IP), géotechnique (par exemple  
147 caractéristiques pour les études de stabilité dynamiques par mesures sismiques en forage) qui sont  
148 nécessaires pour la conception d'un projet qui peut être de génie-civil (bâtiment, usine, route, barrage  
149 etc...) ou autre (étude environnementale, prospection minière ou archéologique). Les reconnaissances  
150 géophysiques s'inscrivent donc au sein d'un projet plus vaste. Quelque soit la nature du projet final  
151 (construction, maintenance, réhabilitation, fouille archéologique), il suit globalement une organisation  
152 bien documentée dans le domaine de la construction des ouvrages (Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985  
153 relative à la maîtrise d'ouvrage public et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée (MOP) et norme  
154 NF P 94-500 (2013) régissant les études géotechniques).

155 Sur cette base, ce document général a pour objectif :

- 156 • de préciser l'organisation et le rôle de chaque acteur d'un projet (maître d'ouvrage (MO) et  
157 assistant (AMO), concepteur, Donneur d'ordres, Prestataire) de construction ou de  
158 maintenance,
- 159 • d'indiquer les obligations respectives du Donneur d'ordres et du Prestataire dans un processus  
160 de reconnaissance géophysique,

- 161 • d'apporter aux donneurs d'ordres des directions pour la programmation, la définition du  
162 programme des reconnaissances et sa commande,  
163 • de souligner l'importance de la phase de préparation et de la coordination entre le Donneur  
164 d'ordres et le Prestataire de reconnaissance durant la campagne.

165 Ce document est complété par des normes spécifiques ISO et AFTES, ainsi que des fiches techniques  
166 de l'AGAP qui traitent de la réalisation des différents essais.

167

## 168 Définitions

169 **Aléa** : Evénement *a priori* imprévisible dont les conséquences sont dommageables à une  
170 activité, à un territoire, à l'occupation de son sol, à des infrastructures, à des ouvrages (i.e. à des  
171 fonctions qu'il doit assurer).

172 **Aléa naturel** : Evénement d'origine naturelle, e.g. : Avalanche, crue, inondation, séisme...

173 **Aléa technologique** : Evénement d'origine technologique (ouvrage construit par l'homme)  
174 e.g. Rupture ou ruine d'un ouvrage de génie civil, dégradation d'une fonction d'un ouvrage se  
175 traduisant par la défaillance de l'ouvrage ou d'un organe.

176 **Anomalie géophysique** : Ecart significatif des signaux mesurés par rapport à la tendance  
177 régionale ou locale et permettant de suspecter une zone de la sub-surface significativement différente  
178 de l'encaissant en termes de nature ou propriétés d'état consécutive à un désordre, une dégradation  
179 (une anomalie).

180 **Archéologie** : Étude scientifique des civilisations disparues, à partir de leurs vestiges.

181 **Auscultation** : suivi dans le temps à une fréquence définie, à l'aide d'instruments de mesure,  
182 de divers paramètres indicatifs du comportement de l'ouvrage, de sa fondation et de son  
183 environnement, sur une longue période de la vie de l'ouvrage.

184 **Assistant à maître d'ouvrage (AMO)** : ingénierie spécialisée (interne ou externe à la compagnie  
185 du MO), qui assiste le maître d'ouvrage (traduit les besoins du MO auprès des autres acteurs, contrôle  
186 la prise en compte de ces besoins, conseille le MO), afin de couvrir un besoin en compétence  
187 spécifiques. Cette mission ne confère au titulaire aucun pouvoir de décision ou de représentation à  
188 l'égard des tiers.

189 **Concepteur** : ingénierie spécialisée (en phase d'études préalables, lorsque le maître d'œuvre  
190 n'est pas désigné) ou Maître d'œuvre (en phase d'études de conception : Avant-projet, Projet, Dossier  
191 de Conception), qui assure la conception d'un ouvrage pour le compte du maître d'ouvrage et la  
192 définition des besoins en reconnaissance qui découlent de son analyse des risques. Il assure la  
193 supervision des reconnaissances.

194 **Diagnostic** : En génie civil : étude visant à évaluer l'état (i.e. aptitude à remplir ses fonctions)  
195 d'un ouvrage (vis-à-vis de tous les mécanismes de vieillissement, dégradation, de défaillance ou  
196 rupture) et à définir les mesures nécessaires (auscultation, maintenance, réparation, confortement, ...)  
197 pour améliorer ou pérenniser cet état.

198 **Donneur d'ordres** : personne physique ou morale qui sous-traite à une entreprise sous-  
199 traitante. Le Donneur d'ordres peut donc être le Maître d'ouvrage, son assistant délégué ou le  
200 concepteur.

201 **Génie-civil** : art de concevoir et de réaliser des ouvrages d'infrastructures (de transport, pour  
202 l'énergie, pour l'eau, industrielles). Il inclut également les bâtiments lorsque ceux-ci, par leur

203 conception structurelle ou leur architecture, ou encore leur impact sur la collectivité, sont  
204 exceptionnels.

205 **Géophysique** : Sciences et techniques utilisant les propriétés physiques du sol (résistivité  
206 électrique, vitesse de propagation...) pour le caractériser.

207 **Géosciences** : elles regroupent l'ensemble des Sciences de la Terre, comme : la géologie,  
208 l'hydrogéologie, la géochimie, la géophysique, la géotechnique, la cartographie et les systèmes  
209 d'informations géographiques, la météorologie, l'océanographie, ...

210 **Géotechnique** : Sciences et techniques du sol considéré comme matériau de construction.  
211 C'est l'étude de l'adaptation des ouvrages humains aux sols et roches formant le terrain naturel.

212 Elle traite de l'interaction sol / structures, et fait appel à des bases de géologie, de mécanique des sols,  
213 de mécanique des roches et de structures.

214 **Hydrogéologie** : Également nommée hydrologie souterraine, l'hydrogéologie s'occupe de la  
215 distribution et de la circulation de l'eau souterraine dans le sol et les roches, en tenant compte de leurs  
216 interactions avec les conditions géologiques et l'eau de surface.

217 **Investigation** : Etude d'un problème scientifique, enquête, prestation intellectuelle (e.g :  
218 recherche suivie et systématique d'un désordre, d'une singularité..., sur un élément d'ouvrage ou sur  
219 l'ouvrage). Vue du maître d'ouvrage : Travaux de recherche de causes pour expliquer l'origine de  
220 défauts constatés sur un ouvrage (reconnaitances, essais non destructifs, recherches  
221 documentaires...).

222 **Maintenance** : Ensemble des opérations visant à maintenir un ouvrage ou un dispositif en état  
223 de fonctionnement : ces opérations comprennent tout ou partie les actions suivantes : surveillance,  
224 auscultation, travaux d'entretien programmé ou fortuit, réparation courante...

225 **Maître d'œuvre** (MOE) : personne physique ou morale retenue par le maître d'ouvrage, qui  
226 sera chargée du bon déroulement et de l'exécution des travaux sur un chantier.

227 **Maître d'ouvrage** (MO) : propriétaire ou gestionnaire d'ouvrage, décide, planifie et finance un  
228 projet (client), s'assure de la compétence de son concepteur et de son assistant à maîtrise d'ouvrage  
229 dans la spécialité du projet. Compte tenu de la professionnalisation des missions de maîtrise d'ouvrage,  
230 nombre de maîtres d'ouvrage choisissent de désigner un mandataire pour les représenter dans  
231 l'exercice de ces missions, c'est le maître d'ouvrage délégué.

232 **Maître d'ouvrage délégué** (MOD) : représente le maître de l'ouvrage à l'égard des tiers au  
233 contrat : administration, maître d'œuvre, entrepreneurs....

234 **Monitoring** : Suivi dans le temps à fréquence rapprochée et sur une courte période à l'aide  
235 d'instruments spécifiques pour surveiller un phénomène à évolution potentiellement rapide. C'est une  
236 forme particulière de l'auscultation.

237 **Prospection** : recherche de richesses naturelles du sol ou du sous-sol en vue de leur  
238 exploitation, dans une région déterminée et avec des moyens techniques appropriés.

239 **Prestataire** : société de services spécialisées en géophysique et sous-traitante du Donneur  
240 d'ordres. Elle prépare une offre pour répondre aux besoins du Concepteur, réalise les reconnaissances  
241 et en fonction du contrat traite et interprète les données, génère les livrables associés aux études et  
242 une base de données.

243 **Reconnaitances** : Déploiement de méthodes, de moyens matériels et humains in situ dans le  
244 cadre d'une démarche d'investigation et d'analyse d'un ouvrage, ou d'évaluation d'un site (e.g. forage  
245 de reconnaissance géotechnique en vue de l'implantation d'un futur ouvrage).

246 **Représentant client** : représente physiquement le client lors des opérations de terrains.

247 **Risque** : Produit d'un aléa et de la vulnérabilité d'un ouvrage (i.e. conséquences de l'occurrence  
248 de l'aléa). Notion permettant de prioriser les interventions dans le cadre d'un diagnostic, selon la  
249 vulnérabilité de la zone à protéger par la digue.

250 **Surveillance** : terme regroupant la surveillance visuelle, la surveillance à l'aide d'instruments  
251 de mesures sur courte période (monitoring) et longue période (auscultation). Indique qu'un ouvrage  
252 fait l'objet d'un suivi soit périodique ou continu, soit visuel ou à l'aide de capteurs et instruments de  
253 mesure.

254  
255 L'AGAP Qualité définie 3 niveaux de responsabilité nécessaire pour réaliser un processus de  
256 reconnaissance géophysique :

257 • **Opérateur qualifié en géophysique** : possède le niveau baccalauréat ou équivalent, et une  
258 formation en géophysique attestant de ses capacités à exécuter les mesures, à mettre en  
259 forme les données issues des mesures, et à reconnaître les dysfonctionnements éventuels des  
260 appareillages.

261  
262 • **Géophysicien** : ingénieur ou technicien supérieur, à une formation en rapport avec les  
263 géosciences et une qualification en géophysique issue de sa formation initiale ou de  
264 formations complémentaires ultérieures.

265  
266 • **Géophysicien référent** : c'est un géophysicien susceptible de justifier d'une expérience de  
267 plusieurs années dans diverses méthodes ou techniques géophysiques, et dans des contextes  
268 géologiques variés.

269  
270 Le Prestataire devra préciser son organisation qualité en intégrant les 3 niveaux de responsabilité  
271 précédents.

272  
273 Le présent document a pour vocation d'être une donnée d'entrée des projets de norme ISO, en  
274 conséquence les formes verbales suivantes sont utilisées :

- 275 • — «doit» indique une exigence;  
276 • — «il convient de» indique une recommandation;  
277 • — «peut» («may» en anglais) indique parfois une autorisation, ou encore («can» en anglais)  
278 une possibilité ou une capacité.

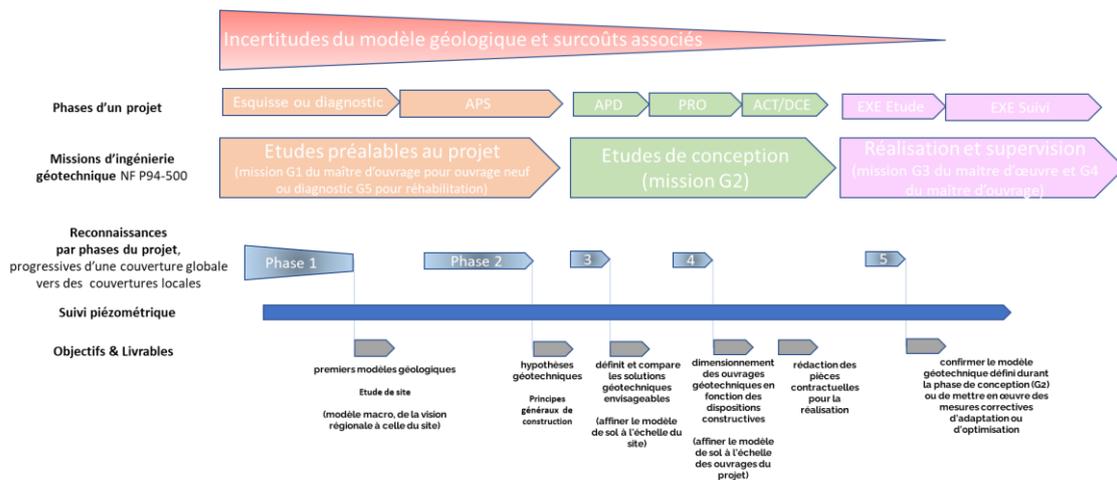
279 Les informations sous forme de «NOTE» sont fournies pour clarifier l'exigence associée ou en faciliter  
280 la compréhension.

281

## 282 Gestion de projet

283 Nous avons vu précédemment qu'en général les reconnaissances géophysiques font parties d'un  
284 programme d'investigations plus vaste, faisant appel à différents secteurs des géosciences, afin  
285 d'améliorer la connaissance d'un site. Un tel projet, est généralement découpé en plusieurs phases  
286 d'études, qui sont constituées de périodes consacrées aux reconnaissances de terrain puis à  
287 l'élaboration des rapports d'études (livrables). Evidemment, les différentes phases sont plus ou moins  
288 développées en fonction de la taille du projet et des enjeux associés. Une norme existe pour définir  
289 l'enchaînement des missions géotechniques au sein de ce type de projet (NF P94-500). Une campagne  
290 d'investigations en géosciences peut comprendre des reconnaissances géophysiques de surface ou en

291 sondage, aux différentes phases et de façon itérative. L'ordonnement de ces différentes phases et  
 292 représenté sur la figure 1.



293  
 294 **Figure 1** : Ordonnement des phases d'étude et des reconnaissances (complété d'après GT43R1F1)  
 295 nécessaires avant réalisation, avec d'après loi MOP de 1985 : APS pour avant-projet sommaire, APD  
 296 pour avant-projet définitif, PRO pour projet, DCE pour Dossier de consultation des entreprises, ACT  
 297 pour Assistance aux contrats de travaux et EXE pour Exécution.

298 La reconnaissance géophysique est donc un service parmi d'autres dans un programme d'investigation  
 299 plus global et différentes organisations de gestion de projet sont possibles :

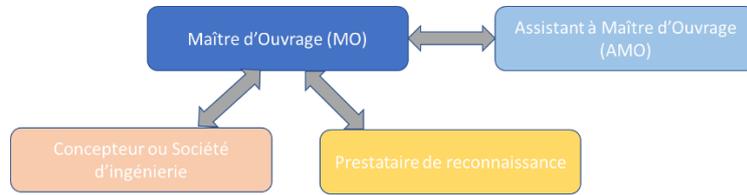
- 300 • Le Maître d'ouvrage (MO) confie à un concepteur (pour une construction ou une rénovation)  
 301 ou une société d'ingénierie spécialisée (si Maître d'œuvre non attribué), la définition des  
 302 reconnaissances, la planification, leur contrôle qualité et celui de leur interprétation. En  
 303 revanche, la contractualisation de la société de service reste du ressort du maître d'ouvrage  
 304 qui est donc le Donneur d'ordres de la société de services en géophysique (cf. figure 2a).
- 305 • Le Maître d'ouvrage (MO) délègue la gestion du projet à un maître d'ouvrage délégué (MOD  
 306 interne ou externe à son entreprise). Dans ce cas, le Donneur d'ordres de la société de services  
 307 en géophysique est l'MOD délégué (cf. figure 2b).
- 308 • Le Maître d'ouvrage confie au concepteur la conception et la réalisation des reconnaissances.  
 309 Dans ce cas le Donneur d'ordres de la société de services en géophysique est le concepteur et  
 310 non le maître d'ouvrage (cf. figure 2c).
- 311 • Enfin, pour un projet de maintenance ou de diagnostic, c'est le Maître d'ouvrage ou son MOD  
 312 qui est directement le Donneur d'ordres de la société de services en géophysique (cf. figure  
 313 2d).

314 *NOTE : Le maître d'ouvrage a un rôle capital dans la réussite d'un projet, a minima en finançant,*  
 315 *réalisant des arbitrages, planifiant les reconnaissances et gérant les contrats. D'une par les arbitrages*  
 316 *doivent être techniquement éclairés, d'autres part le maître d'ouvrage doit s'assurer des compétences*  
 317 *du concepteur. De plus, il est à noter que le retard sur une opération individuelle peut entraîner un*  
 318 *décalage général des autres opérations du projet.*

319 Le Maître d'ouvrage doit donc avoir une compétence en géophysique ou dans la négative s'entourer  
 320 d'un assistant à maître d'ouvrage, spécialisé a minima en géophysique, pour l'aider dans ses tâches.

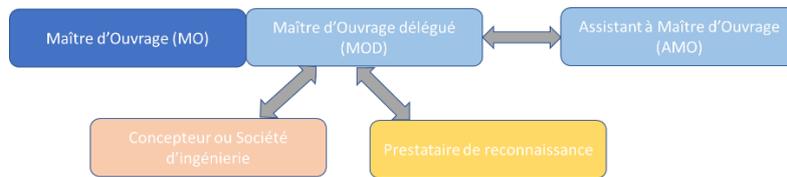
321 De même, un concepteur doit avoir une compétence en géophysique ou dans la négative s'entourer  
 322 d'une ingénierie spécialisée en géophysique, pour l'aider dans ses tâches.

323



324

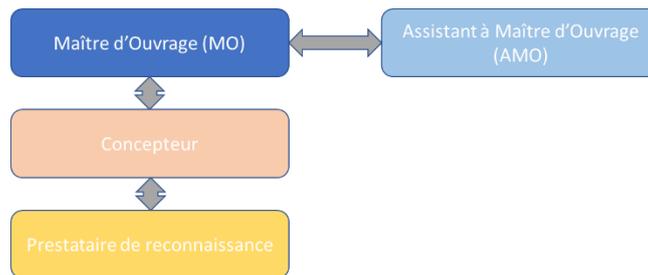
325 **Figure 2a:** Opération en pilotage par MO (flèche grise = lien contractuel)



326

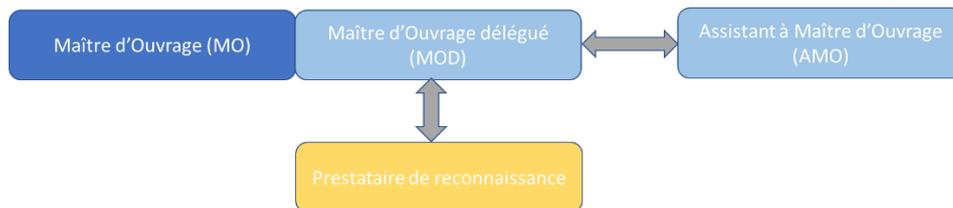
327 **Figure 2b:** Opération en pilotage délégué à MOD (flèche grise = lien contractuel)

328



329

330 **Figure 2c:** Opération en conception-réalisation (flèche grise = lien contractuel)



331

332 **Figure 2d:** Opération de diagnostic ou de maintenance en pilotage délégué à MOD (flèche grise = lien  
 333 contractuel)

334

335 *NOTE : L'organisation en conception-réalisation peut être privilégiée par le Maître d'ouvrage, surtout*  
 336 *s'il n'a pas de compétence en géophysique et qu'il doit trouver une assistance à maîtrise d'ouvrage. En*  
 337 *effet, cette organisation simplifie sa gestion du projet en mettant sous la responsabilité du concepteur*  
 338 *les prestations de reconnaissances. Toutefois, ceci présente le risque qu'en phase de consultation, les*  
 339 *soumissionnaires réduisent la part imputée aux reconnaissances, pour rester concurrentiels, au*  
 340 *détriment d'une bonne connaissance des conditions de site. En ce sens, elle n'est pas préconisée.*

341 *Ce panorama des différentes gestions de projet montre que le client d'une société de services en*  
 342 *géophysiques peut être un maître d'ouvrage, un maître d'ouvrage délégué, un concepteur, une société*

343 d'ingénierie. Pour simplifier, dans la suite de ce document nous parlerons de *Donneurs d'ordres* pour  
 344 désigner le rôle de client et de *Prestataire* pour celui de la société de services.

345 Le positionnement de la campagne géophysique dans un projet étant en place, intéressons-nous  
 346 maintenant au processus à suivre pour établir des reconnaissances géophysiques entre le Prestataire  
 347 et son Donneur d'ordres.

348

## 349 **Processus de reconnaissance géophysique**

350 La qualité d'une prestation de terrain dépend fortement de sa préparation, de l'adéquation de la  
 351 technique avec les objectifs visés, des moyens mis en œuvre, de la compétence des intervenants, de  
 352 l'application des normes ou recommandations du métier, de la prise en compte de l'environnement,  
 353 du géoréférencement des points de mesures...

354 En s'appuyant sur les démarches de gestion de la qualité (ISO 9001 :2015) et d'amélioration continue,  
 355 le processus de reconnaissance géophysique suit le cycle des 4 étapes de la roue de Deming : PDCA  
 356 (« Plan-Do-Check-Act ») ou Planifier-Déployer-Contrôler-Améliorer. Le cycle PDCA appliqué au  
 357 processus de prestation géophysique implique toutes les parties (Donneur d'ordres / Prestataire) et il  
 358 peut se décrire comme suit :

<b>Etapes</b>	<b>Donneur d'ordres doit :</b>	<b>Prestataire doit :</b>
<u>Planifier</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• s'entourer d'un assistant ou d'un concepteur compétent en géophysique,</li> <li>• concevoir la campagne,</li> <li>• définir l'objectif des reconnaissances,</li> <li>• établir un cahier des charges,</li> <li>• arbitrer les budgets versus la quantité des reconnaissances,</li> <li>• planifier les reconnaissances (en anticipant les éventuels travaux interférents, le retards etc...),</li> <li>• les contractualiser,</li> <li>• réaliser les déclarations administratives ad'hoc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• faire une revue des exigences, basée sur une reformulation pour faire exprimer les besoins implicites et explicites. Ainsi le maître d'œuvre pourra tout mettre en œuvre pour que les matériels et les services proposés répondent aux besoins du client,</li> <li>• justifier le choix des méthodes par rapport aux objectifs et à l'environnement,</li> <li>• établir une offre,</li> <li>• planifier ses ressources et ses moyens,</li> <li>• étudier et mitiger les risques associés à sa prestation</li> </ul>
<u>Déployer</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avoir un représentant client,</li> <li>• organiser l'autorisation d'accès au chantier,</li> <li>• établir les conditions pour que le personnel du maître d'œuvre ait le temps de réaliser les différentes étapes du processus de reconnaissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• établir les conditions pour que leur personnel soit en nombre suffisant et ait le temps de réaliser les différentes étapes du processus de reconnaissance,</li> <li>• réalise les reconnaissances,</li> <li>• en fonction du contrat traite et/ou interprète les données,</li> <li>• génère les livrables associés</li> </ul>
<u>Contrôler</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réalise un contrôle qualité des reconnaissances,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalise un contrôle en amont (sur mode opératoire, PV de contrôle fonctionnel, mobilisation),</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>réalise un contrôle qualité des livrables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalise un contrôle de la prestation en cours d'exécution,</li> <li>contrôle final</li> </ul>
<u>Améliorer</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partager un retour d'expérience visant si besoin à améliorer la préparation, les spécifications techniques, les moyens de contrôle, le matériel ou la formation.</li> </ul>	

359

360 Ce tableau illustre l'importance de la phase de planification pour la réussite d'une campagne  
361 géophysique.

362 Les actions les plus cruciales de chaque étape du tableau ci-dessus sont décrites dans les paragraphes  
363 suivants.

364

### 365 Planifier

#### 366 Conception d'une campagne (action du Donneur d'ordres)

367 La campagne d'investigations doit être pensée avec une approche de gestion des risques, c.a.d. que les  
368 reconnaissances sont définies en fonction des risques identifiés et hiérarchisées en fonction de  
369 l'acceptation du risque pris par le maître d'ouvrage. Toutes les reconnaissances sont effectuées pour  
370 réduire au maximum les incertitudes lors de la conception du projet ciblé. Il y a une ou des itérations  
371 avec un enchaînement de campagnes jusqu'à arriver à un niveau acceptable de risque pour le Maître  
372 d'Ouvrage.

373 *NOTE : A titre d'exemple, dans le domaine du génie-civil il a été statistiquement constaté que négliger*  
374 *les reconnaissances ou trop les brider expose aux plus gros risques de dépassements de coûts de*  
375 *construction d'un ouvrage. (Robert A. et al ., 2017)*

376 Une campagne doit répondre prioritairement aux risques les plus importants. Pour cela, le Donneur  
377 d'ordres doit :

- 378 • effectuer le bilan des reconnaissances mises à disposition par le maître d'ouvrage et collecter
- 379 tous nouvelles informations disponibles permettant d'améliorer la connaissance du site,
- 380 • identifier les incertitudes et les événements redoutés et leurs conséquences,
- 381 • fixer des objectifs pour chaque reconnaissance (par exemple préciser la géométrie d'une
- 382 structure etc..),
- 383 • prévoir d'ajuster le programme (implantation, linéaire...) en fonction des premiers résultats (si
- 384 pas de plot d'essai).

385

386 De plus, le Donneur d'ordres doit établir un retroplanning sans sous-estimer les délais liés :

- 387 • aux procédures administratives en vigueur dans le pays des reconnaissances,
- 388 • au processus de montage du marché, de la consultation à sa signature, afin d'obtenir une offre
- 389 de qualité,
- 390 • aux risques d'avoir des travaux interférents (humain et qualité par exemple forage et sismique
- 391 réflexion ne peuvent pas être fait en même temps sur une petite zone),
- 392 • aux délais de traitement, d'analyse et de synthèse des données,
- 393 • aux ajustement du programme (implantation, linéaire...) en fonction des premiers résultats (si
- 394 pas de plot d'essai).

395

396 *NOTE : De nombreux paramètres influent sur la durée des reconnaissances. Dans sa planification des*  
397 *reconnaissances, le Concepteur doit donc intégrer des marges de sécurité.*

398 *Il est fréquent de constater que la planification des reconnaissances géophysiques de surface n'est pas,*  
399 *ou peu anticipée par rapport aux reconnaissances géotechniques. Un tel choix organisationnel du projet*  
400 *ne permet pas à l'ingénierie d'optimiser les reconnaissances. D'une part, en conditionnant*  
401 *l'implantation des sondages sur les zones où les incertitudes vont demeurer maximales et d'autre part,*  
402 *cela ne répond pas à une démarche progressive allant d'une caractérisation générale du site vers une*  
403 *caractérisation détaillée.*

404

405 Le cahier des charges (action du Donneur d'ordres)

406 Le cahier des charges des reconnaissances, n'est pas une note exhaustive sur toutes les informations  
407 du site et du projet, mais un document contractuel synthétique fait par le Donneur d'ordres à  
408 destination du Prestataire. Il est à noter que le cahier des charges peut-être :

409 • performanciel, c.a.d. répondant à un objectif sans contraindre la méthodologie (libre  
410 proposition du Prestataire),

411 • prescriptif, c.a.d. méthodologie fixée en partie ou complètement.

412 Dans tous les cas, une mesure géophysique dont la réponse du site est fonction de conditions  
413 incomplètement connues à l'avance ne peut pas avoir d'exigence de résultats, mais seulement de  
414 moyens.

415 Dans un cahier des charges, on doit trouver :

416 • des généralités sur le projet et le site (localisation, grandes lignes du projet sans noyer le  
417 Prestataire avec des informations inutiles),

418 • une synthèse de l'état de connaissance du site,

419 ○ contextualiser le site (localisation, géologie, hydrogéologie, ouvrages etc..) et les  
420 conditions environnementales pouvant générer des biais (autoroute, ligne HT,  
421 revêtement armé etc...),

422 ○ modèle géologique conceptuel,

423 • l'identification des incertitudes,

424 • l'objectif de la campagne, et de chaque reconnaissance géophysique, définir les besoins  
425 (objet, profondeur cible, précision, zone d'étude)

426 • un plan d'implantation prévisionnel des investigations géophysiques, idéalement créé un  
427 SIG avec les profils prévisionnels et si possible confirmer l'implantation sur site pour éviter  
428 des implantations impossibles. En tirer un tableau X,Y,Z des profils théoriques,

429 • les consignes (spécifications) propres à chaque méthode, si le cahier des charges est  
430 prescriptif,

431 • la précision si la zone nécessite une action spécifique pour avoir les autorisations  
432 particulières d'intervention et définir qui gère cela,

433 • les exigences sur les moyens de suivre l'avancement de la prestation (fréquence et format  
434 du rapport d'avancement),

- 435 • les exigences techniques requises (normes, spécifications techniques particulières) et les  
436 moyens de contrôle des exigences (point d'arrêt, paramètres à contrôler et critère  
437 d'acceptabilité, cela en fonction des enjeux et du retour d'expérience),  
438 • les livrables attendus.

439 En fonction d'un niveau d'inconnu sur le site, il faut envisager de pouvoir adapter le programme en  
440 fonction des conditions et des terrains rencontrés, afin de répondre aux objectifs fixés. Ces ajustements  
441 sont proposés par le Prestataire des reconnaissances au représentant client.

442

#### 443 Offre du Prestataire intégrant une revue des exigences (action du Prestataire)

444 Le Prestataire doit intégrer l'expression du besoin du Donneur d'ordres et les données d'entrée pour  
445 justifier et déterminer le design de sa campagne. En cas d'un manque d'information ou d'imprécisions  
446 le Prestataire doit se concerter avec le Donneur d'ordres pour éviter des incompréhensions et si besoin  
447 proposer des ajustements. Sur cette base, dans son offre le Prestataire doit :

- 448 • justifier les méthodes et les paramètres en fonction des objectifs et du modèle conceptuel, à  
449 partir de retours d'expériences pour des cas analogues, de simulations,
- 450 • vérifier l'adéquation entre le besoin client et le choix des méthodes, si la demande est formulée  
451 uniquement en termes de performance,
- 452 • évaluer le choix du Donneur d'ordres si la demande est prescriptive et proposer une adaptation  
453 si une méthode s'avère plus adaptée pour atteindre l'objectif (revue des exigences), à condition  
454 que le cahier des charges permette cela,
- 455 • justifier la nécessité ou la plus-value d'une visite de site, d'un plot d'essai pour optimiser l'offre  
456 ou des options,
- 457 • confirmer la faisabilité des lignes théoriques (X,Y,Z) et préciser les éventuels déports  
458 nécessaires pour atteindre la zone cible,
- 459 • joindre un mode opératoire d'acquisition et traitement générique des méthodes proposées,
- 460 • établir le mode opératoire d'acquisition et traitement spécifique au site,
- 461 • définir la méthode de gestion, justification et matérialisation des incertitudes,
- 462 • décrire le format des livrables (papiers et numériques),
- 463 • établir l'analyse des risques,
- 464 • définir l'organisation retenue et le programme prévisionnel.

465

466 Le principal critère de sélection d'une méthode géophysique est le contraste ou non du paramètre  
467 physique que l'on cherche à caractériser sur le site.

468 Les principales méthodes d'intérêt sont résumées dans le tableau en Annexe A, en fonction : des  
469 objectifs, des contrastes présents sur site ainsi que les contraintes environnementales à prendre en  
470 compte et qui peuvent être soit des facteurs limitants ou des interdits d'application de la méthode.

471 Dans le cas d'une offre en réponse à un cahier des charges prescriptifs, le Prestataire, en tant que  
472 sachant, doit émettre des réserves ou des conseils en cas de désaccord avec les exigences et doit  
473 informer des conséquences possibles.

474

## 475 Le choix du Prestataire (action du Donneur d'ordres)

476 Dans le cas d'une offre répondant à un cahier des charges performantiel, parmi les solutions proposées  
477 le Donneur d'ordres doit :

- 478 • vérifier l'adéquation de l'offre du Prestataire avec le cahier des charges,
- 479 • choisir de façon objective et transparente la ou les méthodes les plus adaptées pour atteindre  
480 l'objectif et maximiser les chances d'atteindre un niveau acceptable de risque géologique  
481 résiduel pour le Maître d'Ouvrage,
- 482 • pondérer le choix précédent avec un compromis entre les objectifs des reconnaissances, les  
483 performances des méthodes, l'environnement et espace disponible pour implanter les  
484 dispositifs, leurs coûts (uniquement estimés à l'étape du dépouillement technique) et les délais  
485 de réalisation, la phase du projet en considérant l'aspect progressif des différentes phases,
- 486 • intégrer que le croisement des résultats de plusieurs méthodes géophysiques, basées sur des  
487 principes physiques différents peut permettre de gagner en fiabilité et diminuer les  
488 incertitudes,

489 Dans le cas d'une offre en réponse à un cahier des charges prescriptifs, l'ensemble des actions ci-dessus  
490 doivent déjà être réalisées pour établir le cahier des charges, ce qui permet de simplifier l'analyse des  
491 offres et l'objectivité des critères de choix.

492 *NOTE : Un grand nombre de méthodes de reconnaissance géophysique existent qui font appel à des  
493 spécialités différentes de la physique (mécanique, électrique, électromagnétique etc...) et des  
494 techniques différentes d'acquisition et de traitement. En conséquence, il est envisageable de privilégier  
495 des Prestataires spécialisés par méthode (organisés en groupement d'entreprise ou sous-traitants  
496 distincts).*

497 *A titre d'exemple, en France, l'association AGAP Qualité délivre des agréments aux Prestataires par  
498 méthode et leur détention peut permettre de pondérer favorablement le dépouillement d'une offre  
499 technique si la consultation permet de prendre en compte la mieux-disance.*

500

## 501 Aspect contractuel (action du Donneur d'ordres)

502 En amont d'une consultation le Donneur d'ordres doit posséder une évaluation du montant du marché.  
503 Cette évaluation doit être la plus réaliste possible, malgré les incertitudes liées au terrain (sauf  
504 lorsqu'un plot d'essai ou qu'une campagne antérieure ont été réalisés). Des ajustements des méthodes  
505 géophysiques aux particularités du site seront donc très probables lors de l'exécution du marché.

506 Ces ajustements peuvent conduire à une évolution de la prestation et des arbitrages en lien avec :

- 507 • une variation des quantités (ponctuelles, linéaires ou surfaciques),
- 508 • la modification et/ou l'ajout d'une autre méthode,
- 509 • l'impossibilité de réaliser certaines reconnaissances (conditions terrains, météorologiques,...),
- 510 • la prolongation du délai d'exécution pour atteindre les objectifs

511 Il est donc important que le Donneur d'ordres puisse prescrire au Prestataire des modifications  
512 techniques en cours d'exécution (ouverture à variantes) et prévoir une provision qui peut couvrir  
513 certains ajustements souvent sous la forme d'un pourcentage du marché.

514 Pour que la rémunération des prestations d'acquisition soit équitable entre le Donneur d'ordres et le  
515 Prestataire, il est conseillé d'utiliser des prix unitaires plutôt que des prix forfaitaires. Dans les faits, de

516 nombreuses prestations peuvent être décomposées soit à l'unité en mètres ou à la journée passée.  
517 Dans ce dernier cas (prix à la journée), un suivi fin de l'avancement et des dépenses est indispensable,  
518 car des impondérables peuvent fortement impacter la production. Des plus-values ou moins-values  
519 sont à définir en fonction de modification de la charge de travail.

520 La coordination des prestations, le suivi de l'exécution, l'exploitation et l'interprétation sont  
521 considérées comme des prestations intellectuelles. Une indexation du prix de ces prestations en  
522 fonction des mètres linéaires exploités ou du nombre de reconnaissances est plus équitable qu'un  
523 simple forfait.

524 *NOTE : Des exemples de décomposition des prix figurent en annexe B sous la forme d'un DQE (Détail,*  
525 *Quantitatif, Estimatif). Le but du DQE est de compléter le Bordereau de Prix Unitaire (BPU). Ainsi les*  
526 *prix unitaires indiqués dans le BPU sont multipliés par les quantités estimées dans le DQE. C'est une*  
527 *simulation de commande type avec des quantités estimées Le bordereau de prix unitaire (BPU) doit*  
528 *pouvoir répondre à l'option d'adapter le programme au cours de la réalisation en raison d'un contexte*  
529 *qui diffère des prévisions initiales. Pour cela, le BPU est décomposé en sous-détail précis, pour*  
530 *rémunérer la prestation à sa juste valeur avec des unités différentes (forfait à l'unité, forfait à la base,*  
531 *au mètre linéaire, à la journée). Les plus-values et moins-values peuvent permettre une adaptation avec*  
532 *le temps passé. Le prix est alors décomposé entre une part fixe et une part variable en fonction du temps*  
533 *( $P=A+B*t$ ) ou du linéaire ( $P=A+B*ml$ ).*

534

535 Déclarations (action du Donneur d'ordres et du Prestataire)

536 Plusieurs démarches administratives doivent être engagées.

537

538 *Déclaration de travaux à proximité de réseaux (DT-DICT)*

539 La déclaration de travaux (DT) permet de savoir si le projet est compatible avec les réseaux existants  
540 en interrogeant leurs exploitants. Elle a également pour objet de connaître les recommandations  
541 techniques de sécurité qui s'appliqueront pendant et après les travaux.

542 **Le maître d'ouvrage (Donneur d'ordres)**, personne physique ou morale, effectue sa déclaration sur un  
543 formulaire en ligne ou, quand cela n'est pas possible, sur un formulaire papier. Selon le résultat de la  
544 consultation du téléservice "réseaux et canalisations", le maître d'ouvrage :\_doit envoyer une  
545 déclaration de projet de travaux (DT) à chacun des opérateurs de réseaux concernés.

546 **L'exécutant des travaux (Prestataire)**, est tenu d'adresser une déclaration d'intention de  
547 commencement de travaux (DICT) à chaque exploitant de réseau concerné par l'emprise du futur  
548 chantier. La DICT est en principe transmise après la DT. Il est à noter que pour les reconnaissances  
549 impactant les réseaux, il ne faut pas considérer que des percements de sol supérieur à 10 cm, mais  
550 aussi des vibrations importantes par camion vibreur ou chute de poids. Il est aussi rappelé que les  
551 salariés intervenant dans la préparation ou l'exécution de travaux à proximité des réseaux doivent  
552 détenir une autorisation d'intervention à proximité des réseaux (AIPR).

553 *Déclaration à la DREAL*

554 L'article L161-1 du code minier prévoit que :

555 • « Les travaux de recherches ou d'exploitation minière doivent respecter, sous réserve  
556 des règles prévues par le code du travail en matière de santé et de sécurité au travail,  
557 les contraintes et les obligations nécessaires à la préservation de la sécurité, de la santé  
558 et de la salubrité publiques, de la solidité des édifices publics et privés, à la  
559 conservation des voies de communication, de la mine et des autres mines, des  
560 caractéristiques essentielles du milieu environnant, terrestre, littoral ou maritime, et  
561 plus généralement à la protection des espaces naturels et des paysages, de la faune et  
562 de la flore, des équilibres biologiques et des ressources naturelles particulièrement des  
563 intérêts mentionnés aux articles L. 211-1, L. 219-7, L. 331-1, L. 332-1 et L. 341-1 du  
564 code de l'environnement, l'intégrité des câbles, des réseaux ou des canalisations  
565 enfouis ou posés, à la conservation des intérêts de l'archéologie, à la conservation des  
566 monuments historiques classés ou inscrits, des abords de monuments historiques et  
567 des sites patrimoniaux remarquables mentionnés au livre VI du code du patrimoine,  
568 ainsi que des intérêts agricoles et halieutiques des sites et des lieux affectés par les  
569 travaux et les installations afférents à l'exploitation. Ils doivent en outre assurer la  
570 bonne utilisation du gisement et la conservation de la mine. »

571 L'article L162-10 du code minier quant à lui prévoit que :

572 • "Sont soumis à déclaration les travaux de recherches et d'exploitation qui tout en  
573 présentant des dangers ou des inconvénients faibles pour les intérêts mentionnés à  
574 l'article L. 161-1 doivent néanmoins se soumettre à la police des mines et aux  
575 prescriptions édictées par l'autorité administrative."

576 L'article L411-3 du code minier prévoit que :

577 • "tout levé de mesures géophysiques, toute campagne de prospection géochimique ou  
578 d'études de minéraux lourds doivent faire l'objet d'une déclaration préalable auprès  
579 de l'autorité administrative compétente."

580 Enfin, l'article L411-2 du code minier stipule que les demandes d'autorisations et les déclarations  
581 prévues par l'article L. 214-3 du code de l'environnement valent déclaration au titre de l'article L. 411-  
582 1 du présent code.

583

584 Il en ressort que tout levé de mesures géophysiques doit faire l'objet d'une déclaration préalable  
585 auprès de l'autorité administrative.

586 Il est bien précisé que cette déclaration concerne aussi bien les méthodes de géophysique marine,  
587 aéroportée ou de surface. Par ailleurs, sans être exhaustive mais plutôt à titre indicatif, la liste des  
588 méthodes ciblées par la déclaration est la suivante :

- 589 • gravimétrie,
- 590 • magnétisme,
- 591 • sismique réflexion ;
- 592 • sismique réfraction et ondes de surface ;
- 593 • géoélectrique : polarisation spontanée (PS), polarisation provoquée (PP), résistivité, sondages
- 594 électriques, électromagnétisme, tellurique ;
- 595 • géochimie ;

596 Il n'est pas prévu systématiquement une "réponse" de l'autorité administrative concernée. Cette  
597 réponse dépend de l'impact de l'intervention projetée, notamment environnemental.

598 Il est à noter que les résultats des levées peuvent être demandés par l'autorité administrative.  
599 Toutefois, tous les documents ou renseignements ainsi recueillis ne peuvent être rendus publics ou  
600 communiqués à des tiers par l'administration avant l'expiration d'un délai de dix ans à compter de la  
601 date à laquelle ils ont été obtenus.

602 En conclusion, avant d'engager des mesures géophysique, le Donneur d'ordre et le Titulaire doivent se  
603 coordonner pour définir qui prend contact avec le service de la DREAL chargé des risques miniers en  
604 vue de se conformer aux dispositions réglementaires en vigueur.

605 Un exemple de formulaire à remplir figure en annexe D. Toutefois, la manière de procéder est propre  
606 à chaque DREAL.

607 La déclaration doit inclure :

- 608 • un plan de localisation des futures reconnaissances (idéalement avec l'indication des limites  
609 des zones NATURA 2000 ou des Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique  
610 (Znieff),
- 611 • une brève description de l'intervention (principe, date et durée...),
- 612 • une évaluation de risque si l'intervention présente des dangers ou inconvénients particuliers.

613

614

## 615 Déployer

616 Le Prestataire doit :

- 617 • réaliser la prestation conformément au protocole opératoire contractuel (le cahier des charges  
618 et l'offre du prestataire sont 2 pièces contractuelles, elles doivent donc être cohérentes pour  
619 éviter tout litige lors de l'exécution des travaux),
- 620 • valider avec le représentant client toute adaptation nécessaire.

621 Le Donneur d'ordres doit suivre l'avancement de la prestation (contrôle sur site et rapport  
622 d'avancement), afin de pouvoir réaliser un contrôle technique et quantitatif.

623

624 Les contrôles durant la phase de terrains sont décrits dans le chapitre Contrôler

625

## 626 Livrables

627 Afin de garantir la qualité des livrables (rapports et autres supports), la trame d'un rapport type est  
628 fournie en annexe C. Les représentations graphiques doivent avoir des échelles, unités, légendes et  
629 palettes cohérentes et uniformisées.

630 Il est à noter que de nombreuses formes de contrat de génie-civil mettent l'accent sur la gestion du  
631 risque géologique qui est unanimement perçu comme un facteur très impactant sur les coûts et les

632 délais. Pour mener à bien cela, le Prestataire doit définir et matérialiser les incertitudes dans ses  
633 livrables.

634 De son côté le maître d'ouvrage doit s'organiser pour être en mesure de mener une analyse de la  
635 fiabilité des données livrées et de l'incertitude associée aux résultats décrits dans les livrables. Pour  
636 cela, une base de données organisées avec les données numériques et toutes les minutes nécessaires  
637 pour un traitement additionnel doit lui être livrée par le Prestataire.

638

639 L'organisation et l'archivage des données numériques sont primordiaux pour un partage optimal de la  
640 connaissance entre les acteurs du projet, mais aussi pour pérenniser cette connaissance au cours des  
641 phases d'études et même de l'exploitation d'un ouvrage.

642 La base de données doit comprendre :

- 643 • des fichiers exploitables au format SIG,
- 644 • des données brutes, géoréférencées,
- 645 • les résultats des traitements et interprétations,
- 646 • le rapport.

647

648

#### 649 [Contrôler](#)

650 Le Donneur d'ordres doit :

- 651 • réaliser le contrôle qualité, afin de s'assurer que l'activité est conforme aux exigences

652 Le Prestataire doit :

- 653 • Réaliser un contrôle qualité exhaustif des données avant de quitter le site

654

#### 655 [Contrôle en amont de la campagne \(phase de préparation\)](#)

- 656 • le Prestataire doit réaliser en atelier un contrôle fonctionnel du matériel qui sera mis en œuvre  
657 et fournir un justificatif de contrôle des équipements, à la demande du donneur d'ordre,
- 658 • le Prestataire devra connaître et si besoin être formé au matériel loué,
- 659 • Un Prestataire doit déclarer ses sous-traitant, et il est responsable de ses sous-traitants : Tout  
660 sous-traitant d'un Prestataire doit répondre au même cahier des charges et aux règles QSSE  
661 que son commanditaire. En conséquence, le matériel loué devra également faire l'objet d'un  
662 contrôle fonctionnel à l'atelier du fournisseur avant son envoi.

663

#### 664 [Contrôle en cours d'exécution \(phase d'exécution\)](#)

665 Le Prestataire doit :

- 666 • vérifier au début de la campagne que les mesures sont correctes (tester si besoin différentes  
667 configurations) et utiles pour satisfaire le besoin du client et soumettre cela au représentant  
668 client,

- 669 • contrôler la vraisemblance physique des mesures brutes et identifier d'éventuels artefacts  
670 matériels,  
671 • rédiger un rapport journalier visuel, avec un carte de progression de la campagne (pour les  
672 campagne de plus de 2 jours de production).

673 Le représentant client (superviseur), doit :

- 674 • valider le choix de la méthode et du dispositif en place, en cas de tests programmés en début  
675 de campagne, avant que le Prestataire passe en mode plus industriel (production),  
676 • vérifier que la qualité des enregistrements se fera par un transfert quotidien des données  
677 brutes,  
678 • valider le rapport journalier.  
679

680 Le contrôle par le représentant client est un point important pour une campagne longue. En effet,  
681 pouvoir identifier une non-conformité d'exécution avant sa fin, engendre un point d'arrêt qui peut  
682 permettre de décider ou non une reprise facile de certaines mesures.  
683

#### 684 [Contrôle final \(phase de réception\)](#)

685 Pour la validation du livrable par le Donneur d'ordres :

- 686 • la fiabilité des analyses doit se faire a minima à partir d'une sélection aléatoire des données,  
687 lors d'un 1<sup>er</sup> livrable,  
688 • en cas de constat d'écarts notables, un contrôle plus exhaustif doit être mis en œuvre,  
689 • en cas de la persistance d'écarts importants, une réinterprétation devra être réalisée par le  
690 Prestataire.  
691

692

#### 693 [Amélioration continue \(Retour d'expérience, REX\)](#)

694 Le Donneur d'ordres et le Prestataire doivent partager un retour d'expérience visant si besoin à  
695 améliorer la préparation, les spécifications techniques, les moyens de contrôle, le matériel ou la  
696 formation.  
697

#### 698 [Références](#)

699 [1] AFNOR, norme NF EN 1997-2, septembre 2007, « Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 :  
700 Reconnaissance des terrains et essais ».

701 [2] AFNOR, norme NF 94-500, novembre 2013, « Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et  
702 spécifications », p1-53.

703 [3] AFTES, Recommandations GT43R1F1, 2015. « guide d'application au domaine des ouvrages  
704 souterrains de la norme NF P 94-500 (version 2013) relative aux missions d'ingénierie géotechnique »  
705 - Tunnels et Espace Souterrain n°252, p.402-411.

706 [4] AFTES, Reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques nécessaires à la  
707 conception des ouvrages souterrains, GT24R3F1, Décembre 2022.

708 [5] AGAP, Code de bonne pratique, 1992



- 709 [6] ISO 9001:2015 - Systèmes de management de la qualité —Exigences.
- 710 [7] Robert A. Humbert E., 2017, Le management des risques : encore un effort ! Congrès international
- 711 de l'AFTES « L'espace souterrain : notre richesse », Paris, 13 au 15 novembre 2017, 8p.
- 712



713  
714

## ANNEXES

715

716

717

718

Annexe A

719 Les principales méthodes d'intérêt sont résumées dans le tableau en Annexe A, en fonction : des  
 720 objectifs, des contrastes présents sur site ainsi que les contraintes environnementales à prendre en  
 721 compte et qui peuvent être soit des facteurs limitants ou des interdits d'application de la méthode.

722

Methode	Paramètre physique étudié	Type	Utilité pour le modèle	Cas d'application	Ordre de grandeur de la précision du modèle en profondeur	Profondeur investiguée classiquement	Unité du dispositif	Production	Facteur pénalisant et interdits d'application	Référence pour définir l'essai
Sismique réflexion	ondes mécaniques	Terrestre, aquatique	géométrique, géologique, géotechnique et hydrogéologique	1) épaisseur de la couverture, 2) ripabilité, 3) nappe, 4) Vp,	tranches plurimétriques à décimétriques	10 à 60 m	base sismique et roll-along avec dispositif flaire et ml avec nodes	500 m/jr	1) inversion de vitesse (formation tendre sous couche dur), 2) mesure affectée par les vibrations industrielles, urbaines et naturelles, vent, pluie, houle etc..., 3) nécessite une source ponctuelle puissante qui peut être explosif	fiche AGAP + Norme ASTM D5777
MASW	ondes mécaniques	Terrestre, aquatique	géologique, géotechnique	1) Vs30, 2) log Vs, 5) cavités si analyse BASW	tranches plurimétriques	3 à 30 m	base sismique et roll-along avec dispositif flaire et ml avec nodes	500 m/jr	1) hypothèse milieu tabulaire sur la longueur active importante, 2) mesure affectée par les vibrations industrielles, urbaines et naturelles, vent, pluie, houle etc..., 3) affecté par de fortes variations topographiques, 4) nécessite un milieu multicouche	fiche AGAP, «Buidelines InterPACIFIC
Bruit fond en réseau	ondes mécaniques	Terrestre	géotechnique	1) Vs30, 2) log Vs	tranches décimétriques	15 à 1000 m	réseau	1 réseau/jour	1) affecté par de fortes variations topographiques, 4) nécessite un milieu multicouche	Norme WG 9
Sismique réflexion	ondes mécaniques	Terrestre, aquatique	géométrique	1) Coupe structurale, 2) Faille	plurimétrique à pluridécimétriques	3 à 6000 m	ml	800 m/jr	1) mesure affectée par les vibrations industrielles, urbaines et naturelles, vent, pluie, houle etc..., 2) nécessite une source adaptée à la profondeur cible qui varie du microvibrateur de 100 kg au camion de 30T	fiche AGAP + Norme ASTM D7128
ERT	résistivité électrique	Terrestre, aquatique	géologique, géotechnique et hydrogéologique et marqueurs de pollution	1) recherche d'accident géologique, 2) migration de polluant, 3) archéologie	tranches plurimétriques à décimétriques	10 à 50 m	base géoélectrique et roll-along	800 m/jr	Mesure affectée par des canalisations métalliques et câbles de puissance enterrées, des rails, clôtures électrifiées, mauvais couplage des électrodes, radier béton armé, plaques métalliques,	fiche AGAP + Norme ASTM D6431
ERT & IP	résistivité et chargeabilité électrique	Terrestre	géologique, géotechnique et hydrogéologique et marqueurs de pollution	2) recherche d'accident géologique, 2) zonion argile, sable saturé et non saturé, polluant	tranches plurimétriques à décimétriques	10 à 50 m	base géoélectrique et roll-along	500 m/jr	Mesure affectée par des canalisations métalliques et câbles de puissance enterrées, des rails, clôtures électrifiées, mauvais couplage des électrodes, radier béton armé, plaques métalliques,	
cartographie TDEM	décroissance du champ magnétique secondaire	Terrestre, aquatique	géologique, géotechnique et hydrogéologique et marqueurs de pollution	1) recherche d'accident géologique, 2) recherches pyrotechnique	tranches plurimétriques à décimétriques		m <sup>2</sup>	A pied : 1 ha par jour	sensible à la présence de lignes HT ou d'éléments métalliques environnants (barrières, etc.), intérieur des bâtiments	fiche AGAP + Norme ASTM D6820
cartographie FDEM	décroissance du champ magnétique secondaire	Terrestre, aquatique, aérien	géologique, géotechnique et hydrogéologique et marqueurs de pollution	1) recherche d'accident géologique, 2) carte de zone polluée, 3) archéologie	tranches plurimétriques à décimétriques	0 à 6 m voire 30 m	m <sup>2</sup>		sensible à la présence de lignes HT ou d'éléments métalliques environnants (barrières, etc.), intérieur des bâtiments	fiche AGAP + Norme ASTM D6639
GPR	permittivité diélectrique	Terrestre, aquatique*	géométrique	1) Coupe structurale, 2) caractérisation d'une structure et du contact béton-rocher	centimétrique	0 à 3 m	ml ou m <sup>2</sup> en 3D		La profondeur d'investigation est faible (moins de 10 m) et est fortement diminuée en présence d'argile, d'eau, ou à la verticale d'éléments métalliques	fiche AGAP + Norme ASTM D6432
PS	potentiel électrique naturel	Terrestre, aquatique	hydrogéologique et marqueurs de pollution, prospection minière	1) recherche de fuites, 2) gîte minier, 3) polluant	--	--	point ou ml		proximité d'une ligne électrique, d'armature ouvoides	fiche AGAP
Bruit de fond acoustique	son	aquatique	hydrogéologique	recherche de fuites	--	--	point		proximité de toute source sonore, vibration liées au vent, clapot	
Microgravimétrie	pesanteur	Terrestre	géologique	1) recherche d'accident géologique (excès ou défaut de masse comme cavités)	--	0 à 10 m	point	60 à 80 points/jour		fiche AGAP + Norme ASTM D6430
Magnétométrie	champ magnétique ou gradient magnétique	Terrestre, aéroporté	géologique	1) recherches pyrotechniques, 2) recherche d'accident géologique, 3) prospection minière, 4) archéologie	--	0 à 3 m en gradient	m <sup>2</sup>	A pied : 1 ha /jour véhicule 4 à 6 ha /drone, plusieurs ha/jour	intérieur des bâtiments proche structure métalliques ou dalle béton feraille ligne haute tension zone interdite de voi	
Sismique en forage	ondes mécaniques	Forage	géotechnique	1) log de vitesse de cisaillement	tranches métriques	0-30 m	points ou ml	30 m/jour	qualité du forage et de son scellement	fiche AGAP + Norme ASTM D4428 (crosshole), 7400 (downhole)

723

724

725

726

## Annexe B Détail, Quantitatif, Estimatif

Item	PU	Unité	Q	PT=Q*PU
<b>Phase préparatoire</b>				
Préparation, démarches administratives		forfait		
Visite commune préalable		forfait		
Layonnage, ouverture d'un sillon		ml		
Travaux d'aménagement		jour		
Etude d'optimisation (simulation, plot d'essai)		jour		
<b>Acquisition en surface</b>				
Mobilisation du matériel, contrôle fonctionnel à l'atelier		forfait		
<b>Profil 2D par base (exemple sismique, électrique)</b>				
Installation et mesures d'une base(*) du profil		forfait/base		
Base(*) enchaînée avec un recouvrement		forfait/roll-along		
Plus-valus pour mesure aditionnelle sur une base		U		
Plus-valus pour mesure passive		U		
Ratio en ml				
<b>Profil 2D continu (exemple GPR, EM, microgravimétrie)</b>				
Profil 2D continu		ml ou point		
<b>Bloc 3D (cartographie par ligne sériés ou dispo 3D)</b>				
Cartographie continue pour un maillage donné de lignes		ml ou m2		
Maillage donné du dispositif et des tirs		m2		
<b>Mesure en forage ou entre forages</b>				
Mise en station du matériel (ancrage)		point		
Mesure en forage ou entre forages		point		
<b>Traitement et interprétation</b>				
Prise en charge par profil ou bloc		ml ou point		
Traitement et/ou interprétation global		%ml ou jour		
<b>Livrable</b>				
Rapport factuel du chantier et du traitement et de l'interprétation (si demandée)		forfait		
Plus-value en fonction de la taille du projet		%ml ou day		
Base des données bruts et SIG		forfait		
Réunion de restitution		jour		
Rapport de traitement et d'interprétation additionnel (post forages)		forfait		
Plus-value en fonction de la taille du projet		%ml ou jour		

727

728

(\*) les prix s'appliquent pour une géométrie de base qui doit être précisée

729

730  
731

## Annexe C

732

# Préconisation AGAP-Qualité « Rapport Client »

733

### 734 **TITRE explicite**

735 Rédacteur(s) - Vérificateur(s) et leurs statuts-niveaux techniques

### 736 **RESUME**

### 737 **SOMMAIRE**

738 **LISTES : Figures – Tableaux - Illustrations – Photographies – Planches- Annexes**

### 739 **INTRODUCTION :**

- 740 • Présentation des intervenants : Client – MO – Prestation
- 741 • Objectifs et besoins « client »
- 742 • Lieu, Contexte géographique
- 743 • Contexte Géologique (ou type de structure à observer),
- 744 • Contexte hydrogéologique (si justifié)
- 745 • Données disponibles ou fournies par le client
- 746 • Accessibilité et Environnement (problèmes posés)
- 747

### 748 **METHODES et MOYENS**

- 749 • Justification au regard du besoin
  - 750 ○ du ou des paramètres géophysiques mesurés
  - 751 ○ de la (ou des) méthode(s)
  - 752 ○ du programme réalisé et de l'adaptation de(s) méthode(s) au site
- 753 • Personnel mobilisé (statuts-niveaux techniques, Dates)
- 754 • Equipement mobilisé
- 755 • HSE (hygiène, sécurité, environnement)
- 756

### 757 **MESURES :**

- 758 • Référentiels (Code de Bonne Pratique AGAP, Normes, Plan Qualité, ...)
- 759 • Météo, dates d'intervention terrain, niveaux de marée (si justifié)
- 760 • Positionnement (ne pas oublier le référentiel géographique), implantations, densité de
- 761 mesure (justification)
- 762 • Paramètres d'acquisition (justification)
- 763 • Format données brutes (par ex SEG2 ...)
- 764 • CR des mesures (Qualité mesure, Pb rencontrés, fiabilité,...)
- 765 • Exemples de mesures brutes et localisation
- 766

### 767 **TRAITEMENTS - INTERPRETATIONS GEOPHYSIQUES**

- 768 • Référentiels (Code de BP, Normes, Plan Qualité, ...)
- 769 • Personnel mobilisé (statuts-niveaux techniques)
- 770 • Pré-traitements mis en œuvre sur les mesures brutes :
  - 771 ○ Justification (filtrages, suppression, lissages, changement d'espace,...)
  - 772 ○ Logiciels et paramétrages utilisés.
  - 773 ○ Exemple de mesures brutes et pré-traitées
- 774 • Traitement et interprétation géophysique :
  - 775 ○ Type de technique d'interprétation géophysique mobilisée (méthodes, logiciels) et justification.
  - 777 ○ Description et justification des paramètres utilisés (par ex modèle a priori), calage sur données existantes (par ex forage).
  - 779 ○ Exemple comparé mesures brutes ou traitées et interprétation.
- 780 • Cartes, coupes, plans, profils des interprétations géophysiques (résultats exhaustifs éventuellement regroupés en annexe)
- 781
- 782 • Analyse critique des résultats (précisions, homogénéité, embrayage, résolutions et leurs répartitions spatiales)
- 783
- 784 • Le cas échéant proposition de mesures géophysiques complémentaires et implantation.
- 785

#### 786 **GEO-INTERPRETATION et RECOMMANDATIONS**

- 787 • **Personnel mobilisé** (statuts-niveaux techniques)
- 788 • Corrélation résultats géophysiques spatialisées et objectifs du client (justification, exemples)
- 789 • Cartes, coupes, plans, profils des géo-interprétations.
- 790 • Analyse critique des résultats finaux et recommandations.
  - 791 ○ Le cas échéant, proposition d'implantation des essais complémentaires de validation
  - 792 de l'interprétation du résultat (sondages, essais, ...)
  - 793

#### 794 **CONCLUSIONS**

- 795 • Synthèse des moyens mis en œuvre
- 796 • Synthèse des principaux résultats géophysiques et leur mise en correspondance avec les besoins « Client »
- 797
- 798 • Rappel des limites à considérer et des précisions / résolutions observées.
- 799 • Analyse critique globale de la prestation (la problématique initiale est-elle totalement résolue ?)
- 800
- 801 • Rappel des Recommandations
- 802

#### 803 **ANNEXES**

- 804 • Principes et limites des méthodes utilisées
- 805 • Descriptif technique matériels, méthodologies et logiciels mis en œuvre
- 806 • Résultats complets
- 807 • Données brutes (usb, lien url, ...) et tableau de correspondance.
- 808

809  
810

Annexe D

N° d'inscription du registre de la DREAL : CORSE  
Relatif à l'article L. 411-3 du Code Minier :  
N° :



<b>DÉCLARATION DE LEVÉS DE MESURES GÉOPHYSIQUES OU GÉOCHIMIQUES</b> <b>à présenter avant le début des mesures</b> <small>Article L. 411-3 du Code minier (art. 133 de l'ancien Code minier)</small>	
<small>Déclaration à envoyer (accompagnée d'un croquis de situation en 3 exemplaires) à La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) du lieu des travaux qui transmettra au service géologique régional du B.R.G.M. les 2 exemplaires destinés à cet organisme.</small>	
<b>Maître d'œuvre</b> <small>(Personne ou société qui fait réaliser les travaux)</small>	Nom : _____ Prénom : _____ Raison sociale : _____ Adresse : _____ Téléphone : _____
<b>Entrepreneur</b> <small>(Personne ou société qui réalise les travaux)</small>	Nom : _____ Prénom : _____ Raison sociale : _____ Adresse : _____ Téléphone : _____
Adresse de la mission sur le terrain : _____ Téléphone : _____	
N° de mission de l'entrepreneur : _____ Personne dirigeant les travaux : _____ Date de début prévue (JJ/MM/AAAA) : _____ Durée approximative : _____ mois, _____ sem., _____ jours	
<b>DÉSIGNATION de l'étude :</b> Département (s) concerné (s) : <input type="checkbox"/> Corse-du-Sud <input type="checkbox"/> Haute-Corse <small>Ci-joint croquis de situation en 3 exemplaires des travaux prévus, à l'échelle 1/</small>	
<small>Preciser le cas échéant</small>	<b>OBJET de l'étude :</b> <input type="checkbox"/> Hydrocarbures <input type="checkbox"/> Recherches minières <input type="checkbox"/> Substances utiles <input type="checkbox"/> Recherche d'eau <input type="checkbox"/> Génie civil Autre (à préciser) : _____
	<b>MÉTHODES utilisées :</b> <b>A) Mise en œuvre :</b> <input type="checkbox"/> Aéroportée <sup>(1)</sup> <input type="checkbox"/> Au sol <input type="checkbox"/> Marine <b>B) Nature :</b> <input type="checkbox"/> Gravimétrie <input type="checkbox"/> Magnétisme <input type="checkbox"/> Sismique reflex <sup>(2)</sup> <input type="checkbox"/> Réfraction <sup>(2)</sup> <input type="checkbox"/> Électrique : polarisation spontanée <input type="checkbox"/> Polarisation provoquée (PP) <input type="checkbox"/> Electro-magnétisme <input type="checkbox"/> Tellurique <input type="checkbox"/> Résistivité <input type="checkbox"/> Autre méthode (à préciser) : _____ <input type="checkbox"/> Géochimie Appareillage utilisé ou éléments dosés : _____
	Observations : _____ _____ _____
À _____, le (JJ/MM/AAAA) : _____ Nom et qualité du signataire : _____	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">             Imprimez le formulaire et signez dans le cadre           </div> <div style="margin-left: 20px;">             Le signataire est le représentant :  <input type="checkbox"/> du maître d'œuvre  <input type="checkbox"/> de l'entrepreneur           </div>	

(1) Il est rappelé que la mise en œuvre de cette méthode nécessite l'obtention préalable d'une autorisation de la Direction Générale de l'Aviation Civile ainsi que d'une autorisation préfectorale dans le ou les département(s) concerné(s) pour l'aéronef utilisé (habité ou non) et son pilote.

(2) Ne pas omettre de joindre une déclaration au titre de l'article L. 411-1 du Code minier si les forages nécessaires dépassent 10 mètres de profondeur.

N.B. : Conformément aux dispositions de l'article L. 412-1 du Code minier, la DREAL Corse, a accès à tous sondages, ouvrages souterrains ou travaux de fouilles soit pendant, soit après leur exécution, et quelle que soit leur profondeur. Elle peut se faire remettre tous échantillons et se faire communiquer tous les documents et renseignements d'ordre géologique, géotechnique, hydrologique, hydrographique, topographique, chimique ou minier. Les maires dont le territoire est concerné par les fouilles sont informés des conclusions des recherches. Conformément aux dispositions de l'article L. 412-2 du Code minier, les résultats des levés et campagnes mentionnés à l'article L. 411-2 sont communiqués à la DREAL, qui en les transmettra la copie au Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

811  
812  
813

Attention à la sémantique, dans ce document le Maître d'œuvre est défini comme la personne ou société qui fait réaliser les travaux, soit le donneur d'ordre et l'Entrepreneur correspond au Prestataire